

## DIE FRAGE NACH DEM FLIP-FLOP

[Bezogen auf Kurzvortrag aus Anlaß der Buchpräsentation von Robert Dennhardt, Die Flipflop-Legende und das Digitale, Berlin (Kulturverlag Kadmos) 2009, 7. April 2009 im Rahmen der Arbeitsgruppe Technikgeschichte des VDI am Deutschen Technikmuseum Berlin]

Onomatopoesie: "Flip-flop"

Warum der Band ins "Berliner Programm einer Medienwissenschaft" gehört

"Mythen" des Digitalen und der Analogrechner

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

[Bistabile Kippschaltung als Mißbrauch der Elektronenröhre]

Die Kippschaltung als Wissensgeschichte erzählen?

Bonch-Bujevitch und die Frage nach dem Ursprung

"Flipflop" *avant la lettre*

Das medienepistemologische Kernereignis: der bistabile Kippspeicher

### **Onomatopoesie: "Flip-flop"**

Ausgesprochen wie hingeschrieben (also Derridas *différance* zum Trotz) vollzieht sich in der Bezeichnung "Flip-Flop" tatsächlich das, was gemeint ist: die Umschaltung von einem in den anderen Zustand durch eine minimale Lautverschiebung zwischen zwei Vokalen  $i \rightarrow o$ . Zwei Spannungswerte der Tonfrequenzen dienen hier der "binären" Unterscheidung. Diese Aktustik des Digitalen scheint in der Ur-Schrift von Eccles / Jordan 1919 auf: im Daumenschnipsen, das hinreicht, am empfindlichen Telephonhörer einen Umschaltimpuls im angeschlossenen Trigger-Relay-Kreis auszulösen:

"Using a telephone transformer of the kind made for Army C Mk. III. Amplifier with 20 ohms resistance in the primary, and with the primary connected to a Brwn telephone of 60 ohms resistance, the relay is operated with certainty by snapping the thumb and finger at a distance of five feet from the telephone."<sup>1</sup>

### **Warum der Band ins "Berliner Programm einer Medienwissenschaft" gehört**

Der Schlußsatz, also der letzte Satz im Nachwort von Dennhardts Monographie ordnet die Studie in die Reihe von "Wissens-, technik- und kulturgeschichtliche Untersuchungen" ein <Dennhardt 2009: 180>. Tatsächlich aber ist sie ein dezidiertes Beitrag zu eben jenem Wissensfeld, das hier nur implizit aufscheint: Medienwissen.

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

Ein einer Aktualisierung der "10 Gebote" der Berliner Medienwissenschaft läßt sich ein medienarchäologisches Credo sagen: Du sollst nicht nicht Schaltpläne lesen können. Und daß zu den quellenkritischen Kompetenzen im Fach Medienwissenschaft nicht nur die Kenntnis alphabetischer Kenntnis, sondern eben auch die Lesung von Schaltplänen und ihren dreidimensionalen Verdinglichungen namens Medien, gehört, wird in diesem Buch auf's Schönste nachgewiesen, das in einer Verbindung aus epistemologischer Fragestellung (zumindest ansatzweise, entwicklungsfähig), historischer und Archivkenntnis sowie technologischer Kompetenz nicht in diskursives Schwadronieren verfällt, sondern Material wälzt.

### **"Mythen" des Digitalen und der Analogrechner**

Das Digitale ist kein Mythos, sondern es findet statt; Medienwissenschaft hat hinreichend damit zu tun, sich dem Faktischen zu widmen (dessen diskursiven Nebenwirkungen zu untersuchen wir gerne unseren Nachbarwissenschaften überlassen).

<CMEDHUBCOMP>

Es zählt (im Sinne von Lacans Definition der noch nicht historisierten Gegenwart von Vergangenheit) die in der Gegenwart aufgehobene "Geschichte", also das Archiv - "eine Perspektive, die das Problem der *aktuellen* Wirksamkeit jener Geschichte in der szientifischen Kultur stellt" <Bachelard 1974: 212>, wie die in der Gegenwart einer Chip-Architektur aufgehobene Vergangenheit ihrer Vorgänger. "Nur aus der höchsten Kraft der Gegenwart dürft ihr das Vergangene deuten."<sup>2</sup>

Es gehört zu den Hautaufgaben der "Berliner Schule" von Medienwissenschaft, die bis in die Alltagssprache eingeübten Begriffsverwendungen des "Digitalen" historisch, technomathematisch und theoretisch zu denken, überhaupt erst zu kennen, um dieses Wissen kritisch rückzukoppeln.

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

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

---

<sup>2</sup> Friedrich Nietzsche, *Unzeitgemäße Betrachtungen*. Zweites Stück: vom Nutzen und Nachteil der Historie für das Leben, zitiert in Bachelard ebd.

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

In William Asprays Buch *Computing Before Computers* von 1990 werden die Begriffe "analog" und "digital" verglichen, um eine technologische bzw. epistemologische Opposition zu initiieren „Atanasoff was the first to use the word "analogue" to describe that type of computer [Atanasoff-Berry-Computer, 1939]; "digital" was first used by George Robert Stibitz in 1942" <Aspray 1990, 239 and 247>.

Und ferner: "Digital Computers introduce a consideration not found in kinematic analog computers, namely, the ordering of computation steps in time. In a vague sense, therefore, digital computation is dynamic in character, but so far as I know no theory exists."<sup>3</sup>

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

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

<begin cROEHRE>

Die technische Anordnung des Relais "artikulierte" die Differenz von analog und digital; digital "zählt" (buchstäblich) bereits das elektromagnetische Relais.

Das einmalige gegeneinander Ein- und Ausschalten der beiden Röhren stellte einen "intrinsischen Nebeneffekt" (Dennhardt) dar, und insofern inkubiert die Eccles / Jordan-Schaltung von 1919 bereits das Unbewußte der Digitalcomputer. Sie war ein äußerst empfindlicher Auslöseschalter, eben ein "Trigger Relay", und buchstäblich entscheidend ist hier ein zeitkritisches Ereignis, nämlich ein Impuls (weshalb Computerwelten auch nicht mehr hinreichend genau ins Ressort einer allgemeinen Zeichenlehre namens Semiotik fallen).

### **[Bistabile Kippschaltung als Mißbrauch der Elektronenröhre]**

<sup>3</sup> G. R. Stibitz, Digital Computation For A. A. Director, unveröffentl. Typoskript 1942, 3

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

"Die Züchtung der Röhre zum ersten nicht-mechanischen Schaltelement der Mediengeschichte gilt als eine hauptsächlich praktische, rein technische Zäsur. Elektronisches, 'bewegungsfreies' Schalten erlaubt 'unendliche' Kippvorgänge ohne materielle Abnutzung und erreicht Geschwindigkeiten, die herkömmliche, elektromechanische Relais um das zigtausendfache übertrifft. Kurz: zählende Röhrenschaltungen und FlipFlops setzen das theoretisch längst entdeckte Paradigma diskreter Codierung und Berechnung - die 'Welt des Digitalen' - historisch durch. Andererseits jedoch fordert die techno-logische und techno-mathematische Entwicklung von Röhrenschaltungen das Problem zeitlicher Koordination und Synchronisation auf einen sowohl ökonomisch als auch epistemologisch neuen Stand. "Diese Welt für sich", wie sie von Prof. Ernst dieses Semester als medientheoretischer Modellfall von Mediengeschichte behandelt wird, soll in diesem Seminar medientechnisch konkretisiert und medienperformativ reflektiert werden. Aus der Programmierbarkeit, Synchronisation und Koordination paralleler Prozesse gewinnt 'die Zeit selbst' eine tragende epistemische Funktion. Sie bildet weniger einer ontologische, denn performative Grundlage eines neu entstehenden Wissensparadigmas der Simulation. Mit Mitteln des letzteren - MatLab, Simulink und SuperCollider - werden wir uns Modellierungen der Röhre und von Röhrenschaltungen annehmen. Während dieser medienarchäologischen Arbeit tritt sowohl auf exemplarische als auch auf experimentelle Weise die zeitkritische Verfassung historischer als auch aktueller Medien hervor."

### **Die Kippschaltung als Wissensgeschichte erzählen?**

In seinem Beitrag zum Jahrbuch der Kölner Kunsthochschule für Medien, LAB, erinnerte Friedrich Kittler beizeiten:

"Zu erzählen wäre <...> die dramatische Geschichte, wie Elektronenröhren seit 1920 mühsam dazu gebracht worden sind, ihre Eingangssignale nicht mehr einfach und das heißt analog zu verstärken, sondern vielmehr zu zählen und das heißt in digitalen Ziffern auszugeben."

Diese Geschichte ist nun erzählt, von Robert Dennhardt, und dies mit unüberbietbarer Direktheit. Am Ursprung des elektronischen Digitalcomputers steht ein Mißbrauch, geradezu die Vergewaltigung eines Elements der Radiotechnik. Man muß als Leser nicht erst

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

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

Damit ist auch die Frage aufgeworfen, ob eine sogenannte "Wissensgeschichte" die angemessene Methode ist, solche Verhältnisse und Dynamiken zu beschreiben.

"Nicht nur die Schaltungen nebst ihrer Entdecker sind für eine Wissensgeschichte des elektronischen Digitalcomputers von Interesse, sondern die unter und zwischen ihnen verschütteten mythenbildenden Artefakte und apparativen Reste." <Dennhardt>

Die Agenten dieser Nicht-Geschichte sind also *non-human agencies* des Wissens, wie sie Bruno Latour ansatzweise formuliert, dann aber nicht in ihrer Konsequenz zu Ende zu denken wagt. "Die Hauptrolle einer derartigen Wissensgeschichte des Digitalcomputers müssen die Apparate und Schaltungen spielen"<sup>4</sup> - vor allem auch die (im Sinne des Archivs und der Medienarchäologie) "verschütteten" Monumente, seien es die symbolischen (Dokumente), seien es die medienarchäologisch realen (apparative Reste).

Die Akteure einer Geschichte des Flipflop sind vierfacher Art:

Zuvörderst gibt es handelnde Personen wie Erfinder, Akademiker und Ingenieure, einschließlich ihrer Mitarbeiter. Zweitens gibt es technische Apparate, deren Beschreibungen in Bild und Schrift

---

<sup>4</sup> Robert Dennhardt, Die Flipflop-Legende und das Digitale. Eine Vorgeschichte des Digitalcomputers vom Unterbrecherkontakt zur Röhrenelektronik 1837-1945, Berlin (Kulturverlag Kadmos) 2009, 8

sowie das in ihnen gespeicherte und durch sie kommunizierte technologische Wissen. Als dritte Art treten sowohl administrative Strukturen der Wissenschaft, Industrie und Militär, wie beispielsweise Labore und Institute, als auch kommunikative Strukturen, zuvorderst wissenschaftlich-technische Journale auf. Zu den drei genannten Akteuren quer steht eine vierte Art - technische Begriffe, Namen und Termini. Zwar werden diese von Personen geprägt und wissenschaftsadministrativ kommuniziert, zugleich führen sie jedoch auch ein Eigenleben. Danach kann der Name einer Schaltung ebenso unter einer ähnlichen stehen oder die gleiche Schaltung kann vermittels verschiedener Namen gänzlich unterschiedliche Technologien anschreiben und somit verschiedenes Wissen transportieren. <Dennhardt 2009: 8>

Daneben aber gibt es ein Wissen des Flipflop nach eigenem Recht - das sich mithin der Historie (und damit einer Wissensgeschichte) entzieht. Bereits Turing schreibt 1936, daß seine symbolische Maschine in jedem Moment ein Bewußtsein ("conscient") ihres Zustands besitzt. Dies gilt zugespitzt für das Relais:

"Ein Kippschalter ist der vielleicht einfachste nicht triviale endliche Automat. Dieses Gerät weiß <sic>, wann es sich in im Zustand *Ein* oder *Aus* befindet, und es ermöglicht dem Benutzer, einen Schalter zu drücken, der, abhängig vom Zustand des Kippschalters, eine unterschiedliche Wirkung hat. Wenn sich der Kippschalter im Zustand *Aus* befindet, dann wird er durch das Drücken des Schalters in den Zustand *Ein* versetzt"<sup>5</sup>

- und umgekehrt. Claude Shannon hat dies als on/off-Spielzeug gebaut.

### **Bonch-Bujevitch und die Frage nach dem Ursprung**

Die Technikgeschichte verzeichnet die Ko-Emergenz des Eccles-Jordan-Trigger und von Bonch-Bujevitchs Schaltung; ein Forschungsprojekt zur russisch-sowjetischen Computergeschichte brachte es an den Tag.<sup>6</sup>

Am 27. April 1918 berichtet Michail Alexandrovich Bonch-Bruyewitch vor der Russischen Gesellschaft der Radio-Ingenieure über den von ihm (erstmalig) erfundenen vollelektronischen "Flip-Flop" *avant la lettre*; im Oktober des gleichen Jahres publiziert er den Befund im monatlichen Fachorgan *Wireless Telegraph and Telephone Engineering* (russisch, St. Petersburg).

---

<sup>5</sup> John E. Hopcroft / Rajeev Motwani / Jeffrey D. Ullman, Einführung in die Automatentheorie, Formale Sprachen und Komplexitätstheorie, 2. überarb. Aufl. München (Pearson Education) 2002, 13

<sup>6</sup> Siehe W. E. / Alexander Nitousov / Georg Trogemann (Hg.), Computing in Russia, Braunschweig (Vieweg) 2xxx

Was besagt diese Gleichzeitigkeit? Pendelt Wissen synchron? Hier ist vielmehr der Begriff von Gleichursprünglichkeit angebracht. Umgangssprachlich gilt hier, daß ein Wissen "in der Luft liegt", weil ein Wissen um elektronische Vollzugsweisen neu entdeckt und in den internationalen Zeitschriften heftig (und weitgehend offen) verhandelt wird. Ein Netz neuen Wissens verdichtet sich und zeitigt so an verschiedenen Orten ähnliche Entdeckungen und Erfindungen. Medienepistemische Dinge finden sich also mit gleichursprünglicher Notwendigkeit.

<cMEDHUBCOMP>

Wolfgang Hagen schreibt über die (ausdrückliche) Ahistorizität der Medienphysik, daß Experimente in der Physik genau dann theoriefähig werden, wenn sie konsistent mathematisierbar sind, d. h. in der Forschergemeinschaft überall reproduzierbar. Für hochtechnische Medien heißt dies: Etwas muß als Schaltung anschreibbar sein. Ist das geschehen, ist es mit ihrer (Wissens-) "'Geschichte' im engeren Sinn"<sup>7</sup> vorbei.

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

<cMEDHUBCOMP>

Auch Hagen schreibt nicht etwa eine Medienarchäologie und auch keine Geschichte der Medien, sondern eine "mediale Genealogie der Elektrizität"<sup>8</sup>.

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

[Eccles und Jordan wollten mit ihrem Trigger Relay die Meißner-Rückkopplung verbessern; das damit zwangsläufig einhergehende Ein- und Ausschalten der beiden Elektronenröhren stellte vielmehr einen "intrinsischen Nebeneffekt" (Dennhardt) dar. Auch in der

---

<sup>7</sup> Wolfgang Hagen, *Radio*, München (Fink) 2005, 10

<sup>8</sup> Wolfgang Hagen, *Technische Medien und Experimente der Physik. Skizzen zu einer medialen Genealogie der Elektrizität*, in: Rudolf Maresch / Niels Werber (Hg.), *Kommunikation, Medien, Macht*, Frankfurt/M. (Suhrkamp) 1998, 133-173

Triggerschaltung des Ingenieurs Michail Bonch-Brujewitch von 1918 war dies auf der Basis von Kathoden-Relais *impizit* realisiert, aber nicht explizit artikuliert als das Umschalten zwischen den beiden Zuständen, die später (computer-)logisch Null und Eins heißen werden.

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

<www.whagen.de, Abschnitt 3.2>

"'Zufall' folgt vielmehr einem wesenslogischen Muster der Substantialität von Gesetzen, denen Experimente und deren Replikation im Prinzip beliebig vorangehen oder nachfolgen können. In ihrer wesenslogisch schematisierten Geschichte kann die Physik also Zeitpfeile beliebig hin- und herschieben. Steht ein Naturgesetz einmal fest, ist es durch Meßverfahren und replizierbare Experimente immer wieder nachweisbar. Genügen schließlich noch Verfahren und Experimentalbedingungen der "Selbstkonsistenzvorschrift" der physikalischen Theorie, dann wird die Historizität der Experimentalgeschichte dieses Gesetzes ausgelöscht. <...> Der Entropiesatz, demzufolge der probabilistische Zufall besagt, daß alle Dinge von einem unwahrscheinlicheren in einen wahrscheinlicheren Zustand übergehen, gilt eben weder für die Gesetze der Gravitation oder Elektrizität, noch für die Herausbildung dieser Gesetze im pyhsikalischen Diskurs selbst. Es gibt keinen Evolutionismus der Physik, Geschichte in der Physik ist inexistent, soweit die Physik das sieht." <ebd.>

Um dabei konkret auf den Hauptdarsteller in Dennhardts Studie, nämlich die Schaltpläne und technischen Zeichnungen zurückzukommen: Sie lassen sich nicht auf eine Funktion kultureller diskurse oder gar (Bild-)Rhetoriken reduzieren, denn so beliebig diskursiv verfügbar sind sie nicht. Der Test darauf ist ihre Funktion.

Und hier tut sich ein zweites Schlachtfeld in Dennhardt Monographie auf. Eine Frage der Wissensgeschichte lautet: Wie abhängig ist Wissen vom wissenschaftlichen Zitiertwerden? Darauf antwortet Informetrie. Dem gegenüber steht die Auffassung von Wissen als implititer Welt quer zur menschlichen Kultur: Es ist ein physikalisches Wissen, das gewußt werden will.

<CMEDHUBCOMP>

Medienarchäologie läßt sich quasi techno-hermeneutisch auf die Perspektive aus Sicht der Medien selbst ein. Charles R. Gibson verfaßte Anfang des 20. Jahrhunderts die *Autobiography of an electron*. Er läßt darin ein Elektron die Wissensgeschichte der Elektronen erzählen, indem es zunächst an das vernehmende Gehör

eines Menschen appelliert. Gleich eingangs von Kapitel 1 heißt es hier: "Es gibt Menschen, die erzählen, wir seien erst seit wenigen Jahren auf der Erde. Diese Behauptung ist natürlich recht töricht. Entdeckt wurden wir allerdings erst vor ganz kurzer Zeit, vorhanden waren wir jedoch schon immer."<sup>9</sup> Wieder das *double-bind* von historischem Index und ahistorischer Vorgänglichkeit (Gleichursprünglichkeit). Thales von Milet experimentiert mit dem Berstein-Funken; lange aber bleiben die Instrumente mangelhaft, um auf die mikrophysikalische Ebene der Elektronen vorzudringen. Anhand von Kathodenstrahlphänomenen im evakuierten Rohr werden sie manifest. Doch die Erzählung klingt aus mit der Warnung, dem Appell des Elektrons an die Menschen (was auch Heinrich Hertz beherzigte (mit seinem Exkurs über die "Scheinbilder") - zugleich eine Antwort auf Jan-Peter Sonntags forschungskünstlerischer Erkundung des "Wesens der Elektrizität": "Ein grobes Bild und nie das Wesen der Dinge, das ist die Tragödie der menschlichen Wissenschaft, und darüber kommt ihr nimmer hinaus, weil ihr nur in Bildern zu denken, zu fassen vermögt" <Gibson 1911: 99>. Alternativ dazu aber gibt es das unanschauliche Werkzeug der (Techno-)Mathematik.

### **"Flipflop" *avant la lettre***

Solch ungeahntes Wissen inkubiert die Eccles / Jordan-Schaltung, die unversehens eine eigenartige Nebenfunktion zeitigen wird. Denn plötzlich kann die Röhre, geschaltet zu zweit in einem Eccles-Jordan-Schaltkreis - vormals Durchgangsmedium für Elektronen- und Radioströme - selbst als Speicher für eine Binärstelle dienen.<sup>10</sup>

### **Das medienepistemologische Kernereignis: der bistabile Kippspeicher**

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

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

Das epistemologisch aufregend Neue ist die Ästhetik der

<sup>9</sup> Charles R. Gibson, Was ist Elektrizität? Erzählungen eines Elektrons, autorisierte dt. Bearb. v. Hanns Günther, Stuttgart (Kosmos Franckh) 1911, 11

<sup>10</sup> Johannes Arnold, Abenteuer mit Flipflop, Halle 1970, 16; in diesem Sinne auch Bernhard Siegert, Passagen des Digitalen, Berlin (Brinkmann & Bose) 2003, 405

Zwischenspeicherung: "Die eindeutige dynamische Adressierung von beliebig vielen Flipflop-Binärspeichern wurde erst ermöglicht durch die Synchronisation von zwischengespeicherten Rechen­daten bzw. das Computieren von Nullen und Einsen aus teilweise externen Programmspeichern und internen Arbeitsspeichern. John von Neumanns Dokument „First Draft Report on the EDVAC“ von Mitte 1945 schreibt sich in diese Urszene mit ein" <DISS-DENNHARDTFLIPFLOP.pdf>.

<begin cCOMPMEM>

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

["Die bistabilen Kippstufen <...> haben einen Nachteil: Sie besitzen keine definierte Anfangsstellung. <...> Wird an die Kippstufe Spannung angelegt, erhalten zunächst beide Transistoren eine positive Basisspannung" - der *bias*. "Bedingt durch Bauteilestreuung schaltet aber ein Transistor etwas schneller als der zweite, wodurch der schneller schaltende Transistor dem zweiten die Basisspannung entzieht und damit die Schaltung in einen stabilen Zustand kippt. Es läßt sich jedch nicht voraussagen, welcher Transistor der schnellere sein wird"<sup>11</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 darstellt. Kondensatoren dienen hier beim Einschalten als kurze Zeitverzögerung.]

Ein Computer in der sequentiellen von-Neumann-Architektur bedarf eines Speichers für die im jeweiligen Moment der Prozessierung benötigten Daten, gegründet auf die Möglichkeit der Speicherung eines Null- oder Eins-Signals (1 Bit). Auf Papier ist das Rechnen mit Zwischenwerten nicht zeitkritisch, doch im elektronischen, speicherprogrammierbaren Computer bedarf es Zwecks Optimierung der Abläufe einer strikten Synchronisation. Deren Ermöglichung beruht auf dem Prinzip Uhrtakt

[und zwar im Speziellen auf dem Prinzip von Hemmung respektive Unruh zur Quantelung kontinuierlicher Prozesse in gleichwertige Teile, also ein zeitdiskretes Verfahren zur Erzeugung periodischer Schwingungen (ob rund, ob eckig). Jules Lissajous weist 1857 experimentell nach

"<...> that a tuning fork can be sustained in vibration indefinitely by electrical means, using an electromagnet and an interrupter [similar to a clock escapement] supported by one of the prongs. The idea of using an interrupter to sustain vibration <...> had been invented by C. G. Page and described by him as early as April 1837, to obtain a regularly interrupted electric

---

<sup>11</sup> Anleitungsbuch zum Busch-Experimentier-System 4000 bis 7000, Viernheim 1988, 54

current"<sup>12</sup>

- worauf dann auch Hermann von Helmholtz' Elektromechanik zur Messung kleinster Zeitmomente bauen wird.]

Im Digitalen spitzt sich getaktete Signalverarbeitung auf den Impuls zu.

Das Bit stellt die kleinste elektronische Speichereinheit im Sinne von Information dar.

[Im Versuchsaufbau mit zwei Invertern und zwei Leuchtdioden zur Anzeige des Speicherzustands leuchtet bei abwechselnder Anlegung eines Impulses an die jeweiligen Eingänge der Inverter leuchtet jeweils nur eine LED; "beide LEDs können nicht gleichzeitig leuchten" <Anleitungsbuch zum Busch-Experimentiersystem 2188 *Computer-Technik*, Viernheim 1988: 22> - die Exklusivität des Digitalen.]

"Das auf den Eingang des jeweiligen anderen Gatters zurückgeführten Ausgangssignal sorgt für einen stabilen Zustand, der 'gespeichert' erhalten werden kann" <ebd.>; Speicherung ist hier äquivalent zum Begriff des Zustands. Ein Zustand ist also keine schlichte, sondern bereits eine wissende, informierte Existenz; jeder und jedes Moment dieses diskreten Seins ist damit die Funktion eines Speicher-Wissens.

[Eine aus zwei Invertern aufgebaute 1-Bit-Speicherzelle wird durch Mikro-Ereignisse, nämlich kurze "hight"-Impulse, umgeschaltet (und bleibt dann im jeweiligen Zustand stabil). "Kurze Impulse werden gespeichert" Anleitungsbuch zum Busch-Experimentiersystem 2188 *Computer-Technik*, Viernheim 1988: 35>. Um eine solche Speicherzelle jedoch auch durch andere digitale Gatter ansteuern zu können, werden Speicherzellen mit NOR- oder NAND-Gattern aufgebaut, resultierend im RS-Flip-Flop (darin S für einen "set"-Eingang, R für einen "reset"-Eingang)

Das RS-Flip-Flop bildet eine bistabile Kippstufe (zu zwei stabilen Zuständen fähig). "Es stellt im Prinzip eine 'Speicherzelle' dar" 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 ist).]

<cROEHREWS07>

In der elektronischen Speicherung diskreter Information durch

<sup>12</sup> W. A. Marrison, *The Evolution of the Quartz Crystal Clock*, in: *Bell System Technical Journal*, Vol. 27 (1948), 524. Dazu Robert Dennhardt, *Die Flipflog-Legende und das Digitale*, Berlin (Kulturverlag Kadmos) 2009, Kapitel 1 "Von elektromagnetischer zu elektronischer Synchronisation", 37-84

Röhren geht es um die kurzfristige Aktualität von Zuständen, auslösbar durch minimalste Impulse, nicht um gleichsam wie Kathedralen in Stein gehauenes emphatisches, inskripturales Gedächtnis - also weniger Inschrift denn elektromagnetisch fluide Handschrift. Insofern ist die Semantik des *remembering*, kulturwissenschaftlich statt medienarchäologisch gelesen, eine Verfehlung:

Es sei denn, medienarchäologische Einsicht (*theoría*) verhilft kulturell vertrauten Begriffen zu einer neuen (Be-)Deutung:

"The first general type of circuit needed in electronic computing is one capable of remembering. Both digital and programmatic information must be stored: the machine must be able to remember both the numbers that are operated on and the instructions for performing the operations. [...] It consists of an Eccles-Jordan 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*."<sup>13</sup>

Aber es war wahrscheinlich Dennis Gábor, der dafür den überzeugendsten Begriff fand: ein sogenannter *Zeitkipper*.<sup>14</sup>

[Entscheidend ist 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 eher auf Seiten der Gesetze des Elektromagnetismus und seiner Verschiebungsströme, nach Maxwell).]

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

Zunächst erlaubt die von Erich Friedländer gefundene und neologistisch so getaufte Kallirotron-Schaltung (ein bistabiler Speicher) den buchstäblich "schönen Fluß" von Elektronen - ein optimaler Name für die Elektronenröhre selbst.

Eine bistabile Schaltung als Fluß aber verschränkt Welle und Takt. Turner schreibt darüber in seinem Aufsatz in *Radio Review* Jahr 1920: "In its theory, the trigger relay is a particular case of unstabilized Kallirotron"; bistabile Kippschaltung also als intrinsischer Spezialfall der Eccles-Jordan-Schaltung <1919?>

Die Definition der "Triode" verdankt sich William Henry Eccles 1919. Das Trigger-Relay (also Relais), eine Schaltung aus zwei de Forest-Trioden, definiert Eccles als ein "one-stroke relay, when

<sup>13</sup> Arthur Burks, in: *Electronic Computing of the ENIAC*, 1947.

Zitiert hier nach Diss. Robert Dennhardt, *Die Flipflop-Legende*, HUB 2007, 17

<sup>14</sup> Diss. Dennhardt 2007: 22

operated by a small triggering electrical impulse <...> and then remains in the new condition until reset."<sup>15</sup>

Das RS-Flipflop ("reset") wurde später als *one-bit store* eingesetzt im Colossus Mark 1 (danach im ENIAC).

Im "Colossus" von Bletchley Park wurde die Voreinstellungen für das *data tape* von intern gespeicherten Komponentenmustern generiert; "These coponents were stored in ring registers made of thyrotrons and could be set manually by plug-in pins"<sup>16</sup>; kommentiert Siegert 2003: Wynn-Williams schaltet Kondensatoren in den Anodenkreis einer jeden Röhre, die den Anodenkreis der jeweils vorhergehenden Röhre unterbrechen; und als Spezialfall jener minimale Ring aus nur zwei Thyratrons: "ohne daß Wynn-Williams das bemerkt zu haben scheint, nichts anderes als ein FlipFlop" <410>.

So gesehen aber ist jede schlichte Türklingel schon ein solches.<sup>17</sup>

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

Die Röhren "schalten" (in kreuzweiser Rückschaltung) bei einem Vorzeichenwechsel der Eingangsspannung, muß dann aber manuell zurückgeschaltet ("gesetzt") werden.

Der elektronische Speicher stellt einen bestimmten Systemzustand für eine bestimmte (Zwischen-)Zeit fest - das *bit*.

George R. Stibitz unterscheidet im einem Typoskript (Memorandum) vom 23. April 1942 über "Digital Computation for A. A. Directors" im Rahmen einer Konferenz über elektronische Feuerleitkontrolle in der Flugabwehr den "analogue" vom digitalen Computer und nennt letzteren "digital" im Unterschied zum "pulse" Computer:

"Computing mechanisms have been classified as `analog´ or as `pulse´ computers. The latter term seems to me less descriptive

<sup>15</sup> 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

<sup>16</sup> 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>

<sup>17</sup> Siehe Disseration Dennhardt 2009, Glossar, 184:

"*Unterbrecherkontakt* entspricht der Funktion nach einer gewöhnlichen Türklingel"

than the term `digital`" <hier zitiert nach dem Faksimile des Dokuments in: Dennhardt 2009: 157>.

Der Digitalcomputer ist ein Pulscomputer, und hierin liegt seine ganze prosodische Poesie.

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

Folgt Stibitz' Definition des Analogcomputers:

"All directors in use now are of the former type; that is the value of each variable in the computation is represented in the mechanism by the magnitude of a physical quantity such as length, voltage, speed etc. It has been suggested from time to time that digital calculation, such as that performed by adding and calculating machines might be used in the A. A. director, with advantage."<sup>18</sup>

Weiter Stibitz 1942: "Digital computers introduce a consideration not found in kinematic analog computers, namely the ordering of computation steps in time" <!>; er meint den "number train" von Nullen und Einsen. "Digital computation is dynamic in character" (Stibitz 1942) - *dynamic* hier im Sinne von universaler Funktionalität.

Mithin wird hier also eine operative Mathematik wirksam, die Hochzeit von Mathematik und Zeit im Vollzug einer elektrophysikalischen Hardware, implementiert in die wirkliche Welt (also die wirkliche Zeit mit einbeziehend).

Per Gerichtsbeschluss aber wird 1973 entschieden: Atanasoff ist der Erfinder des elektronischen "digitalen" Computers.

Infometrie macht die Inkubationszeit von Erfindungen berechenbar.

[Der ingenieurstechnische Begriff "analog" bezeichnet eine Form von Signalverarbeitung; "digital" hingegen Daten- und Informationsverarbeitung als mathematisches Maß im Sinne Shannons.]

"If the number of messages in the set is finite then this number or any monotonic function of this number can be regarded as a measure of the information produced when one message is chosen from the set, all choices being equally likely. As was pointed out

---

<sup>18</sup> Ebd.; siehe Hagemeyer 1979: 359; Dokument im Besitz Hagemeyer; dazu auch Mindell 2002

by Hartley the most natural choice is the logarithmic function. <...> 1. It is practically more useful. Parameters of engineering importance such as time, bandwidth, number of relays, etc., tend to vary linearly with the logarithm of the number of possibilities. For example, adding one relay to a group doubles the number of possible states of the relays. It adds 1 to the base 2 logarithm of this number. <...> 3. it is mathematically more suitable. <...> The choice of a logarithmic base corresponds to the choice of a unit for measuring information. If the base 2 is used the resulting units may be called binary digits, or more briefly bits, a word suggested by J. W. Tukey. A device with two stable positions, such as a relay of a flip-flop circuit, can store one bit of information."<sup>19</sup>

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

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

Arthur Burks greift auf den Eccles/Jordan-Trigger zurück, als er 1944 die Schaltkreise des Digitalrechners ENIAC entwirft. Der hauptsächlichste Speicherschaltkreis ("remembering circuit") des ENIAC "consists of an Eccles-Jordan trigger circuit or flip-flop"<sup>20</sup>. Kommentiert Siegert: "Erst das nur von der Geschwindigkeit der Elektronen in seiner Schaltfrequenz limitierte Eccles-Jordan-Flipflop, das serielle Additionen in 32 msec möglich machte, schuf die Bedingung der Möglichkeit, von der parallelen Architektur des ENIAC abzugehen und für seinen Nachfolger, den EDVAC, eine strikt serielle Datenprozessierung vorzusehen" <406>.

Denn die schiere Geschwindigkeit von Rechnen auf Basis von Elektronenröhren erlaubte die Abkehr von der parallelen Datenverarbeitung: "[T]o gain speed was no longer needed and so it was decided to store numbers serially and process them serially. The guiding principle of EDVAC design was: One thing at a time, down to the last bit!"<sup>21</sup>

<sup>19</sup> Claude Shannon, The Mathematical Theory of Communication, in: ders. / Warren Weaver, The Mathematical Theory of Communication, Urbana, Ill. (University of Illinois Press) 1963, 29-xxx (32)

<sup>20</sup> Zitiert hier nach Siegert 2003: 406, unter Bezug auf: Arthur W. Burks, Electronic Computing Circuits of the ENIAC, in: Proceedings of the I.R.E., August 1947, 757

<sup>21</sup> William Aspray / Arthur Burks, Computer Architecture and Logical Design, in: Papers of John von Neumann on Computing and Computer Theory, hg. v. William Aspray / Arthur Burks, Cambridge,

Auf der Macy-Konferenz aber erinnert Norbert Wiener an die zeitkritische "distinction between the digital and analogic. The distinction is not sharp <...> a certain time of non-reality <...>"<sup>22</sup>.

<end cCOMPMEM>

---

Mass. / London / Los Angeles / San Francisco 1987, 5f <zitiert nach Siegert 2003: 406>

<sup>22</sup> Wiederabdruck in: Pias, xxx