

## ["ÜBER COMPUTER MEMORY UND VERZÖGERUNGSSPEICHER"]

### COMPUTER *MEMORY*

Gegen die "Memory"-Metapher für Computer

Gedächtnis *versus* Speicher

Das "unendliche Band": Speichern als TM

Speicherauszugsdateien (Dump files)

Neuronale Erinnerung *versus* technologisches Gedächtnis

Kybernetik, Informationstheorie und Speicher

Speicher ungleich Gedächtnis (und Sortieren)

*Computer memory*

Mechanische Speicher (Rechenmaschinen)

Zuses Gedächtnis

Bistabiler Kippspeicher

*biStored program computers*

Speicherprogrammierung (i. S. von Neumanns)

Speicherprogrammierbarkeit: Turings ACE (1946)

Die (Un-)Löschbarkeit technischer Speicher

Die Rückkehr von Archiv-Logistik in der CPU des Computers

Vielmehr: strukturelle Speicher

0/1: *Bits of memory* und Gedächtnisökonomie

Rom / RAM

*Computer memory*

*Associative Memory* und Hashing

Speicher und Information

Das ternäre Speicherelement

Am Ende Unordnung

### IM NAMEN DES SPEICHERS

Speicher(n)

Freuds psychischer (Gedächtnis-)Apparat

Plädoyer für eine Ausdifferenzierung des Gedächtnisbegriffs nach

Speichertypologien

Gedächtnismedienverbund in Einem (*memory* als Metapher im Computer)

*Computer Memory* - kleinste Differenzen zur Echtzeit

*Delay Line Memory*

„Computer memory“

Gedächtnis - ein Konstrukt

### VERZÖGERUNGSSPEICHER: KLEINSTE DIFFERENZEN ZUR ECHTZEIT

Speicherkapazitäten als Funktion von Zugriffszeiten

Zwischenspeicher, Register: Der Speicher als *Dazwischen*

Momente der Zwischenspeicherung: *Cache* et al.

Die Datenpufferung

Das Random Access Memory

Magnettrommel- und -kernspeicher

Ferritkernspeicher

Minimale Speicher und Register

Statische *versus* dynamische Speicher

Akustische Verzögerungsleitung

Akustische Verzögerungsspeicher

Weitere Verzögerungsspeicher  
Akustische Laufzeitspeicher  
Shift Register

## BILDSPEICHERRÖHRE

Die Williams-Speicherröhre und ihr neurologisches Korrelat

"The Williams Tube Revisited" (Tony Sale)

Physik und Emulation der Bildspeicherröhre

Die Williams Tube

Speicherbilder: Die Williams-Röhre

Computer-"Memory"

Kleinste Archive von Gegenwart

Dynamische Speicher in Natur und Maschine

## COMPUTER *MEMORY*

### **Gegen die "Memory"-Metapher für Computer**

- Konsequenz der Computer-Hirn-Analogie für Gedächtnis: "Aus dieser kybernetisch beeinflussten Frage verschob sich im amerikanischen Sprachgebrauch die Interpretation des Speichers zum Gedächtnis - von Computer Storage zu Computer Memory. Im deutschen Sprachgebrauch blieb freilich das einfache Wort Speicher haften" = Wolfgang Coy, Speicher-Medium, in: Wolfgang Reisig / Johann-Christoph Freytag (Hg.), Informatik. Aktuelle Themen im historischen Kontext, Berlin / Heidelberg / New York (Springer) 2007, 79-104 (85)

- <http://www.techterms.com/definition/memory>

- Heinz von Foerster gegen Anthropomorphisierung des Computers: So "romantisieren wir angebliche geistige Leistungen dieser Maschinen, wir sprechen von ihrem 'Gedächtnis' und sagen, daß diese Maschinen 'Information' speichern und wieder auffinden <...>"<sup>1</sup>. Ferner: "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 elektische Signale festgehalten werden, so daß sie dann, wenn sie für weitere Manipulationen benötigt werden, erneut abgerufen werden können. Diese technischen Vorrichtungen sind daher Speicher [...]"

- das Delta-t. "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."<sup>2</sup>

---

<sup>1</sup> Gedanken und Bemerkungen über Kognition, in: von Foerster 1985: xxx-xxx (97)

<sup>2</sup> von Foerster 1985: 98

- "Das Mißverständnis dieser höheren mentalen Funktion <sc. des "Gedächtnisses"> als eines 'Systems der Datenspeicherung' blockiert unsere Einsicht."<sup>3</sup>

- Krippendorff, "organizational memory" / "memory without record"

- Kern kognitiver Prozesse bilden "Rechenprozesse und nicht Signalübertagung und Signalspeicherung" <ebd.>

## **Gedächtnis versus Speicher**

- in der Welt der Rechner "Gedächtnis" nur noch eine Metapher. Jede symbol-, also datenverarbeitende Maschine (ob Zahlen, ob Buchstaben) bedarf, um (er-)zählend operativ zu sein, eines „`memory´ or, less poetically, an `information storage unit.“<sup>4</sup>

- Vergangenheitsbezug von technischem Gedächtnis fraglich; Gedächtnis nicht in der Lage, eine mehr als bloß logische oder schaltungstechnische Distanz aufzubauen, welche die Gegenwart vom vergangenen Augenblick trennt. Datenstatistik und Speicher *bilden* Gedächtnisfiguren, nicht erst die historische Erzählung, so daß es am Ende „nur Gedächtnis gibt, daß aber eine Vergangenheit *im buchstäblichen Sinne* gar nicht existiert.“<sup>5</sup> Wird Gedächtnis mit Gegenwart synchronisiert, heißt das seine Enttemporalisierung: "Wenn sich erinnern heißt, das eigene Jetzt mit einem Damals zu verbinden, <...> dann ist ja genau dieser Zeitsprung den technischen Speichern nie gegeben. Sie zeichnen lediglich auf, ermöglichen daher eine umfassende Archivierung dessen, was geschehen ist."<sup>6</sup>

- machen elektrische Ladungen keine Differenz zwischen Vergangenheit und Gegenwart, sondern lediglich zwischen den Zuständen Ein und Aus, 0 und 1; Begriff des historischen Werdens läßt sich nur mit dem irreversiblen Zeitmodus beschreiben; andererseits können stabile Strukturen nur im *reversiblen Zeitmodus* existieren; Friedrich Cramer, *Der Zeitbaum. Grundlegung einer allgemeinen Zeittheorie*, Frankfurt/M. 1994, 73

- je kleiner das magnetische Speicherelement, desto größer seine Instabilität für spontane Änderung seiner Polarität; ferromagnetisches

---

<sup>3</sup> Heinz v. Foerster, "Bibliothekare und Technik: eine Mesalliance?", in: ders., *Sicht und Einsicht. Versuche zu einer operativen Erkenntnistheorie*, autorisierte dt. Fassung v. Wolfram K. Köck, Braunschweig / Wiesbaden (Vieweg) 1985, 1985, 43(?)–55(?) (48)

<sup>4</sup> Louis N. Ridenour, *Computer Memories*, in: *Scientific American* 192, Heft 6 (Juni 1955), 92-100 (92)

<sup>5</sup> Jacques Derrida, *Mémoires. Für Paul de Man*, Wien (Passagen) 1988, 82f

<sup>6</sup> Wolfgang Beilenhoff, *Andere Orte: Sans Soleil als mediale Erinnerungsreise*, in: Birgit Kämper / Thomas Tode (Hg.), *Chris Marker. Filmessayist*, München (Institut Français / CICIM) 1997, 109-128 (119)

Element: Holmium-Atome derart magnetisieren, daß ihr Zustand stabil bleibt, für 1-Bit-Speicherung; Stabilität geht zumeist nach wenigen Minuten wieder verloren: ausdehnen auf Stunden, bei extremer Temperaturdrosselung im Ultrahochvakuum (weltraumähnlich); damit hoher Energieaufwand für solch ein Speicher-Bit (umgekehrt proportional Gedächtnis / Energie); Risiko: Schreib- und Lesemechanismus mithilfe eines Rastertunnelmikroskops mit elektisch leitender Sonde, an die eine Spannung angelegt wird; damit die Position einzelner Atome in elektrisch leitenden Materialien a) messen und b) darstellen und c) manipulieren: etwa die Magnetfeld-Richtung des Holmium-Atoms; Schreib-Lese-Kopf in TM

- Problem der ersten Computergedächtnisse; daß mit der elektronischen Aktivierung magnetisch gespeicherter Daten dieselben auch aus dem Speicher gelöscht wurden; Wunderblock-Metapher Freuds zur Beschreibung der Psyche wird hier buchstäblich zum *Apparat*: "The inner or high-speed memory of the machine <...> is the machine's analogue to the scratch-pad; it is used to store the data and instructions in current use. <...> it must permit rapid access to its data and it must be erasable" = Ridenour 1955: 94

- Dynamisches RAM: "daß unser psychischer Mechanismus durch Aufeinanderschichtung entstanden ist, indem von Zeit zu Zeit das vorhandene Material von Erinnerungsspuren eine Umordnung nach neuen Beziehungen, eine Umschrift erfährt" = Sigmund Freud, Aus den Anfängen der Psychoanalyse 1887-1902, xxx, 185

## **Das "unendliche Band": Speichern als TM**

- beginnt Turing 1936 mit dem Gegenteil von Speicherökonomie: mit dem prinzipiell unendlichen Speicher(band). Real aber ist jeder Speicher in einer physikalisch realisierten (und nicht nur als Diagramm entworfenen) TM von endlicher Kapazität. Somit erweist sich auch auf Speicherebene die Differenz zwischen dem Computer als Theorie (TM) und als tatsächlich implementierter Maschine

- minimale (Zwischen-)Speicherzustände: "Eine Maschine mit nur einem einzigen Zustand ist ohne 'Kurzzeit-Gedächtnis', sie kann ein vorgefundenes Zeichen nicht in Abhängigkeit von einem anderswo stehenden Zeichen umschreiben. Eine TM mit zwei Zuständen ist immerhin in der Lage, ein bit (eine „ja/nein“-Entscheidung) von einem gegebenen Feld auf ein Nachbarfeld zu übertragen; in einer Folge von Zügen läßt sich damit jede beliebige komplizierte (endliche und effektive) Entscheidung auf jedes beliebige (endlich weit entfernte) Bandfeld anwenden. Dazu ist allerdings ein für die gegebene Aufgabe hinreichend großes Alphabet erforderlich, da jedes Stadium der Übertragung auf dem Band 'zwischen gespeichert' werden muß" = Oswald Wiener / Manuel Bonik / Robert Hödicke, Eine elementare Einführung in die Theorie der Turing-Maschine, Wien / New York (Springer) 1998, 115

- kann jede Anordnung von endlichen Inschriften in endlichen vielen Dimensionen (auf einer Ebene, im Raum, auch in der Zeit?) prinzipiell durch eine lineare Anordnung auf dem Band der Turing-Maschine ersetzt werden = ebd., 166

- "In der Tat setzen die üblichen Computer nur einen verhältnismäßig kleinen Teil ihrer Speicherkapazität als mehrdimensional organisierten Arbeitsspeicher beiseite. In diesem Arbeitsspeicher aufbewahrte Inschriften können direkt, in *wahlfreiem Zugriff*, aktiviert werden ('random access memory': RAM). Der größte Teil der Speicherkapazität liegt in linear organisierten Medien (Platten, Bänder, Disketten, ...) [...]." <ebd., 166>

- Kinematographie: endliches Filmspeicherband; durch non-lineare Montage kann daraus eine prinzipiell infinitesimal endlose Kombinationsvarianz hergestellt werden; entspricht in digitalen Speichern wahlfreiem Zugriff

### **Speicherauszugsdateien (Dump files)**

- Speicherauszugsdateien (Dump Files) im Binärformat erstellt, wenn ein Fehler auftritt, für den zusätzliche Informationen verfügbar sind, die bei der Diagnose eines Problems nützlich sein könnten (etwa interne Steuerblöcke); jedem Datenelement, das in die Speicherauszugsdateien geschrieben wird, zur Unterstützung der Problembestimmung eine Zeitmarke zugeordnet

### **Neuronale Erinnerung *versus* technologisches Gedächtnis**

- neuronale Signalverarbeitung (von Wahrnehmung) als "Erregerkreis" schaltungstechnik: "Eine Signalkette kann <...> eingeliefert und solange <...> wiederholt abgelesen werden, bis dieser 'Speicherinhalt' <...> gelöscht wird"<sup>7</sup> - gleich einem ultrakurzen Verzögerungsspeicher in frühen Computern.

- Perspektive ändert sich, ob Computer als Interface auf die alten Kulturtechniken abgebildet wird oder genuin von der Mathematischen Logik her gedacht wird (dann wird eher auch das menschliche Denken selbst eine Papiermaschine, im Sinne Turings)

- "Alle umlaufenden Theorien, die zwischen historischer und elektronischer Zeit wie zwischen Aufschub und Gleichzeitigkeit unterscheiden möchten, sind Mythen. Real Time Analysis heißt einzig und allein, daß Aufschub und Verzögerung, Totzeit oder Geschichte schnell genug abgearbeitet werden,

---

<sup>7</sup> Helmar Frank, Kybernetische Grundlagen der Pädagogik. Eine Einführung in die Informationspsychologie und ihre philosophischen, mathematischen und physiologischen Grundlagen, Baden-Baden (Agis) / Paris (Gauthier) 1962, 79

um gerade noch rechtzeitig zur Speicherung des nächsten Zeitfensters übergehen zu können."<sup>8</sup>

- jenseits des metaphorischen "Archivs" eine dynamische Form der Speicherung auf nachrichtentechnischer Ebene am Werk, im Computer, "bei dem auch die Übertragung, statt Signale einfach abzuschicken, immer als Zwischenspeicher über eine diskrete Zeit läuft"<sup>9</sup>

- ist es in der Archäologie üblich geworden, bei Funden von gespeicherter Information zu reden. Auch in der Kriminalistik werden die relevanten Spuren vielfach mit Speicherzuständen verglichen<sup>10</sup>

- Während die Speicherung im externen Gedächtnis lediglich eine motorische Leistung voraussetzt (z. B. mit einem Meißel eine Kerbe in einen Stein schlagen oder mit einer Computermaus klicken), wird für Speicherung im biologischen Gedächtnis eine Verstandesleistung benötigt <Wrede 1997: 128>

- hat nicht zufällig ausgerechnet ein Paläontologe (damit dem medienarchäologischen Blick vertraut) als Externalisierung des Gedächtnisses beschrieben = A. Leroi-Gourhan, Hand und Wort. Die Evolution von Technik, Sprache und Kunst (1964), Frankfurt/M. 1988; fortschreitende Mechanisierung über die Speichermedien Schrift, Druck, Register, Enzyklopädien, Karteisystemen bis hin zum (für seinen damaligen Stand) Lochkartenbasierten Computer. Ihn interessieren dabei mehr die neuen Optionen der Speicheradressierung; er analysiert mithin die Kybernetisierung des Gedächtnisses, die neuen Optionen von Speicherfeedback, die neue Möglichkeit, „das bestehende Indizierungssystem mit einem zweiten Bezugssystem zu schneiden“.<sup>11</sup>

- erst mit Computer wird Speicher zum medienepistemischen Ding; in vormaliger Elektronik (Radio, Fernsehen) spielt (Zwischen-)Speicherung keine distinktive Rolle; Gedächtnis im Computer eine unabdingbare Bedingung seines Rechnens. Folglich ist *memory* kein supplementärer Bestandteil des Computers: kein Beiwerk an der Peripherie (*parergon*), keine ihm äußerliche Ergänzung, sondern eine ihm wesentliche Komponente und innerhalb der informationstheoretisch definierten Trias

---

<sup>8</sup> Friedrich A. Kittler, "Real Time Analysis - Time Axis Manipulation", in: Zeit-Zeichen. Aufschübe und Interferenzen zwischen Endzeit und Echtzeit, hgg. v. Georg Christoph Tholen und Michael O. Scholl, Weinheim (VCH) 1990, 372

<sup>9</sup> Friedrich Kittler, Gleichschaltungen. Über Normen und Standards der elektronischen Kommunikation, in: Manfred Faßler / Wulf Halbach (Hg.), Geschichte der Medien, München (Fink) 1998, 255-267 (265)

<sup>10</sup> H. Völz, Aussagen zum minimalen Informationsspeicher, in: Journal für Signalaufzeichnungsmaterialien 4 (1976), 227-236 (227)

<sup>11</sup> André Leroi-Gourhan, Hand und Wort. Die Evolution von Technik, Sprache und Kunst <frz. \*1964>, Frankfurt/M. 1988; dazu Winkler 1997: 109

*speichern - berechnen - übertragen* eingetragen. „Memory performance and cost are the twin keys to computer technology.“<sup>12</sup>

- daß sich die metaphorische Kraft von Gedächtnis in Begriffen der Schichten, der Ablagerung, der Tiefe, angesichts der sturen Kodierung aller elektronischen Daten unter 0/1 erschöpft hat = Aleida Assmann 1999: 411

## **Kybernetik, Informationstheorie und Speicher**

- Shannons Labyrinth / seine technische Maus "Theseus" als erste lernfähige Maschine; bedurfte sie eines Gedächtnisses, konkret: 80 Bit (= real 140 Telephonrelais)

- kommt Funktion der Speicherung bei Shannon gar nicht vor? "Erstens, daß sich die Funktion Speicherung in der vorhin flüchtig erwähnten Mathematik der Code-Optimierung versteckt, aber auch erschöpft, und zweitens, daß es wahrscheinlich ein Indiz unserer historischen Lage ist, wenn alle Medien, wie bei Shannon, als Übertragungsmedien und nicht als bloße Speichermedien definiert werden." Ferner: "Shannons mathematisches Maß für Information entstand eigens zu dem Zweck, die Neuigkeit und d. h. Unwahrscheinlichkeit einer Nachricht von der Menge der in jedem Code ja notwendig implizierten Wiederholungen abzutrennen und angebar zu machen" = Kittler, *Optische Medien*, xxx

- "The function of the transmitter is to *encode*, and that of the receiver to *decode*, the message. The theory provides for very sophisticated transmitters and receivers - such, for example, as possess 'memories', so that the way they encode a certain symbol of the message depends not only upon this one symbol, but also upon previous symbols of the message and the way they have been encoded" = Weaver 1963: 17

- Anders formuliert: "Schließt man eingangsseitig an einen Kanal eine Informationsquelle an, so wird der erste Raum zu einem Wahrscheinlichkeitsraum, der nun mittels der Dissipationsmatrix auf den zweiten Raum abgebildet wird" = Wilhelm Kämmerer, *Mathematische und physikalisch-technische Prozesse der Kybernetik*, in: *Mathematische und physikalisch-technische Prozesse der Kybernetik*, Berlin (Akademie-Verl.) 1963, 14-26 (18)

- "The input to the transducer" in Differenz zu *transmitter* - "is a sequence of input symbols and its output a sequence of output symbols. The transducer may have an internal memory so that its output depends not only on the present input symbol but also on the past history. We assume that the internal memory is finite, i. e., there exist a finite number *m* of possible states of the transducer and that its output is a function of the present state and the present input symbol" = Shannon / Weaver 1963: 57

---

<sup>12</sup> *Electronic Computer Memory Technology*, hg. v. Wallace B. Riley, New York et al. (McGraw-Hill) 1971, „Introduction“ <vii>

- delikates Spiel von Speicherökonomie und Redundanz, funktional verschränkt, etwa zur Fehlererkennung: "Bei der Speicherung bzw. Übertragung digitaler Daten können durch Störungen unterschiedlichster Art Fehler auftreten. Sie müssen erkannt werden, um evtl. neu zu speichern (read after write). Dies bedeutet, daß die Daten mit Redundanz versehen werden müssen. <...> Ein <...> sichereres Verfahren ist das CRC. Hierbei laufen alle Daten über ein spezielles rückgekoppeltes Schieberegister (Zufallsgenerator), dessen Endwert dann dem Datenblock angehängt wird."<sup>13</sup>

## **Speicher ungleich Gedächtnis (und Sortieren)**

- "Etwas zu speichern heißt es abzulegen und wiederauffindbar zu halten. Speicher hat mit Zeit wenig zu tun" = Stefan Heidenreich, *Der Wölfflin-Kalkül (II). Bildern Geschichte oder etwas anderes ansehen* (Typoskript Konferenz Kassel, September 1997); jetzt in: Siegrid Schade / Christoph Tholen (Hg.). *Konfigurationen. Zwischen Kunst und Medien*, München (Fink) 1999, xxx - es sei denn: mit Rechenzeit, denn der Computer ist *getaktet*; magnetische Speicher mit bewegtem Aufzeichnungsträger: "Damit die aufgenommenen Impulse bei der Wiedergabe zeitlich richtig, also ihrem Stellenwert entsprechend, zugeordnet werden können, wird bei den meisten Verfahren parallel zur Speicherspura eine Taktspura aufgezeichnet" = Huber 1957: 829

- Gedächtnis *ist* nicht, sondern muß als Differenz, als Gegebenheit gesetzt werden. Gedächtnismaschinen tragen, generativ, vektoriell Zeitindices in gespeicherte Datensätze ein: "Man muß sich an dieser Stelle daran erinnern, daß Speicher das genaue Gegenteil von Zeit und Gedächtnis ist. [...] Gedächtnis ist dann eine Funktion, dem, was gespeichert ist, Zeit künstlich hinzuzufügen. Das Gedächtnis setzt Zeitzeichen auf Speicherinhalte. Nur so können wir sagen, daß das, was wir aus dem Speicher auslesen, auf eine bestimmte Weise vergangen sei. Dabei ist es, wenn wir es auslesen, so gegenwärtig wie nur irgendetwas" = Stefan Heidenreich, *Der Wölfflin-Kalkül (II). Bildern Geschichte oder etwas anderes ansehen*, Vortrag (Typoskript) Konferenz *Konfigurationen* Kassel September 1997

- gespeicherte Signale oder Daten an sich noch kein Gedächtnis; erst als Funktion einer unterstellten Zeitachse wird Gedächtnis zu einer Funktion der Speicher. Was im Speicher vorliegt, ist an sich noch kein Index einer Vergangenheit, sondern radikal gegenwärtig

- "Wenn die Maschine, die wir mehr und mehr unser Gedächtnis überstellen, es erlaubt, in den Daten vielerlei Reihen und Ordnungen hervorzubringen, was spricht dann dafür, daß für unser Gedächtnis und das heißt: unser Wissen ausgerechnet nach einer Folge der Zeit geordnet sein wird?" = Heidenreich 1997 / 99

---

<sup>13</sup> Horst Völz, *Kleines Lexikon der Speichertechnik*, Berlin (Verl. Technik) 1987, 19

- "Nur indem der Computer Wörter in seinem Speicher ablegt, muß er ihnen noch lange keine Bedeutung geben." <sup>14</sup> Speichersyntax ersetzt die Notwendigkeit von Semantik); der Algorithmus nämlich *sortiert*: "Was der Computer [...] am besten kann, ist, Daten zu bearbeiten und neue Wege zur Überprüfung von Daten zu suchen, die für den Menschen absolut bedeutungslos sind. Das Sortieren einer Liste mit zehn Millionen Namen ist für den Computer nicht schwieriger als das Sortieren einer Liste mit zehn Namen, solange der Computer über genügend Speicher verfügt" = ebd., 61

- gilt für Sortieren und logistisch beherrschtes Speichern: Name = Adresse. So definiert sich das Datenformat einer „Datei“ als "eine benannte und geordnete Sammlung von Informationen"<sup>15</sup>

- kein Computer ohne Speicher; *Gedächtnis* im Maschinen-Kontext wird metaphorisch, d. h. in Anführungszeichen gesetzt: "Es genügt <...> nicht, daß die Maschine rechnet und vergleicht. Sie muß die Angaben und später die Zwischenresultate irgendwo aufbewahren, ehe sie endgültig als Resultate ausgegeben werden. Die Rolle dieses „Gedächtnisses“ übernimmt ein *Speicher*, in den zunächst alle Befehle oder Zahlen vor ihrer Verarbeitung gehen. Am häufigsten werden hierfür Magnettrommeln oder Matrizen von Magnetkernen verwendet. Die Zahlenwerte werden auf bestimmten Speicherplätzen, die numeriert sind, durch Ausnutzen magnetischer Effekte festgehalten. <...> Ein *Maschinenprogramm* <...> enthält für jeden Schritt die vorgesehene Operation und die Adressierung des angesprochenen Speicherplatzes."<sup>16</sup>

- steht Computerspeicher dem archivischem Dispositiv nahe, erweitert es aber um die Parameter Zeit und Takt; enthebt der elektronische Speicher die Akte(n) ihrer materiellen Inskription zugunsten einer elektromagnetischen Latenz (Bandspeicher) oder rein binären Zuständigkeit (Flip-Flop-Speicher)

- zwischen Aktualität und Latenz Zeit und Erinnerung dem Speicher äußerlich, exteriore Funktionen im Sinne Foucaults

"Wenn die Maschine, der wir mehr und mehr unser Gedächtnis überstellen, es erlaubt, in den Daten vielerlei Reihen und Ordnungen hervorzubringen, was spricht dann dafür, daß für unser Gedächtnis und das heißt: unser Wissen ausgerechnet nach einer Folge der Zeit geordnet sein wird?" <ebd.>

---

<sup>14</sup> D. F. Scott, Die Programmierung - illustriert, Haar bei München (Markt und Technik) 1994, 47

<sup>15</sup> Gauerstorfer 1996: Glossar. „Format“ meint im gleichen Definitionszusammenhang die "Struktur einer Mitteilung“ <ebd.>

<sup>16</sup> Klaus Szameitat, Möglichkeiten und Grenzen der Automatisierung in der Statistik, in: Allgemeines Statistisches Archiv 43 (1959), 316-333 (319)

Während der Speicher eine schlichte Funktion ist, soll der Begriff des Gedächtnisses zugleich eine emphatische Bedeutung transportieren. Doch im Begriff des *Word* als „Zusammenfassung mehrerer Bits zu einem einheitlichen <holistischen> Ganzen“ <Völz 1987: 66> setzt der Speicher nur scheinbar als Semantik ein. „Nur indem der Computer Wörter in seinem Speicher ablegt, muß er ihnen noch lange keine Bedeutung geben.“<sup>17</sup>

Speichersyntax ersetzt die Notwendigkeit von Bedeutung (sprich: Semantik). Der Algorithmus nämlich *sortiert*:

"Was der Computer wirklich am besten kann, ist, Daten zu bearbeiten und neue Wege zur Überprüfung von Daten zu suchen, die für den Menschen absolut bedeutungslos sind. Das Sortieren einer Liste mit zehn Millionen Namen ist für den Computer nicht schwieriger als das Sortieren einer Liste mit zehn Namen, solange der Computer über genügend Speicher verfügt." <ebd., 61>

Das *vorhaltende* Sortieren ist in der Lage, den Speicherbegriff selbst überflüssig zu machen.

### **Computer memory**

- in erster Generation elektronischer Computer noch alternative Bezeichnungen für technische Speicher; setzte sich die Metaphorisierung von schaltelektronischen Latenzzuständen unter dem Begriff *memory* durch: "A computing machine, capable of solving problems must possess a `memory´ or, less poetically, an `information storage unit.´ The recent history of [...] computing machines has been largely a history of improving memory devices. <...>. When we speak of the `memory´ of a machine, we are using the term in a rather different sense from the usual one involving human mental activity. In a computer the component labeled `memory´ serves the functions of storing instructions, data put into the machine and results of computations which are held until they are needed for successive operations."<sup>18</sup>

- Zeit als elektronischer Aufschub der Synchronisationsschleifen faßbar.: "Designers turned to the idea of storing information in a delay tank of mercury, where the information is cycled in the form of ultrasonic sound waves. The electrical pulses representing information `bits´ are converted by crystals to sound waves, which travel so much slower than electricity of light that a given length of path can hold a vastly greater amount of information. <...> The pulses are amplified and recirculated through the tank repeatedly."<sup>19</sup>

---

<sup>17</sup> D. F. Scott, Die Programmierung - illustriert, Haar bei München (Markt und Technik) 1994, 47

<sup>18</sup> Louis N. Ridenour, Computer Memories, in: Scientific American, vol. 192, no. 6 (June 1955), 92-100 (92)

<sup>19</sup> Ebd., 95

- weckt Medienarchäologie Wissen von Gedächtnis als Technik aus seinem anthropozentrischen Schlaf: "We must therefore compare the computer / memory devices not with the functions of the human brain, but rather with the physical information-storage devices used by men - the scratchpad, notebooks and other current records, books and other permanent references."<sup>20</sup>

- wird Gedächtnis als technischer Speicher angeschrieben, ist es von historischer Semantik befreit; „we have to consider the form in which the information is stored.“<sup>21</sup>

- Mikrogeschichtszeit anhand des *magnetic core memory*: "the cores remember their magnetic history, while the ferro-electric crystal remembers its electric history" = Ridenour 1955: 96

## **Mechanische Speicher (Rechenmaschinen)**

- Einstellen der Rechenmaschine (Leibniz) bildet bereits einen Speicher (8 x zehnzahlige Räder); Staffelwalzenmaschine Leibniz mit "Zahlwerken" als Zahlenspeicher für je eine mehrstellige Zahl

- "Strukturspeicher" (Horst Völz); speichert RAM, was verarbeitet wird; Mikroprozessor hingegen speichert das "wie", das know-how (Struktur); "organizational memory" (Krippenhoff)

- Rechenmaschine *Millionaire*: auf Metallwalze eingefräste Werte des 1 x 1 (bis 10); kann parallel abgerufen werden; Feuerleitwerttabellen auf Schiffen in WK I (amerikanischer Ford Ranger); später Programmspeicher als Programmsteuerwalzen

- von Foerster vergleicht neuronale, nicht-archivische Speicherung mit (in Hinsicht auf die Datenverarbeitung und die Handhabung zugleich "digitaler") Handrechenmaschine, konkret: Modell Curta; Abb. 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'" = ebd., 49; impliziter Speicher

- geplant für Analytical Machine mechanischer Speicher für 2000 Wörter; demgegenüber ENIAC 20 Worte; Stangenspeicher in Computer MegaVax

## **Zuses Gedächtnis**

---

<sup>20</sup> Ebd., 92f

<sup>21</sup> Ebd., 93

- Z1 ("Ziffernrechenmaschine" 1936; auch "V1" genannt, Versuchsaggregat) verfügt über ein "mechanisches Gedächtnis" (Lochscheiben), 3 Speicherblöcke zu je 64 Einheiten von 8 Bit; handkurbelbar; ist der Takt hörbar; elektrisch betrieben 1 Hz; Mechanik greift nicht hinreichend ineinander (schon Problem von Pascals Rechenmaschine; von Leibniz durch Staffelwalze gelöst); Eingabe Gleitkommazahl dezimal; dann maschineninternen Übersetzung in binäre Werte; Programmfilmstreifen weist diesen Werten jeweils einen Speicherplatz zu; Lochstreifenleser (Filmband)

- Z3 (V3) 1943: 64 Speicherwörter mit 22 bit (vermag kein ganzes Programm zu speichern, nicht wirklich speicherprogrammierbar); elektromagnetische Relais (denn Z1-Plättchen verhaken sich), aus Telephontechnik; Z4 (Berlin 1942-45 (urspr. Bezeichnung V4) mit mechanischem Speicher für 64 Worte (elektromagnetische Relais)

- Löcher im/als Gedächtnis; Lochkarte als "Differentialspeicher" (im Unterschied zum Integralspeicher Grammophon und Film); Aufsatz xxx in 25-Jahr-Festschrift *Deutsche Hollerith-Gesellschaft*

## **Bistabiler Kippspeicher**

- dienen Kipperschaltungen im Computer sowohl der logischen Verknüpfung wie als Taktgeber wie als Speicherelement - je nachdem, ob monostabile, astabile oder bistabile Schaltungen

- Nachteil bistabiler Kippstufen: besitzen keine definierte Anfangsstellung. "Wird an die Kippstufe Spannung angelegt, erhalten zunächst beide Transistoren eine positive Basisspannung. Bedingt durch Bauteilestreuung schaltet aber ein Transistor etwas schneller als der zweite, wodurch der schneller schaltende Transistor dem zweiten die Basisspannung entzieht und damit die Schaltung in einen stabilen Zustand kippt. Es läßt sich jedoch nicht voraussagen, welcher Transistor der schnellere sein wird"<sup>22</sup>; gelöst wird das Problem für Computerspeicher (zur Erzielung des Leer-Zustands des Speichers beim Einschalten, also Aus-Zustand der Kippstufen) durch Zufügung von Kondensatoren, die ihrerseits eine Form von (Zwischen-)Speicher darstellen; dienen beim Einschalten als kurze Zeitverzögerung

- Computer in der sequentiellen von-Neumann-Architektur bedarf eines Speichers für die im jeweiligen Moment der Prozessierung benötigten Daten; im Prinzip Uhrtakt, gekoppelt an die Möglichkeit der Speicherung eines Null- oder Eins-Signals (1 Bit); Bit kleinste elektronische Speichereinheit im Sinne von Information. Im Versuchsaufbau mit zwei Invertern und zwei Leuchtdioden zur Anzeige des Speicherzustands leuchtet bei abwechselnder Anlegung eines Impulses an die jeweiligen Eingänge der Inverter leuchtet jeweils nur eine LED; "beide LEDs können

---

<sup>22</sup> Anleitungsbuch zum Busch-Experimentier-System 4000 bis 7000, Viernheim 1988, 54

nicht gleichzeitig leuchten" <Anleitungsbuch zum Busch-Experimentiersystem 2188 *Computer-Technik*, Viernheim 1988: 22> - die Exklusivität des Digitalen; auf Eingang des jeweiligen anderen Gatters zurückgeführtes Ausgangssignal "sorgt für einen stabilen Zustand, der 'gespeichert' erhalten werden kann" <ebd.>; Speicherung hier äquivalent zum Begriff des Zustands; Zustand also nicht schlicht eine Existenz, sondern bereits ein Akt der wissenden, informierten Existenz; jeder und jedes Moment dieses diskreten Seins damit bereits informiert, d. h. die Funktion eines Speicher-Wissens

- wird eine aus zwei Invertern aufgebaute 1-Bit-Speicherzelle durch Mikro-Ereignisse, kurze "high"-Impulse, umgeschaltet (und bleibt dann im jeweiligen Zustand stabil). "Kurze Impulse werden gespeichert."<sup>23</sup> Um eine solche Speicherzelle jedoch auch durch andere digitale Gatter ansteuern zu können, werden Speicherzellen mit NOR- oder NAND-Gattern aufgebaut, resultierend im RS-Flip-Flop (darin S für einen "set"-Eingang, R für einen "reset"-Eingang)

- RS-Flip-Flop bildet eine bistabile Kippstufe (zu zwei stabilen Zuständen fähig); "stellt im Prinzip eine 'Speicherzelle' dar" = Anleitungsbuch zum Busch-Experimentiersystem 2188 *Computer-Technik*, Viernheim 1988: 37>, im Unterschied zur astabilen Kippstufe: Gekoppelt an einen Kondensator und einen Widerstand (also im "Schwingkreis") wird dieser zu einem Frequenzerzeuger (Oszillator) und damit wahrnehmbar im tonalen Bereich (während der diskrete Bit-Speicher nur durch ein Knacken identifizierbar)

- geht es in der elektronischen Speicherung diskreter Informationen in Elektronenröhren um die kurzfristige Aktualität von Zuständen, auslösbar durch minimalste Impulse, nicht um gleichsam wie Kathedralen in Stein gehauenes emphatisches, inskripturales Gedächtnis; ist die Semantik des *remembering*, kulturwissenschaftlich statt medienarchäologisch gelesen, eine Verfehlung:

- "The first general type of circuit needed in electronic computing is one capable of remembering. Both digital and programmatic information must be stored: the machine must be able to remember both the numbers that are operated on and the instructions for performing the operations. [... It] consists of an Eccles-Jordan trigger circuit *or* flip-flop; information can be both registered in it and read out of it *electronically*, and hence at high speed. This form of memory [...] requires two triodes per *binary digit*" = Arthur Burks, in: *Electronic Computing of the ENIAC*, 1947

- entscheidend hier nicht die Möglichkeit der Speicherung eines binären Zustands (das leisten Konrad Zuses Relais oder gar Eisenplatten im Z1 und Z3 auch), sondern die Geschwindigkeit (Burks: "at high speed"), mit der sie umgeschaltet, ein- und ausgelesen werden können - also koppelbar an die Geschwindigkeit der Elektrizität selbst, und damit auf Seiten der Gesetze des Elektromagnetismus und seiner Verschiebungsströme

---

<sup>23</sup> Anleitungsbuch zum Busch-Experimentiersystem 2188 *Computer-Technik*, Viernheim 1988, 35

- speichert bistabiler Speicher (in Latenz) jeweils nur ein *bit*; für ganze Worte bedarf es ganzer FlipFlop-Batterien oder, alternativ, dynamischer Zwischenspeicher.

- von Erich Friedländer so getaufte Kallirotron-Schaltung (bistabiler Speicher) als "schöner Fluß"; Vortrag Robert Dennhardt: Die Flipflop-Legende und *das Digitale*, Tagung *Kulturtechniken der Synchronisation. Adressieren Speichern Takten*, Helmholtz-Zentrum für Kulturtechnik der Humboldt-Universität zu Berlin, 1.-3. Februar 2007; optimaler Name für die medienepistemologische Eleganz der Elektronenröhre als solche; verschränkt bistabile Schaltung als Fluß Welle und Takt. Turner schreibt darüber in seinem Aufsatz in *Radio review* Jahr 1920: "In its theory, the trigger relay is a particular case of unstabilized Kallirotron"; bistabile Kippschaltung also als intrinsischer Spezialfall der Eccles-Jordan-Schaltung 1919

- Definition "Triode" William Henry Eccles 1919; Trigger-Relay (also Relais), definiert von Eccles: "one-stroke relay, when operated by a small triggering electrical impulse <...> and then remains in the new condition until reset"; RS-Flipflop ("reset") durch Eccles-Jordan; später als *one-bit store* eingesetzt im Colossus Mark 1 (danach in ENIAC); erster solcher tatsächlicher Einsatz (erst) 1935

- Voreinstellungen für das *data tape* des Colossus in Bletchley Park von intern gespeicherten Mustern generiert. "These components were stored in ring registers made of thyatrons and could be set manually by plug-in pins" = D. Michie, *The Bletchley Machines*, in: *the Origins of Digital Computers. Selected Papers*, hg. v. Brian Randell, Berlin / Heidelberg / New York 1973, 328, zitiert hier nach Siegert 2003: 414; Wynn-Williams schaltet Kondensatoren in den Anodenkreis einer jeden Röhre, die den Anodenkreis der jeweils vorhergehenden Röhre unterbrechen, und als Spezialfall der minimale Ring aus nur zwei Thyatrons: "ohne daß Wynn-Williams das bemerkt zu haben scheint, nichts anderes als ein FlipFlop" = Siegert 2003: 410; Wynn-Williams 1931, Scale-of-two binary counter (Thyatron)

- William Henry Eccles / F. W. Jordan, A Trigger Relay Utilising Three-Electrode Thermionic Vacuum Tubes, in: *The Electrician* 83 (1919), 298; erscheint im gleichen Jahr auch in: *The Radio Review* 1 (1919) No. 3, 143-146; nennen diese Schaltung aus zwei de Forest-Trioden ein "one-stroke relay" (Flipflop)

- stabilisierende Rückwiderstände / später dann, für bistabilen Multivibrator (statt Kippschalter) an Stelle fester Vorwiderstände zwei Kondensatoren, daher das astabile Kippen; kippt monostabile Kippschaltung nach definierter Zeit (abhängig von Wahl der Kondensatoren) zurück in Ausgangszustand (muß also nicht manuell zurückgesetzt werden), damit einsetzbar als Zähler

- stellt Speicher einen bestimmten Systemzustand für eine bestimmte (Zwischen-)Zeit fest

- unterscheidet George R. Stibitz in Typoskript (Memorandum) vom 23. April 1942 (über "Digital Computation for A. A. Directors", Konferenz über elektronische Feuerkontrolle in anti-aircraft) den "analogue" vom digitalen Computer, nennt letzteren "digital" im Unterschied zum "pulse" Computer: "Computing mechanisms have been classified as 'analog' or as 'pulse' computers. The latter term seem to me less descriptive than the term 'digital'"; Hagemeyer 1979: 359; Dokument im Besitz Hagemeyer; weiter Stibitz 1942: "Digital computers introduce a consideration not found in kinematic analog computers, namely the ordering of computation steps in time"; meint den "number train" von Nullen und Einsen. "Digital computation is dynamic in character" (Stibitz 1942)

- analog Signalleitung / -schaltung; digital Daten- Informationsverarbeitung

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

- 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 hauptsächlichste Speicherschaltkreis des ENIAC ('remembering circuit') 'consists of an Eccles-Jordan trigger circuit or flip-flop" = 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 Bedingugn der Möglichkeit, von der parallelen Architektur des ENIAC abzugehen und für seinen Nachfolger, den EDVAC, eine strikt serielle Datenprozessierung vorzusehen" = Siegert 2003: 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!" = William Aspray / Arthus Burks, Computer Architecture and Logical Design, in: Pagers of John von Neumann on Computing and Computer Theory, hg. v. William Aspray / Arthur Burks, Camnbridge, Mass. / London / Los Angeles / San Francisco 1987, 5 f.

- Lacan über die kybernetische Tür, in: Das Seminar II, 282 f.; entwickelt Albert W. Hull im Research Laboratory von General Electric 1928 das Thyatron, "eine im Wortsinn kybernetische Tür" = Siegert 2003: 407. Hull macht Abschluß in Griechisch in Yale und beginnt als Graduate mit Physikstudium; Vorliebe für griechische Bezeichnungen; "wörtlich übersetzt heißt Thyatron also 'Türzeug'" = Siegert ebd.

- Wiener auf Macy-Konferenz, Wiederabdruck in Pias (Hg.) *Cybernetics*:

"distinction between the digital and analogic. The distinction is not sharp <...> a certain time of non-reality"

- Begriff "Kippschalter" seit Denis Gabor, 1926, bezieht sich auf Turners Flip-Flop (und übersetzt dessen Ausdruck "das von mir entwickelte Kipprelais"). Gabor ergänzt: "Durch das Kipprelais photographiert sich die Welle selbst" (meint elektrische Wanderwellen in Leitungen, etwa ausgelöst durch Gewitter)

- Kipprelais als zeitkritischer Zustand

- „Zustandsspeicher. Speicher in sequentiellen Schaltungen bzw. Automaten für den inneren Zustand der Schaltung“ <Völz 1987: 66>

- Zustände statt Gedächtnis; kennen diskrete Rechenmaschinen, streng genommen, keinen Speicher, sondern nur Zustände (wie der Übertrag, die *Eins im Sinn* in der Rechenmaschine von Leibniz). Solche Daten-Zustände sind gerade nicht vergangen; kennt Computer kein Gedächtnis, sondern (kybernetische) Zustände der Latenz

- wird das Gedächtnis für das Medium Computer über den Zustandsbegriff eingeführt; Begriff des Diskreten, der Digitalität und des Takts damit notwendig verbunden

- operieren elektronische Speicher nicht im Symbolischen, insofern sie nicht an Zeichen, sondern an Signale, an Impulse gebunden sind - im (physikalisch) Realen: "Damit die eingegebenen Werte nun bei Bedarf aufgegriffen und durch Maschinenabläufe in ausgabefähige Werte umgewandelt werden können, muß eine solche 'Denkmaschine' in erster Linie die ihr eingegebenen Werte speichern können. Dazu bedarf es je nach Aufgabengebiet einer Unzahl von Speicherstellen, die bei Durchgabe eines bestimmten Befehls aus einem bestimmten Speicher einen Impuls herausholen und an eine bestimmte Stelle bringen, um dort ausgewertet zu werden" = Hauptstaatsarchiv Düsseldorf, <NL Maaß>, Bestand RW 240, Nr. 305 <Ts>, Einführung in die Programmierung und Codierung bei elektronischen Großrechenanlagen. Von Adam Theisen, Steuerinspektor beim Finanzamt Düsseldorf-Süd, Ts 3

- gilt für die Anlage von Datenbanken die Rücksicht auf die Physik des Speichers; lassen sich hierarchische, baumförmige Datenbanken - im Gegensatz zu Netzwerken - effizient auf physikalische Speicherungsstrukturen (z. B. die lineare Liste) abbilden, haben jedoch den Nachteil, „daß sich die `reale Welt´ häufig nicht in einer Hierarchie darstellen läßt“, etwa multiple Relationen; eher durch ein Netzwerkdatenmodell, mithin Graphen, die jedoch eine Asymmetrie zu physikalischen Speichern bilden; beruht das relationale Datenmodell auf der Struktur der Tabelle, die aber für Suchalgorithmen zeitaufwendig abzufragen sind = Volker Claus / Andreas Schwill, Schüler Duden: Die Informatik, 2. Aufl. Mannheim / Leipzig / Wien / Zürich (Dudenverlag) 1991, Eintrag „Datenbank“, 122 f.

## ***Stored program computers***

- trennt Harvard-Architektur (Howard Aiken) Daten- und Programmspeicher, arbeitet parallel; fügt von Neumann beide in gemeinsamen Speicher; Betriebssysteme muß beide Aggregatzustände auseinanderhalten

- Speicherarchitektur, digital: „What is *memory*? A thousand of switches“ (Alexander Nitussov); scheint sich Speicherarchitektur in der von-Neumann-Maschine, 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; besteht Hauptspeicher RAM aus einer zusammenhängenden Folge von Speicherstellen einer festen Größe (ca. ein *byte*); verfügt jede dieser Speicherzellen 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; Trennung von Daten- und Adreßspeichern; Alternative zur Trennung von Rechnerstruktur und zu bearbeitenden Problemen, die Vorgänge fest zu verdrahten, also quasi die Katalogzettel und -signaturen mit den Büchern selbst

- gehört vorliegende von-Neumann-Architektur des Computers primordial zu den "sequential networks which use memory elements to differentiate between various input sequences"<sup>24</sup>; rufen geradezu nach einem kontrastierenden Vergleich mit anderen, kombinatorischen Netzwerken (etwa dem Analogcomputer oder dem menschlichen Hirn). Nicht nur, daß alles, was digital (etwa in Pulsmodulation) gespeichert wird, an die Eigenschaften des Speicherkanals angepaßt, also geradezu technohermeneutisch "kanalkodiert" werden muß; schon die Anverwandlung der zeitkontinuierlichen Welt in ihre Verrechenbarkeit, also die Analog-Digital-Wandlung in Form von Sampling und Quantisierung, hat eine ultrakurze Zwischenspeicherung als unverhandelbare Möglichkeitsbedingung; wird ein Signalstrom dabei einem Abtast- und Haltekreis zugeführt (*sample and hold*); dort ein Ladekondensator über den mit der Abtastfrequenz arbeitenden Feldeffektschalter kurzfristig aufgeladen. Diese Ladung hält sich während der für die Digitalisierung notwendigen Zeit; chronotechnische "Haltezeit"<sup>25</sup> ermuntert, auch in der

---

<sup>24</sup> Earl E. Swartzlander Jr. (Hg.), Computer Design Development. Principal Papers, Rochelle Park, New Jersey (Hayden Book Company) 1976, 1. Die dort ebenso erwähnten "high speed stores holding fixed information" (270) bringen das Mediengedächtnis buchstäblich auf den Punkt.

Diskussion der *liaison* von Medien und Gedächtnis für einen Moment innezuhalten, um die neue epistemologische *epoché* zu eröffnen

- Zuses Z1, Z2, Z3 programmierbar, aber nicht speicherprogrammierbar; zu dieser Zeite keine entsprechenden Speichertechnologien vorhanden (vielmehr Zwischenspeicher wie Mercury Delay, nicht leistungsfähig, ganze Programme zu speichern)

- von Neumann in Computerarchitektur nicht wirklich realisiert: vielmehr operative Trennung von Programm- und Speicherdaten; entscheidend: Elemente der Programme werden ebenso gespeichert wie die zu verrechnenden Daten, ein Datentypus

- Aufsatz Horst Zuse in Haedicke (Hg.), Informatik-Geschichten: eine einzige Notiz von Konrad Zuse, "Rechenpläne in Speicher abzulegen"

- bis Ende des Zweite Weltkriegs Rechner entweder durch Instruktionen auf Lochkarten (oder Lochstreifen) „or by a complex hardwired interconnection of the machine´s basic components“ programmiert; bilden fest verdrahtete Hardware-Gedächtnisse ein Archiv im strengen Sinne

- reales Archiv speichert nun diese Archiv-Metapher als Typoskript

- Speicherprogrammierung Abkehr von Festverdrahtung:

- "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 des Speichers verändern, insbesondere auch die im Speicher gespeicherten Befehle einschließlich der Befehle, die ihren Programmablauf steuern" = John von Neumann 1958: 25ff, zitiert hier nach: Bernhard J. Dotzler, Papiermaschinen. Versuch über Communication & Control in Literatur und Technik, Berlin (Akademie) 1997, „Vorsatz: Der Algorithmus“, Anm. 82

- Speicherarten: Relais, Elektronenröhre in Flip-Flop-Schaltung, Kathodenstrahlröhre, Ultraschall-Leitung, Ringkern, chemisches Element, Magnetband, Magnetplatten, Magnettrommel, Magnetkern; neuester Speicher, der mit Chlor-Atomen arbeitet; nutzt neben physikalischen auch elektrochemische Eigenschaften von Chlor, "Grenz(flächen)fall" (Stefan Höltgen, Juli 2016) = <http://www.spiegel.de/netzwelt/gadgets/forscher-entwickeln-superlangsamen-superspeicher-a-1103458.html>; Alchemie nicht i. S. "sanfter" Medienarchäologie, sondern *Medienchemie* als Fachgebiet von Medienarchäologie; Graphik: Chloratomgitter auf einer Kupferoberfläche / darin binär aufgetragen: Zitat aus Vortrag Richard Feynman = Spiegel online, Abruf 19. Juli 2016; nutzt die neue Technologie Lücken in einem Chloratomgitter auf einer Kupferoberfläche, um Bits und Bytes zu speichern. "Man kann es mit einem Schiebepuzzle vergleichen"

---

<sup>25</sup> M. Siakkou, Grundlagen der pulskodemodulierten Signalspeicherung, in: ders., Digitale Bild- und Tonspeicherung, 24

(Otte). "[...] Lücken im Gitter, sogenannte Vakanzen. Aus einer Lücke und einem Chloratom setzten sie ein Bit zusammen."

- "rechnet" Binärcomputer mit größter anzunehmender Blödigkeit (Lacans *alphabétise*). "Schreiben" mit dem Mikroskop; interaktives Messen; "Meß-Schreiber": Sander Otte von der Technischen Universität in Delft (Niederlande); Daten speichern, indem Atome bewegt mit Rastertunnelmikroskop; damit üblicherweise über die ultimative Meßspitze - ein einzelnes Atom - und die elektrische Wechselwirkung mit Atomen des Materials, die atomare Struktur von Oberflächen aufgeklärt. Fließt durch die Meßspitze ein Strom von etwa einem Mikro-Ampere, läßt sich damit ein Chloratom hin zu einer Lücke bewegen; nun weitgehend automatisiert: "Computergesteuert schiebt das Rastertunnelmikroskop die Atome so lange von Lücke zu Lücke, bis regelrechte Bit-Felder entstehen"

- Materialgedächtnis als Gedächtnis der Hardware selbst: „Formgedächtnis-Legierungen (FGL, engl. SMA - shape memory alloy) werden oft auch als Memorymetalle bezeichnet. Dies rührt von dem Phänomen, dass sie sich an eine frühere Formgebung trotz nachfolgender starker Verformung scheinbar „erinnern“ können“ = <http://de.wikipedia.org/wiki/Formgedächtnis-Legierung>; Zugriff 2-10-07

- Richard Feynman, Vortrag "There's Plenty of Room at the Bottom" [http://www.deutsches-museum.de/fileadmin/Content/data/020\\_Dokumente/040\\_KuT\\_Artikel/2000/24-1-1.pdf](http://www.deutsches-museum.de/fileadmin/Content/data/020_Dokumente/040_KuT_Artikel/2000/24-1-1.pdf), 29. Dezember 1959: Datenspeicherung auf atomarer Ebene als end(?)gültiger Grenzfall

- Leitungen selbst als (Zwischen-)Speicher: dynamischer Speicherbegriff

- Was zählt, ist der Stellenwert der Speicherstelle: Technische Speicher kalkulieren, erzählen nicht und stehen damit jenseits der diskursiven Fusion von Gedächtnis und Erzählung im Begriff der Erinnerung

- "shortages introduced by the Second World War <sc. in England> were also responsible for novel ideas as to how to create a memory device" = Williams 1997: 302

- Speicher als Funktion der Hardware: Zuse denkt als Ingenieur, wenn er Aussagenkalkül und Relaisschaltung zusammendenkt; Relais-Rechner Z3 (1939-41, kriegszerstört): Filmstreifen zur Programmierung noch mit Filmbildern, also nicht Schwarzfilm, sondern medienarchäologische Verwendung des ikonologischen Films selbst

- was „schaltungsmäßig das Beste ist“: beginnt Zuse 1936 beim Bau der Z1 mit der Konstruktion des Speicherwerks (Rechenwerke waren schon vertraut). Zuse insistiert, die Speicherprogrammierung im Prinzip bereits vor von Neumann erfunden zu haben, nämlich 1939

- "Bloß wäre es unsinnig gewesen, im Jahr 1939 eine solche Maschine zu bauen. Die Speicherprogrammierung lohnt sich ja nur, wenn der Speicher

sehr schnell arbeitet, also elektronisch, und braucht große Speicherkapazität. Die ganze Gleitkommaarithmetik über Programme zu machen, und nicht über Schaltungen, da braucht die Maschine 10-20 mal so viele Befehle. Das spielt bei der elektronischen Maschine keine Rolle, bei einer Relaismaschine aber war das unmöglich."<sup>26</sup>

- Konrad Zuses *Plankalkül*, die gleichzeitige Speicherung von Daten und Programmen im Speicher des Rechners: Der Computer mein Lebenswerk, Berlin / Heidelberg 1984, 91 ff.

- von-Neumann-Architektur: Mit der Speicherung der Programme (Software) im Datenspeicher selbst, integriert in dessen Aktualität, Immersion des Archivs, seine Vergegenwärtigung

- Adreßspeicher separat; fallen Archiv und Verarbeitung nicht zusammen; werden die Metadaten, also die Verwaltung des Speichers, nicht Teil des Archivs selbst

- werden die Meta- und Prozessualisierungsdaten im selben Speicher abgelegt wie die zu verarbeitenden Daten, hebt sich die Trennung von Gegenwart (als Aktion) und Gedächtnis auf

- von-Neumann-Architektur nicht minder abhängig von skripturalen Aufschreibesystemen jenseits des *bitstream*: "Wer sichergehen will, daß digital gespeichertes Wissen in zwanzig Jahren überhaupt noch verstanden werden kann, der muß Informationen über das Computerprogramm und die Formatierung auf einen Zettel" - also apart, jenseits des Schaltkreises, des-integriert davon - "schreiben und dazulegen. Das Programm mitzuspeichern nutzt nichts, weil es in derselben unverständlichen Kombination aus Nullen und Einsen geschrieben ist wie die Information selbst" = Dirk Schümer, Das große Verdummen, in: Frankfurter Allgemeine Zeitung v. 6. Dezember 1995

## **Speicherprogrammierung (i. S. von Neumanns)**

- erlaubt Speicherprogrammierung Modifikation des Programms während des Rechenprozesses selbst = Konzept John von Neumann, *First Draft*

- praktiziert Speicherprogrammierung einen kybernetischen statt archivischen Gedächtnisbegriff: "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"<sup>27</sup>; solche Praxis wird zum Modell für das Unbewußte: "Das Apriori dieses von dem

---

<sup>26</sup> <Bernhard Dotzler> Interview mit Konrad Zuse, in: Verstärker <www> xxx

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: 425 f.>

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

### **Speicherprogrammierbarkeit: Turings ACE (1946)**

- A. Sxhönhage, Universelle Turing Speicherung, Automatentheorie und Formale Sprachen, in: Dörr / Hotz (Hg.), xxx, Bibliogr. Institut, Mannheim, 1970, 369-383

- 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. Englisch Original: Alan Turing, The State of the Art. 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. 1986, 106-124

### **Die (Un-)Löschbarkeit technischer Speicher**

- ist Vergessen, „selbst bei radikaler Eliminierung von Zeichen, in der Kultur (im Gegensatz zur Natur) nicht möglich“<sup>28</sup> - und im Gegensatz zu technischen Medien

- Godard, *Alphaville*; Computer zu sein (*Alpha 60*) bedeutet von Zeitlichkeit unabhängig zu existieren, doch zugleich mit Gedächtnis ausgestattet zu sein = Kaja Silverman, in: Typoskript Harun Farocki / dies., xxx <1999>

### **Die Rückkehr von Archiv-Logistik in der CPU des Computers**

- gab Marshall McLuhan ein ehernes Gesetz von Medienumbrüchen an: ein neues Medium bildet (als sogenannten "Inhalt") zunächst das oder die

---

<sup>27</sup> John von Neumann, *Papers of John von Neumann on Computing and Computer Theory*, Cambridge / London / Los Angeles 1987, 19

<sup>28</sup> Renate Lachmann, *Die Unlösbarkeit der Zeichen: Das semiotische Unglück des Mnemonisten*, in: Anselm Haverkamp / dies. (Hg.), *Gedächtniskunst: Raum - Bild - Schrift*, Frankfurt/M. (Suhrkamp) 1991, 74-110 (112)

alten, vorherigen Medien ab; kulturelle Semantik hinkt den neuen technologischen Gegebenheiten zumeist hinterher; Aufgabe einer kritischen Medienwissenschaft, Kultur von überalteten Begriffen zu befreien und auf den Stand zu bringen, auf dem die Technologien (auch alltagspraktisch) längst schon sind; in diesem Sinne die zunehmende Metaphorizität des Archivbegriffs deuten, wenn es um die Beschreibung einer Welt aus technomathematischen Speichern geht

- wählt Rudolf Busch 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."<sup>29</sup> 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) die Möglichkeit, Werte gezielt in Speicheradressen schreiben zu können und damit "sofort Ergebnisse"<sup>30</sup> zu erhalten

---

<sup>29</sup> kosmos Computer-Praxis. Das universelle Mikroprozessor-System, Stuttgart (Franckh'sche Verlagshandlung) 2. Aufl. 1984, 9

<sup>30</sup> William B. Sanders, Einführungskurs Commodore 64. Eine praxisnahe Anleitung für die Bedienung, Haar b. München(Markt-und-Technik-Verlag) 1984, 155

## **Vielmehr: strukturelle Speicher**

- Äquivalente zum CPU-Register auch im neuronalen Gedächtnis? Archivmetapher hier 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 Konstruktionscode der Maschine, oder, um es biologisch zu sagen, in ihrem genetischen Code, niedergelegt."<sup>31</sup> Zwar operiert das Nervensystem "wie ein Rechner" <a.a.O., 135>, doch ist das Gehirn nicht "ein Speicher für eine gigantische Tabelle" = ebd.; Publikation von Foersters wählt einleitend zu diesem Aufsatz bezeichnenderweise das Bild der Platine einer gedruckten Schaltung - mithin ein operatives Diagramm

- H. v. Foerster, Memory without Record, in: D. B. Kimble (Hg.), Learning, Remembering, Forgetting, Bd. 1: The Anatomy of Memory, Palo Alto 1965, 388-433

- sagt Gabor 1960 holographische Speicher voraus; galten Glas und Licht einmal als epiphan und transparent. Nun werden sie selbst zu Speichermedien - eine dramatische Umdeutung in der Medienkultur; Audio-CD ab 1982; DVD ab 1996; optische Digitalspeicher von Kathodenstrahlröhre bis zu holographischem photorefraktivem Speicherkristall

## **0/1: Bits of memory und Gedächtnisökonomie**

- Informationseinheit Bit; entspricht in der Speichertechnik 1 Bit einer Speicherzelle, die entweder auf dem Pegel High (H) oder Low (L) sein kann = Horst Völz, Kleines Lexikon der Speichertechnik, Berlin (Verl. Technik) 1987, 11; mithin immer Grundspannung; nicht metaphysisch zu Spiel von "An- und Abwesenheit" verklären; *Ionisation* die Versetzung von Atomen oder Molekülen in einen elektrisch geladenen Zustand

- "A different electrostatic scheme, using neon lamps, was developed by Louis Couffignal in France, as a modification of the idea that had been tried during the war by Zuse and Schreyer. This was based on the fact that neon lamps require a higher voltage to start them conducting (glowing) than to keep them in that state. <...> The system is obviously capable of being used as a binary store by simply detecting the presence of absence of a current flow." = Michael Roy Williams, A history of computing technology, 2. Aufl. Los Alamitos, CA (IEEE Computer Society Press) 1997, Kap. 8: The

---

<sup>31</sup> Heinz von Foerster über die digitale (Kurbel-)Handrechenmaschine Curta, in: Gedächtnis ohne Aufzeichnung [Vortrag 1963], in: ders., Sicht und Einsicht. Versuche zu einer operativen Erkenntnistheorie, autorisierte dt. Fassung v. Wolfram K. Köck, Braunschweig / Wiesbaden (Vieweg) 1985, 133-xxx (134); Abb. des Handrechners ebd., 49

First Stored Program Electronic Computers, 296-380 (316); wird Absenz selbst als Form des Gedächtnisses operabel

- digitales Gedächtnis überführbar in eine Wertökonomie; (Gedächtnis-)Kapital sowie Datenbanken: "Bitpreis. Abgeschätzter Geldwert eines zu speichernden Bits in verschiedenen Informationsspeichern. [...] Bei magnetomotorischen Speichern ist [...] zwischen den Kosten des Speichermediums (off-line) und der Einbeziehung des Speichergeräts (on-line) zu unterscheiden." = Völz 1987: 11

- gilt speicherökonomisches Primat, wenn es um Bildmengen geht: „Um Speicherplatz zu sparen (bzw. Übertragungszeiten zu minimieren)“ – das dynamische Äquivalent zur Archivfrage – „wurden Darstellungsmethoden für Bilder im Computer entwickelt, die keine feste Auflösung voraussetzen“, wenn etwa gleichfarbige Nachbarschaften hochwahrscheinlich sind, also nicht gleichrangig abgespeichert werden müssen.<sup>32</sup>

- irreduzible Asymmetrie in der Zugriffszeit- versus Speicherökonomie, hinunter bis auf die Programmierästhetik. "In most applications, switching and selection (writing, reading, and erasing) are more important than storage capacity and retention time", heißt es in einer frühen Definition von Computerspeichern = Ira M. Sage, Making Machines Remember, in: Product Engineering, Bd. XXIV (April 1953), 141-149 (141)

- "garbage collection" in LISP, weil LISP-Compiler so unähnlich der Maschinensprache, daß umfangreiche Übersetzung in Maschinensprache Assembler stattfindet, die ständig Speicherplatz, der zwischenrechengenutzt wurde, wieder löschen muß - eine aktive Vergessensfunktion

- bedarf Whirlwind Computer des Kernspeichers; Option des Interrupt fordert kurzfristige Sistierung, d. h. Zwischenspeicherung der aktuellen Rechenlage

- entwirft Alan Turing eine buchstäbliche Ökonomie der Zeit, in der Speicherkapazität und Zugriffszeiten gegeneinander verrechenbar sind: "Die zugänglichste bekannte Form von Speicherung <...> ist die, die das Röhren-Flip-Flop oder die Triggerschaltung / von Jordan-Eccles liefert. Diese ermöglicht uns, eine Ziffer zu speichern, die zwei Werte annehmen kann, und benutzt zwei Wärmeröhren. Den Inhalt eines gewöhnlichen Romans mit solchen Mitteln zu speichern würde viele Millionen Pfund kosten. Wir brauchen klarerweise den Mittelweg eines Speichers, der zugänglicher ist als Papier, Film usw., aber ökonomischer an Platz und Geld als die umstandslose Verwendung von Röhren."<sup>33</sup>

---

<sup>32</sup> Dazu Jörg R. G. Schirra, Syntaktische Dichte oder Kontinuität – Ein mathematischer Aspekt der Visualität, in: Bildgrammatik, hg. v. Klaus Sachs-Hombach / Klaus Rehkämper, Magdeburg (Scriptum) 1998, 103-122 (114)

## Rom / RAM

- werden in dynamischer Lagerhaltung die Waren "nicht mehr nach Warengruppen sortiert, sondern wandern dahin, wo gerade ein Lagerplatz frei ist. Sie sind also unsortiert oder folgen dynamischen Suchkriterien wie der Zugriffszeit. Das entspricht dem Vorbild eines RAM-Speichers <...>: fest Speicheradresse, variabler Speicherinhalt. Die traditionellen Lager waren Festwertspeicher" = Bernhard Vief, *Digitales Geld*, in: Florian Rötzer (Hg.), *Digitaler Schein. Ästhetik der elektronischen Medien*, Frankfurt/M. (Suhrkamp) 1991, 117-146 (124) 143, Anm. 11

- Publikation *Die Unschreibbarkeit von Imperien* sowohl als klassischer Druck wie als "elektronisches Buch"; figuriert Rom, das thematisierte Imperium, in der Computersprache buchstäblich als ROM, als Bezeichnung des *read only memory*, also jener Form des nichtflüchtigen Speichers, der - im Unterschied zum *random access memory* (RAM) - von Programmen nur gelesen, nicht aber über- oder umgeschrieben werden darf, wie Edikte römischer Imperatoren und katholischer Päpste

- unterscheiden sich in ihrem grundsätzlichen Aufbau Schreib-Lese-Speicher (RAM) und Festwertspeicher (ROM) nur unwesentlich; im RAM Speicherzellen Flipflops, im ROM "im Prinzip hoch- bzw. niederohmige Widerstände <...>. Entsprechend kann die Information bei einem RAM beliebig oft eingeschrieben und ausgelesen werden, während bei einem ROM die Information bei der Herstellung bereits eingeschrieben wird und nicht mehr änderbar ist. Weiterentwicklung dieser Grund-/form sind vom Anwender einmalig (PROM) oder mehrmals neu programmierbare Festwertspeicher (EPROM) = Werner Richter, *Grundlagen der elektrischen Meßtechnik*, 2. bearbeit. Aufl. Berlin (VEB Verlag Technik) 1988, 169 f.

- fungiert Michael Wetzel zufolge der Bibeltext "als *software*, die von der *hardware* kirchlicher Institutionen in einem dogmatischen Festwertspeicher (*Read Only Memory*) festgeschrieben und im exegetischen Netz der Kompilationen und Kommentare eines übertragenen vierfachen Schriftsinnes lesbar gemacht wird. Der kanonische ROM-Speicher der päpstlichen Kurie folgt damit der augustinischen Maxime des `Roma locuta, causa finita', die alles Schreiben in Lesen *konvertiert*, alle Verräumlichung der Schrift auf die Entfaltung einer ursprünglichen Sinnschicht des bindenden Textes limitiert."<sup>34</sup>

- das ROM der Historie ist ihr Betriebssystem: Standards historischer Kritik, ihre Methoden, Apparate. Ihr Gedächtnis schreibt sich in

---

<sup>33</sup> 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 (187f)

<sup>34</sup> *Die Enden des Buches und die Wiederkehr der Schrift*, Weinheim (VCH) 1991, 21. Dazu auch J. Hörisch, "Der eine Geist und die vielen Buchstaben", in: *Die Wut des Verstehens. Zur Kritik der Hermeneutik*, Frankfurt/M. 1988, 32ff

Anmerkungsteilen; Archiv dient als RAM, Archivwissenschaft jedoch als Betriebsmodus im *protected mode* - eine Perspektive, die im strengen Sinne dem System Rom immanent ist<sup>35</sup>

- fungiert RAM als Benutzerspeicher; „die andere Quelle ist das Register, ein kleiner Speicherbereich im Innern des Prozessors. Es handelt sich um eine Art kleiner `Abstellkammer´, in der der Programmierer bestimmte wichtige Werte zeitweilig ablegt. <...> In vielen CPU´s wird eine Kopie des linken Wertes einer Vergleichsoperation im wichtigsten Register überhaupt, dem `Akkumulator´, abgelegt. Viele CPU´s benutzen den *Akkumulator*, um einen zu einer bestimmten Zeit besonders wichtigen Wert aufzubewahren und besonders hervorzuheben" = Scott 1994: 91

### ***Computer memory***

- Speicherung nicht unabdingbar an Hardware gebunden

- "Speicher ist für jede Computerkomponente außer dem BIOS einfach nur Speicher. Aus der Sicht der Hardware gibt es zwei wichtige Speicherarchitekturen, DRAM und SIMM. Weder der Programmierer noch die Softwaren brauchen sich darum zu kümmern. Wichtig ist aber für den Programmierer zu wissen, wieviel Speicher verfügbar ist. <...> dies kann bei zeitkritischen Anwendungen sehr nachteilig sein."<sup>36</sup>

- Definition von ROMs und RAMs im Hauptstaatsarchiv Düsseldorf; ein frühes Dokument zur Speicherverwaltung des Computers: so daß, an dieser Stelle, ein Archiv seine eigenen Speicheroperationen speichert. Es handelt sich um ein Typoskript, einen immerhin noch schreib-maschinell erstellten Text von Adam Theisen, Steuerinspektor am Finanzamt Düsseldorf-Süd (und nicht zufällig interessiert sich hier ein *Steuerbeamter* buchstäblich für *Kybernetik*), datiert 1. November 1960, unter dem Titel *Einführung in die Programmierung und Codierung bei elektronischen Großrechenanlagen*.<sup>37</sup> Hier wird die Zentraleinheit des Computers, das Medium Computer, überhaupt über den Begriff des Speichers definiert: "Das Rechenwerk hat die Aufgabe, alle Vorgänge für eine Rechenaufgabe durchzuführen. Der Akku ist ein rechenfähiges Aggregat, welches Werte empfangen, errechnen und ausgeben kann" = Ts Theisen 1960: 4 - womit der physische Strom-Energiespeicher namens *Akku* mit dem Rechenwerk, dessen Operationen er dynamisch bedingt, synonym ist. Umgekehrt die

---

<sup>35</sup> Dazu Thomas Little, *Das PC-Buch: die Hardware und ihre Programmierung*, München (System Verlag) 1990, 97-107; ferner Friedrich Kittler, "Protected Mode", in: Manfred Faßler / Wulf Halbach (Hg.), *Inszenierungen von Information. Motive elektronischer Ordnung (= Parabel. Schriftenreihe des Evangelischen Studienwerks Villigst Bd. 15)*, Gießen 1992, 82-92

<sup>36</sup> D. F. Scott, *Die Programmierung - illustriert*, Haar bei München (Markt und Technik) 1994, 157

<sup>37</sup> Enthalten im Nachlaß xxx Maas, Signatur xxx, Hauptstaatsarchiv Düsseldorf

Institution Archiv, als Gedächtnisapparat, so etwas wie ein extrem verlangsamter Computer, insofern das Archiv in diskreten Schritten die drei Bedingungen zur Definition eines *Mediums* im nachrichtentechnischen Sinne, die Funktion von Datenaufnahme und -speichern, Umrechnen, Übertragen, hinreichend erfüllt

- "Das Übertragungsregister", fährt Theisen fort <4f>, „hält Überträge fest. (z. B. 9 + 5 und 1 im Sinn)“; hier wird nicht nur an eine mathematische Operation erinnert, die Leibniz erstmals maschinell implementiert hat, sondern nebenbei auch dokumentiert, wie die Kategorie, das Modell *Sinn* durch Computation ersetzt wird

- verrät sich die militärische Genealogie dieser Gedächtnismaschine nicht nur in der spezifischen von-Neumann-Architektur des Computers selbst, sondern auch in der Art und Weise seiner Beschreibung: "Im Befehlsregisterwerk haben wir als Hauptregister das Befehlsregister. Bei Anstoß holt es sich vom Speicher einen Befehl, teilt diesen ab in das was geschehen soll und läßt ihn dann über die Ablaufsteuerung zum Akku laufen, der dann die Rechnungen durchführt. <...> Der X oder Indexspeicher mit seinen 256 Worten Fassungsvermögen enthält nur Teile von Worten und dient der Schnelligkeit bei der Adressenrechnung" = TS Theisen 1960: 5

- Begrifflichkeit nicht Resultat rein militärischer Logistik, für die Computer zunächst einmal optimiert / elektronisiert wurden. Begriffe wie *Register* und *Index* entstammen zwei elementaren Medien kultureller Speicherung, nämlich Archiv und Bibliothek (respektive Buch). Bevor nun Gefahr allzu versöhnlich Hardwarearchitektur und Diskurs, mithin Medienwissen und Kulturwissenschaft versöhnt werden: wird in einfachen, die Operationen des Denkens und des Speicherns schlicht gleichsetzenden Worten, das *memory* - hier der Magnetkernspeicher (im Unterschied zum Trommelspeicher) - einer elektronischen Rechenmaschine definiert, deren Seriennummer heute nur noch Medienarchäologen etwas sagt: "Das eigentliche Gehirn des TR4 sind die Speicher. <...> Diese Speicher sind veränderlich. Das heißt, daß die Speicherstellen jederzeit gelöscht und mit anderen Werten besetzt werden können" = TS Theisen: 4; ein mithin auf der Ingenieurebene rein syntaktisch operierendes System, für den die Inhalte, also semantische Effekte, irrelevant wie austauschbar sind; Platons *Wachstafelmetapher*

- "Der Festspeicher <...> ist nicht variabel, sondern fest verdrahtet. Er dient dazu, immer wiederkehrende Programme ablaufen zu lassen, bei denen nicht mit einer Änderung gerechnet werden kann." <ebd.>

- "[...] the rules for multiplication and addition are wired into the machine at the time of its construction."<sup>38</sup>

---

<sup>38</sup> Louis N. Ridenour, Computer Memories, in: Scientific American, vol. 192, no. 6 (June 1955), 92-100 (92)

- „We must therefore compare the computer / memory devices not with the functions of the human brain, but rather with the physical information-storage devices used by men - the scratchpad, notebooks and other current records, books and other permanent references" = Ridenour 1955: 92 f.

- „Next we have to consider the form in which the information is stored, or, to put it in another way, the language of the memory" = Ridenour 1955: 93. Wenn Sprache als Form angeschrieben wird, ist sie von Semantik befreit.

- differenziert Ridenour <1955: 94> drei Gedächtnisebenen des Computers: "The first is the inner" - i. U. zu Hegels „interiorisierter“ Erinnerung - "or high-speed memory of the machine. This is the machine's analogue to the scratch-pad" - Kurzzeitgedächtnis, tatsächlich *no memory* im emphatischen Sinn -; "it is used to store the data and instructions in current use. <...> it must permit rapid access to its data and it must be erasable. <...> It must <...> be supplemented with an intermediate-speed memory - the analogue to a human computer's notebooks and files of documents. <...> Like the inner memory, it must be erasable. The third class of machine memory corresponds to books and similar large repositories of the knowledge of mankind."

- diskutiert Ridenour den Entwicklungsstand von *high-speed inner memory*: "The chief objection to the acoustic-delay memory is its rather long access time. While signals are traveling through the mercury as sound pulses, they are unavailable to the computer." <1955: 95>

- Langzeitgedächtnis des Computers korrespondiert in Ridenours Metaphorik mit der Bibliothek: „Many electronic computers still are tied to punched cards, which at present computer operating speeds are an anachronism.“ <98>

- digitale Langzeitarchivierung: graviert das Los Alamos Laboratory in den USA analoge wie digitale Daten dauerhaft auf Stahlstifte. "Bei diesem Verfahren werden Atomgruppen im Abstand von lediglich 150 Nanometern im Vakuum aus dem Stahl herausgeätzt. Die sogenannten HD-ROM (High-Density Read Only Memory) sollen extrem hohe Speicherdichten - 400 Terabit je Quadratinch - mit extremer Haltbarkeit kombinieren. Geschätzte Lebensdauer: Mehr als 5000 Jahre. Das kulturelle Erbe der Menschheit verdichtet auf wenigen Stahlnägeln, gleichsam in submikroskopischer Keilschrift? Da bleibt nur zu hoffen, daß ein zukünftiger Vertreter von Homo sapiens in 5000 Jahren das High-Tech-Archiv dann auch als solches erkennt."<sup>39</sup>; Sebeok, semiotische Kodierung künftiger Atomlager

- Magnetband favorisiert, auch zur Speicherung von Lösungsfunktionen in Analogrechnern. "Diese Bänder können dann wieder abgestastet und die

---

<sup>39</sup> Bernhard Epping, Verheerende Altersschwäche. Elektronischen Datenträgern droht der Zerfall, in: bild der wissenschaft 11/1995, 30-34 (34)

darauf gespeicherten Funktionen erneut in den Rechner eingegeben werden. / Neben der reinen Zeitverzögerung (Totzeit) lassen sich mit einber solchen Anordnung eine Reihe von besonderen Aufgaben lösen"<sup>40</sup> - der Speicher / das "Archiv" als reine Zwischenzeit, Zeit selbst als medialer (Rechen-)Kanal, *différance*

- "Totzeitglieder" in elektronischen Schaltungen: "Hierbei handelt es sich um ein Verzögerungselement, das es erlaubt, ein beliebiges Eingangssignal idealerweise unverzerrt, aber um eine bestimmte - idealerweise frei wählbare - Zeitspanne  $\Delta t$  verzögert an seinem Ausgang zur Verfü gung zu stellen." = Ulmann, Faszination Analogrechner

- "But tape has several serious drawbacks. Access to items on the tape is slow; the time is proportional to the length of the tape. <...> To add a new entry to an ordered file we must either have provided empty spaces between each two original entries in the file, or else we must rewrite the entire file, putting the new entry in its correct location" = 100

- Magnetbandspeicher als Mißbrauch von Audiotechnik? vielmehr medienarchäologisch die Perspektive umkehren, fort von der Ausrichtung des Studiums / der Wissenschaft technischer Medien auf die menschlichen Sinne hin. Magnetband in erster Linie Speichermedium für elektromagnetisch induzierte Signale / Impulse aller Form und (Zeit-)Art. So liest sich ein historisch gemeinter Satz zur *magnetic drum storage* in frühen Digitalcomputern auch als epistemologische Befreiung von Medienfunktionen gegenüber der anthropozentrischen Medienwirkungsforschung: "[...] the Blattnenphone <sic> magnetic tape voice recorder had been in use in Germany from the 1930s. Andrew D. Booth [...] admits that while travelling to Germany as part of official delegations at the end of the Second World War, he *liberated* items such as magnetophone magnetic wire for use in his own laboratory" = Williams 1997: 302 - Suspendierung der Magnetband-Signalspeicherung vom Phonozentrismus des *Magnetophons*

- Magnetband als interner Speicher limitiert, "da die eingegebenen Informationen nur der Reihe nach abrufbar sind" = TS Bronsch 1960: 17, also linear, in Leserichtung. Vorteile demgegenüber als äußere Speicher.

- findet Ridenours Ausführung, die sich derzeit medienarchäologisch liest, ihrerseits eine archäologische Metapher: "Two millenia ago human beings had just the same difficulties with scrolls <...>. The scroll form was dictated by the need for protecting the dges of their brittle papyrus <...>. Shortly after the tougher parchment was introduced, the book form was invented <...>. Called the codex, it was originated primarily for law codes, so that pages could be removed or added as statutes changed <vgl. diskrete Zustandsveränderung in Turings Maschine>. Reels of magnetic

---

<sup>40</sup> Wolfgang Giloi / Rudolf Lauber, Analogrechnen. Programmierung, Arbeitsweise und Anwendung des elektronischen Analogrechner, Berlin / Göttingen / Heidelberg (Springer) 1963, 23f

tape are the scroll stage in the history of computing machines. It remains for someone to invent the machine's analogue of the codex" = ebd.

- Turing-Maschine mit Band-*Inscript*; selbst geschriebene Zeichen bilden darin ein „inneres Gedächtnis“

- gilt für den Kodex auch die Überschreibbarkeit - das Palimpsest; Palimpsestphotographie ein Argument zur Durchsetzung dieses Reproduktionsmediums auf dem Gebiet der Diplomatie, womit es sofort in seinen Manipulationsmöglichkeiten erkannt wurde, mithin also im Sinne aktueller Medienwissenschaft immer schon die Definition der Reproduktion dekonstruierte. Die Lesbarmachung abradierter Pergamenttexte war damit Medien- als Abfallarchäologie buchstäblich: "[...] wenn der Inhalt der Schrift bereits anderswo verarbeitet oder für die damaligen Zeiten veraltet war (Juridica) oder sonst nutzlos zu sein schien, so wurde der Text entfernt <...>."<sup>41</sup>; Anmerkung stellt klar: „Das Wort `Palimpsest´ kommt aus dem Griechischen und heißt `wieder abgeschabt´. Die übliche lateinische Bezeichnung ist `Codex rescriptus´.“ <ebd.>

- „Das Bit wird mithin erst Fleisch geworden sein, wenn der Abfall selber rechnen kann.“<sup>42</sup>

- weist Ridenour auf die Entwicklung photoskopischer Techniken zur Informationsspeicherung, um schließlich auf die Ausgangsmetapher zurückzukommen: „There are indications that we shall now be able to give the computing machine a storage system having the capacity and flexibility of a library of books.“ <100>

### **Associative Memory und Hashing**

- "Under the heading 'Address-related' <...> the random-access category is the basic mode required in most computers. The push-down store is also sometimes known as the last-in-first-out memory. It is related to the content-addressable store, from which data is retrieved in terms of content rather than location."<sup>43</sup>

- Folge des *associative memory* führt zum *Hashing*: "Associative memories for computers have left the conceptual stage and moved into <...> hardware. Associative memories - which <... sort?> and address data by content rather than specific <adr?>ess location - must be made of elements that can <adr?>ess data as well as store it. <...> <The?>

---

<sup>41</sup> P. R. Kögel, Die neue Palimpsestphotographie, in: Photographische Korrespondenz, Juli 1915, Nr. 658, 1- ??? (1)

<sup>42</sup> Friedrich Kittler, Wenn das Bit Fleisch wird, in: Martin Klepper u. a. (Hg.), Hyperkultur: zur Fiktion des Computerzeitalters, Berlin / New York (de Gruyter) 1996, 150-162 (Schlußsatz)

<sup>43</sup> Robert W. Reichard, Exotic storage applications often revive old memories, in: Electronic Computer Memory Technology, hg. v. Wallace B. Riley, New York et al. (McGraw-Hill) 1971, 261-263 (263)

computer doesn't need an address code to keep track of words stored in an associative memory. Instead, the computer specifies the content of the words it needs and out come the words, wherever they were stored. In a pure associative memory, the few bits used in a search can be any of the bits in the word, at the programmer's option; the unused bits are masked. A variation is a content-addressed memory, containing words with both associative and nonassociative bits" = Jack A. Rudolph / Louis C. Fulmer / Willard C. Meilander, With associative memory, speed limit is no barrier, in: Riley 1971: 223-228 (223)

- Im Fall assoziativer Speicher nicht Daten, sondern Adressen verschoben (Hash-Werte); ermöglicht Hashing (im Unterschied zum Tagging und anderen Formen der Metadaten), computerlesbare Metadaten *aus einer Datei selbst zu generieren*, etwa Prüfsummenbits (generiert mit Hash-Funktion, das Überprüfen von Identität zur Unterscheidung). Hashing unterscheidet auf das einzelne Bit genaue Differenzen - das genaue Gegenteil von "Sortieren"; wird eine größtmögliche Un-Ordnung erhalten.

- "Wenn Sie ein Element speichern möchten, wird beim Hashing zuerst ein numerischer Wert berechnet (als *Hash-Funktion* bezeichnet), der dieses Element kennzeichnet. Dann speichert das Programm das Element mit Hilfe dieses numerischen Werts an einer bestimmten Stelle in eine Datenstruktur wie z.B. in einem Datenfeld oder einer verknüpften Liste. Das Programm braucht jetzt nur noch mit Hilfe der Hash-Funktion an der definierten Stelle nachzusehen."<sup>44</sup>

- Praxis des elektronischen Briefverkehrs: nicht mehr Subsumierung jeder Botschaft unter einem vorgeschriebenen "Betreff" (Logozentrismus, "Metadaten"), sondern die flexible "Errechnung" (das *hashing*) der Betreffende aus der Nachricht selbst

- assoziative Speicher; *hashing*; wird der assoziative Speicher "den bit- oder wortorganisierten Speichern gegenübergestellt. Während bei beiden die Information der entsprechenden Speicherzelle nach ihrer Adresse (Lage) angesteuert wird, geschieht dies bei ihm nach einem (Teil-)Inhalt. Er ist für alle Zugriffsarten und Anordnungen der Informationszellen möglich. Lediglich für eine einzelne Informationszelle, also F(O) ist er vom Prinzip her unsinnig; kehrt im Hypertext die Assoziation wieder: "Die Romantik indes glaubte, mit dem Konzept einer genuin kreativen Imagination die als mechanisch verrufene Assoziation aus dem Feld schlagen zu können" = Verlagstext Katalog 1999 Fink (München), zu: Eckhard Lobsien, Kunst der Assoziation. Phänomenologie eines poetischen Grundbegriffs vor und nach der Romantik, angekündigt für 1999

- Speicherbedarf des Hash-Wertes soll dabei kleiner sein als der der Nachricht (Datenreduktion).

---

<sup>44</sup> Wallace Wang, Programmieren für Dummies, Bonn (MITP-Verlag) 2000, 310

- lassen sich die einzelnen Zellen einer Hashtabelle als Behälter vorstellen. "Im allgemeinen ist die Anzahl der möglichen Schlüssel weitaus höher als die verfügbaren Behälter. Es kommt daher schnell zu Kollisionen, d. h. verschiedene Schlüssel werden auf denselben Behälter abgebildet. Unter den Tisch fällt, was damit nicht findbar ist, es sei denn mit "fuzzy search". Das offene Hashing löst dieses Problem ganz prinzipiell, nimmt aber Einbußen bei den Zugriffszeiten in Kauf" = Becker / Seyd / Wiemer / Wortreich 2005: 262

- Effektivität von Erinnerung immer auch zeitkritisch, neurobiologisch wie computertechnisch

- wird beim Hashing auf einen Eintrag (*record*) durch seinen Wert, nicht auf seine Position relativ zu anderen Einträgen zugegriffen. „Beim Datentyp *Wörterbuch* <...> greift man mit der Operation *Suche x* auf einen Eintrag zu, der durch seinen Wert *x* definiert ist. Die Position dieses Eintrags *x* ist unbekannt, sie ergibt sich erst als Folge des Suchprozesses“<sup>45</sup> - Archive also, deren Struktur erst durch die Suche selbst *generiert* werden. „Das Prinzip der Adreßberechnung <d. h. Kalkulierung des Archivs?> läßt sich teilweise auch auf 'Zugriff gemäß Inhalt' (*content-addressable memory*) ausdehnen“ <ebd.>; daraus resultierende Datenstrukturen (Hashtabellen) leiten sich von einem Verfahren (Hashing) ab, dessen englische Grundbedeutung *in Unordnung bringen* heißt - „ein kontra-intuitiver Begriff bei Datenstrukturen! Die Idee dahinter, *Randomisierung*, ist aber / grundlegend in der Algorithmik: man nimmt den Zufall zu Hilfe, um die Gefahr von ungünstigen Datenkonfigurationen auszuschalten“ <ebd., 345f> - Stochastik mithin

- etwa „aus dem Namen (Schlüsselwert) eines Eintrags soll man seine Adresse erkennen, wo in der Tabelle sich dieser Name befindet - so, als ob wir alle unsere Adressen auf dem Namensschild tragen würden“ <Rechenberg / Pomberger 1997: 346>

- Joseph Beuys, Postkarte Edition Staeck *Name ist gleich Adresse*

- „Wenn die *n* Zahlen der Größe nach in einem Feld gespeichert sind, löst binäres Suchen das Problem in der Zeit  $O(\log n)$ . Hashing soll dasselbe Problem noch effizienter lösen, mit Zeitaufwand  $O(1)$ “ <ebd.>, denn Gedächtnis an Ökonomie gekoppelt ("Kapital" auch eine Funktion der Lagerzeit)

- „Perfekte Hashtabellen illustrieren das Idealziel: kollisionsfreie Adreßberechnung“ <Rechenberg / Pomberger 1997: 346>

- Leibniz' Kalkül einer Universalbibliothek

---

<sup>45</sup> Informatik-Handbuch, hg. v. Peter Rechenberg und Gustav Pomberger, München / Wien (Hanser) 1997, Kapitel D1 (Algorithmen und Datenstrukturen), § 1.5.3 (Hashing), 345-348 (345)

- Urszene *ars memoriae* (Simonides): Identifizierung der Toten über ihren Ort im Gedächtnis / rhetorische Topik. Was geschieht, wenn Namen und Orte nicht mehr abgleichbar sind, wenn Gedächtnis und Architektur nicht mehr kongruieren? ein Inventar denkbar, das greift, ohne daß die Objekte mit Signaturen und festen Standorten versehen werden

- entspricht die alphabetische Ordnung von Büchern in Bibliotheken auch der Grundlage ihrer buchstäblichen Setzung (durch Setzkästen oder Tastaturen); erst wenn Alphabet und Nummern zu Alphanumerik verschmelzen, sind Wissen (als Speicher) und Programme (als seine Verarbeitung) gleich mächtig. Buchstaben auf Buchrücken (Titel) adressieren Buchstaben als Inhalt der Bücher; darunter nennen Kombinationen aus Zahlen und Buchstaben den Standort in der Bibliothek. Adresse und Gespeichertes finden im selben Medium statt, werden aber getrennt gehalten. Erst wenn alphanumerische Signaturen in Katalogen mit dem Inhalt der Bücher selbst verschmelzen, kann sich Wissen selbst sortieren, wenn also Druckbuchstaben selbst aus einer Kombination von Ziffer und Buchstabe bestehen.

- die von Bush übernommene Schreibtischmetapher des Hypertext um eine Dimension erweitert: die der Zeit / der Genealogie des Dokuments (Hypertime); werden Dokumente in ihrer zeitlichen Sukzession mit registriert und gelinkt

## **Speicher und Information**

- elektronisches Gedächtnis markiert durch dessen Flüchtigkeit: "Some memories are subject to unexpected exposure to electromagnetic radiation. For example, magnetic thin-film memory design, which isn't seriously affected by temperature fluctuations, must take the earth's magnetic field into account."<sup>46</sup>

- Befehle wie "Memory", mit denen Texte im Computer abgespeichert werden, stellen nur noch Archaismen dar; "Speicher" vielmehr auf Festplatte verteilte Informationen, die dann über das System gelesen und zusammengeführt werden

- symbolischen Speichermethoden durch das Prinzip der Adressierbarkeit definiert

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

- haben Flash-Speicher "eine begrenzte Lebensdauer, die in einer maximalen Anzahl an Lösch-Zyklen angegeben wird (ca. 100.000) = <http://de.wikipedia.org/wiki/Flash-Speicherung>, mithin eine *time-to-death* - begrifflich vertraut aus der zeitkritischen Logistik von Datenübertragung

---

<sup>46</sup> xxx Reichard (Computer Control Division, Honeywell, Inc., Framington, Mass.) 1971 <???: 263

im Internet, gemessen im Ping-Impuls (TTL); betrifft Heideggers Begriff des "Seins zum Tode" auch die technologischen Dinge

- macht Begriff "Speichern" nur Sinn, wenn die Daten einem Ereignis zugeordnet / verortbar bleiben; vermögen technische Speicher untereinander sehr wohl kontextfrei zu kommunizieren

## Register

- CPU, darin Register für Multiplikation usw.; Speicher in Wortlänge (4 Byte = 32 Bit). Bevor also überhaupt von Speichern die Rede ist (Arbeitsspeicher), ist Speicherung schon in der Prozessierung am Werk; Rolle der Registratur in Administration, vor-archivisch

- Begriff des *Registers* in der Informatik als Bezeichnung für eine logische Komponente der Computerarchitektur, logisch wie in Hardware, ein aus der europäischen „Kultur der Sekretäre“ übernommener: "Der Speicher (store, „memory“) <...> enthält die Objekte, mit denen gearbeitet wird, in codierter Form. Diese codierten Objekte werden *Daten* genannt. <...> Der Prozessor (arithmetisch-logische Einheit) <...> addiert, multipliziert, verglichen; Daten werden aus dem Speicher gelesen und in ihn zurückgegeben. In jedem Zeitpunkt enthält der Prozessor nur die unmittelbar zur Verarbeitung nötigen Daten. Der Prozessor selbst enthält also stets nur sehr wenige Daten; seine Speichereinheiten werden *Register* genant. Alle nicht unmittelbar zur Verarbeitung benötigten Daten werden im Speicher abgelegt <...> kurzzeitig abgelagert." <sup>47</sup>

- verfügen früheste elektromechanische und elektronische Computer zunächst über keinen Arbeitsspeicher, sondern lediglich Register, mit derselben Technik wie das Rechenwerk aufgebaut (Röhren oder Relais)

- Register "Zusammenfassung von einigen schnellen Speicherzellen (latch) zu einer / kompakten Einheit, die schnell Information aufnehmen, wiedergeben und z. T. verarbeiten kann. <...> Neben dem Schieben von Information hat auch der Umlauf von Information Bedeutung. Hierdurch entstehen die verschiedenen Umlaufspeicher bzw. Umlauf-R." = Völz 1987: 49 f.

- Unbegrenzte Registermaschine URM, die sequenteill die Register-, also Speicherplätze abfragt

## Das ternäre Speicherelement

- Brusenzov (Konstrukteur des SETUN in Moskau) inspiriert durch die Arbeiten von Grosch bei der Konstruktion des Whirlwind II-Computers; nicht realisierter Entwurf 1952: Hysterese-Schleife von Ferritmagneten in

---

<sup>47</sup> Niklaus Wirth, Systematisches Programmieren. Eine Einführung, Stuttgart (Teubner) 1972, 18

Kernspeichern wird ausgenutzt, sie in drei Zustände zu versetzen, durch dreidimensionale Konstruktion des Speichers, um somit ein Trit pro Kern zu erreichen. Eine scheinbare Schwäche magnetischer Speicher wird damit zur Stärke.

- Herbert R. J. Grosch, Signed ternary Arithmetic, Memorandum M-1496, Digital Computer Laboratory Massachusetts Institute of Technology Cambridge, Massachusetts 1952

## **Am Ende Unordnung**

- *memory-involving* Systeme: "Alle relevanten Systemoperationen der Gesellschaft werden hier unter der Prämisse behandelt, daß sie aus *reverberating circuits* bestehen. Alle relevanten Informationen werden eingespeist, hallen nach, werden aufgenommen und erneut eingespeist. Das Gedächtnis leistet nichts anderes als die Aufrechterhaltung zirkulierender Informationen"; das Gedächtnis hat hier eine primär operative, keine erinnerungsemphatische Funktion: "Das Gedächtnis mit Aufzeichnungen unterscheidet sich von den *reverberating circuits* dadurch, daß es ein halb-dauerhaftes Medium in Anspruch nimmt, in dem für relevant gehaltene Informationen gespeichert werden können" = Dirk Baecker, xxx, in: xxx, unter Bezug auf: Klaus Krippendorff, PRINCIPLES OF INFORMATION STORAGE AND RETRIEVAL IN SOCIETY, in: GENERAL SYSTEMS, Bd. XX, 1975, 15-34 (15)

IM NAMEN DES SPEICHERS: (Computer-)Technisches Gedächtnis

## **Speicher(n)**

- als Teiloperation im Prozeß der mathematisierten Datenprozessierung ist Zwischenspeichern ein zeitlich dynamischer Moment; als emphatischer Speicher vielmehr der Programmspeicher

- Photographie und Schallplatte oder Film "Zeitkanal" im Sinne der Nachrichtentheorie

- schaut Medienarchäologie, in asketischer Distanz zu kultureller Hermeneutik, auf die nondiskursiven Konstellation, die das Verhältnis von Gedächtnis und Medien definieren.<sup>48</sup>

- *millennium-bug*, doch die Jahr-2000-Datenapokalypse, die Rückschaltung der Computerzeit von 2000 auf 1900 hat nicht stattgefunden. Jean

---

<sup>48</sup> Kritisch dazu Hans Ulrich Reck, „Inszenierte Imagination“ – Zu Programmatik und Perspektiven einer „historischen Anthropologie der Medien“, in: Wolfgang Müller-Funk / ders. (Hg.), Inszenierte Imagination. Beiträge zu einer historischen Anthropologie der Medien, Wien / New York (1996), 231-244

Baudrillard hatte längst verkündet *Das Jahr 2000 findet nicht statt*<sup>49</sup>; ebd. analysiert er immense Kommunikationsnetze, "in denen *die Zeit schließlich in reiner Zirkulation aufgeht*" = Baudrillard ebd.: 24; koppelt Medienarchäologie solche Symptome nicht an den Diskurs vom Ende der Geschichte, sondern schaut zunächst auf ihre Bedingungen in der Hard- und Software dessen, was wir Gedächtnis nennen.

- technische Medien nicht auf ihre Geschichte reduziert, als Teilmenge einer *Erzählung*, sondern - um hier etwas mit den Worten zu spielen - als Menge von Daten *zählt*, kalkuliert, mihin als jeweilige Zustände, als Aggregate beschrieben. Im Datenbanksystem *dBASE* meint die Datei HISTORY schlicht den Abruf der zuletzt eingegebenen Befehle; wird Geschichte hier zur reinen Funktion des Speichers<sup>50</sup>

- werden im Zeitalter elektronischer Television Ereignis und Wahrnehmung (fast) zeitgleich; zeitgleich damit auch deren Gedächtnis: "Die *Speicherung des Zeitgeschehens* konserviert die Gegenwart in Textbanken und Bildspeichern. Die aufbewahrte Gegenwart steht jederzeit auf Abruf zur Verfügung. <...> die identische Wiedergabe einstmals archivierter Wirklichkeit" = Manfred Buchwald, Die Nachrichtenlage, in: Guido Knopp / Siegfried Quandt (Hg.), Geschichte im Fernsehen: ein Handbuch, Darmstadt (Wiss. Buchges.) 1988, 157-162 (158); anstelle emphatischer "Erinnerung" Reaktualisierung

- Kernstücke der meisten Programme für Datenbanken, etwa für Zins- und Rentenberechnungen (also Gedächtnis dort, wo es Kapital wird, wo die Ökonomie von Datenbanken an Ökonomie selbst gekoppelt sind), noch aus der *Frühzeit* des Computers, wo Speicherplatz wertvoll; Programmbefehle auf Lochkarten in Cobol geschrieben; um Speicherplatz zu sparen, verzichteten Programmierer damals darauf, Kalenderjahre vollständig auszuschreiben; vielmehr lediglich die beiden Endziffern

Der Computer konnte demnach nur bis zum Jahr <19>99 rechnen, um dann auf <19>00 zurückzuspringen. Das Problem der zweistelligen Datumsfelder betraf alle Formen der Datenverarbeitung, Betriebssysteme, Netzwerke, Inventarhaltung und Steuerungsprozesse; vom Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik (BSI) 1997 erstellter *Leitfaden zum Jahr-200-Problem in der Bürokommunikation* siehe Stefan Krempel, Augen zu und beten, in: Die Zeit v. 8. April 1990, 29. Insofern diese Daten auch den Chips selbst eingelötet sind, wird aus der Soft- eine Hardwarefrage. *Cobol*-Programme im Umfang von mehr als sieben Milliarden Programmzeilen waren im Einsatz und im Korrekturgang zu durchforsten - auch das Medienarchäologie als Subjekt, nicht schlicht Objekt der Forschung; Zeilen einzeln auf jeden Datumseintrag durchsehen und korrigieren; stand mit Jahr-2000-Problem nicht Gedächtnis, sondern radikaler Abbruch, eine medienarchäologische Bruchstelle zur Debatte.

---

<sup>49</sup> In der gleichnamigen Publikation der Merve-Verlags, Berlin <Jahr?>

<sup>50</sup> Peter Freese / Friedrich Müllmerstadt, Standardsoftware Datenbanksystem *dBASE IV*. Datenbanksprachen, Programmiersprachen, Werkzeuge, Reinbek (Rowohlt) 1991, 43f

- Speicherplatz heute im Überfluß; Moore's Law, demzufolge exponentiell Seicherkapazität und Prozessormächtigkeit sich alle 18 Monate verdoppeln  
- eine andere Zeitreihe, asymmetrisch zur Chronologie der Historie. Kein Milleniumsdatum markiert hier eine Apokalypse, sondern die schiere Grenze physikalischer Miniaturisierung der Speichermaterie; Ausweg wird ein quantenmechanischer sein - die Überlagerung des bislang Ungleichzeitigen

- haben alphabetbasierte Speichermedien, die in der aktuellen Archiv-, Bibliotheks- und Museumsmetaphorik für kulturelle Kristallisation zur Sprache kommen, ihr Privileg verloren: "Nun sind zwar alle Bibliotheken Aufschreibesysteme, aber nicht alle Aufschreibesysteme Bücher. Spätestens seit der zweiten industriellen Revolution mit ihrer Automatisierung von Informationsflüssen erschöpft eine Analyse nur von Diskursen die Macht- und Wissensformen noch nicht. Archäologien der Gegenwart müssen auch Datenspeicherung, -übertragung und -berechnung in technischen Medien zur Kenntnis nehmen" = Kittler, Aufschreibesysteme 1987, 429

- "Wenn die grundlegende und notwendige Funktion der Speicherung in Shannons Informationstheorie der Kommunikation gar nicht vorkommt, weist dies darauf hin, „daß sich die Funktion Speicherung erstens in der Mathematik der Code-Optimierung versteckt, aber auch erschöpft, und zweitens, daß es wahrscheinlich ein Indiz unserer historischen Lage ist, wenn alle Medien, wie bei Shannon, als Übertragungsmedien und nicht als bloße Speichermedien definiert werden" = Kittler, Optische Medien (Bochumer Vorlesungsversion)

- geht es im Speicher nicht um Erinnerung, sondern um jeweils radikal gegenwärtige Zustände: "Da jede mögliche Speichertheorie stark gebunden bleibt an die jeweilige Materialität des Speichers selbst, ist eine allgemeine mathematische Theorie der Speicher undenkbar. Der Rest ist Informatikerwissen über digitale Speicherelemente, wie sie in Computern vorkommen. In Abhängigkeit von einem äußeren Signal können sie einen von zwei erlaubten Zuständen annehmen und <...> so lange in ihm verweilen, bis er durch ein anderes Signal geändert wird" = Albert Kümmel, Mathematische Medientheorie, in: Daniele Klock / Angela Spahr (Hg.), Medientheorien: eine Einführung, München (Fink) 1997, 205-236 (205)

- "Digitale Archäologie ist freilich kein Fall für zukünftige Generationen, sondern muß oft schon heute geleistet werden. <...> Im Zeitalter der Digitalisierbarkeit und damit der Speicherbarkeit aller Informationen zeigt sich ein paradoxes Phänomen: Der Cyberspace hat kein Gedächtnis" = Christoph Drösser, Ein verhängnisvolles Erbe, in: Die Zeit v. 23. Juni 1995, 66

- Verweise auf WWW-Adressen mit Zugriffsdatum versehen (*accessed-*Vermerk); Zeit des Archivs verschiebt sich vom Signifikat der Geschichtszeit auf die Zugriffszeit, signifikant

- dem technischen Speicher alle Daten gleich; hat mit dem alphabetbasierten Speichermedium im digitalen Raum die Differenz zwischen Archiv, Bibliothek und Museum als ihr Privileg verloren

### **Freuds psychischer (Gedächtnis-)Apparat**

- wird antike Wachs(tafel)metapher (Platon, Aristoteles) konkret mit der Phono- und Photographie

- In Form der photographischen Kamera, so Freud, habe der Mensch "ein Instrument geschaffen, das die flüchtigen Seheindrücke festhält, was ihm die Grammophonplatte für die eben so vergänglichen Schalleindrücke leisten muß, beides im Grunde Materialisationen des ihm gegebenen Vermögens der Erinnerung, seines Gedächtnisses."<sup>51</sup>

- medientechnischen Artefakte objektive Materialisationen von humanem Gedächtnis, oder ist das Gedächtnis im Menschen vielmehr je nach Vorgabe der vorherrschenden Speichermedien (mit)konfiguriert? Alan Turings Definition des Menschen, der ein Rechner ist im Moment, wo auf Papier rechnet; neuronale Erinnerung kein "psychischer Apparat" (Freud)

### **Plädoyer für eine Ausdifferenzierung des Gedächtnisbegriffs nach Speichertypologien**

- Differenz zwischen *read-only-memory* (ROM) und *random-access-memory* (RAM), die andere die zwischen Speichern und Übertragen

- anstelle der Speicherorte Vektoren, Zeiger, Richtungsweiser (*Sinn* im etymologischen Sinne), der dynamische (Zwischen-)Speicher; auf Ebene der Textverarbeitung weicht die monumentale Endgültigkeit des Geschriebenen tendenziell „einer Dynamisierung des Textes als Prozeßform <...>, der Vorgang des Schreibens ist eng an das Umschreiben und Überschreiben gekoppelt“ <Assmann / Assmann 1994: 138>

- "Heute sind Bilder übertragbar, im Lauf der gesamten Geschichte dagegen waren Bilder, wenigstens im Prinzip, nur speicherbar. Ein Bild hatte seinen Ort [...]. Die Schrift dagegen, seit sie sich durch Papier und Pergament von der Inschrift auf Mauern oder Denkmälern abgelöst hatte, bildete nicht nur ein Speichermedium für gesprochene Alltagssprachen, sondern zugleich deren [...] ziemlich langsames Übertragungsmedium. Sie war nicht bloß Literatur, sondern immer auch schon Post. <...> Die Schrift, weil sie Speicherung und Übertragung von Information auf einmalige Weise kombinierte, hat ihr Monopol wirklich solange halten können, wie die optischen Medien noch nicht technisch mobil machten, also bis zur Wende unseres Jahrhunderts" = Kittler, *Optische Medien* (Vorlesung Bochum), 1990

---

<sup>51</sup> Sigmund Freud, *Das Unbehagen in der Kultur* [1930], Ausgabe Frankfurt/M. 1989, 225

- im Computer *memory* nur noch eine Metapher
- Signatur des televisionären Zeitalters, das *sendet*, nicht speichert

### **Computer Memory - kleinste Differenzen zur Echtzeit**

- ist angesichts der überquellenden Archive nicht mehr „ein drohendes Vergessen <...> zentrales Problem, sondern <...> die *Verarbeitung* von stets abrufbaren Speicherinhalten“<sup>52</sup>

- Filmrolle, in ihrer medienarchäologischen Materialität (als Artefakt), ein „ausgelagertes Gedächtnis der Zeit“ = Wolfgang Beilenhoff, unter Bezug auf Chris Markers Filmessay *Sans Soleil* (1982) - das damit auch *time axis manipulation* erlaubt, wie auch Psychoanalyse von Verschichtungen, „Einlagerungen“ spricht - eine archivische Zeitkapsel

- "Die technische Struktur des archivierenden Archivs bestimmt auch die Struktur des archivierbaren Inhalts schon in seiner Entstehung <...>. Die Archivierung bringt das Ereignis in gleichem Maße hervor, wie sie es aufzeichnet. Das ist auch unsere politische Erfahrung mit den sogenannten Informationsmedien."<sup>53</sup>

- "And if there are gaps within the signal, we can usually organize the incoming signals into a meaningful pattern, or a complete *gestalt*, by filling in those gaps."<sup>54</sup>

- empfindet sich Replikantin Rachel im Film *Blade Runner* von Ridley Scott als Mensch; haben ihre Erbauer ihr Erinnerungen eingepflanzt, sodaß sie den Unterschied nicht mehr bemerken kann; Turingtest

- nicht länger dem Rechner menschliches Gedächtnisverhalten antrainieren oder es dementsprechend analysieren, sondern umgekehrt die Differenz inszenieren

- überhaupt nicht (mehr) mit Gedächtnis, sondern Informationsspeicher (von buchstäblichen *bits*), so daß der emphatische Begriff *memory* für digitale Speicher nur noch eine Metapher, eine Rückübersetzung in vertraute Kategorien des humanen *users* darstellt. In ihrem Schlußwort resigniert Aleida Assmann, daß sich die metaphorische Kraft von

---

<sup>52</sup> Peter M. Spangenberg, Beobachtungen zu einer Medientheorie der Gedächtnislosigkeit, in: Kunstforum Nr. 127 (1994), 120-123 (120), zitiert nach: Heike Klippel, Gedächtnis und Kino, Basel / Frankfurt a. M. (Stroemfeld) 1997, 8

<sup>53</sup> Jacques Derrida, Dem Arciv verschrieben. Eine Freudsche Impression, Berlin (Brinkmann & Bose) 1997, 35

<sup>54</sup> Helmut Esau, The „smoking gun“ tape: Analysis of the information structure in the Nixon tapes, in: Text. An interdisciplinary journal for the study of discourse, vol. 2 (4), New York / Amsterdam (Mouton) 1982, 293-322 (306)

Gedächtnis in Begriffen der Schichten, der Ablagerung, der Tiefe, angesichts der sturen Kodierung aller elektronischen Daten unter 0/1 erschöpft hat = Assmann 1999: 411; sind auch die Versuche gescheitert, Speicherregister im menschlichen Gehirn zu lokalisieren, so daß der radikale Konstruktivismus ebenso deklariert, daß Gedächtnis nicht *stattfindet*, sondern im Akt der jeweiligen Aktualisierung überhaupt erst generiert – sprich (neu) konfiguriert wird<sup>55</sup>

- Speicherarten: Relais, Elektronenröhre in Flip-Flop-Schaltung, Kathodenstrahlröhre, Ultraschall-Leitung, Ringkern, chemisches Element, Magnetband, Magnetplatten, Magnettrommel, Magnetkern

- Leitungen selbst als (Zwischen-)Speicher: dynamischer Speicherbegriff

- Magnettrommel hält das Gedächtnis der Daten in Latenz; bleiben gespeicherte Impulse nach Ausschalten der Stromquelle erhalten; Löschung von auf der Trommeloberfläche gespeicherten Impulsen vielmehr durch erneutes Beschreiben"; bleibt ungleich mittelalterlichem Palimpsest (fast) keine Spur zurück / digitale Forensik; zählt Stellenwert der Speicherstelle

### ***Delay line memory***

- beschreibt Robert W. Reichard unter dem Titel „Exotic storage applications often revive old memories“ die *aktive* Rolle von Medienarchäologie (im Unterschied zu den Fortschrittseffekten des historischen Diskurses): "Historical analysis should never be used to discredit a new idea; the latter's time may not yet have come. <...> storage at a molecular level - such as storing images in crystals using Bragg-angle holography - has been an idea of basic researchers for a long time. <...> Similarly, researchers should continue working with neuron-like devices. These are basically serial storage elements, and in that respect are elementary." <Reichard 1971:262>

- kann die Ruine eines speicherarchäologischen Monuments nach wie vor in die Gegenwart hineinragen; gilt es zuweilen, eine vergessene Speichertechnik (hier paradox formuliert) medienarchäologisch zu reaktivieren:

- Verzögerungsleitungen; damit eine klassische Archivpraxis dynamisiert: "Das Zwischenarchiv ist in erster Linie eine zentrale Altablage für die obersten Bundesbehörden. Es übernimmt von ihnen diejenigen Akten, die nicht mehr dauernd gebraucht werden"<sup>56</sup>, ein Nicht-Ort, *dazwischen*

---

<sup>55</sup> Siegfried J.Schmidt, Gedächtnisforschungen: Positionen, Probleme, Perspektiven, in: ders. (Hg.), Gedächtnis. Probleme und Perspektiven der interdisziplinären Gedächtnisforschung, Frankfurt/M. 1991, 23ff

<sup>56</sup> Franz-Josef Jacobi / Hannes Lambacher, Auf dem Weg zum Zwischenarchiv? Zur Zusammenarbeit zwischen Archiv und kommunalen Dienststellen - Ein Diskussionsbeitrag, in: Archivpflege in Westfalen und

- *différance*; herrscht keine absolute, vielmehr relative Differenz zwischen Speichern und Übertragen; schon Akt der Übertragung impliziert eine Verzögerung, die im Ansatz auch als Speicher genutzt wird (sog. *Verzögerungsspeicher*, etwa den Glasblock<sup>57</sup>). So daß auch bei einem Fernsehbild ununterscheidbar ist, ob es sich um ein *live* gesendetes, oder bereits (speicher-)zeitverzögertes Bild handelt; an der Nahtstelle von (Fast-)Echtzeit und verzögerter Zeit ein Flimmern zwischen Speicher und Gegenwart; fliegt, in Überschallgeschwindigkeit, ein Concorde-Flugzeit mit dem totalen Mondschaten und zögert dessen Zeit/Wahrnehmung, im Vergleich zum festen Erdbeobachtungsstandpunkt, um Längen hinaus

- Bildspeicher / Speicherbilder; Abbildung der zu verarbeitenden Daten in einem Speicher begründet (*arché*) im Umkehrschluß Schritt zum „Bild“ am Computerterminal

- schon der Moment des Anhaltens ansatzweise ein Akt der Speicherung; jede strukturierte Form der Sistierung; wird digitales Fernsehbild durch Zwischenspeicherung aufrechterhalten (*refresh*-Zyklus)

- Speicher gemeinhin als etwas unverändert Statisches verstanden, in dem die Programmzeilen abgelegt sind; laufendes Programm eine Art „Verflüssigung“ gespeicherten Materials

### **„Computer memory“**

- hat Niklas Luhmann das Gedächtnis nicht emphatisch als Speicher, sondern mithin kybernetisch als laufendes Diskriminieren zwischen Vergessen und Erinnern definiert

- Kultur "ihrem eigentlichen Wesen nach gegen das Vergessen gerichtet. Sie überwindet es, indem sie das Vergessen in einen Mechanismus des Gedächtnisses verwandelt" = Jurij M. Lotman / B. A. Uspenskij "Zum semiotischen Mechanismus der Kultur", in: *Semiotica Sovietica* 2, ed. K. Eimermacher, Aachen 1986, 853-880: 859

- vom Archiv (Speichern alphabetischer Symbole) zum Signal (Übertragen). "So einschneidend haben die Techniken der Informationsübertragung die Techniken der Speicherung verändert" = Kittler 1998: 505

### **Gedächtnis - ein Konstrukt**

---

Lippe 32 (1990), 20-27 (21), unter Bezug auf: Rudolf Schatz, Niemandsland zwischen Behörden und Archiven (England - Frankreich - Deutschland), in: *Archivalische Zeitschrift* 64 (1968), 27-40 (32)

<sup>57</sup> H. Völz, Allgemeine Systematik und Grenzen der Speicherung, in: *die Technik*, 34. Jg., Heft 12, Dezember 1979, 658-665 (663)

- als triviale Maschine (ein zuverlässiges Verhältnis von In- und Output) ist der Speicher nicht mehr anthropologisch faßbar, sondern als Automat (in diskreten Zuständen rechnend): "At issue is an important property of the functioning of our nervous system. We call it „memory“ <in Anführungszeichen; vgl. Ridenour>. In looking for mechanisms that can be made responsible for this property, I strongly suggested that we not look upon this system as if it were a recording device. Instead, I have proposed looking at this system as if it were a computer whose internal organization changes as a result of its interaction with an environment that possesses some order."<sup>58</sup>

- Bibliothek nach dem Prinzip des Luhmann'schen Zettelkasten als Generator von unerwartetem Wissen, also Information definiert; mithin der Raum des Katechontischen eröffnet

- Archiv als „potentielles Reservoir für das Neue“ = Boris Groys / Wolfgang Müller-Funk, Über das Archiv der Werte. Kulturökonomische Spekulationen. Ein Streitgespräch, in: Wolfgang Müller-Funk (Hg.), Die berechnende Vernunft, Wien 1993, 170-194 (175)

- dynamischer Speicher: "Zur Zeit ist das beste Mittel der Bewahrung, alle Arbeiten, die ich entwickelt habe, weiter aufzuführen. So entsteht eine Art Repertoire. Die Arbeiten selbst stellen damit eine lebendige and zugängliche Form der Archivierung dar" = Xavier Le Roy, in: Tanzplan Deutschland 2008: 41

- haben stete *online*-Verfügbarkeit und fortwährende Datendisponibilität ein System der zyklischen Wiederverwertung geschaffen, das auf ständiger Wiederholung und Neuschöpfung des Alten basiert" = *abstract Festival Re-\*. Recycling\_Sampling\_Jamming. Künstlerische Strategien der Gegenwart* (Berlin, Akademie der Künste, 26-28 February 2009) [www.recycling-sampling-jamming.de](http://www.recycling-sampling-jamming.de)

VERZÖGERUNGSSPEICHER: KLEINSTE DIFFERENZEN ZUR ECHTZEIT

### **Speicherkapazitäten als Funktion von Zugriffszeiten**

- wird der Speicher mit kleinsten Differenzen (*différance*) zur Echtzeit zeitkritisch: "Die Zugriffszeit ist die Verzögerungszeit, die zwischen dem Anlegen der Adresse und dem gesicherten Bereitstellen der Daten am Ausgang vergeht" <Thile 1987: 57>. Die Zykluszeit umfaßt Zugriffszeit plus Gültigkeit: die Zeit, die für eine Lese- oder Schreiboperation mindestens erforderlich

- elektronische Zugriffszeiten dabei extrem minimiert; wird eine Forderung des prinzipiellen Erfinders des Computers selbst, Alan Turing, wahr: „Man

---

<sup>58</sup> Heinz von Foerster, Memory without Record, in: Daniel B. Kimble (Hg.), Learning, Remembering, Forgetting, Bd. 1: The Anatomy of Memory, Palo Alto, Cal. (Science and Behavior Books) 1965, 388-433 (410)

braucht irgendeine Form von Speicher, bei der jeder gewünschte Eintrag kurzfristig erreichbar ist. <...> Die in den Büchern enthaltene Information wäre wegen der Zeit, die die mechanische Bewegung belegt, nach wie vor ziemlich unzugänglich"; Alan M. Turing, The State of the Art (1947), in: ders., Intelligence Service. Schriften, hg. v. Friedrich A. Kittler / Bernhard Dotzler, Berlin (Brinkmann & Bose) 1987, 186 f.; Lagersystem Benetton>

- Halbleiterspeicher i. U. zu Plattenspeichern / Drehspeichern; letztere halten sich in ihrer Effektivität ersteren gegenüber nach wie vor - der dynamisierte Speicher. Die mangelnde Kommunikation zwischen Chemikern, Physikern und Ingenieuren führte nach Erfindung des Tonbands durch BASF 1932 dazu, daß die kurz darauf sich stellende Chance, für digitale Rechner das Band als Speicher zu nutzen, ungenutzt blieb. Plattenspeicher, für die sich auch die Schallplatte angeboten hätte, wurden bei IBM an der Ostküste der USA lange ignoriert.

- digitale Schieberegister aus Flipflops; Halbleiterspeicher als Matrix- und Umlaufspeicher: "*Umlaufspeicher* sind parallel angeordnete Schieberegister, in denen die gespeicherte Information umläuft. <...> In einem *Matrixspeicher* sind die Speicherinhalte dagegen durch Aufruf je einer Zeile und einer Spalte zugänglich" = Werner Richter, Grundlagen der elektrischen Meßtechnik, 2. bearbeit. Aufl. Berlin (VEB Verlag Technik) 1988, 169

- unterscheiden sich Militärisches *versus* ziviles Computergedächtnis in der *zeitkritischen* Beziehung: "Military applications <...> require memories whose attributes would be unacceptable elsewhere. Thus a system that is intrinsically slow is nevertheless often suitable because it dissipates less power or is more reliable than more conventional systems. <...> a militarized core memory typically has an access time about one-quarter the full cycle time, instead of about one-half, as is the case in commercial versions; this is so because, to keep its semiconductor circuits as reliable as possible, it works with low voltages whose waveforms have long risetimes, thus slowing them considerably. [The ferroelectric memory <...> is another such intrinsically slow device.]" = Reichard 1971: 262

### **Zwischenspeicher, Register: Der Speicher als *Dazwischen***

- Versprechen digitaler Medien, Daten zu speichern (im Sinne von "cloud" / *storage* als Lagerung) und dennoch stets ohne Verzögerung, einem elektrischen "Geistesblitz" gleich (Johannes Maibaum) Zugriff zu gewähren (im Sinne des menschlichen Gedächtnisses). "[T]hese dreams create, rather than solve, archival nightmares" = Wendy Hui Kyong Chun. „The Enduring Ephemeral, or The Future Is a Memory“. In: Media Archaeology.

Approaches, Applications, and Implications. Hrsg. von Erkki Huhtamo und Jussi Parikka. Berkeley, CA u. a. (University of California Press) 2011, 184-203 (185)

- "In communication, delay is a most unwelcome phenomenon," aber dynamisch und zeitkritisch interpretiert, „it is volatile, short-term storage" = David Link. „There Must Be an Angel. On the Beginnings of the Arithmetics of Rays“. In: Variantology 2. On Deep Time Relations of Arts, Sciences and Technologies. Hrsg. von Siegfried Zielinski und David Link. Aus

dem Deutschen übers. von Gloria Custance. Köln: König, 2006, 15-42 (30)

- stehen im Zentrum der Central Processing Units von Computern neben dem eigentlichen logischen und numerischen Rechenwerk sogenannte "Register" - ein aus der Verwaltungs- und Archivpraxis übernommener Begriff für die Ablage von Zwischendaten in Rechnungen. Hier lohnt das genaue Hinsehen: Register sind archivkundlich Teil der operativen Verwaltung und deren unmittelbares Arbeitsgedächtnis als sogenannte "Alt-Registratur"; erst nach ihrer Aussonderung werden sie Bestandteil des eigentlichen Archivs. Auch für Computer gilt, daß der Arbeitsspeicher die Auslagerung von Daten aus dem operativen Register meint, nicht schon die Zwischenablage von Daten auf Registerebene. Register dienen hier im Allgemeinen der momentanen Zwischenspeicherung und bilden damit einen Teil des Gegenwartsfensters, nicht eines Speichers im emphatischen Sinne - auch wenn inzwischen der Inhalt von CPU-Registern langfristig erhalten bleiben kann, ohne aufgefrischt zu werden.

- seductive comparison with what happens within the computer imposes itself: In the Central Processing Unit, a "register" serves to store data for intermediary calculations - not to be called an emphatic "memory" at all. Directly associated with the CPU is the working memory which stores a) actual programs and b) the data to be processed, divided into ROM and RAM

- zählt für die systemtheoretische Definition der sogenannten Massenmedien der Zwischenspeicher, denn deren System ist als Gedächtnis nach dem Vorbild von Freuds "Wunderblock" organisiert. Es lagert ständig neue Informationen ein bzw. aktualisiert oder löscht alte "Einträge" (Luhmann ist hier in der Tat noch am Schriftbegriff der antiken Wachstafel orientiert). Luhmann benennt den beständigen Vorgang von Vergessen und Erinnern in diesem Zusammenhang "Reimpregnieren". Ein solches Systemgedächtnis (in seiner auch temporalen Autopoiesis) ist Überschreibung, kein statischer Wissensspeicher (wie Archiv und Bibliothek)" = Niklas Luhmann, Die Realität der Massenmedien, 2. erw. Aufl. Opladen (Westdeutscher Verlag) 1996, bes. 76

- technomathematische Analyse biologischer und physikalischer Bewegungsvorgänge bedarf komplexer Differentialrechnung und damit auch komplexer Speicher: "In the solution of partial differential equations the storage requirements are likely to be quite extensive. <...> one must remember not only the initial and boundary conditions and any arbitrary functions that enter the problem but also an extensive number of intermediate results" = Arthur W. Burks / Herman H. Goldstine / John von Neumann, Preliminary Discussion of the Logical Design of an Electronic Computing Instrument [Princeton Juni 1946], Wiederabdruck in: John von

Neumann, CollectedWorks, Bd. 5, Oxford (Pergamon Press) 1961, 34-79, hier: § 2.2 ("First Remarks on the Memory")

- „Ein Programm nützt nicht viel, wenn es die errechneten Daten nicht speichern kann“ <ebd., 9>. Tatsächlich aber ist nicht der (gedächtnis-)emphatische, sondern der Zwischenspeicher gemeint: „Während der Laufzeit des Programms wird eine Datensammlung angelegt, die man als `Dokument´ bezeichnet“ <ebd., 17>

- tut sich im Moment der kleinsten Verzögerung Differenz zur Aktualität auf, oder wie weit reicht die Toleranz des Gegenwartsfensters als  $\Delta-t$ ; entspricht  $\Delta-t$  den Zeitwesen der akustischen Schwingung: erst in der periodischen Wiederholung als Tondauer empfindbar

- Funktion der Speicherung dem Computer (dem *computing*) vorgängig, damit Rechnen, d. h. die Zwischenablage von arithmetischen Kalkülen, überhaupt möglich ist (schon der digitale 0/1-Zustand als solcher): „*Relaisspeicher*. Speicher der Vorgeschichte der Rechentechnik <archäologisches Stadium>, deren Speicherzellen Relais waren“ <Völz 1987: 50>.

- geht es im / dem Speicher nicht um Erinnerung (geschichtsemphatisch), sondern um jeweils radikal gegenwärtige Zustände: "Da jede mögliche Speichertheorie stark gebunden bleibt an die jeweilige Materialität des Speichers selbst, ist eine allgemeine mathematische Theorie der Speicher undenkbar. Der Rest ist Informatikerwissen über digitale Speicherelemente, wie sie in Computern vorkommen. In Abhängigkeit von einem äußeren Signal <Impuls vielmehr> können sie einen von zwei erlaubten Zuständen annehmen und <...> so lange in ihm verweilen, bis er durch ein anderes Signal geändert wird."<sup>59</sup>

- gilt Speicher als Metapher, "wenn unter Speicher Strukturen verstanden werden, die mehr oder weniger gut reversibel mindestens zwei Zustände einnehmen können. Dies tun aber auch alle digitalen Schaltungen, die jedoch nur teilweise als Speicher zu bezeichnen sind. Dagegen existieren mit den ROM-Strukturen, ja selbst beim Buchdruck und bei der Schallplatte eindeutig Speicher, die nicht (mehr) zwei Zustände einnehmen können. Die Frage, ob ein Gebilde Speicher ist oder sein kann, wird also mehr aus pragmatischen Gesichtspunkten als aus theoretisch abstrakten Überlegungen abgeleitet" = Völz 1987: 56 f., Eintrag "Speichersystematik"

- "*Puffer*. In der Regel ein Zwischenspeicher für Daten, oft auch synonym mit Register verwendet. Er besteht aus mehreren Speicherzellen bzw. Flipflop oder Lacht, die zwischenzeitlich die Daten auffangen, um sie dann auf längere Zeit oder zu einem bestimmten Zeitpunkt wieder zur Verfügung zu stellen" = Völz 1987: 46

---

<sup>59</sup> Albert Kümmel, Mathematische Medientheorie, in: Daniele Klock / Angela Spahr (Hg.), Medientheorien: eine Einführung, München (Fink) 1997, 205-236 (205)

## **Momente der Zwischenspeicherung: *Cache* et al.**

Tape Processing Machine 1950/51 (IBM TPM, 1 KiloByte pro Zoll = 2,4 MegaByte pro Spule)

Magnettrommelspeicher 1955 / Magnetplatte (IBM 1955 für IBM 2305, 5 MetaByte)

Transistor ab 1947 Bell Labs führen zu Transistorspeicher

IBM entwickelt Dünnspeicherspeicher (schon Übergang zum Speicher-IC, integrierte Schaltung seit Intel-Chip Dreitausendxxx)

Halbleiterspeicher: Flash-RAMs (EEPROM) seit 1984 (Toshiba)

- fordert von Neumann, "that the individual storage organs, which accomodate only one binary digit each, should not be macroscopic components, but rather microscop!>tic elements <...>. They would then <...> not be identified and switched to by usual macroscopic wire connections, but by some functional procedure in manipulating that organ"  
= Arthur Burke, Hermann Goldstine, John v. Neumann, Preliminary Discussion of the Local 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

- gilt für *minimale Speicher*:

Der Speicherzustand ist irgendwie einmal in den Speicher hineingebracht worden, und aus ihm wird mit Hilfe der Wiedergabeauslösung <...> das Wiedergabesignal erzeugt. Hier existieren also nur drei Hauptteile:

- ein innerer, fest gegebener, d. h. nicht mehr veränderbarer, Speicherzustand

- eine Steuerung zum Wiedergabevorgang

- Ausgänge für das wiederzugebende Signal.

Strenggenommen besteht also zwischen allgemeinem und minimalem Speicher nur der Unterschied, daß beim allgemeinen Speicher ständig der Speicherzustand verändert werden kann, während beim minimalen Speicher dies nur einmal, z. B. bei seiner Herstellung (z. B. Maskenprogrammierung oder Buchdruck), erfolgt" = H. Völz, Allgemeine Systematik und Grenzen der Speicherung, in: die Technik, 34. Jg., Heft 12, Dezember 1979, 658-665 (660)

- ein Zustand schon ein Speicher oder nur metaphorisch *memory*?

- Hardware als Programmstruktur; Sachinformation (also Daten) und Programminformation (also Regeln für die Informationsverarbeitung).

"Insbesondere die Programminformation kann von Programmen (*software*) oder mittels gespeicherter Strukturen (*hardware*) realisiert werden. Die fragwürdige Grenze - welche Struktur noch Information ist - wird dann deutlich, wenn er eine ganz einfache Werkzeugmaschine betrachtet und

fragt, ob die mittels ihrer Struktur realisierbaren Fertigungen nicht auch bereits auf eine Programminformation der Werkzeugmaschine selbst zurückgehen <ein Algorithmus aber, der nur einmal läuft, ist keiner>. Die Struktur der Werkzeugmaschine wäre dann ein Speicherzustand, der ihr mit der Entwicklung und Fertigung eingeprägt (aufgezeichnet) wurde" - im Falle von Mikrochipverdrahtung: *embedded* -, "und bei der Anwendung der Maschine erfolgt ein Wiedergabevorgang" = H. Völz, Aussagen zum minimalen Informationsspeicher, in: Journal für Signalaufzeichnungsmaterialien 4 (1976), 227-236 (231)

- kleinster dynamischer Speicher-Zustand; speichert Flipflop 1 bit, "nämlich einen O/L-Sprung oder einen L/O-Signalübergang" = Gerhart Enders, Anwendungsmöglichkeiten kybernetischer Denkweisen, Methoden und Erkenntnisse in Archivwissenschaft und Archivarbeit, in: Archivmitteilungen 3/1968, 105-113 (111)

- Beobachter / Gedächtnis / Maschinen / Markov-Ketten: "It will suffice <...> to consider the observers to possess memories (i. e., parts of a relatively permanent nature whose states are in correspondence with past experience of the observers). <...> As models for observers we can <...> consider automatically functioning machines, possessing sensory apparatus and coupled to recording devices capable of registering past sensory data and machine configurations. We can further suppose that the machine is so constructed that its present actions shall be determined not only by its present sensory data, but by the contents of its memory as well. <...> If we consider that current sensory data, as well as machine configuration, is immediately recorded in the memory, then the actions of the machine at a given instant can be regarded as a function of the memory contents only, and all relevant experience of the machine is contained in the memory. <...> The symbols *A, B, ..., C*, which we assume to be ordered time-wise, therefore stand for memory configurations which are in correspondence with the past experience of the observer. These configurations can be regarded as punches in a paper tape, impressions on a magnetic reel, configurations of a relay switching circuit, or even configurations of brain cells" = Hugh Everett (III), „Relative State“ Formulation of Quantum Mechanics, in: Review of Modern Physics, Vol. 29, No. 3 (July 1957), 454- (457); Turing-Maschine

- merkt sich Zwischenspeicher / *cache* assoziativer Speicher, welche Daten häufig aus dem Speicher geholt werden; "Bereich des Arbeitsspeichers eines Computers, welcher ausschließlich als Zwischenspeicher für Daten verwendet wird. Auf diese Weise werden zunächst größere Datenmengen vom langsamen Massenspeicher eingelesen und bei Bedarf an das Anwendungsprogramm mit der wesentlich höheren Geschwindigkeit des Arbeitsspeichers weitergegeben = Michaela Gauerhofer u. a., Das digitale Bildarchiv, Wien 1996, Glossar; Speicher fortan eine Ausstülpung der Gegenwart; H. Völz spricht von „minimalen Informationsspeichern" = H. Völz, Aussagen zum minimalen Informationsspeicher, in: Journal für Signalaufzeichnungsmaterialien 4 (1976), 227-236

- Kurzzeitspeicher: "Für die Verarbeitung analoger Meßwerte mit digitalen Einrichtungen <...> erfolgt vor der Analog-Digital-Umsetzung eine *Quantisierung im Zeitbereich*, bei der das analoge Meßsignal abgetastet wird, wobei auch nach dem Abtastvorgang (wenn auch nur kurzzeitig) Kenntnis über den Analogwert erforderlich ist, *d. h. der Analogwert ist eine gewisse Zeit zu speichern* (s. Bild 3.11 [Analogspeicherschaltung])" = Werner Richter, Grundlagen der elektrischen Meßtechnik, 2. bearbeit. Aufl. Berlin (VEB Verlag Technik) 1988, 164

- sollen Bauelemente eines Quantencomputers „in einer quantenmechanischen Überlagerung von zwei Zuständen vorliegen und auf diese Weise ein Quantenbit speichern können“ – geschützt vor Störung durch Licht, Wärme, Teilchenstrahlung. „Am Ende seiner Berechnungen muß der Quantencomputer die Ergebnisse in lesbarer Form als klassische Bits ausgeben.“<sup>60</sup>

- erhalten alle Verzögerungselemente, etwa Kondensatoren, bereits proto-archivische, nämlich aufschiebende Funktion - kondensierte Zeit. Von "Archiv" die Rede, wenn dieser Datenraum strukturiert ist, mithin (technisch) kodiert; amorphe Verzögerungsmasse nicht Archiv, sondern Strömung, asignifikant

- ohne Speicher nicht die einfachste Verarbeitung von Information möglich: "Man denke nur an die einfachen Rechenregeln der Grundrechnungsarten, die ein Einspeichern von Zwischenergebnissen entweder im Gedächtnis oder durch Festhalten auf Papier erfordern" = Richter 1988: 169

- müssen CPU und Arbeitsspeicher ständig unter Strom stehen, d. h. neu beschrieben werden; fragiles Fließgleichgewicht, kein eigentlicher Speicherzustand, im Unterschied zum permanenten, elektromagnetischen Speicher

- vor-digitale Zwischenspeicher / *katechon*: "Zwischen Ereignis und Text steht <...> im Fall vorphotographischer Drucktechniken unverzichtbar das Gedächtnis, das ja nichts Vergangenes - als Vergangenes - speichert, sondern mit zeitlichem Aufschub repetierbar macht = Gerhard Plumpe, Gedächtnis und Erzählung. Zur Ästhetisierung des Erinnerns im Zeitalter der Information, in: ??? 1999, 1, unter Bezug auf: Niklas Luhmann, Die Kunst der Gesellschaft, Frankfurt/M. (Suhrkamp) 1995, 170 f.

- kann nicht das gesamte Programmvermögen einer Mediathek auf Platte für Echtzeitzugriff zur Verfügung stehen; Speicherung auf Bandspeichern *apart*. Zeitverzögerung im Archivzugriff

- Dionys von Mihály, Vergleich von Phototelegraph und Fernseh-Apparat, Differenz von Festwertzwischenspeicherung (der archivische Moment, räumlich) und Verzögerungsspeicher (das dynamische, ephemäre Archiv); Inkubationsphase von elektrischer Television: "Bei der Reproduktion <sc.

---

<sup>60</sup> Rainer Scharf, Ein Baustein für den Quantencomputer, in: Frankfurter Allgemeine Zeitung v. 19. Mai 1999, N1

des Bildes> aber, welche mit der Aufnahme zu gleicher Zeit - wenigstens unserem Bewußtsein nach <...> - hergestellt werden muß, steht uns <...> zur Fixierung der Bildelemente kein lichtempfindlicher Film mehr zur Verfügung, welcher die der Reihe nach angelandenden Elemente sammeln würde, wir müssen daher <...> sämtliche, den einzelnen Bildelementen entsprechenden Lichtpunkte auf einmal sehen, damit unser Auge den Eindruck eines Bildes empfängt, d. h. wir müssen <...> die Bildelemente *in solcher Geschwindigkeit nacheinanderübertragen*, daß unser Auge dieselben als zu gleicher Zeit entstanden empfindet."<sup>61</sup>

- manuelle Rechenmaschine *Curta* "does not store data, it computes *on* data that are, in this example, the factors of a product. If, in this case, one wishes to speak at all of „storage“, then it is only with regard to the intrinsic mechanical structure of this device that „embodies“ <...> the principles of numerical computation" = Heinz von Foerster, *Technology: What will it mean to librarians?*, in: ders., *Observing Systems*, 2. Aufl. Seaside, Cal. (Intersystems Publications) 1981, 212-230 (217)

- erfolgt beim Speichern eines Zeitablaufes eine Transformation in eine zeitunabhängige Größe (Weg, Fläche, Volumen). "Dies bewirkt eine Geschwindigkeit. Dieser erste Grenzfall bei der Schallplatten- und Magnetbandspeicherung am deutlichsten ausgeprägt. Das Speichern von Momentausschnitten ist am deutlichsten bei der Einzelbildfotografie vorhanden. Einen Übergang zwischen den beiden Grenzfällen stellt die Kinematografie dar. Hier werden die Momentausschnitte zeitlich so dicht gelegt, daß sie subjektiv bei der Wiedergabe verschmelzen. <...> beim Fernsehen <...> werden in der Aufnahmeröhre die Einzelbildpunkte als Integration über den Zeitraum zwischen den Abtastungen durchgeführt und so als Mittelwerte einzeln, nacheinander oder aber periodisch gespeichert bzw. übertragen."<sup>62</sup>

## **Die Datenpufferung**

- „Der Puffer ist ein zeitweiliger Speicherbereich, in dem die Ereignisse bis zur Verarbeitung aufbewahrt werden" = Scott 1994: 6; *katechon*

- gehört zum Wesen algorithmischer Rechenwelten ganz wesentlich schon das (Zwischen-)Gedächtnis, das Register auf der internen CPU - die Pufferung; schreiben / löschen / überschreiben (TM)

- ein Puffer in der CPU des Computers "in der Regel ein Zwischenspeicher für Daten, oft auch synonym mit Register verwendet. Er besteht aus mehreren Speicherzellen bzw. Flipflop <...>, die zwischenzeitlich die Daten

---

<sup>61</sup> Dionys von Mihály, *Das elektrische Fernsehen und das Telehor*, mit e. Vorwort v. Eugen Nesper, Berlin (Krayn) 1923, 16

<sup>62</sup> H. Völz, *Allgemeine Systematik und Grenzen der Speicherung*, in: *die Technik*, 34. Jg., Heft 12, Dezember 1979, 658-665 (658)

auffangen, um sie dann auf längere Zeit oder zu einem bestimmten Zeitpunkt wieder zur Verfügung zu stellen."<sup>63</sup>

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

## **Das Random Access Memory**

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

- "Memory definiert als "the electronic holding place for instructions and data that your computer's microprocessor can reach quickly. When your computer is in normal operation, its memory usually contains the main parts of the operating system and some or all of the application programs and related data that are being used. Memory is often used as a shorter synonym for random access memory (RAM)" = Margret Rouse (2008), Eintrag Memory;  
<http://searchmobilecomputing.techtarget.com/definition/memory>; Zugriff 3. Mai 2014

## **Magnettrommel- und -kernspeicher**

- umfaßt die Gruppe der magnetischen Verfahren "sowohl statische wie dynamische Speicher, dadurch erkennbar, ob der Magnetträger für Aufsprechen und Abfragen bewegt werden muß oder nicht. <...> indem z. B. für eine Ferritspeichermatrix eine Zugriffszeit von 1-10 <my>sec sich ergibt, für den Magnettrommelspeicher 2-200 msec und den Magnetbandspeicher 1-10 sec." = Fritz Winckel (Hg.), Technik der Magnetspeicher, 2. Neubearb. Aufl. Berlin / Heidelberg / New York (Springer) 1977, Vorwort zur 1. Aufl. 1960, ix

- entwickelt N. J. Lehmann am Institut für Maschinelles Rechnen der TU Dresden (unabhängig vom anglophonen Bereich) den Magnettrommelspeicher für seinen Rechner D1 - fabriziert zunächst naheliegenderweise aus einem altem Magnetophon. Bis 1964 wird dieses Modell bis zum D4a weiterentwickelt, einem programmierbaren Kleinstrechner auf Transistorbasis und Eingabe auf Lochband.

- "In dem Teil des Speichers, bei dem die Arbeitsgeschwindigkeit geringere Bedeutung hat als die Kompaktheit und Stabilität, verwendet man vielfach *Magnettrommeln* und *Bänder*, die gewöhnlichen Tonbändern ähnlich sind.

---

<sup>63</sup> Horst Völz, Kleines Lexikon der Speichertechnik, 2., stark bearbeitete Aufl. Berlin (Verlag Technik) 1990, 48, Eintrag "Puffer"

Der Unterschied besteht nur in der Formgebung. <...> Jede Spur besitzt einen eigenen Wiedergabe- und Aufnahmekopf" = Teplow 1966: 297

- eignet sich Lochkartenspeicherung (extern und nur einmal beschreibbar) wiederum "nur zur Aufnahme fester Werte, z. B. der Speicherung der Werte der wichtigsten transzendenten Funktionen (sin, tan, log, ...), d. h. als eine Art Logarithmentafel und zur Aufnahme bestimmter Teile des Programms, die im / Laufe des Rechenprozesses nicht (durch Rechnen mit Befehlen) verändert werden. Zu deren Minimierung dienen photographische Speicher" = Teplow 1966: 297 f.

- entwickelt Booth die *magnetostrictive delay line*, elektromagnetisch

- magnetomotorische Speicher buchstäblich "entwickelt" von Billing, der Magnetstreifen eines Tonbands um eine Trommel wickelt

- entwickelt Nikolaus Lehmann (TU Dresden) nach Zweitem Weltkrieg Magnettrommelspeicher "aus Protest" (so die Informationstafel im Konrad-Zuse-Computermuseum in Hoyerswerda) gegen das Röhrenmonster ENIAC

- werden Daten auf Magnetband "aufgesprochen" und "abgehört"; sind hörbar; Cassette davon in Zuseum e. V., Bautzen

- hält Magnettrommel das Gedächtnis der Daten in *Latenz*: "Die gespeicherten Impulse bleiben auch nach Ausschalten der Stromquelle bestehen. Die Löschung der auf der Trommeloberfläche gespeicherten Impulse geschieht durch erneutes Beschreiben" = Hauptstaatsarchiv Düsseldorf, Nachlaß Maaß, Bestand RW 240, Nr. 304 <Ts>, Programmgesteuerte elektronische Rechenanlagen. Bericht und Gedanken zum Einführungslehrgang im September 1960 von Erich Bronsch, Steuerinspektor z.A. beim Finanzamt Bonn-Land, <o. D.>, Typoskript, 18; ungleich dem mittelalterlichen Palimpsest bleibt dann keine Spur zurück

- gleichzeitig mit Magnettrommelspeicher auch Magnetscheibenspeicher und -platten entwickelt; erst eine Scheibe, dann bis zu 50 (IBM), mit verschiebbaren Einzelköpfen, mit vielen auf einem Kamm oder gar mit einem für jede Spur (Burroughs)

- Prinzip 1932 von Tauschek (Wien); zur breiten Anwendung 1956 in IBM 350 RAMAC (50 Platten-Turm); später sinkt Zugriffszeit von 600 auf 60 ms

- später auswechselbare Plattenstapel (Prinzip Schallplattenwechsler "Juke box"): große Kapazität, aber hohe Zugriffszeit; später wieder zum wahlfreien Zugriff auf Compact Disc CD Bildplatten eingesetzt; später in staubfreien Kapseln

- Magnetkernspeicher: kurze Zugriffszeit (keine Rotation); "an improvement on the Williams tube and not only in terms of reliability. It is unusual in that the memory is non-volatile - you can remove the power from a core store and the data will remain intact. Until, that is, you read the data. Reading data from a core memory is destructive; a read resets

the store to zero. So with a core memory the critical time is not just the time taken to read the memory, but the time to read the data, and then restore it, so that it can be read again" = David Morton, Memory lanes, in: Personal Computer World 15/2, Februar 1992, 310-314 (312 f.)

- Tiefraumvideospicher R3m für Zwischenspeicherung der digitalen Videodaten in Raumsonde Phobos (Interkosmos), die im Planetenschatten nicht unverzüglich zur Erde gesandt werden konnten. Also Aufnahme, Zwischenspeicherung, Übertragung; digitale "Dichtspeicherung"; Diss-B Hans-Günter Weide, abgelegt unter: <http://aes.cs.tu-berlin.de/voelz/>

## **Ferritkernspeicher**

- Magnetic core memories. what they are and how they function, London (Mullard Educational Service) o. J. (<http://www.vt100.net/docs/misc/core>; Abruf 28. Mai 2014)

- Mondlandungsprogramm (Apollo 11) auf Magnetkernspeicher-Basis

- nahezu rechteckige Hystereseschleife von Ferritkernen; in Verschaltung zu Matrix: phadabhängig (elektrophysikalische Markov-Ketten)

- Forresters Magnetkernspeicher (Matrix) mit Schrei- und Leseleitungen

- überkommene Magnetkernspeicherelemente wieder ansatzweise in Funktion setzen, d. h. Restmagnetisierung bitweise auslesen, medienarchäologische Forensik (Kirschenbaum); in meisten technischen Sammlungen solch ein Speicher gleich Kunstobjekt ausgestellt, quasi als Skulptur - aber eben nicht als Zeitskulptur, was es wirklich war

- im Magnetkernspeicher pro Bit ein ringförmiger Kern aus magnetischem Material mit möglichst rechteckiger Hystereseschleife (Nachträglichkeit minimieren). Remanenz erfüllt hier die Funktion des Flipflop und stellt im Grunde eine Form von Materialgedächtnis (eine dem Material aufgeprägte Form) dar - insofern wäre auch eine Architektur in ihrer langfristig stabilen Form eine Form des remanentenn Speichern in Stein, aber nicht umpolbar. "Ein durch einen Aufrufdraht in positiver Richtung geschickter Strom kann den Kern z. B. in Richtung des Uhrzeigersinnes magnetisieren. Nach Abschalten des Stromes bleibt ein remanenter Magnetfluß [...] in dieser Richtung erhalten und möge der Information 1 zugeordnet werden" = Heinz Billing, Datenverarbeitungsanlagen, in: Fritz Winckel (Hg.), Technik der Magnetspeicher, 2. Neubearb. Aufl. Berlin / Heidelberg / New York (Springer) 1977, 295-340 (302)

- Materialität des magnetisierten Eisenkernringes noch kein Gedächtnis im emphatischen Sinn, sondern erst die "Zuordnung" dieses materiellen Zustands zu einer Tabelle macht ihn zum (digitalen) Speicher

- entdeckt Oersted 1820 die Ablenkung einer entfernten Magnetnadel durch einen stromdurchflossenen Leiter; dieser Effekt elektromagnetischer

Induktion (von Faraday auf den Begriff, von Maxwell auf Mathematik gebracht) wird a) im elektrischen Telephon zur Stimmübertragung, b) im daran variierten Magnetdrahtgerät (Wire Recorder, Poulsens Telegraphon) zur Speicherung derselben und c) im Ferritkernspeicher zur Datenspeicherung eines *bit* äquivalent zur positiven / negativen Magnetisierung (jeweilige Remanenz des Ferritkerns) eingesetzt - einmal also ganz und gar analog, einmal "digital", was aber nur eine spezielle Applikation des analogen elektrophysikalischen Vorgangs (als Signal, als Träger der Information "0/1") darstellt. Die Nachrichtentheorie unterscheidet analog von digital, *nicht* die Physik des Mediums. Beides ergibt Medienwissen(schaft) / Medientheorie.

- 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.

- geschieht 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 (Jacquard-Webstuhl, der seinerseits das Vorbild für Babbages Analytical Engine wird) / kartesisches Koordinatensystem; jedoch komplexe Hystere

- enthielt Computer Nixdorf 820 einen solcherart gefädelten Speicher; ordnet sich der Magnetdraht des Wire Recorder von der Spule zur Matrix; Festwertspeicher mit 144 Magnetringkernen in 16 Zeilen mit je 18 Ringen angeordnet; ein (im Sinne digitaler Matrixbilder pixelbasierter Bildschirme) - wengleich latentes - Speicherbild vorhanden, quasi bildhafter Speicher, derin symbolischer Adressierung, sequentiell operiert; Friedrich L. Bauer, Informatik, München (Deutsches Museum) 2004, 206

- "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 gelötet. Zum Handwerkszeug des Programmierers gehörten deshalb Schere und LötKolben."<sup>64</sup>

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

---

<sup>64</sup> Friedrich L. Bauer, Informatik, München (Deutsches Museum) 2004, 206; siehe ebd., Bild 8.1.b

- 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; 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 gefädelten Drähten. Das Umklappen der Magnetisierung induziert in jedem durch den Kern führenden Leiter einen als Lesesignal dienenden Impuls" = Bauer 2004: 205

- Intel 1103 frühester Dynamic Random-Access Memory Integrated Circuit; "the chip that killed magnetic-core memory" = <http://en.wikipedia.org>; Eintrag "Intel 1103", unter Bezug auf: Mary Bellis, the Invention of the Intel 1103 = <http://inventors.about.com/library/weekly/aa100898.htm>, ca. 1971

- entwerfen 1969 William Regitz u. a. (bei Honeywell) eine 3-Transistor memory cell

- Begriff des "Dynamic" D-RAM, daß die Speicherzellen fortwährend aufgefrischt werden müssen, sofern sie auf Kondensator-RAM-Technologie beruhen: denn Kondensatoren verlieren ihre Spannung (*leak*) in kurzer Zeit; demgegenüber S-RAM, bestehend aus Flipflops: schnelle Umschaltzeiten, verliert aber Gedächtnis mit Stromabschaltung; beim Einschalten kommt es - sofern nicht sofort grundsätzlich gelöscht wird - zum zufälligen Laden der Speicherzellen, was auf dem Bildschirm chaotische Muster zeitigt; anders S-RAM auf Magnetkernbasis: behält seine binäre Speicherinformation

- "Der Bildspeicher als Strukturspeicher", in: Visualisierungssysteme. Beiträge zur Graphischen Datenverarbeitung 1992, 151-184: Flaschenhals konventioneller Rastersysteme die Beschränkung der Strukturierungsmöglichkeiten von Bildrepräsentationen im Bildspeicher, da bei Verlust von Objektidentifikatoren durch Rendering kein inkrementelles Auffrischen (Update) des im Bildspeicher abgelegten Bildes möglich

## **Minimale Speicher und Register**

- Register zunächst aus bistabilen Kippschaltungen; elektromechanische oder elektronische Einrichtungen einer Rechenmaschine, "die vorübergehend eine Zahl speichern können" = A. Huber, Programmgesteuerte elektronische Rechenmaschinen, in: Funk-Technik Nr. 24/1957, 828-830 (828); Wesen dieses Speichers liegt in der Transition; hoher Aufwand (an Elektronenröhren) führt zur Beschränkung ihres

Einsatzes für lediglich kurzfristige, flüchtige Speicherungen; fungiert diegleiche Anordnung als Register oder Zähler; stehen hier Zeit und Zahl in aristotelischer Gleichursprünglichkeit beieinander

- Variante stellen die Stellenverschiebungsregister dar, mit denen sich nach binärer Logik dividieren oder multiplizieren läßt. Innerhalb dieser Register fungiert ein Verzögerungsspeicher spezifischer Art: Verzögerungsleitungen speichern Impulse so lange, bis der Verschiebeimpuls abgeklungen ist. "Danach können die verzögerten Impulse zur Wirkung kommen" <ebd.>, resultierend in der Verschiebung des Inhalts der einzelnen Stellen um eine Ziffernposition

- im Zentrum der CPUs von Computern neben dem eigentlichen logischen und numerischen Rechenwerk "Register" - ein aus der Verwaltungs- und Archivpraxis übernommener Begriff für die Ablage von Zwischendaten in Rechnungen. Hier lohnt das genaue Hinsehen: Register sind archivkundlich Teil der operativen Verwaltung und deren unmittelbares Arbeitsgedächtnis als sogenannte "Alt-Registratur"; erst nach ihrer Aussonderung werden sie Bestandteil des eigentlichen Archivs. Auch für Computer gilt, daß der Arbeitsspeicher die Auslagerung von Daten aus dem operativen Register meint, nicht schon die Zwischenablage von Daten auf Registerebene. Register dienen hier der momentanen Zwischenspeicherung und bilden damit einen Teil des Gegenwartsfensters, nicht eines Speichers im emphatischen Sinne.

- waren diese kleinsten operativen Gedächtnisse als Extensionen von Gegenwart im Colossus am Werk, bei der automatischen Entzifferung kodierter Signale der Enigma: "The machine added bits together in specialised valves called pentodes. But the real innovation was the memory. In order to calculate deltas", also die symbolverschoebene Faltung von Bitketten auf sich selbst gleich der antiken Doppelschreibtafel *deltion*, zum Zweck der kryptographischen Erkennung wiederholter Zeichenkombinationen, "Colossus had to 'remember' a bit for a split second until its neighbour arrived. For this task, it used a bank of capacitors which hit charged up and discharged as needed"<sup>65</sup>; wird die Macht dieser neuen Zwischenspeicher zeitkritisch in dem Sinne, daß kleinste zeitliche Momente entscheidend sind für das Gelingen der damit verbundenen Datenverarbeitungsprozesse

- rechnet der von der Technischen Hochschule Wien konstruierte *Mailüfterl*, im Sinne einer dynamischen (im Unterschied zur statistischen) Schaltkreistechnik, welche die Trägheit der Transistoren für Zeitverzögerung und Speicherung ausnützte (realisiert 1957); K. Walk, Ein Transistorverfahren zur Regeneration von Nachrichtenimpulsen in digitalen Systemen, in: eR 5 (1963), 155-165; wird eine Zeitschwäche zur Chance des Speichers

---

<sup>65</sup> Barry Fox / Jeremy Webb, Colossal Adventures, in: New Scientist Nr. 1081 vom 10. Mai 1997, 39-43 (41)

## **Statische versus dynamische Speicher**

- Fachbegriff für Arbeitsspeicher "dynamic memory" (etwa im TX-2, an den Ivan Sutherland sein Graphikprogramm Sketchpad entwirft)
- enthält selbst die Eingabe von statischen binären Eingaben (rastende, also den jeweiligen Zustand "speichernde" Tastenschalter, etwa noch am ALTAIR 8800) - im Unterschied zur dynamischen Eingabe von binären Signalen, sogenannten Impulsen (deren logischer Pegel 0 respektive 1 nur solange gehalten wird, wie die Taste gedrückt ist)<sup>66</sup> - noch ein zeitkritisches Momentum, den mikroereignishaften Übergang von einem Zustand in den anderen ("time of non-reality", mit Norbert Wiener formuliert)
- kommt der transiente Charakter dynamischer Speicher auf den Punkt, als 1949 die Kathodenstrahlröhre als ultraschneller Arbeitsspeicher für digitale Computer vorgeteilt wird: "Information may be represented 'dynamically' by pulses, which only exist transiently, or 'statically' by d.c. coupled flip-flop circuits, which retain the information until they are purposely reset to a standard condition." F. C. Williams / T. Kilburn, A Storage system for use with binary-digital computing machines", in: Proceedings of the Institution of Electrical Engineers, Part II 96 (1949), 183-202 (183 f.)
- dramatisch, wie eine quasi gestellhafte Mechanik (Bibliotheksregale, Karteikästen) durch dynamische, selbstbewegte Speicher ersetzt wird, bis daß schließlich mit dem vollelektronischen Flash-Speicher (der Solid State-Speicherung auf Platinen- statt Festplattenbasis als Transistorenmatrix) alle Feinmechanik von Leseköpfen und anderen trägheitsbehafteten Elementen durch rein logische Adressierung einzelner Transistoren (für je ein Bit, jene kleinste Speichereinheit) im Medium der Elektrizität selbst ersetzt wird - ein Paradigmenwechsel von epistemologischer Tragweite
- Während Magnetplattenspeicher Zeit zum Versammeln der verstreuten Daten benötigen, ist der Flash-Speicher direkt adressierbar; symbolische Ordnung (Lacan); hier "alles schon am richtigen Platz vorhanden" (Maïke Hanspach)
- werden in elektrotechnischen Speichern mit wahlfreiem respektive assoziativem Zugriff entweder sehr aufwändige Flipflop-Schaltungen als Speicherzellen benutzt, die ihre jeweilige Information aufrechterhalten, solange Strom fließt (statisches RAM); dynamische RAM dagegen bestehen aus kleinsten Kondensatoren mit nur noch je einem Transistor pro Speicherzelle. Da solche Kondensatoren ihre Ladung rasch verlieren, bedürfen sie der permanenten und ultrakurzfristigen Auffrischung (der Refresh-Zyklus). Auf dieser Speicherebene tut sich also eine Welt im Kleinen auf, die an Dramatik in nichts den emphatischen Erinnerungsprozessen nachsteht.

---

<sup>66</sup> Siehe Bedienungsanleitung zu: Digital-Experimenter, ITT Lehrmittel, Pforzheim (Schaub-Lorenz Vertriebsgesellschaft) 2. Aufl. 1973, o. S.

- Ferritkernspeicher (Whirlwind) erlaubte *adressierbare* Speicherwerte; Information bleibt hier (weil magnetisch) auch nach Stromabschaltung noch erhalten (anders als im Fall dynamischer, damit buchstäblich "flüchtiger" Speicher); dynamische Speicher eine *zeitliche* Kopplung, Form auf Zeit

- haben dynamische und statische Speicher verschiedene Existenzwe(i)sen, denn einmal bestehen sie im Kern aus Zeit, einmal aus Raum (im Sinne Lessings, 1766).

- 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 stabil.<sup>67</sup> Kleinste Fehler der Überlieferung verzeiht das lesende Auge oder das Ohr (selbstkorrigierend), nicht aber der hochpräzise rechnende Computer, dessen Logistik dann zusammenbrechen kann, wie in der Programmierung.

- ist epistemologisch höchst verschieden, was technisch-funktional wenig Unterschied macht

- Bildschirmbilder einmal Kathodenstrahl ("Der Klang der Einzeilen-Abstastung"), einmal Matrix-Bildschirm

- Rückkehr der statischen Speicher mit MRAM (magnetoresistive RAM als Festkernspeicher, nichts dreht sich mehr, Ende der Fest"platten"). 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

## **Akustische Verzögerungsleitung**

- "acoustical delay line"

- Ultraschall-Verzögerungsleitung (Farbfernseher), pro Zeile 64µs

- im PAL-System zum Zweck des Farbeindrucks der gesamte Signalinhalt einer Bildzeile jeweils um die Dauer einer Periode, d. h. um 64 Mikrosekunden, verzögert. Dazu kommt eine Verdinglichung von Zeitkritik, nämlich die Ultraschall-Verzögerungsleitung, zum Einsatz. Während dieses Modul in frühen Computern als Schnellspeicher für Zwischendaten diente, dient es hier der einer Verzögerung; die klare Differenz zwischen Gedächtnis (vergangener Zeit) und Gegenwart verschmiert hier dilatorisch. Genutzt wird die verschiedene Laufzeit ein und dergleichen Welle in verschiedenen Medien: Das elektrische Signal wird durch einen

---

<sup>67</sup> 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

piezoelektrischen Wandler in eine Ultraschallwelle umgewandelt; als solche verläuft sie vergleichsweise langsamer (ca. 3 km/sek.), bevor sie am Ende der Durchlaufstrecke wieder in ein elektrisches Signal rückverwandelt wird. Damit läßt sich die gewünschte Verzögerung erreichen: die Manipulation eines zeitkritischen Ereignisses.<sup>68</sup>

## **Akustische Verzögerungsspeicher**

- zieht Wilhelm Feddersen aus theoretischen und praktischen Beobachtungen von Helmholtz´ und Kirchhoffs den Schluß, "daß unter gewissen Bedingungen die elektrische Bewegung in Form von Wellen stattfindet, deren Verlauf Kirchhoff sich ähnlich vorstellt wie bei den Schallwellen in einem longitudinal schwingenden Stabe. Wie diese an den Enden des Stabes werden jene an den Enden des Leiters reflektiert und durchlaufen die begrenzte Bahn hin und her" - also *diskursive Medien* -, "bis durch die dabei stattfindenden Molekularwirkungen in dem ponderablen Träger, sämtlich Spannkraft, welche die geschiedenen Elektrizitäten besaßen, in Arbeit umgewandelt ist" = [Berend] W.[ilhelm] Feddersen, Entladung der Leidener Flasche, intermittierende, kontinuierliche, oszillatorische Entladung und dabei geltende Gesetze. Abhandlungen, hg. v. Th.[eodor] Des Courdres, Leipzig (Engelmann) 1908, unter Bezug auf Kirchhoff in: Pogg. Ann. d. Phys. u. Chem. 1857, Bd. 100, 209ff sowie Bd. 102, 529ff; auch schwingende Saite Transversalschwingungen

## **Weitere Verzögerungsspeicher**

- Dietrich Rhein, Grundlagen der digitalen Speichertechnik, Leipzig (Akademische Verlagsgesellschaft) 1974; darin 194 f.: Laufzeitspeicher mit zyklischem Zugriff

- magnetorestriktiver Verzögerungsspeicher (akustischer Puls in Nickeldraht); Peter Louis Galison, Image and Logic. A material culture of microphysics, xxx 1997, 508-511

- Form des Umlaufspeichers: An piezoelektrischem Element als Transducer (Wandler) werden Torsionswellen in Nickeldraht erzeugt; Speicher für ca. 2000 Bit. Also keine wirklich akustische (wie bei Mercury Delay Line: Ultraschall), sondern eher "sonische" Schwingungen

- Triodenröhren-Prinzip der Rückführung des Signals von der Anode auf das Gitter (was ein Feedback darstellt); für ultrakurze Zwischenspeicherung einsetzen (gedehnt durch Zwischenschaltung von Kondensatoren / Widerständen), im Sinne des sogenannten "Parametrons" (Röhrenschaltung als Schwingkreis)

---

<sup>68</sup> Otto Limann / Horst Pelka, Fernsehtechnik ohne Ballast. Einführung in die Schaltungstechnik der Schwarzweiß- und Farb-Fernsehempfänger, München (Franzis) 1983, 295f

- gelungen, nicht nur Teleportation verschränkter Teilchen zu leisten, sondern auch die Teleportation der Information der Qualität eines Lichtmoments auf ein Teilchen Materie. Bislang getrennt: etwas optische Leiter (Glasfaser) für die *Übertragung* von Signalen, und Materie (die Atome des Siliziumchips) für die Speicherung dieser Information; kann also durch die nun erfolgte Teleportation Quantencomputing in Gang gesetzt werden. Dazwischen Verzögerungsspeicher (etwa akustische, aber auch optische) - keine Speicherung, sondern Zwischenpuffern als Verschränkung von Übertragungen und Speichern, ein neuer gedächtnistechnischer Zustand

- Maßgabe für diese Speicherhierarchi(v)e ein zeitkritisches Argument, nämlich die Zugriffszeit: jenes Intervall, das vom Aufrufen einer Speicherzelle durch das Steuerwerk bis zur Abgabe des gespeicherten Kodewortes vergeht. "Realisiert man den Speicher nur mit Triggern, so ist die Zugriffszeit gleich Null" = Lew Pawlowitsch Teplow, Grundriß der Kybernetik, Berlin (Volk und Wissen) 1966, 294 - also Flipflops. Die Alternativen (etwa Quecksilberlaufzeitglieder) folgen einem in jedem Sinne rechenökonomischen Kalkül: "Diese Typen gleichen den Nachteil der größeren Zugriffszeit durch den Vorteil aus, daß sie bei geringerem Aufwand an Material und Energie größere Informationsmengen aufnehmen können. <...> Schafft man diese Kodewörter 'rechtzeitig'" - also echtzeitig - "aus einem langsamen Zeil des Speicherns in den schnellsten (den sogenannten Schnellspeicher), dann können Rechenwerk und Steuerwerk ohne Wartezeit aus dem Schnellspeicher, der vielfach mit Triggern realisiert wird, mit den ihnen zukommenden Kodewörtern bedient werden. <...> In vielen modernen Maschnen behielt man Triggeschaltungen nur für die Register des Rechenwerks bei. Neben Triggerketten verwendet man als Schnellspeicherzellen vielfach geschlossene Schaltkreise, die eine Verzögerungstrecke enthalten. Indiesen Kreisen zirkulieren die Impulse dann solange, bis sie gebraucht werden, d.h. das von ihnen realisierte Kodewort abgerufen wird" = ebd.

- fungieren analog zur Mercury Delay Line magnetostriktive Verzögerungstrecken; bestehen aus Metallstäben, um deren Enden Spulen angebracht. "Die elektromagnetischen Schwingungen, die beim Durchgang von Impulsen durch die Eingangsspule entstehen, rufen mechanische Schwingungen des Stabes hervor, die von der Ausgangsspule wieder in elektroamgnetische Schwingungen und Impulse verwandelt werden" = 295 - Variante des Schwingkreises

- "Einen Speicher, der durch Verzögerungstrecken realisiert ist, bezeichnet man als dynamisch, da sich die Kodewörter hier in einer ständigen Bewegung befinden" <296>; etwa auch Bildspeicherröhren; dynamische Speicher damit Gegenstände der Differentialrechnung, und dieses Gedächtnis ein Objekt mathematischer Analysis

- unter Biologen umstritten, ob solche Laufzeitspeicher neuro-logisch im Gehirn vorliegen

## Akustische Laufzeitspeicher

- argumentiert Alan Turing gegenüber den (seinerzeit kostenaufwändigen) Flip-Flop-Speichern auf Röhrenbasis für die Option, "aus der Rechenmaschine heraus in den Speicher zu schreiben, und das sollte möglich sein, ob der Speicher bereits etwas enthält oder nicht, d. g. der Speicher sollte *löschar* sein" <Turing 1987: 188>. Neben der Magnetspule und dem Speicher in Form von Bildpunkten auf dem Schirm einer Kathodenstrahlröhre für die akustischen Verzögerungsleitungen (etwa als Hauptspeicher für den von ihm entwickelten ACE ); verdankt sich Idee für akustische Verzögerungsglieder als Speichereinheiten Eckert von der Philadelphia University (der für die ENIAC hauptverantwortliche Ingenieur). Ein dynamischer Speicher: "Der Gedanke ist der, die Information in Form von Druckwellen, die eine Quecksilbersäule entlang wandern, zu speichern. Flüssigkeiten und Festkörper übertragen Schallwellen von überraschend hoher Frequenz, und es ist völlig machbar, ganze 1000 Impulse in eine einzige 5-Fuß-Röhre (1,52 m) zu stecken; Signale durch einen piezo-elektrischen Kristall in das Quecksilber geleitet und am entgegengesetzten Ende ebenfalls von einem anderen Quarzkristall aufgenommen. Eine Kette von Impulsen oder die Information, die sie darstellen, kann als im Quecksilber gespeichert betrachtet werden, solange sie es durchläuft. Falls die Information nicht ge/braucht wird, wenn die Kette herauskommt, kann sie wieder und wieder in die Säule eingespeist werden, bis zu dem Zeitpunkt, an dem sie gebraucht *wird*; erfordert eine "Rezirkulationsschaltung", um das Signal, wie es das Gefäß verläßt, zu lesen, zu verstärken und wieder einzuspeisen" = Turing 1987: 188 f.

- notwendige Bedingung für die Nutzbarkeit eines solchen Behälters als Speichers , daß Rechner zwischen  $N$  verschiedenen Signalen unterscheiden kann

- "Wir könnten sagen, daß der Taktgeber uns erlaubt, Diskretheit in die Zeit einzuführen, so daß die Zeit zu bestimmten Zwecken als eine Aufeinanderfolge von Augenblicken anstatt als kontinuierlicher Fluß betrachtet werden kann. Eine digitale Maschine muß prinzipiell mit diskreten Objekten operieren, und im Falle von ACE wird dies durch die Verwendung eines Taktgebers ermöglicht" = 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 (192) - wobei die Verwendung des Taktgebers nicht allein auf den Rezirkulationsprozeß im Verzögerungsspeicher begrenzt ist, sondern "in fast jedem Teil gebraucht wird" = ebd.

- Quecksilber-Verzögerungsleitung in UNIVAC I (Eckert/Mauchly, Philadelphia, Pennsylvania, 1956): lange Quecksilberleitungen 18 x 57,7 cm können seriell 60 Worte zu 48 Bits speichern; mittlere Zugriffszeit 222 Mikrosekunden; Impulsverstärker sitzen auf Leitungen

- handelt es sich bei Acoustic Delay Line um dem Übertragungsmedium Quecksilber "aufgewungene" Schwingungen im Sinne Fritz Heiders

(1926); dieses Verfahren der Signal- und Impulspufferung entwickelt zur optischen "Festzielunterdrückung" am Radar-Monitor; das Signal einer Umdrehung ("sweep") als Impuls einem Lautsprecher eingegeben, der es dann als akustisches in einen Quecksilberbehälter eingibt; wird es dort im Zickzack von konkaven Reflektoren reflektiert und am anderen oberen Ende um genau die Zeit einer Sweep-Umdrehung der Radarantenne verzögert von einem Mikrophon empfangen und wieder in ein elektrisches Signal gewandelt (Transducer), das dann auf dem Monitor sichtbar wird; erlaubt dann, alle unbewegten optischen Signale auszulöschen, während nur die bewegten Objekte sichtbar werden / bleiben (Differenzmethode)

- nutzt Nickel-Verzögerungsleitung die Laufzeit des Signals durch den Leiter als Speicher (Verzögerungsleitungsspeicher); eine Leitung kann den Inhalt von 50 Lochkarten speichern. Aufgabe: den Zeitpunkt, zu dem ein Signal erscheinen soll, zu verschieben - also eine Gegenwartsverschiebung, ein Differentialspeicher; als Speicherlement etwa am Eingang als Pufferspeicher im DP 100 (CSSR, Lochkartenrechner) eingesetzt

- Verzögerungsleitung auch im Farbfernsehen: "Für die Farbträgerfrequenz muß <...> der Unterschied in der Phasenlage <...>  $0^\circ$  oder  $180^\circ$  sein", für die beiden Komponenten der zu addierenden Signale. "Das bedeutet, daß die Farbträgerfrequenz während der Laufzeit in der Verzögerungsleitung ein ganzzahliges Vielfaches einer halben Schwingung durchführen muß" = xxx, Sende- und Empfangstechnik beim Pal-Farbfernseh-Verfahren, in: Funkschau 1967, Heft 11, 883

- "Als das verzögernde Medium benutzt man Glas. In einem Glasstab regt man eine Ultraschallschwingung an. Sie pflanzt sich von der Geberseite bis zur Empfangsseite fort. Da die Ausbreitungsgeschwindigkeit (Ultraschall in Glas) etwa bei 2600 m/s liegt <...>. Zur Anregung der Ultraschallschwingung, wie auch zur Rückverwandlung in eine elektrische Schwingung, benutzt man piezoelektrische Wandler" = ebd., 884

- hat Verzögerungsglied Aufgabe, den Zeitpunkt, zu dem ein Signal erscheinen soll, zu verschieben - *différence* im technologisch konkretem Sinn; operativ

- erforderte umgekehrt gerade die blitzhafte Schnelligkeit (eben) von Elektrizität (gegenüber dem Schall - dem Donner) eine künstliche Ausbremsung für die Zwischenspeicherung von Impulsen: etwa der Laufzeitspeicher von Ferranti (ca. 1962). In einer Kassette lagert ein 300mm langer Nickeldraht, der über einen elektroakustischen Wandler zu Längsschwingungen angeregt wird. Eine Serie von Impulsen läuft durch den Draht zu einem weiteren Wandler am Drahtende. Diese nicht-klingende, aber oszillierende Saite erlaubt eine (Zwischen)Speicherkapazität von 128 Bits bei einer Laufzeit von 128 Mikrosek. pro Zyklus

- Installation Yunchul Kim, Ars Electronica 2006, Linz: Hallo, world! = acoustic delay memory; <http://www.khm.de/~tre>; quasi "musikalischer" Speicher, der "loops" schreibt

- wurde dies im akustischen Verzögerungsspeicher früher Computer auf eine unästhetische Weise Praxis - gerade weil unter Ausschluß des Menschenohrs. Ein *re-entry* des Sonischen gelingt durch Sonifizierung, wie in der Installation *Hello, World!* (2004/05) von Yunchul Kim <[www.khm.de/~tre](http://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 erklärt: "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*

- wird eine klassische Archivpraxis dynamisiert: "Das Zwischenarchiv ist in erster Linie eine zentrale Ablage für die obersten Bundesbehörden. Es übernimmt von ihnen diejenigen Akten, die nicht mehr dauernd gebraucht werden", ein Nicht-Ort, *dazwischen* = Franz-Josef Jacobi / Hannes Lambacher, Auf dem Weg zum Zwischenarchiv? Zur Zusammenarbeit zwischen Archiv und kommunalen Dienststellen - Ein Diskussionsbeitrag, in: Archivpflege in Westfalen und Lippe 32 (1990), 20-27 (21), unter Bezug auf: Rudolf Schatz, Niemandsland zwischen Behörden und Archiven (England - Frankreich - Deutschland), in: Archivalische Zeitschrift 64 (1968), 27-40 (32)

- wird selbst Luft zum Speichermedium (weil eben nicht *luftleer*): "A. D. Booth even attempted to construct a delay line memory from air by mounting a loudspeaker on one wall of a room and a microphone on the other wall. <...> but in practice it did not work because the multiple reflections of sound waves from the floor, ceiling, and other walls destroyed the pulse shape to such an extent that it could not be easily detected" = Williams 1997: 309; vom Signal zum Rauschen

## BILDSPEICHERRÖHRE

### **Die Williams-Speicherröhre und ihr neurologisches Korrelat**

- vollzieht Williams Tube im Computer eine operative, unsinnliche "machinic instantiation of video visualized feedback" = Cornelius Borck, Vortrag auf der Konferenz *When Cybernetics meets Aesthetics*, im Rahmen der Ars Electronica Linz, Ludwig Boltzmann-Institut für Medien.Kunst.Forschung, 31. August 2006

- David Link,  
[http://alpha60.de/research/muc/DavidLink\\_RadarAngels\\_EN.htm](http://alpha60.de/research/muc/DavidLink_RadarAngels_EN.htm)

- Peter Berz, "Bitmapped Graphics" = BERZ.doc in Ordner "ZEITKRITPUB", Beitrag zu Volmar (Hg.) 2008, Zeitkritische Medienprozesse

- "Die Selbstbeobachtung lehrt nun, 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')"<sup>69</sup>;  
Bild entspricht (und entspringt gar?) unmittelbar der Williams Tube

### **Physik und Emulation der Bildspeicherröhre**

- wird anhand der Williams-Kilburn-Bildspeicherröhre Physik des Computers faßbar; lassen bloße Emulatoren der "Baby" (so der Name jenes Computers, der in Manchester allein zu dem Zweck gebaut und 1948 in Funktion gesetzt wurde, um nachzuweisen, daß ein elektronischer Binärdatenspeicher für Computer realisierbar ist) nicht jene physikalischen Defekte ins Spiel kommen, die dann sichtbar werden, wenn eine solche Bildröhre für den Einsatz im Computer getestet wird; zeigt sich etwa am Oszilloskop beharrlich ein fehlerhaftes Bit: offenbar Effekt einer fehlerhaften Stelle auf der Phosphorbeschichtung der konkret zu testenden Bildröhre (ein Graphitsplitter vielleicht). Solche Defekte treten in der Simulation nicht auf. Die entsprechende Hardware bewahrt - im Fall der Storage Tube - ein zwiefaches Gedächtnis. Ein solcher Defekt spielt für Bildröhren im TV-Einsatz keine entscheidende Rolle, weil die menschliche Bildwahrnehmung darüber hinwegsieht; für digitale Rechnungen und diskrete Speicher aber ist solch ein Fehler gravierend.

- gemeinsamer Nenner zwischen dem physikalischen "Baby"-Computer und seiner Emulation: der Schaltplan als die funktionale Beschreibung der Maschine. Charles Babbage hatte eine "mechanical description" seiner Analytischen Maschine entwickelt, wie auch Caspar Monge an der École Polytechnique in Paris eine elementare Symbolschrift zur Beschreibung von Maschinen; Franz von Reuleaux' *Kinematik*

- *circuit diagram* erlaubt den Wiederaufbau (die "replica" / Small Scale Experimental Machine) der Manchester-"Baby" am dortigen Museum of Science and Industry aus Anlaß der 50jährigen Wiederkehr des ersten Testlaufs (Juni 1948/1998). Wenn die Maschine aufgrund dieses

---

<sup>69</sup> 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

Schaltplans heute wieder läuft, stehen die damalige Version und die heutige in einem gleichursprünglichen Verhältnis zum Diagramm; das aktuelle *re-enactment* der Maschine kein historisches Zitat, sondern eine medienarchäologische Wiederaufführung nach Gesetzen der technomathematischen Invarianz

- zeichnet es den Computer aus, daß er eine Materialisierung, also eine der möglichen Realisierungen der Mathematik ist, nicht schlicht eine Mathematisierung von Maschinen; diagrammatisches Denken als operativer Kalkül

## **Die Williams Tube**

- Williams Tube in Aktion / als laufenden Bildschirm sehen; Installation David Link, "Love Letters"; Abb. in: Jussi Parikka, What is Media Archaeology?

- Bildspeicherröhre schon im Prinzip des Fernsehens angelegt, "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"<sup>70</sup>; wird im Fall des Ikonoskops (Zworikyn) die Kathodenstrahlröhre selbst mit einem Bildzwischenpeicher versehen, einer Glimmerplatte, an die ein nach außen führender Draht angeschlossen ist. "Die Vorderseite der Glimmerplatte ist mit einem Mosaik von schätzungsweise 3 Millionen kleinster Photozellen besetzt. Die einzelnen Photozellen bestehen aus winzigen Silberteilen, die mit Zäsium lichtempfindlich gemacht worden sind. Das zu übertragende Bild wird durch die Linse <...> auf dieses Mosaik geworfen, wobei die einzelnen lichtempfindlichen Elemente um so mehr Elektronen aussenden, je stärker das darauffallende Licht ist. Durch die Abwanderung der netativen Elektronen laden sich die belichteten, voneinander isolierten Silberteilen positiv auf. Der in der gleichen Röhre erzeugte Kathodenstrahl tastet wie beim Bildempfang die Mosaikfläche ab und hebt, da er selbst negativ geladen ist, die positive Ladung der Teilchen auf. Dabei entstehen von Punkt zu Punkt je nach der Belichtungsstärke wechselnde Entladungsströme, die über den rückwärtigen Silberbelag der Platte <...> und den angeschlossenen Draht nach außen abfließen. Man gewinnt so in denkbar einfacher Weise die Bildströme, die dann weiter verstärkt werden können"<sup>71</sup>; entsteht also ein latentes Zwischenbild - die Brücke zum Einsatz latenter, zeitverzögerter, zeit-dilatatorischer Bilder in der Bildspeicherröhre

---

<sup>70</sup> Benedict Schöffler, Die Phototelegraphie und das elektrische Fernsehen, Wien / Leipzig (Braumüller) 1898, 4

<sup>71</sup> Franz Fuchs, Die Fernsehsonderschau im Deutschen Museum zu München, in: Radio - Bildfunk - Fernsehen Jg. 1937, Bd. 16, Heft 10, 145-150 (149)

- Speichereinheit Williams-Röhre in Deutschem Museum München aus ILLIAC ca. 1959; Kathodenstrahlröhre vermag 512 Bit zu speichern; Ansteuerung durch Schaltung auf Chassis. Auf diesem ILLIAC komponiert Hiller 1956 seine *ILLIAC Suite* - komputerkomponiert (algorithmisch), aber gespielt von einem klassischen Streicherensemble. "Ein abstraktes Bild stellt eine direkte Äußerung von schöpferischen Denkvorgängen dar, wie sie etwa in Mustern von Elektronenrechnern erscheinen könnten"<sup>72</sup>; "bitmapped memory" (Peter Berz); kontrastiv "Bildspeicherröhre" in elektronischem TV; McGraw-Hill Dictionary of Scientific and Technical Terms, "Williams Tube", <http://www.answers.com/topic/williams-tube>

- Typ *storage-refresh tube*; die *direct-view storage tube* (DVST) "offered a way around the problem of phosphor decay" - hier kein Defekt, sondern eine Chance für Gedächtnis - "without having to resort to an expensively large computer memory to hold and refresh the screen display."

- "The DVST stores the image within the tube itself. It contains a metalplate that lies just inside the visible phosphor surface. The electron beam is deflected by exactly the same mechanism as that used in the vector-refresh tube, except that rather than exciting the phosphor directly, the beam hits a metal plate, which discharges electrons wherever it is hit; the / discharged electrons are collected on another plate on which they form the 'image' written by the gun. When illuminated by a constant flood of electrons from another source, the collecting plate shoots its electrons to the phosphor surface, which glows like a standard television screen, representing the image. As long as the current to the collecting plate remains on, it continues to hold the image and to emit electrons to the phosphor. No vector-refresh memory is required"<sup>73</sup>

- operieren Matrix-Bildschirme auf Kathodenstrahlröhrenbasis im Zeilensprungverfahren; darin wird (punktuell) gezeichnet; anders Vektorgraphik auf dergleichen Kathodenstrahlröhrenbasis: wird der Kathodenstrahl unmittelbar so gelenkt, daß er Linien, Kurven etc. zeichnet

## **Speicherbilder: Die Williams-Röhre**

- kommt der Bildschirm im Rahmen einer US-militärischen Übung als Gedächtnismedium zum Einsatz: „The Du Mont flexible synchronizing system whereby the receiver weeps are controlled from the transmitting end, was used, with a repetitive rate of 30 pictures per second as against the usual 60, made possible by the Du Mont "memory screen" = Austin C. Lescarboursa, Blitzkrieg Television, in: RadioNews 24, Dezember 1940, 6-7 u. 51-52 (7)

- Zwischenspeicherung auch auf der materiellsten aller Bildebenen, der Bildspeicherröhre, die auf dem 1923 von V. K. Zworykin patentierten Ikonoskop beruht: "Über eine Linse wird das zu übertragende Objekt auf eine viereckige Rasterplatte geworfen (also auf dieser abgebildet), die aus vielen Tausend winzigen Photozellen besteht. Während einer / Bildperiode

<sup>72</sup> Marshall McLuhan, Das Medium ist die Botschaft, in: ders., die magischen Kanäle, Düsseldorf / Wien (Econ) 1994

<sup>73</sup> Robert Rivlin, The Algorithmic Image, Redmont, Wash. (Microsoft Press) 1986, xxx

(1/25 Sekunde) bleibt das Bild stehen, und es löst in dieser Zeit Elektronen aus, die durch einen zeilenförmig darüber hinstreichenden Katodenstrahl abgenommen werden und die an einem Widerstand Spannungsschwankungen erzeugen. <...> Jetzt wirkt das Bild <i. U. zur Nipkowscheibe> tatsächliche eine fünfundzwanzigstel Sekunde auf jede Fotozelle ein" = Tetzner / Eckert 1954: 129 f.

- im Röhrenrechner ENIAC als impulsgesteuertes Verzögerungssystem ein Speicher implementiertbar, die *mercury dela line*. Pres Eckert hatte sie im Frühjahr 1944 für Radareinrichtungen entwickelt.<sup>74</sup>

- *memory tube* "eine Elektronenröhre mit `Erinnerungsvermögen´, die ein Elektronenbild oder Oszillogramm bis zu mehreren Tagen als Ladungsbild auf einer isolierten Platte konserviert. Das Bild wird wiedergegeben mit einer Fernsehröhre, deren Strahlintensität mit einem das Ladungsbild abtastenden Elektronenstrahl gesteuert wird" = Brockhaus Enzyklopädie in 20 Bänden, 17. Aufl., 12. Bd., Wiesbaden 1971, 383 - und dabei entladen

- Speicherbilder: "Sobald die Folge sowohl im Signal als auch im Speicherzustand verzweigt oder allgemeiner flächenförmig, aber noch graphentheoretisch „plättbar“ und topologisch zusammenhängend ist, sei von einem Speicherbild gesprochen. Typische Bilder sind Photographien, Hologramme und ebene verzweigte Graphen. <...> Die Photographie besitzt <...> eine bildpunktgetreue Zuordnung, während bei der Holographie ein ursprünglicher Bildpunkt über das ganze Bild verteilt ist. <...> Immer dann, wenn nur ein komplettes Bild aufzeichnen bzw. wiedergebar, sei von Bildzugriff gesprochen" = H. Völz, Aussagen zum minimalen Informationsspeicher, in: Journal für Signalaufzeichnungsmaterialien 4 (1976), 227-236 (234)

- Gedächtnis- und Einbildungskraft: "Platon vergleicht im *Theaitetos* die Erinnerungsbilder mit Eindrücken in einer Wachstafel <...>. Empirische Untersuchungen zur geistigen Bildlichkeit sind im allgemeinen der aristotelischen Tradition gefolgt, wie sie von der Darstellung der Wahrnehmung in *De anima* ihren Ausgang nahm: „Nun müssen wir über die gesamte Sinneswahrnehmung im allgemeinen sagen, daß die Sinneswahrnehmung ein Aufnehmen der wahrnehmbaren Formen ist ohne die Materie, so wie das Wachs das Zeichen des Siegelrings aufnimmt, ohne das Eisen und das Gold.“ (424 a 16ff.; *De anima* zitiert nach der Übersetzung von O. Gigon). Die Vorstellungskraft ist für Aristoteles die Kraft, die aufgenommene Eindrücke auch ohne die Gegenwart des die Sinne stimulierenden Gegenstandes zu reproduzieren, und sie wird mit dem Namen *phantasia* bezeichnet (der von dem Wort *pháos*, Licht, abgeleitet ist), „weil man ohne Licht nicht sehen kann“ und das Sehen das vornehmste Sinnesorgan und <Wahrheit->Modell aller anderen ist (429 a

---

<sup>74</sup> Dazu Wolfgang Hagen, Der Stil der Sourcen. Anmerkungen zur Theorie und Geschichte der Programmiersprachen, in: Martin Warnke u. a. (Hg.), HyperKult: Geschichte, Theorie und Kontext digitaler Medien, Basel / Frankfurt a. M. (Stroemfeld) 1997, 33-68 (49f), unter Bezug auf: Metropolis 1980: 531

2ff.)" = W. J. T. Mitchell, Was ist ein Bild?, in: Volker Bohn (Hg.), Bildlichkeit, Frankfurt/M. (Suhrkamp) 1990, 17-68 (60f, Anm. 13)

- Rasterbild als direkte Funktion des Ferritkernspeichers (dauerhafte Ladung) respektive des Magnettrommelspeichers. Von einem rasch rotierenden Metallzylinder, erst mit Magnetstreifen vom Tonband (Prototyp), dann mit einer ganzmagnetischen Beschichtung versehen, werden über die ebenfalls aus der Tonbandtechnik stammende Abastköpfe die jeweils magnetisierten Stellen ausgelesen werden und jeweils einen Punkt auf dem Computerbildschirm darstellen; eine Umdrehung der Trommel baut so eine Zeile auf; ein vollständiges Bild mit HF abrufbar; Speicher also, ästhetisch, als reine Gegenwart

- wird der Bildspeicher nicht von menschlichen Augen beobachtet; *Williams tube* mit einem Metallgitter verdeckt, damit die verzögerten Lichtsignale rückgelesen werden konnten. "Geöffnet hätte der Speicher sich zwar als Bild zu lesen gegeben, damit aber auch seine Funktion verloren. Gerade die Ab-Sicht vom Bild ist Bild als Speicher = Claus Pias, Computer-Spiel-Welten, Kapitel 6: Sichtbarkeit und Kommensurabilität, Paragraph Williams Tube, in Anlehnung an: Williams, *History of Computing*

- unter verkehrten Vorzeichen elektronische Bilder Effekt von (Zwischen-)Speicherung: „Unter Bildmaschinen verstehen wir solche technischen Speichereinrichtungen, die auf analoge und digitale Weise stehende und sich bewegende Bildwelten codieren und decodieren.“<sup>75</sup>

- generiert Weltkrieg Bildgedächtnismedien nicht nur als traumatische Erinnerung, sondern auch technisch aktiv (im Moment, wo militärische Ressourcen für zivile Zwecke freigesetzt sind und Anwendungen suchen): "The problem with the delay line was that information, although stored, was not always immediately available, and it was necessary to wait until it reached the end of the delay mechanism before it could be used. This was overcome by the development of the first truly high-speed random access memory by Frederic C. Williams and his assistant Tom Kilburn at Manchester University in England. At the end of the Second World War, Williams was working at the British Telecommunications Research Establishment, and, since there was no longer a pressing need for better and better forms of radar, he turned his attention to digital storage devices. <...> storage devices were an integral part of certain radar systems - in fact, a mercury delay line was originally developed as a radar-related project. <...> CRTs (cathode ray tubes) as a memory device was mentioned by Eckert <...> during the summer of 1946. <...> Eckert's ideas on the use of a CTR for a memory (which he called an iconoscope) were only very rudimentary at this stage" = Michael Roy Williams, A history of computing technology, 2. Aufl. Los Alamitos, CA (IEEE Computer Society Press) 1997, Kap. 8: The First Stored Program Electronic Computers, 296-380 (311)

---

<sup>75</sup> Thomas Born / Anna Heinevetter, BILDO; in: BILDO-Akademie (Hg.), Bildmaschinen und Erfahrung, Berlin (Hentrich) 1989/90

- fördert Medienarchäologie ein ganz anderes Verhältnis von Fernsehen und Gedächtnis (resp. Archiv) zutage, als Relation von Radar und Speicher, die keine Schnittstelle zur menschlichen Ästhetik, also einen *Monitor* bildet

- Trommelspeicher, der eine oszillographische Kurve zeichnet, aus Impuls / Nicht-Impuls, muß immer erst eine Drehung der Trommel abwarten, um binäre Information zu erhalten. Demgegenüber konzipiert John von Neumann in seiner *Theory of self-reproducing automata* einen Bildschirm, an dem die positive oder negative Ladung als Punktmenge synchron ablesbar ist - Lessings *Laokoon*-Theorem, übersetzt in Medien der Zeit und des Bildes

- "The operation of the Williams' tube memory is based on the fact that when a beam of electrons strikes the phosphor surface of a cathode ray tube it not only produces a spot of light, but it also leaves a charged spot on the surface of the phosphor which will persist for about 0.2 seconds before it leaks away. If this charged spot <die kleinste Gedächtnis-Einheit, meßbar> can be detected and regenerated at the rate of at least five times per second, the problem of creating long-term storage is solved in the same way as it was with an acoustic delay line. <binäre Option> When the electron beam is used to write a series of dots and dashes on the face of the tube, the electron charge surrounding the dot will be different from the charge which surrounds a dash. <...> The reading of the memory was accomplished by the electron beam scanning in a series of horizontal sweeps across the face of the tube" = Williams 1997: 312

- fungiert die Wandlung von elektrischer Ladung in Licht (Photonen), mithin die Lichtspur selbst als Gedächtnis. Ein Gedächtnis-Bild, aber nicht ikonisch konzipiert; Unschärfe liegt in der Streuung, in der Tendenz von Elektronen zur Verrauschung (Entropie, Wolken): "The read-around problem arose from the fact that, as the reading beam was focused on one area of the tube, the electrons would tend to spread out over adjacent areas. <...> Unfortunately the effect was cumulative and many reads around one location would tend to build up the electron cloud to the point where it could destroy information in the immediate neighborhood" = Williams 1997: 314

- schlägt Presper Eckert 1946 in einer Vorlesung die als optischen Speicher benutzte Kathodenstrahlröhre unter dem Namen *iconoscope* vor

- Begriff des *Bildwiederholerspeichers* als notwendiges Zwischenglied in der Signalkette vom realen Vor- zum digitalen Abbild

- Computerbilder der Williams Tube eine Funktion, nicht das Abbild einer *gegebenen*, d. h. in Daten vorliegenden Realität

- nimmt Mikrospeicherzeit der menschlichen Sinneswahrnehmung noch wahr, was als elektronischer Bildpunkt längst verloschen ist; dieselbe Trägheit als speicherhafte Verzögerung ermöglicht erst die Wahrnehmung von 24 diskreten Filmbildern pro Sekunde als kontinuierliche Bewegung in der Zeit

- Differenz zwischen den Bildern: "Die ganze Schwierigkeit besteht in der Perfektion der Abmessung, die das absolute Übereinanderlegen des neuen Bildes auf das vorhergehende herstellt, und vor allem in dem Kalkül des zeitlich sehr kurzen, aber sehr empfindlichen Intervalls, das notwendig ist, damit das Bild, das sich gerade über das vorhergehende Bild legt, sich nur genau in dem Augenblick überlagert, in dem der Eindruck des letzten Bildes auf der Netzhaut des Zuschauerauges verschwindet = Artikel x y, in: La Poste, Paris, 30. Dezember 1895, übersetzt und zitiert nach: Cinématographe Lumière 1895/1896, hg. WDR Köln 1995, 24 - mithin also ein Prozeß der Mikrospeicherung als Verzögerung

- Speicherüberwachung; im Pult des Rechners URAL "eine Kathodenstrahlröhre zur Anzeige des Inhalts aller Speicherzellen der Magnettrommel mit Hilfe eines Stellenschalters. Eine Anzeigetafel gestattet die Beobachtung des Programmablaufs während des Lösungsprozesses einer Aufgabe und die Kontrolle der Maschinentakte. Zur Überwachung des Operationsablaufs werden der Inhalt des Akkumulators und des Registers im Rechenwerk sowie der Befehlszähler und der Befehlsregister angezeigt. Der Inhalt jeder Speicherzelle kann an den Signallampen des Kontrollregisters beobachtet werden. Das Kontrollregister wird bei jedem Maschinentakt eingeschrieben" = J. J. Basilewski, Die universelle Elektronen-Rechenmaschine „Ural“ für ingenieur-technische Untersuchungen, in: NFT 4 (1956), 80-86 (84)

- Elektronik un/sichtbar: "Die auf den Bildschirm auftreffenden Elektronen sind selbst nicht leuchtend und damit auch nicht sichtbar. Erst durch fluoreszierende Schichten auf der Innenseite der Bildschirmfläche läßt sich die Spur des Elektronenstrahls visuell verfolgen. Durch bestimmte Zusätze läßt sich ein Nachleuchten der von Elektronen getroffenen Teile der Leuchtschicht erzeugen. <...> bei Spezialausführungen kann sie <sc. die Nachleuchtdauer> bis zu einer Sekunde betragen (Beispiel: Radarbildröhren). Für eine Speicherung des Bildes über lange Zeiten (bis zu einigen Stunden) sind andere Techniken entwickelt worden. Grundprinzip ist eine zusätzliche Speicherplatte hinter dem Leuchtschirm (Bild 8.25), die aus einem feinen beschichteten Drahtgitter besteht" = Werner Richter, Grundlagen der elektrischen Meßtechnik, 2. bearbeit. Aufl. Berlin (VEB Verlag Technik) 1988, 198; darf das Bild also (für den Menschen) nicht sichtbar sein, herrscht Ab-Sicht, verdeckt, *blindness* als Bedingung des Speichers

- schlägt von Neumann für umfassende, weil für hochkomplizierte Rechnungen geeignete Computer-Memories vor: „The actual devices which are used are of such a nature that the store is effected, not in a macroscopic object like a vacuum tube, but in something which is microscopic and has only a virtual existence" = John von Neumann, Theory and Organization of Complicated Automata, Fourth Lecture: The Role of High and of Extremely High Complication, in: ders., Theory of Self-Reproducing Automata, hg. u. ergänzt („completed“) v. Arthur W. Burks, Urbana / London (University of Illinois Press) 1966, 64-73 (67); Herausgeber paraphrasiert weiter: "Von Neumann describes two devices of

this sort: acoustic delay line storage and cathode ray tube storage. An acoustic delay line is a tube filled with a medium such as mercury and which has a piezo-electric crystal at each end. When the transmitting crystal is stimulated electrically, it produces an acoustic wave that travels through the mercury and causes the receiving crystal to produce an electrical signal. This signal is amplified, reshaped, and retimed and sent to the transmitting crystal again. / This acoustic electric cycle can be repeated indefinitely, thereby providing storage. A binary digit is represented by the presence or absence of a pulse at a given position at a given time, and since the pulses circulate around the system, the digit is not stored in any fixed position. „The thing which remembers is nowhere in particular.“ Information may be stored in a cathode ray tube in the form of electric charges on the inside surface of the tube. A binary digit is represented by the charge stored in a small area. These charges are deposited and sensed by means of the electron beam of the cathode ray tube. Since the area associated with a given binary digit must be recharged frequently, and since this area may be moved by changing the position of the electron beam, this memory is also virtual. „The site of the memory is really nowhere organically, and the mode of control produces the memory organ in a virtual sense, because no permanent physical changes ever occur" = ebd., 67 f.

- virtuelles Gedächtnis: "Der Computer kann ein weitaus größeres Gedächtnis simulieren, als er tatsächlich hat, das heißt, es kann funktionieren, *als ob* es größer wäre, als es eigentlich ist. Und gilt nicht auch dasselbe für jedes symbolische Arrangement, bis zum Finanzsystem, das eine weit größere Liquiditätsdeckung simuliert, als es tatsächlich in der Lage ist zu bieten?" = Slavoj Žižek, Die Pest der Phantasmen. Die Effizienz des Phantasmatischen in den neuen Medien, 2. Auf. Wien (Passagen) 1999, 88

## **Computer-"Memory"**

- Wortwahl von Arthur W. Burks (Moore School of Electrical Engineering, Philadelphia, Pa., dann Institute for Advanced Study, Princeton, N. J.), der im August 1947 der Fachwelt den Electronic Numerical Integrator and Computer, kurz ENIAC vorstellt, ausdrücklich "the first general-purpose computing machine in which the computation is done entirely electronically"<sup>76</sup> - und damit auf Basis eines konkreten Bauelements, der Elektronenröhre. Burks nennt als erste unverzichtbare Baugruppe des Elektronenrechners: "The first general type of circuit needed in electronic computing is one capable of remembering. Both digital and programmatic information must be stored: the machine must be able to remember both the numbers that are operated on and the instructions for performing the operations." <Burks 1947: 757>

---

<sup>76</sup> Arthur W. Burks, Electronic Computing Circuits of the ENIAC, in: Proceedings of the I.R.E. (Institute of Radio Engineers), August 1947, 756-767 (756)

- ausdrücklich hier von Erinnerung die Rede, nicht schlicht von Speichern: wäre *storage*.

- nennt Charles Babbage das Speicherwerk seiner Analytical Engine "store"; die Speichereinheit des ENIAC verfügt über *function tables*

- "The term *memory* or, initially, *regenerative memory* enters with mercury delay lines and Williams tubes - nonstatic devices that can hold values because their signals degenerate. Quickly, however - indeed in the same document - the difference between dynamic and static devices is erased; as the modifier *regenerative* is dropped, all storage becomes memory."<sup>77</sup>

- verfügt ENIAC über "three types of remembering circuits <...>, differing as to the speed with which information can be put into them and read out of them" <ebd.>, von Eccles-Jordan-Triggerschaltungen (*flipflop*), dann die Funktionstafeln bis "The third kind of memory circuit used in the ENIAC consists of the wiring itself" = ebd. - Gedächtnis als Funktion seiner Hardware aus Leitungen; was der Literaturwissenschaft als Erzählung vertraut ist, nämlich deren Grund in einer Kombination aus Gedächtnis und dessen narrativer Information, liest sich bei Burks technomathematisch: "Electronic circuits for remembering and adding are basic components of a computer" <ebd.>

- Grundbaustein einer Turing-Maschine kein klassisches elektrotechnisches Bauteil; sie setzt vielmehr "den Begriff des Zustands an die Stelle der entsprechenden materiellen Gegebenheiten", also logische Daten anstelle des physikalischen *Datums* der Maschine, "und tun so, als ob ein Zustand ein Gegenstand wäre."<sup>78</sup> Nicht die Materialität *zählt*, sondern die Logik. Doch erst im Medium der Zeit kommt jene Welthaftigkeit zum Zug, an der die klassischen Zustandsmaschinen scheiterten; läßt sich im Digital Signal Processing auf der Basis speicherprogrammierbarer Rechnerarchitektur das, was bisher als materielle *physis* von der symbolischen Ordnung der Kultur unterschieden war, nun selbst als Information durch Alphanumerik verhandeln

- ignoriert Turing-Maschine die Zeit; denkt den Rechenprozeß strikt mathematisch in diskreten Zuständen, ist also eine Zustandsmaschine. Dem steht heute Digital Signal Processing gegenüber - die Überwindung der Turing-Maschine mit Hilfe ihrer selbst, seit sie speicherprogrammierbar geworden ist und damit Freuds Beschreibung des psychischen Gedächtnisses in seiner Dynamik nahekommt - eine Dynamik, die von

---

<sup>77</sup> Wendy Hui Kyong Chun, *The Enduring Ephemeral, or the Future Is a Memory*, in: *Critical Inquiry* Bd. 35, Heft 1 (Herbst 2008), 148-171 (164), unter Bezug auf John von Neumanns Einführung in den speicherprogrammierbaren Computer: *First Draft of a Report on the EDVAC* (1945); Wiederabdruck in: *The Origins of Digital Computers*, hg. v. Brian Randell, Berlin 1973

<sup>78</sup> Oswald Wiener / Manuel Bonik / Robert Hödicke, *Eine elementare Einführung in die Theorie der Turing-Maschine*, Wien / New York (Springer) 1998, 3

nicht-technischen Speichern wie Archiv und Bibliothek nicht wirklich geleistet wird, da sie eher auf Seiten der Maschine denn der signalverarbeitenden Medien stehen, die nur noch halbwegs triftig als "symbolische Maschinen" zu bezeichnen sind, weil gerade dieser Begriff das We(i)sen der technologischen Speicher gegenüber den klassischen Kulturtechniken der Archivierung (als Raum-, nicht Zeitordnung des Symbolischen, im Medium der Schrift) benennt

- vollzieht sich hinsichtlich eines für Sigmund Freuds Wunderblock-Metapher entscheidendes Kriterium, nämlich die Wiederbeschreibbarkeit und Lösbarkeit; wird in nicht-flüchtigen Flash-Speichern nicht je ein Transistor durch eine neue Information überschrieben; vielmehr stehen die alten, scheinbar gelöschten Daten noch herren-, weil adresslos auf der Fläche gleich einer archäologischen Ruinenstadt verteilt - und unterlaufen damit jene Bestimmung des aktuellen Datenschutzes, der besagt, daß bestimmte elektronische Dokumente restfrei gelöscht werden müssen

- haben hochtechnische Medien in ihrer mechanisch-chemischen, elektromechanischen, elektronischen und schließlich elektromathematischen Form ein neues Gedächtnistheater eröffnet, das unter dem Stichwort "Echtzeit" mit dem neuro-kognitiven Zeitfenster der Gegenwartswahrnehmung korreliert und als digitale Signalverarbeitung zu leisten (zu "tun" / *dran*) vermag, was bislang Vorrecht hochkomplexer Lebewesen war: die zeitkritische Kopplung von (Ultra-)Kurzzeitgedächtnis und unmittelbarer Wahrnehmung.<sup>79</sup> Aus der logozentristischen Metaphysik wird der Begriff der Präsenz in eine komplexe Dramaturgie von Speicher und Signalprozessierung übersetzt. Eine vergleichende Lektüre eines Buchs über Rechnerarchitekturen<sup>80</sup> und über den Zusammenhang von musikalischer Wahrnehmung und Zeitverarbeitung im Menschen (Manfred Spitzer) macht die Analogie sinnfällig; die von-Neumann-Architektur des Rechners konvergiert mit der neurologischen Kybernetik (McCulloch / Pitts)

- mit Signalspeichern ein technologisches Gedächtnis hinzugetreten, das auch unwillkürliche Signale überliefert, wie etwa ein Heimatfilm aus den 1950er Jahren Bergwiesen zeigt, die es heute gar nicht mehr gibt, oder im Hintergrund Vögel, die zufällig durch das Bild fliegen und ansonsten keine Überlieferungschance hatten; parakulturelles Gedächtnis, das nicht durch die Mechanismen der Gesellschaft kollektiv, sondern unwillkürlich durch die Speicherfähigkeit dieser Medien selbst gebildet wird und seitdem reproduzierbar, vor allem analysierbar *in Latenz gehalten* wird

- "Erst wenn es gelingt, einen Zeitbereich ganz ohne Metaphysik oder Geschichtsphilosophie in den Frequenzbereich zu transformieren, schwindet diese Unbeschreiblichkeit", so Kittler mit Blick auf FFT, denn "sie ersetzt die Zeitachse als klassische Abszisse von Ereignisketten"

---

<sup>79</sup> Dazu Ernst Pöppel, xxx, sowie Manfred Spitzer, Musik im Kopf, xxx

<sup>80</sup> Etwa Wolfgang Coy, Aufbau und Arbeitsweise von Rechenanlagen. Eine Einführung in Rechnerarchitektur und Rechnerorganisation für das Grundstudium der Informatik, 2., verb. u. erw. Aufl., Vieweg (Braunschweig / Wiesbaden) 1992

(zustandekommen als Koordinate am Oszilloskop?) "durch eine Frequenzachse, <...> deren Einheit umgekehrt proportional zur Zeiteinheit ist. Auf dieser Achse erscheint alles, was auch nur eine Spur von Periodik oder Regel in den Zeitverlauf gebracht hat, als Ordinatenwert. Entsprechend effektiv ist die Datenkompression"<sup>81</sup>, bedarf dafür aber einer ultrakurzen Zwischenspeicherung zur Ablegung mathematischer Zwischenwerte; gesellt sich neben die emphatischen kulturellen Archive ein Double, die mikrozeitlichen Zwischenarchive

### **Kleinste Archive von Gegenwart**

- liegt wesentlicher Unterschied zwischen dem vorbewußten Gedächtnis und dem Kurzspeicher "in der zeitlichen Ordnung des Eintritts ins Bewußtsein, welche im Kurzspeicher im Gegensatz zum vorbewußten Gedächtnis gewahrt bleibt. Man beweist sich dies durch das nachträgliche Zählen soeben verklungener Glockenschläge, deren erster frühestens zur Zeit T vor Beginn des Zählprozesses verklungen sein darf. (Alle Glockenschläge müssen also in der" - mithin dehnbaren - "Spanne der Gegenwartsdauer liegen."<sup>82</sup>; Bergson und Husserl über Melodiewahrnehmung (Re- / Protention)

- "Real Time Analysis heißt einzig und allein, daß Aufschub oder Verzögerung, Totzeit oder Geschichte schnell genug abgearbeitet werden, um gerade noch rechtzeitig zur Speicherung des nächsten Zeitfenster übergehen zu können. Seit der elektrischen Telegraphie von 1840, die ja als Übercodierung des Alphabets zum erstmalig Zeit-Zeichen als solche sendet, ein langes und ein kurzes" - und das Leerzeichen - "gilt sogar umgekehrt, daß (nach einem berühmten Theorem Shannons) die Übertragungsrate durch Zwischenspeicherung erhöht werden kann. Erst wenn man die langen und die kurzen Telegraphiesignale nicht unmittelbar sendet, sondern unter Berücksichtigung ihres Zeitverbrauchs umcodiert, erreicht der Datendurchsatz sein Optimum."<sup>83</sup>

### **Dynamische Speicher in Natur und Maschine**

- "Eine verzögerte Rückkopplung in einem in bezug auf Steuerungsvorgänge abgeschlossenen System erzeugt in diesem System ein 'Gedächtnis', d. h. die Eigenschaft, den Eindruck äußerer Einflüsse für eine gewisse Zeit aufzubewahren" = Lew Pawlowitsch Teplow, Grundriß der Kybernetik, Berlin (Volk und Wissen) 1966, 69; löst sich der klassische

---

<sup>81</sup> Friedrich Kittler, Realtime Analysis und Time Axis Manipulation, in: ders., Draculas Vermächtnis. Technische Schriften, Leipzig (Reclam) 1993, 182-207, hier: 200

<sup>82</sup> Helmar Frank, Kybernetische Grundlagen der Pädagogik. Eine Einführung in die Informationspsychologie und ihre philosophischen, mathematischen und physiologischen Grundlagen, Baden-Baden (Agis) / Paris (Gauthier) 1962, 91

<sup>83</sup> Friedrich Kittler, Realtime Analysis und Time Axis Manipulation, in: ders., Draculas Vermächtnis. Technische Schriften, Leipzig (Reclam) 1993, 182-207, hier: 201

Gedächtnisbegriff - angezeigt durch die Anführungszeichen - in den zeitlichen Verzögerungskanal selbst auf; als Bauteil, als Option eines Speicherelements im Computer konkret geworden: *delay lines*

- ein dynamischer Speicher "stets instabil" <ebd.>, da stromabhängig; demgegenüber das statische Gedächtnis (Ferritkernspeicher). "Bei der Konstruktion eines Speichers werden solche Ferritkerne in einer Matrix angeordnet", ähnlich Diodenmatrix" <ebd.>