

DIE BÜHNE ALS DISPLAY

Prekäre Trennschärfen zwischen kontinuierlichem Messen und diskretem Zählen¹

VON MARTINA LEEKER

I DISPLAY-ENVIRONMENTS UND MENSCHEN ALS STEUERUNG

Ein bis heute weit verbreitetes Format der Nutzung von Computern in Theater und Performance² besteht darin, über Projektoren Vorgänge auf dem Computerbildschirm, die aus (un-bildlichen) Berechnungen im Computer entstehen und gesteuert über Grafikkarten und Displayprozessoren durch Ablenkungen von Elektronen³ als Bilder erscheinen, auf eine Leinwand zu bringen. Zu sehen sind auf den zu Projektionsflächen verlängerten Displays beispielsweise Videobild-Veränderungen, die in so genannter Echtzeit von den Bewegungen der Akteure oder von Tönen⁴ ausgelöst werden. Das Besondere von Theater und Performance ist, dass sie den interaktiven Zugriff auf Daten im Computer *in* den Raum verlegen und den Menschen zu einem überdimensionierten Steuerungsdevice⁵ werden lassen. Eine Art ‚intelligentes‘ Environment entsteht, in dem Mensch und Computer sich in einem Feedbackloop befinden.⁶ Es wird in diesen Performances mit Com-

-
- 1 Ich danke Jeremy Bernstein, Dominik Busch, Martin Slawig und Alfred Wassermann für technische Erläuterungen. Domingo Stephan danke ich für die Bearbeitungen der Abbildungen. Katharina Karcher gilt mein Dank für redaktionelle Unterstützung.
 - 2 Die Verbindung von Computer und Performance beginnt in den 1960er Jahren mit Experimenten der Künstlergruppe E.A.T in New York. Vgl. dazu einführend: Büscher, Barbara: „InterMedia-Material“, in: Brandstetter, Gabriele u.a. (Hrsg.): *Grenzgänge. Das Theater und die anderen Künste*, Tübingen 1998, S. 113-125.
 - 3 Es wird bis heute Bezug auf die traditionellen Kathodenstrahlröhren genommen, auch wenn Videoprojektoren, Datenbeamer und LC-Displays auf der Grundlage von Licht-Polarisationsrichtungen und Pixeln arbeiten.
 - 4 Vgl. zu Geschichte und Technik der Steuerung von Visuellem durch Akustisches, wie es heute ausgeprägt im Vjing genutzt wird: Dreixler, Volker/Schraut, Ingo: *Visual Jockeying in Theorie und Praxis. Betrachtung einer zeitgenössischen Form der visuellen Musik*, Hochschule der Medien Stuttgart 2005 (Dipl.), http://www.visual-music.net/files/Ingo_Schraut_Diplom.pdf, 02.07.2007.
 - 5 Dieses Arrangement erinnert nicht von ungefähr an den Lichtgriffel in Ivan Sutherlands *Sketchpad* aus den Entstehungszeiten der interaktiven Computergrafik zu Beginn der 1960er Jahre. Vgl. dazu Kapitel 4 in diesem Text.
 - 6 Technisch stellt sich diese allerdings bloß metaphorische Anmutung durch eine Ausstattung der Bühne mit Input-Apparaten her, analoge Sensoren und (heutzutage) digitale Kameras, die die Bewegungen der Akteure abnehmen und sie in Daten wandeln, die Rechnungen im Computer steuern. Eine wichtige Vorrichtung in diesem Display- und Interfacedesign ist das MIDI, mit dem die notwendige Analog-/Digital-Wandlung vorgenommen wird.

putern also der Anschein erweckt, als ob die speziellen Projektions-Environments, etwa Gazévorhänge vor der Bühne oder erfindungsreiche Arrangements von Projektionsflächen auf der Spielfläche, gar die gesamte Theaterbühne selbst zu Displays im Sinne operativer Ein- und Ausgabeoberflächen würden.⁷

Zwei Fragen stellen sich im Kontext dieser Experimente. Welcher Status wird (1) den Displays mit ihrer Verräumlichung in den Performances zugesprochen, insbesondere, welche Beziehung wird zwischen den Displays und den internen Vorgängen im Computer durch die Performance hergestellt? Welche Bedeutung haben (2) die *Erweiterung/Verräumlichung* des Displays sowie die Integration des Menschen in das dadurch operativ gewordene Environment für Verfasstheit und Beschreibung von Computergeschichte? Oder anders: Welche Computergeschichte wird durch deren Theatergeschichte generiert?

2 DAS DISPLAY-ENVIRONMENT IN *HIER*. COMPUTERGESCHICHTE ALS ZUSAMMENSPIEL VON ELEKTRONISCHER BILDMODULATION, DIGITALER BILDGENERIERUNG UND ZELLULÄREN AUTOMATEN

Um diese Fragen zu klären, soll eine bemerkenswerte Inszenierung zum Ausgangspunkt genommen werden, die in signifikanter Weise technik-, diskurs- und wissensgeschichtliche Kontexte einspielt und so im Hinblick auf eine *Theatergeschichte des Computers* von besonderer Bedeutung erscheint.

In der Produktion *hier* (2005), der in Braunschweig ansässigen Performance-Gruppe *blackhole-factory*,⁸ konstituiert sich die Spielfläche bzw. das Display-Environment je anders aus neun von der Decke hängenden Papierbahnen, die als Projektionsflächen dienen. Die Papierbahnen sind mit Motoren versehen und mit einem Computer verbunden, so dass sie sich – zum Teil gesteuert von der Akteurin Elke Utermöhlen, die an einem Kletterseil in der Installation hängt – bewegen können und je einen anderen Einblick auf die Performerin freigeben. Zu sehen sind auf den Papierbahnen mit dem Programm *Max/MSP/Jitter*⁹ bearbeitete Videobilder der Performerin, die über aus einem Kameratracking ihrer Bewegungen gewonnene Daten generiert und über drei Beamer so projiziert werden, dass immer ein Projektor das Bild auf drei Papierbahnen wirft.¹⁰ Die Videodaten werden u.a. mittels einer Akzentuierung der Körperumrisse sowie der Farbsättigung so bearbeitet, dass Körper und Bewegungen nur mehr als Spur erscheinen.

7 Damit nimmt das Theater seit den 1960er Jahren Entwicklungen vorweg, wie sie heute im Rahmen von *augmented reality* und *ubiquitous computing* diskutiert und erprobt werden. Es geht um intuitive Interfaces, die eine Existenz im Raum haben und mit einer Gesten- und Bewegungserkennung gesteuert werden können.

8 Vgl. zu *hier*: <http://www.blackhole-factory.de/hier.html>, 02.07.2007.

9 Vgl. dazu die Website des Herstellers: *Cycling 74*: „Max/MSP“, 2007, <http://www.cycling74.com/products/maxmsp>, 02.07.2007.

10 Auf diese Weise sind auch die Innenseiten der Papierbahnen mit Projektionen versehen.

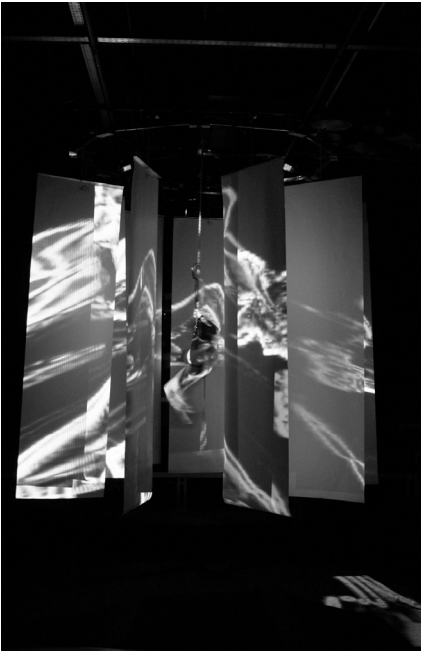


Abb. 1: Display-Environment in ‚hier‘ (2005)¹¹

Zusätzlich zur Videomanipulation und Steuerung durch die Bewegungen der Akteurin wird noch die durch einen *zellulären Automaten*¹² eingefügt, der im letzten Drittel der Aufführung auch als sich ständig verändernde Formationen von wohlbekanntem Figuren eines *Game of Life* auf den Projektionsflächen zur Anschauung gebracht wird. Der zelluläre Automat steuert die Performance immer dann, wenn die Bewegungen der Performerin einen festgelegten Schwellenwert unterschreiten. Liegt dieses Signal vor, wird das ‚Pixelbild‘ der Position des Körpers in den zellulären Automaten übertragen (vgl. Abb. 2) und zum Ausgangspunkt für Verteilung und Organisation der Zellen (vgl. Abb. 3). Solange der zelluläre Automat auf Grund des Schwellenwertes der Bewegungen der Akteurin die Steuerung vornimmt, wird er von diesen nicht beeinflusst. Er organisiert sich vielmehr selbst über das Verhältnis von ‚toten‘ und ‚lebendigen‘ Zellen (d.h. nach Wachstum oder Verfall).

11 Foto: Martin Kroll.

12 Dieser zelluläre Automat läuft als ein externes Objekt von *SoftVNS*, entwickelt von David Rokeby, in der Programmierungsumgebung *Max/MSP/Jitter*. Vgl. dazu Rokeby, David: „SoftVNS“, 2002, <http://homepage.mac.com/davidrokeby/softVNS.html>, 02.07.2007.

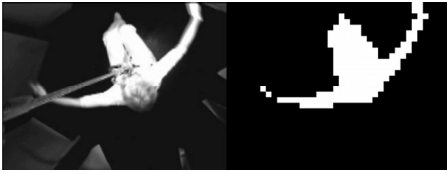
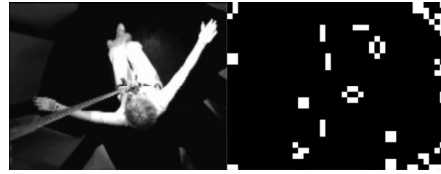


Abb. 2: Körper und ‚Pixelbild‘

Abb. 3: Organisation der Zellen¹³

Ziel der Verwendung des zellulären Automaten ist die Schaffung eines Environments, das der Mensch nicht organisieren und kontrollieren kann.¹⁴ Der Mensch soll in einen operativen Raum geraten, in dem er sich die Kontrolle über dessen Struktur und Aussehen mit einem sich selbst organisierenden Automaten teilt und so integraler Bestandteil eines vom Computer selbsttätig gesteuerten, vermeintlich intelligenten Environments wird.¹⁵

Bei genauerer Betrachtung konvergieren in *hier* drei Strömungen innerhalb der Computerentwicklung. Es handelt sich (1) um über *analoge Computer* gesteuerte Videosynthesizer zur *elektronischen Bildmodulation* als Vorläufer unterschiedlicher Formen der computergestützten Bildbearbeitung und Bildgenerierung (vgl. Lee Harrisons ANIMAC, 1962) und (2) um *interaktive Computergrafik* mit digitalen Computern (vgl. Ivan Sutherlands *Sketchpad* mit Lichtgriffel, 1963). Elektronische Bildmodulation und Computergrafik konstituieren sich beide gleichermaßen aus der Integration und Funktionalisierung der Kathodenstrahlröhre (CRT) als Display im Sinne einer operativen Eingabe- und Ausgabefläche, d.h. sie zeigt nicht nur die Ergebnisse des Computers¹⁶ in Echtzeit an, sondern ist Teil der Verrechnungen, Steuerungen und Schaltungen. In den Performances mit Computern wird eben dieses Setting in den Raum vergrößert und der Akteur so an den Computer gebunden, dass er selbst zur Steuerungseinheit wird. Im Theater werden also zwei Bereiche zusammengeschlossen, die – so zumindest die bisherige Medien- und Technikgeschichtsschreibung –, obwohl sie zeitgleich nebeneinander bestehen, nur wenig miteinander zu tun haben. Es gilt zu klären, was deren in der Performance zur Anschauung kommende Ko-Existenz und deren Zusammenspiel über Computergeschichte aussagt bzw. sie neu formuliert. Mit dem zellulären Automaten werden schließlich (3) die Interaktivierung von digitaler Bildgenerierung und die über Elektronen gesteuerte analoge Abtastanimation in einen Bezug zur

13 Screenshots: Martin Slawig.

14 So Martin Slawig in einem Telefoninterview mit der Autorin am 10.06.2007.

15 Der Anschein, dass die Selbststeuerung sich auf das Environment ausdehnt, kommt dadurch zustande, dass die Organisation der Zellen des Automaten nicht nur in der Projektion repräsentiert wird, sondern sie sich auch in Bewegungen der Papierbahnen, in den Winkeln der Stellung der Papierbahnen zur Aufhängung, in ihren Rotationen sowie in ihrem Zittern und Flattern manifestiert.

16 Die Trennung von Daten und Display immer vorausgesetzt, denn was auf dem Display erscheint sind nicht die Daten selbst, sondern deren Transformation in Phosphorleuchten.

Konzeptualisierung und Erprobung der Berechenbarkeit von Mensch und Natur als selbst gesteuerte und sich selbst reproduzierende Automaten gebracht.

Was bedeutet diese durchaus ungewöhnliche Zusammenschaltung über Inszenierungsweisen von Displays für eine *Theatergeschichte des Computers*?

3 ANIMAC. SICH DIGITAL GEBÄRDENDER ANALOGER VIDEOSYNTHESIZER

Eine höchst interessante Form der computergesteuerten Bildmodulation, die heute als Beginn der Computeranimation gilt, wurde von Lee Harrison III¹⁷ mit ANIMAC (Hybrid graphic animation computer, 1962)¹⁸ und *Scanimate* (1969)¹⁹ erfunden und praktiziert. Die Bildmanipulation mit dem ANIMAC kann als eine der Ursprünge von *Theater mit Computern* gelten: Für eine Filmproduktion statuierte Harrison eine Tänzerin mit Potentiometern – Spannungsreglern, die gewöhnlich in Form von Knöpfen im Patchpanel des ANIMAC integriert waren – aus und verband sie über Kabel mit dem Rechner, so dass es schien, sie würde durch ihre Bewegungen in Echtzeit eine Strichfigur, die auf einer CRT sichtbar wurde, über den Computer animieren. Auf einer Fotomontage Lee Harrisons (vgl. Abb. 4) wird für die Nachwelt der bis heute wirkende Eindruck erzeugt, es könnte sich bei der Produktion um eine Performance – ähnlich der heute praktizierten – gehandelt haben, in der die Live-Animation über einen Projektor verräumlicht wurde. Dieser Eindruck ist entscheidend, denn er ist mit ausschlagend dafür, dass die Idee in die Welt gesetzt wurde, der Mensch könne vom Computer vermessen werden und auf dieser Grundlage steuernd auf ihn einwirken; Mensch und Computer seien Teil eines integralen Schaltkreises.

17 „Lee Harrison, born 1929 in St. Louis, Missouri. Studied at the School of Fine Arts, Washington University, St. Louis. 1953 U.S. Coast Guard Officer Training, New London, Connecticut: stationed in Long Beach, California, and the Philippines. 1955 Technical illustrator, McDonald Aircraft, St. Louis. 1956-59 Engineering School, Washington University, St. Louis. 1959-65 Engineer at Philco Corporation, Philadelphia. 1965 Bio-cybernetic Engineer at the Denver Research Institute, University of Denver. 1967-68 President, Chairman of the Board, & CEO of Lee Harrison Associates. 1969 Founder & CEO of Computer Imaging Corporation. 1971-86 President until it closes. Lives Denver, Colorado.“ So trocken werden Biografien verfasst und weitergegeben: Vasulka Archive: „Harrison 3/2/92“, <http://www.vasulka.org/archive/Artists2/Harrison, Lee/bios.pdf>, 02.07.2007.

18 Vgl. zur ersten Orientierung: AudioVisualizers: „Lee Harrison iii's – ANIMAC“, <http://www.audiovisualizers.com/toolshak/vidsynth/animac/animac.htm>, 02.07.2007.

19 Dave Sieg (1979 Mitarbeiter bei *Image West*, Hollywood) hat sich die Dokumentation der Arbeit mit *Scanimate* zur Aufgabe gemacht: Sieg, Dave: „The Scanimate Site – History of Computer Animation“, 2006, <http://scanimate.zfx.com>, 02.07.2007.



Abb. 4: Tänzerin mit ANIMAC²⁰

Es stellt sich die Frage, auf welcher technischen und diskursiven Grundlage dieser ‚Schaltkreis‘ hergestellt wird und welche kulturellen Effekte er zeitigt.

Der Grundgedanke beim ANIMAC ist, mit Hilfe einer kontrollierten Ablenkung von Elektronenstrahlen auf eine CRT zu ‚malen‘.²¹ Ausgangspunkt ist eine Verbindung von Scannen und Animation durch Elektronenmodulation, weshalb Harrisons ANIMAC in die Gruppe der Videosynthesizer²² gehört, die mit *re-scan*, der Kombination mehrerer Abtastschritte und mit Abtastmodulationen arbeiten.²³ Um nun überhaupt an ein Bild zu gelangen, werden zunächst die Elektro-

20 <http://www.audiovisualizers.com/toolshak/vidsynth/animac/harn.jpg>, 02.07.2007. Vgl. auch Harrison, Lee: „ANIMAC (Hybridgraphicanimationcomputer), 1962“, in: Dunn, David (Hrsg.): *Eigenwelt der Apparate-Welt. Pioniere der elektronischen Kunst*, Ars Electronica Linz 1992, S. 92-95, hier S. 93, http://www.vasulka.org/Kitchen/PDF_Eigenwelt/pdf/092-095.pdf, 02.07.2007. Die abgebildete Anordnung gilt heutzutage als Beginn des *Motion Capture*.

21 So Lee Harrison in einem Interview: N.N.: „Lee Harrison Tape Transcription“, o.J., S. 1, <http://www.vasulka.org/archive/RightsIntrvwlnstitMediaPolicies/IntrvwlnstitKaldron/55/Harrison.pdf>, 02.07.2007.

22 Vgl. zu Arten von Videosynthesizern und deren Technik: Beck, Stephen: „Image Processing and Video Synthesis. Electronic Videographic Techniques“ [1975], in: Dunn (wie Anm. 20), S. 161-164, http://vasulka.org/Kitchen/PDF_Eigenwelt/pdf/161-164.pdf, 02.07.2007. Vgl. auch Miller Hocking, Sherry/Brewster, Richard: „Image Processing. Experimental Television Center, 1986“, in: Dunn (wie Anm. 20), S. 168-181, http://vasulka.org/Kitchen/PDF_Eigenwelt/pdf/168-181.pdf, 02.07.2007.

23 Der ANIMAC wurde mit diesen Prinzipien Ende der 1960er Jahre von Harrison zum *Scanimate* weiterentwickelt mit dem Ziel, einen kommerziellen Gebrauch zu ermöglichen. 1972 gewann Harrison den Emmy Award. 1977 produzierte er eine Animation für den ersten STAR WARS Film, eine andere für den Beatles Film SGT. PEPPER'S LONELY HEARTS CLUB BAND. In den 1980er Jahren endete die Phase der analogen Animation in

nenstrahlen so abgelenkt, dass auf einer hochauflösenden CRT (als einem cartesianischen Koordinatenfeld) über Vektorablenkung eine geometrische Figur erscheint, die wiederum von einer hochauflösenden Kamera abgefilmt, abgetastet und somit in elektronische Signale zerlegt und manipulierbar wird. Dazu werden die durch das Abtastverfahren (Scannen) gewonnenen Videosignale mit Hilfe von Spannungsmodulatoren und Signalkonvertern transportiert und so platziert, dass auf einer CRT ein sich zu Bildern und Figuren formierendes, elektronenstrahlabgelenktes Phosphorleuchten erscheint, welches in Echtzeit manipuliert werden kann. Hierzu schreibt Lee Harrison:

ANIMAC's basic character starts out as a stick figure, with each stick called a ,bone' made from wire-frame line segments. A ,skin' is added to the bones by superimposing curlicue springs that modulate the stick vectors with circular sweeps of spinning vectors. The thickness of the bones, or displacement of the rings from the center of the line, is voltage modulated by a ,skin scanner'. The scanner is constructed from a ,flying spot scanner', a vector camera pointing at an intensity graph with higher brightness representing a larger bone displacement. The ,joints' or connection of bones to skin are formed by drawing the bones in a specified order, the endpoints being momentarily held till the next bone is drawn. A synthetic mouth, lips and eyeballs are created through parabolas and sine waves modulated with precise control from voltage sources. The entire figure is manipulated in three dimensions by passing the control signals through a three dimensional (3D) rotation matrix. These control signals are formed from horizontal and vertical sweep generators, with camera angle, size and position voltages run through rotation matrices constructed from adders, multipliers and sine/cosine generators. To give the illusion of depth, an additional camera tracks the intensity of the skin, giving the illusion of an edge by modulating the skin brightness and leaving it in silhouette.²⁴

Von besonderem Interesse ist nun die diskursive Überformung der Technik. Im Grunde genommen geht es bei der Inauguration analoger Videomodulation als Beginn computergelenkter Bildanimation um einen ausgeklügelten Trick, der die

Harrisons Firma *Computer Image* auf Grund der Durchsetzung digitaler Systeme. Im *Scanimate* wurde ein abzutastender Gegenstand auf einen Lichttisch gelegt und von einer hochauflösenden Kamera aufgenommen und direkt auf eine CRT gespielt. Eine NTSC-Kamera zeichnete nun wiederum dieses Bild auf dem Display auf. Über den Computer wurden die Signale auf der CRT manipuliert. Alle Funktionen, die die Abtastung beeinflussten, wurden durch Spannungen ausgelöst und über Patchpanels programmiert. Vgl. Sieg, Dave: „How Scanimation was Done“, <http://scanimate.zfx.com/scan2.html>, 02.07.2007.

24 Harrison (wie Anm. 20), S. 92.

Leistung Harrisons keineswegs schmälert,²⁵ denn die künstliche Strich-Figur und deren Interaktion mit einem Menschen zu erzeugen gelingt Harrison zu einer Zeit, als an Computeranimation oder Computergrafik in Echtzeit mit Hilfe digitaler Rechner kaum zu denken war. Mit Harrisons Maschine wird zwar eine äußerst kontrollierte Ablenkung und Steuerung von Elektronenstrahlen möglich, da eine getaktete Erzeugung von Spannungen und Wellenarten mit Hilfe von mathematischen Funktionen über ein System von Schaltern und Schaltungen adressiert und angeordnet wird.²⁶ Es handelt sich aber beim ANIMAC um einen analogen Computer.²⁷ Es wird zwar geschaltet, aber es werden *keine* diskreten Daten erstellt und codiert, sondern vielmehr kontinuierliche Spannungen und Wellenlängen und -formen gemessen und transportiert.²⁸ Da das Eingreifen in die Parameter der Elektronenablenkung und deren Verteilung mit Hilfe mathematischer Formalisierungen und über integrierte Schaltkreise geschieht, überformt Harrison sie allerdings als digitale Prozesse.²⁹ Dabei handelt es sich aber eben nicht um eine exakte technische Beschreibung, sondern um eine diskursive ‚Programmierung‘.³⁰ Entgegen Harrison vermerkt Dave Sieg: „The point was that it took me a while to

-
- 25 In den 1960er/1970er Jahren konstituiert sich eine ganze Generation von Videokünstlern aus der analogen Computeranimation und -modulation. Zu denken ist an Nam June Paik, Steina und Woody Vasulka, Peter Weibel, die Bewegung des *Expanded Cinema*. Vgl. dazu Youngblood, Gene: *Expanded Cinema*, New York 1970, http://www.ubu.com/historical/youngblood/expanded_cinema.pdf, 02.07.2007.
- 26 Eine detaillierte Beschreibung würde an dieser Stelle zu weit führen. Die genaueste Beschreibung bietet eine Handschrift zum ANIMAC von Lee Harrison: Vgl. Harrison, Lee: „Notes for an Early Animation Device“, in: Dunn (wie Anm. 20), S. 209-223, http://vasulka.org/Kitchen/PDF_Eigenwelt/pdf/209-223.pdf, 02.07.2007.
- 27 In Harrisons Maschine sind die Schaltungen fest verdrahtet. Deshalb ist sie nicht programmierbar, bleibt eine Rechenmaschine und ist eben noch kein Computer, der sich auf Grund einer symbolischen Codierung nach 0 und 1 durch seine Metaphorizität auszeichnen würde, d.h. aus der Codierung könnte alles mögliche errechnet werden.
- 28 Sieg konstatiert: „Before the days of digital computers, calculations were done with analog circuitry. Instead of typing commands, you wired things together and adjusted knobs. The animators essentially had to be analog design engineers, because they had to literally wire each animation together. The animator would patch together series of ramp, sine/cosine generators, bias and gain potentiometers and multipliers and summing amplifiers to produce an animated sequence on the CRT.“ (Sieg, Dave: „Scanimation in the Analog Days“, <http://scanimate.zfx.com/article.html>, 02.07.2007.)
- 29 Harrison (wie Anm. 20) schreibt: „To start it was to essentially put a signal on a line that governed the opening of a lot of sampling gates. The inputs to the gates were the parameters that governed the position and some of the qualities and characteristics of that bone. To program it we had a patch panel. [...] When you started a bone you also started that counter and that flip-flop was plugged into the counter that would turn that bone off. It was pretty much all digital [Hervorhebung M.L.]. The next bone would be plugged into another count and so forth and you varied the counts depending. A count represented some number of high frequency units that was part of the clock network of the whole machine.“
- 30 Vgl. Anm. 27.

get used to calling a bunch of analog ramp generators, summing amps, multipliers, and phase-lock oscillators a CPU!³¹

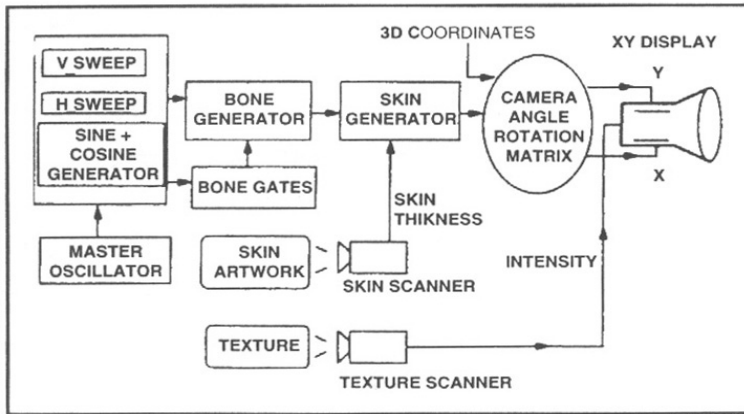


Abb. 5: Flowchart ANIMAC³²

Der ANIMAC ist im Grunde nur ein Spannungsleiter, der Spannungen misst, regelt und adressiert. Die CTR wird Teil der CPU, dient als Speicher und als Anzeige sowie als Signal-Umwandler. All dies geschieht 1962 im Reellen der Elektronenablenkungen, in dem Bewegungen der Knöpfe oder der Tänzerin der Bewegung von Wellen und Signalen entspricht. Bisher kaum beachtet und für die Computergeschichte noch nicht ausgewertet – durch *Theater mit Computern* im Stile von *hier* aber nunmehr offenkundig – ist also, dass sich die Computergeschichte durch ein Zusammenspiel von Computern (als symbolischen Maschinen) mit Rechenmaschinen zur analogen Videomodulation Computergeschichte konstituiert. Während in der Informationsästhetik³³ an der diskreten Programmierung von Computergrafik laboriert wird und in Amerika Ivan Sutherland deren Interaktivierung und Echtzeit-Generierung erfindet, geht es in der Videowelt um eine ‚Simulation‘ computergesteuerter, digitaler Computeranimation, die sich technisch allein der Möglichkeiten der Elektronenmodulation bedient, dies aber im diskursiven Beiwerk verdeckt. Die Welt der analogen Videosynthesierung und die der diskreten Bildgenerierung, mithin die Welt des kontinuierlichen Messens und die des diskreten Zählens, sind damit *integraler* Bestandteil der Computergeschichte. Der Mehrwert des analogen Computers ist eher gering, denn ein Effekt der analogen Verarbeitung ist, dass das hergestellte Bild nicht gespeichert

31 Sieg, Dave: „Scanimate Tour: The CPU“, <http://scanimate.zfx.com/scancpu.html>, 02.07.2007. Vgl. die Abbildungen des ANIMAC Patchpanels: AudioVisualizers (wie Anm. 18).

32 Quelle: <http://www.audiovisualizers.com/toolshak/vidsynth/animac/flow.jpg>, 02.07.2007. Hier nachgestellt von Domingo Stephan.

33 In Deutschland die *Stuttgarter Schule* um Max Bense, u.a. Frieder Nake, Georg Nees und in Amerika Michael Noll. Vgl. dazu einführend: Herrmann, Hans-Christian von/Büscher, Barbara: „Programmierung des Schönen“, in: *Kaleidoskopien*, H. 5, 2004, S. 155-163.

und somit nicht wiederholt werden kann.³⁴ Dennoch steht in der Computer-Geschichtsschreibung der ANIMAC am Beginn der *digitalen* Computeranimation – auch wenn an ihr der Anschein haften bleibt, dass es sich in der Mensch-Maschine-Interaktion um analoge Prozesse handeln und dass elektronisches Schalten und Manipulieren schon einem digitalen Prozessieren entsprechen würde.

Fortgeführt wird damit eine Ästhetik, die sich aus den Möglichkeiten der Ablenkung von Elektronen seit der Erfindung der Kathodenstrahlröhre im ausgehenden 19. Jahrhundert konstituiert, und mit der die Geschichte des Computer-Displays als eine der analogen Spannungen messenden und diese abtastenden und leitenden Oszillographie begann und zumindest bei Harrison auch mit kulturbildenden Folgen tradiert wird. Denn dass in *hier* und anderen Performances an diese Bildlichkeit angeknüpft wird (allerdings heutzutage auf digitaler Grundlage), ist ein gewichtiger medienkultureller und kulturtechnischer Schritt, bedingt er doch die Verknüpfung analoger und (angesichts der mit Harrison entstehenden Differenzierungsgrauzone auch) digitaler Computer an die Elektro-Experimental-Physiologie um 1900.³⁵ Im Zentrum steht mit ihr das von der Ätherphysik gestützte Schwingen von Frequenzen als Ausdruck spiritueller und paraphysikalischer Ereignisse, an denen der Mensch insofern teil hat, als er sich in Resonanz mit diesen Schwingungen sowie mit denen technischer Medien befindet.³⁶ Damit ist der Mensch Teil eines elektro-elektronischen Universums, in dem Resonanzen entstehen zwischen Tönen und visuellen Abbildungen, den Ablenkungen von Elektronen und magnetischen Feldern. So werden Stimmen von Geistern und Gedanken übertragen, *Radiosendungen* (!) gehört und bis heute Performances mit Medien und *Vijing* betrieben.³⁷

In der Welt des Analogen geht es um das Weiterleiten und Schalten von Energie, aber noch nicht um das von Information. Wie kann das u.a. mit Harrisons Tänzerin entstandene Resonanzparadigma mit einer Digitalisierung zusammenge-

34 Dave Sieg (wie Anm. 31) schreibt: „[...] this was great, because you could show a client the element you were working on right then in finished form. He could suggest changes to the movement, appearance, whatever he wanted, and you could turn a few knobs, move a few wires, and there it was. [...] There is no such thing as duplicating a job on a scanimate. The phases of the moon, the earth's rotation, the cosmic karma of the gods of Analog all contributed to each masterpiece being necessarily unique!“

35 Vgl. dazu und zum Folgenden einführend: Hagen, Wolfgang: „Theorien des Radios. Ästhetik und Äther“, Humboldt-Universität zu Berlin 1995/96, <http://www.whagen.de/seminare/AETHER/AetherI.htm>, 02.07.2007; Siegert, Bernhard: „Funken und Strahlen: Zum Okkultismus der Moderne (Hertz, Crookes, Peirce, Branly, Lodge)“, (Vorlesung Radio03), <http://www.uni-weimar.de/medien/kulturtechniken/lehre/ws2006/material/VLRadio03-Netzversion.pdf>, 02. 07. 2007.

36 Vgl. zur *Theatergeschichte des Elektro-Hysterismus*, vor allem zu Loie Fuller: Leeker, Martina: „Weibliche Medien um 1900. Über okkulte Herkünfte der Medienwissenschaft“, in: Wagner, Hedwig (Hrsg.): *Gender-Media-Studies*, Weimar (im Druck).

37 Vgl. zur Verortung zeitgenössischer Performances im Resonanzparadigma von 1900: Leeker, Martina: „Musik Computer Tanz. Auf den Spuren des Resonanzparadigmas, 1900/2000“, in: Schrödter, Stephanie (Hrsg.): *Musik – Tanz* (im Druck).

bracht werden, in der Menschen schließlich in Bezug zu informationsverarbeitenden Maschinen kommen, in denen aus Schwingungen und Frequenzen nun mal das Schalten und Adressieren von invarianten, bedeutungsleeren Symbolen wird? Es wird nun darum gehen, wie im Kontext der metaphorischen Digitalisierung des Analogen die Bilderzeugung in digitalen Computern vonstatten geht und wie in ihr das Display inszeniert wird.

4 SUTHERLANDS SKETCHPAD UND DER AKTEUR ALS STEUERUNG

Für eine über Nutzungen und Inszenierungen von Displays hergestellte *Theatergeschichte des Computers* ist das *Sketchpad* von Sutherland zentral, da – wie eingangs erwähnt – der Akteur in den Display-Environments in Theater/Performance mit Computern an den von Sutherland erfundenen Lichtgriffel gemahnt, der den Computer über die CRT steuert. Auch dass das Display als interaktives Element genommen und genutzt wird, ist ein Verdienst von Ivan Sutherland. Das *Sketchpad* ist zudem der Part in der *Theatergeschichte des Computers*, mit dem der Bezug von Mensch und digitalen, Information und nicht bloß Spannungen schaltenden Computern hergestellt wird. Wie dies geschieht, ist im Zusammenspiel mit Harrison neu zu verstehen: *Theater mit Computern* führt bisher unentdeckt beide Traditionen und Computergeschichtsstränge zusammen.

Das komplette Gegenteil zum analogen ANIMAC ist das auf einem digitalen TX-2 programmierte *Sketchpad* zur digitalen Bildgenerierung. Ivan Sutherland kann mit diesem Programm als Begründer der *interaktiven* Computergrafik gelten, die er 1963 in seiner Dissertation³⁸ bei Claude Elwood Shannon am MIT darlegte. Es handelt sich um eine Art Skizzenblock, mit dem geometrische Figuren, gar Entwürfe mit einem Lichtgriffel über die CRT initiiert, im Computer erstellt und über die CRT wieder ausgegeben werden können. *Sketchpad* war mit beiden Händen zu bedienen, wobei eine Hand mit einem Lichtgriffel Punkte auf die Kathodenstrahlröhre ‚zeichnete‘ und die andere Hand Knöpfe zur Befehlseingabe bediente. Das Display wurde interaktiv und der Computer zu einer Blackbox, die Sutherland sinnfällig als einen Zugang zu *Alices Wonderland* bezeichnet.

Whereas a microscope enables us to examine the structure of a sub-miniature world and a telescope reveals the structure of the universe at large, a computer display enables us to examine the structure of a man-made mathematical world simulated entirely within an electronic mechanism. I think of a computer display as a window on Alice's Wonderland in which a programmer can depict either objects that

38 Vgl. den Wiederabdruck: Sutherland, Ivan Edward: *Sketchpad: A Man-Machine Graphical Communication System* [1963], (Technical Report No. 574), Cambridge University Computer Laboratory 2003, <http://www.cl.cam.ac.uk/techreports/UCAM-CL-TR-574.pdf>, 02.07.2007.

obey well-known natural laws or purely imaginary objects that follow laws he has written into his program.³⁹

Sutherland beschreibt die Leistung des Programms:

„Here again, the ability to change the individual element of the repetitive structure and have the change at once brought into all subelements makes it possible to change the elements of an array without redrawing the entire array.“⁴⁰

Claus Pias fasst so prägnant zusammen, dass an dieser Stelle eine Paraphrasierung sich erübrigt:

Schaltungen nicht mehr bloß zu *zeichnen*, sondern diese Zeichnungen selbst auch *arbeiten* zu lassen. [...] Man klickt einen Widerstand weg und einen anderen hin, und sogleich hat man nicht nur eine andere Zeichnung, sondern zugleich einen Test des Geräts, das nach dieser Zeichnung gebaut werden könnte. [...] Die Möglichkeitsbedingung solcher Laienarbeit liegt *erstens* in der Entkoppelung von Daten und Display: das Bild an dem wir arbeiten und mit dem wir steuern hat nichts mit den Daten zu tun, die wir manipulieren, aber es unterhält laufend *Beziehungen* zu ihnen. Sie liegt *zweitens* in der Struktur der Software selbst, die eine Bibliothek von manipulierbaren Bildbestandteilen und Arbeitsanweisungen wie gruppieren, drehen, verzerren, skalieren usw. bereitstellt. Es sind die basalen Operationen wie ausschneiden, kopieren und einfügen [sic] (cut, copy & paste), die Sutherland in Bildverarbeitung einführte, [...]. Kreissegmente werden seit Sutherland nicht mehr durch kreisförmige Bewegungen erzeugt, sondern als Anfangs- und Endpunkt eingeklickt und ‚aufgezogen‘.⁴¹

Anders als beim ANIMAC wird bei Sutherland die CRT nicht mehr nur als Speicher, Wandler und Anzeige, sondern vor allem als Eingabefläche genutzt. Es wird nicht wie beim ANIMAC vor allem vom Schaltwerk her auf die Ablenkung der Elektronenstrahlen zugegriffen, sondern das Display wird zum Auslöser für einen Zugriff auf das Rechenwerk, wobei es – und das ist entscheidend – zu einer Trennung von Display und Daten kommt, da binäre Schaltungen und das, was auf der CRT erscheint, nichts gemein haben. Der Benutzer löst mit dem Lichtgriffel auf

39 Sutherland zitiert nach: Wagner, Kirsten: „Computergrafik und Informationsvisualisierung als Medien visueller Erkenntnis“, in: IMAGE. Zeitschrift für interdisziplinäre Bildwissenschaft, H. 1, 2005, S. 46-63, <http://www.bildwissenschaft.org/VIB/journal/content.php?function=fnArticle&showArticle=33>, 02.07.2007.

40 Sutherland (wie Anm. 38), S. 29.

41 Pias, Claus: „Bilder der Steuerung“, Vortrag, Kunsthochschule für Medien Köln 2002, <http://www.khm.de/kmw/kit/pdf/pias.pdf>, 02.07.2007.

der CRT allerdings ‚nur‘ ein Objekt des Programms aus. Das heißt, er zeichnet dieses nicht selbst, sondern er gibt ‚nur‘ einen Befehl, mit dem der Computer automatisch eine Vektorgrafik errechnet und diese über die Ablenkung der Elektronenstrahlen anzeigt. Dass dabei dennoch der Eindruck entsteht, der Benutzer würde den Computer dazu bringen, seine Intentionen zu verstehen und zu vollenden, ist nur möglich in einem diskursiven Kontext, der u.a. mit Harrisons analogen Schaltungen und Leitungen geschaffen wird. Das grafische ‚Mensch-Maschine-Kommunikationssystem‘ funktioniert ja nur dann, wenn das Display etwas anzeigt, das analog und kontinuierlich erscheint und somit den diskreten und rechnenden Charakter seiner Entstehung verdeckt, camouffiert. Denn im Computer finden binäre Schaltungen und mathematische Berechnungen statt, während auf dem Display Linien erscheinen, die sich z.B. zu einem Auto formieren können. Indem Harrison seinen analogen Computer als einen ‚beinahe Digitalen‘ ausgab, machte er es möglich, die Auflösung von Mensch und Natur in Pixel und symbolische Formalisierungen forthin zu verkennen, so dass der Mensch annehmen konnte, seine kontinuierlichen Linien und Kreise würden als solche Bewegungen auch vom Computer vollzogen. Harrison, der 1959 über die Arbeit von Sutherland auf dem Laufenden war, und Sutherland, der die Bestrebungen von Harrison gekannt haben muss – soll er doch gesagt haben, dass eine Computeranimation in Echtzeit nur mit Rechnern möglich sei⁴², die so groß sind wie das Empire State Building⁴³–, bringt den verunsichernden Aspekt der *digitalen* Computer auf den Punkt:

[...] a lot of stuff, we would just animate because it looked good, looked right. We'd organize things so it looked right. Essentially we were pumping our own perspective. But we did have a patent on an applied automatic perspective which later when we got into more digital technology and brought more mathematical assistance and essentially for the programmers to tell the programmes what to do, they went into matrices. It was all automatic and you say you want 3-D and you got 3-D but again you lost something. It was more of an abstraction but that's just my point of view. [...] I understand the guts of the digital computer very well but they don't expect you to be able

42 Michael Noll hat schon seit Beginn der 1960er Jahre an einem Programm zur Herstellung dreidimensionaler Filme sowie an einem Choreografieprogramm mit einem digitalen Computer gearbeitet. Vgl. Noll, Michael: „Computer-Generated Three-Dimensional Movies“, in: *Computers and Automation*, Jg. 14, Nr. 11, 1965, S. 20-23. Noll konstatiert, dass mit Tricks zu arbeiten sei, um einen dreidimensionalen Effekt herzustellen: „Although the two perspectives are quite similar, the human brain translates their minute differences into a realistic depth effect“ (ebd., S. 20). Vgl auch Noll, Michael: „The Digital Computer as a Creative Medium“, in: *IEEE Spectrum*, Jg. 4, Nr. 10, 1967, S. 89-95. Filme unter http://www.youtube.com/watch?v=uLU2hIV7n_I, 02.07.2007; http://www.youtube.com/watch?v=iXYXuHVTS_k, 02.07.2007.

43 Lee Harrison im Interview (wie Anm. 21), S. 17.

to do that when they teach you a language that's a whole bunch of different shit.⁴⁴

Der *Computergrafik* und der *Computeranimation* – zu Harrison und Sutherlands Zeiten noch mit Vektorbildschirmen realisiert – gelingt der fließende und kontinuierliche Eindruck der Visualisierung erst dann, wenn die Vektorgrafik und die Vektorablenkung in der CRT von der Rastergrafik und dem Rasterbildschirm abgelöst wird. Letztere haben noch weniger Bezug zum Kontinuierlichen als die Vektorgrafik, lösen sie es doch endgültig in Pixel auf.⁴⁵ Gerade ob der hier skizzierten *Computergeschichte der Camouflage* und der *unklaren Trennschärfen* in der Interaktion mit Displays gelingt es trotz der Pixelung und der Entwöhnung vom direkten Zugriff auf das Display⁴⁶ aber umso überzeugender, fließende Übergänge zu imitieren und zu evozieren und realistischer wirkende Simulationen zu emulieren. Damit kommt eine lange Geschichte der Camouflage an ihren Höhepunkt, die über das Display organisiert und ausgetragen wurde. Es wird klar, dass das Display nicht der Ort der Anzeige sondern der Verdeckung, der Camouflage war und ist. Das Display wird zum diskursiven Ort, der technischen Wandel und Wandlungen verdeckt.

5 ZELLULÄRE AUTOMATEN MIT MENSCHEN IM GEPÄCK

Es wurde deutlich, wie in der aus einer Verräumlichung und Interaktivierung von Displays entstehenden *Theatergeschichte des Computers* digitale Welten camouffiert und als analoge ausgehen werden. Es gelang mit Camouflage und prekärer Trennschärfe, den Menschen an den Computer zu binden. Zugleich aber wird noch eine andere Form der Beziehung entwickelt, die sich mit der digitalen Bildgenerierung andeutete, mit der Integration eines zellulären Automaten in *hier* aber erst deutlich zum Tragen kommt. Diese generiert eine Kopplung des vermeintlich analogen Universums an eine Wissens- und Technikgeschichte der Formalisierung von Mensch und Natur, die darin gipfelt, diese auch als informationsverarbeitende, selbst gesteuerte Automaten zu sehen. Es kommt zu einer gleichsam schwingenden Resonanz eines diskretisierten Analoges und Kontinuierlichen, die immer wieder zwischen einer elektronischen Ätherhysterie, einer kybernetischen Feedback-Hysterie sowie einer sehr nüchternen Betrachtung des Computers als Werkzeug und Technik des Rechnens, Adressierens und Schaltens kippt. So lebt es sich in einer digitalen Kultur.

Die Idee eines zellulären Automaten wird von John von Neumann und Stanislaw Ulam Mitte der 1940er Jahre sowie von Konrad Zuse 1967 in die Welt ge-

44 Lee Harrison (wie Anm. 21), S. 8.

45 Vgl. zum Unterschied von Vektor- und Rastergrafik einführend: Fowley, James D. u.a.: *Grundlagen der Computergrafik*, Bonn/Paris 1994, S. 8-12.

46 Die CRT als Eingabefläche ist heutzutage zumeist durch die Tastatur ersetzt, das Haptische und ‚Zeigende‘ durch die tippende Eingabe von Text.

bracht und ausformuliert.⁴⁷ In *hier* gerät der zelluläre Automat nun in ein technisches und diskursives Umfeld, in dem es um die Funktionalisierung der CRT als Displays für die Bildgebung, um deren Interaktivierung und die dazu nötige Bindung des Menschen an diese geht. Damit werden analoge Elektronenstrahlenmanipulationen, diskrete Bildgenerierung, sich selbst organisierende Automaten und die Interaktion von Mensch und Computer in der Frage zusammengeführt, ob und wie das Kontinuierliche und Unendliche (Analoge) in formalen Systemen sich fassen ließe. Sie kulminiert in der Idee, dass die probate Lösung darin bestehen könnte, Information und nicht länger Energie und Materie zur universellen Einheit von Menschen, Maschinen und Natur zu machen. Aus Energie wird Information, operationalisiert in Schaltplänen, die sich in Gestalt von Zustands- und Wahrheitstabellen aus formaler Logik⁴⁸ ableiten.

Das Bedeutende der Inszenierung *hier* für die *Theatergeschichte des Computers* ist, dass die Bedingungen und Möglichkeiten der Verbindungen von analogen und digitalen Welten mit der Integration eines zellulären Automaten neu konfiguriert werden. Die Umwandlung von Energie in Information, von Leiten in Berechnen und Schalten von Informationswerten wird nicht mehr einfach nur camouffiert, sondern äußerst produktiv an ein elektronisches Universum angebunden. Generatives Operieren (wie bei Sutherland) wird mit Video, Signalflow und Ablenkungen (wie bei Harrison) verknüpft. Durch diese Verknüpfung, die sich weiterhin die Verwischung der Trennschärfe zu nutze macht, wird (1) die Option, Mensch auch als informationsverarbeitenden Automaten zu sehen, eingängiger und der Mensch versuchsweise in eine solche Denkfigur integriert. Der Computer wird (2) in der Performance zu einer Künstlichen Intelligenz erhoben. Damit wird die Performance zu einer Interaktion mit einer dem Menschen ebenbürtigen Existenz erklärt. Dies wird technisch und diskursiv bewerkstelligt, da die Zustandslisten mit den Parametern für die Bewegungen der Papierbahnen im zellulären Automaten im Programm *Max/MSP/Jitter* tatsächlich die Steuerung des Computers im Sinne einer implementierten universellen Turingmaschine übernehmen. Dies ist möglich, da sich beide auf das Abarbeiten von Zuständen

47 Zelluläre Automaten funktionieren nach einfachen Regeln, die Zellen eines Gitternetzes miteinander wechselwirken lassen. In einem bestimmten Zeittakt wechseln alle Zellen gleichzeitig den Zustand. Der darauf folgende Zustand eines Gitterpunktes hängt von den jeweiligen Zuständen der Nachbarzellen ab. Je nach der Dimension eines zellulären Automaten wird ein Band, eine Fläche oder ein Raumbereich in lauter gleiche Zellbereiche unterteilt. Für jede Zelle gibt es verschiedene Zustände, die im einfachsten Fall ‚Leben‘ oder ‚Tod‘ bedeuten. Dies wird am „Game of Life“ – erfunden vom Mathematiker John Horton Conway, Universität Cambridge in den sechziger Jahren – anschaulich: Eine tote Zelle erwacht nach dem Ablauf eines Zeitschrittes zu neuem Leben, wenn sie davor genau drei lebendige Nachbarn besessen hat. Eine lebendige Zelle dagegen stirbt mit dem nächsten Zeitschritt, wenn sie von weniger als zwei oder mehr als drei Nachbarn umgeben ist. Diese zwei simplen Regeln verleihen dem Automaten ein Verhalten, das allein von der Anfangskonfiguration aus toten und lebendigen Zellen abhängt.

48 Deren Vordenker ist George Boole Mitte des 19. Jahrhunderts.

und Zustandslisten zurückführen lassen. Der Computer wird so zu einem sich selbst organisierenden und selbst reproduzierenden Automaten, zu einer künstlichen, generativen Intelligenz, die in Kommunikation und Kooperation mit dem Menschen steht.⁴⁹

6 MAX/MSP/JITTER. IMPLEMENTIERUNG DER THEATERGESCHICHTE DES COMPUTERS IN EINEM COMPUTERPROGRAMM

Die *Theatergeschichte des Computers*, die wie gerade gesehen in der Modifizierung des Organischen hin zu einem zellulären Automaten gipfelte, ist allerdings heutzutage nicht mehr nur eine Angelegenheit der Performances mit Computern. Sie ist vielmehr unterdessen in spezieller Weise technisch implementiert in dem Programm, dem die Inszenierung *hier* sich verdankt. In *Max/MSP/Jitter* konvergieren auf der ästhetischen und diskursiven Ebene Videosignalanimation, Bildgenerierung und zelluläre Automaten und tradieren dabei zumindest tendenziell die Geschichte der Camouflagen, prekären Trennschärfen und Analogisierungen von Mensch und Maschine. Das heißt, ein Computerprogramm schreibt die *Theatergeschichte des Computers* fort; sie ist in den Computer eingewandert. Damit wird zugleich eine Vermutung über ein Computerprogramm nahegelegt. Es funktioniert vor allem als Theater, als Spiel, So-Tun-als-Ob, Camouflage, prekäre Trennschärfe, mithin als Herausforderung an Wahrnehmung und epistemische Vor-Einstellungen, die sich auf der metaphorischen Ebene abspielen und von da aus eine technische Ausprägung erfahren können. Oder anders: die metaphorische Ebene ist Teil der Technik.

Mit der Implementierung der Theatergeschichte *des Computers im Computer* wird das Verhältnis von Analogem und Digitalem allerdings zugleich neu akzentuiert. Ob der umfänglichen Diskretisierung in *Max/MSP/Jitter*, die als unbegrenzte Konvertierbarkeit erscheint, wird der Eindruck suggeriert, dass das Kontinuierliche durchaus diskret verfasst sein könnte bzw. die entsprechenden Trennschärfen nicht mehr relevant wären. Analoges und Diskretes werden zu einer Frage der ästhetischen Option und sind nicht länger eine der wie auch immer gearteten natürlichen oder technischen Verfasstheit.

Diese Neubestimmung und deren kulturelle Effekte erschließen sich aus dem Status und dem Zusammenspiel der *metaphorischen* und *technischen* Ebene des Programms. Auf der Oberfläche, auf dem Display, erscheint die GUI, auf der programmiert wird als Erinnerung an das reale Verkabeln elektronischer Geräte, das den Signalfluss herstellen und gewährleisten soll oder, auf abstrakter Ebene, als

49 Dass diese Zeiten noch keineswegs überwunden sind, zeigt das Interesse an Stephen Wolframs Ausführungen zu zellulären Automaten, die diesen einmal mehr als Modell für Künstliche Intelligenz sowie von Natur und Evolution anschreiben. Zur Genese und zur Gefahr solcher Modelle vgl. für eine kritische Lektüre: Zuse, Konrad: „Rechnender Raum“, in: *Elektronische Datenverarbeitung*, H. 8, 1967, S. 336-344, <http://www.zib.de/zuse/Inhalt/Texte/Chrono/60er/Pdf/76scan.pdf>, 02.07.2007.

Erinnerung an Diagramme von Signalflüssen (Flowcharts)⁵⁰. Diese Erinnerungen werden wachgerufen, da man kleine Boxen mit Patchcords verbindet, die – entgegen jeglicher Logik der internen Rechnerarchitektur – die Signale anscheinend immer von oben nach unten fließen lassen. Das heißt, in der Bildlichkeit bewegt sich der Benutzer immer auch in der Welt des analogen Leitens von Signalen und Spannungen. Diese Metaphoriken erklären sich aus der Herkunft von *Max/MSP* aus der elektroakustischen Musik⁵¹ mit ihren Synthesizern und Visuals. Bei *Max/MSP/Jitter* wird allerdings das Drehen von Knöpfen durch das Manipulieren von Zahlen ersetzt.

Ein wichtiger Bestandteil von *Jitter*, dem u.a. in Performances gerne genutzten ‚Videoprogramm‘ von *Max*, sind integrierte Fenster, auf denen vom Programm veränderte Videos, die durchaus analoge Effekte imitieren können, erscheinen (vgl. Abb. 6). Das ‚Nachher-Videofenster‘ wird auf die in den Raum projizierten Displays des Performance-Environments übertragen, indem es isoliert und als Vollbild vom Monitor abgenommen und projiziert wird. In Performances mit *Max/MSP/Jitter* changieren nun die projizierten ‚Bilder‘ mit ihren über Objekte gesteuerten Effekten und Manipulationen zwischen *ästhetischen Anmutungen/Imitationen einer elektronischen Abtastmodulation*, die etwa beim ANIMAC ja technisch auf dem Messen von Spannungen und der Ablenkung von Elektronen beruhte, und einer an binäre Codierungen und Schaltungen gemahnende *Pixel-Ästhetik* (vgl. Abb. 7). *Max/MSP/Jitter* operiert zwar diskret und zählend, dieser Umstand kann aber verdeckt bzw. unklar gehalten werden. Eine Ästhetik prekärer Trennschärfen zwischen Elektronenmodulation und Pixelgenerierung entsteht, in der analoge und digitale Welten scheinbar zur ästhetischen Option werden.

50 Diesen Hinweis verdanke ich Dominik Busch.

51 Zunächst war es mit *Max* nur möglich hauptsächlich auf die MIDI-Schnittstelle des Computers zuzugreifen, um damit Synthesizer oder Sampler zu steuern. Mit zunehmender Hardware-Entwicklung gelang es, direkt auf die Audiohardware des Computers zuzugreifen, um so auch den Computer als Synthesizer/Sampler zu nutzen. Diese Erweiterung nennt sich „Max Signal Processing“, kurz MSP. Torsten Belschner schreibt hierzu in der *Neuen Musikzeitung*: „Die Geschichte von Max beginnt 1986, als der Komponist und Software-Entwickler Miller Puckette am Pariser Ircam einen grafischen Hochsprachen-Editor namens Patcher für die Apple-Plattform veröffentlichte, dessen Funktionalität auf die Erzeugung und Verarbeitung von Kontrolldaten per MIDI beschränkt war. Patcher steuerte damit den ‚4X‘, eine externe Recheneinheit zur Echtzeit-Klangsynthese.“ (Belschner, Torsten: „In Bildern komponieren. Die Programmiersprache Max/MSP (Teil I)“, in: *Neue Musikzeitung*, Jg. 52, Nr. 5, 2003, S. 21, <http://www.nmz.de/nmz/2003/05/internet-maxmsp.shtml>, 02.07.2007.) Zur Bedeutung des IRCAM Musical Workstation Project für die Audio- und Synthesizergeschichte vgl. IRCAM: „A Brief History of MAX“, http://freesoftware.ircam.fr/article.php3?id_article=5, 02.07.2007.

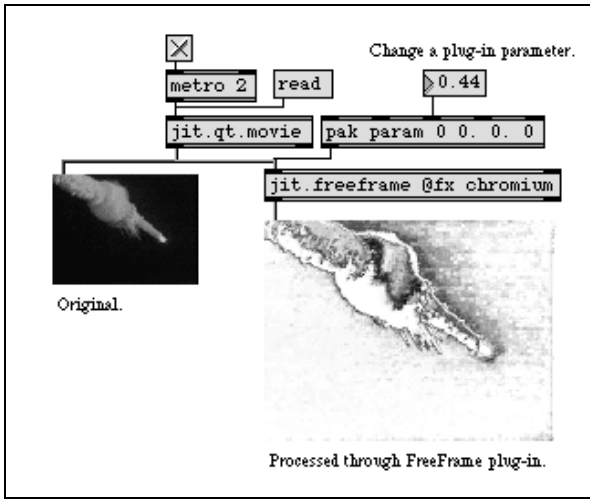


Abb. 6: Screenshot Max/MSP/Jitter mit ‚Videomodulationsästhetik‘⁵²

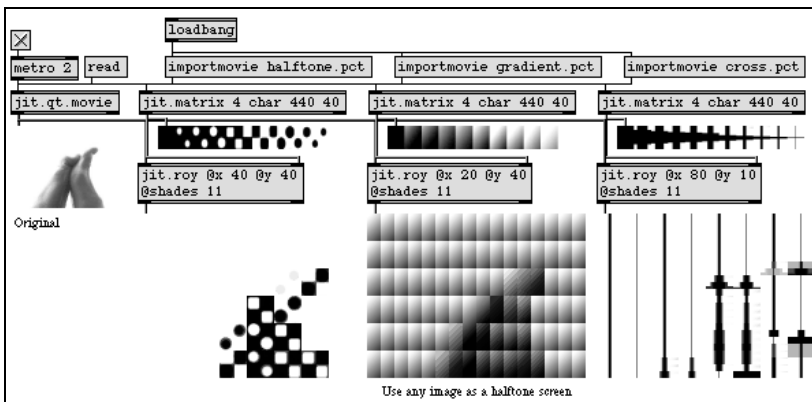


Abb. 7: Screenshot Max/MSP/Jitter mit ‚Pixelästhetik‘⁵³

Diese Option existiert allerdings nur auf der metaphorischen Ebene, denn hinter dem Display arbeiten Schaltungen in binären Codierungen auf der Grundlage von Symbolsystemen mit invarianten Zeichen und mathematische Algorithmen. Die einzelnen Objekte sind, und das ist entscheidend, z.B. bei Jitter in Matrizen⁵⁴ zer-

52 Quelle: Cycling 74: „jit.freeframe. FreeFrame Effects for Jitter Matrices“, <http://www.cycling74.com/documentation/jit.freeframe>, 02.07.2007.

53 Quelle: Cycling 74: „jit.roy. Convert Image to Halftone Image“, <http://www.cycling74.com/documentation/jit.roy>, 02.07.2007.

54 „Jitter extends the Max/MSP programming environment to support realtime manipulation of video, 3D graphics and other data sets within a unified processing architecture. Because Jitter, like Max/MSP, is generic in nature, it offers unlimited possibilities for

legt. Es handelt sich also um Zahlentafeln, in denen Filme, geometrische Körper und Sounds – genauer deren Ab-Bild in Schwingungen und Frequenzen – gleichermaßen zu Pixelpunkten werden, die Punkt für Punkt verändert werden können.⁵⁵ Ausgegeben werden diese Pixeltabellen über eine Rechenplatz sparende Grafikkarte, so dass die diskreten und endlichen Tabellen auf der Oberfläche sowie auf dem Weg zur visuellen Darstellung wieder zum Anschein einer analogen Welt modifiziert werden. *Max/MSP/Jitter* kann als ein ‚Programm der All-Konvertierung‘ gelten, einst erstellt, um die Wandlung von analogen Signalen in digitale Daten und umgekehrt auf der Ebene des Programms zu unterstützen und zu automatisieren, so dass alle sinnlichen Erscheinungen, Töne, Bilder und geometrische Körper zu in Listen zuordenbaren Ziffern werden, aber auch wieder zu sinnlichen Erscheinungen rückkonvertiert werden können – mit MIDIs⁵⁶ als Bestandteilen des Settings sobald, wie in Performances, Sensoren im Spiel sind.

Damit bleibt das Programm zunächst noch auf der Ebene des Bildlichen und Akustischen. Um die Beziehung zum Organischen und zum Menschen, mithin zum kontinuierlichen Analogen herzustellen, bedarf es einer (1) technischen und einer (2) diskursiven Bedingung.

Die Integration eines zellulären Automaten in der Inszenierung *hier* über das Programm *Max/MSP/Jitter* geschieht (1) auf einer technischen und wissenschaftlichen Grundlage. Die ‚All-Konvertierung‘ von *Max/MSP/Jitter*, die eben auch den zellulären Automaten betrifft, gründet auf einer Programmierung, durch die im Diskreten aus Daten *alles* werden kann. Hierzu Jeremy Bernstein, einer der Entwickler von *Max/MSP/Jitter*:

Anstatt mit einfachen Strömen von Ziffern zu arbeiten, gibt's in Jitter ausschließlich Matrizen. Matrizen können wir als Tabellen von Ziffern verstehen, oder wenn wir mit Film vertraut sind, als Frames. Aber die

creative exploration. [...] Jitter abstracts all data as multidimensional matrices, so objects that process images can also process audio, volumetric data, 3d vertices, or any numerical information you can get into the computer. Jitter's common representation simplifies the reinterpretation and transformation of media. [...] Jitter matrices may be composed of one of four data types: char (8 bit unsigned int), long (32 bit signed int), float32 (32 bit floating point), or float64 (64 bit floating point). Matrices may have up to 32 dimensions, and may have up to 32 planes. [...] This common representation makes the transcoding of information effortless. You can experiment with interpreting text as an image, converting video images to 3D geometry, turning audio into a particle system, or playing video data as audio. The possibilities are unlimited.“ (Cycling 74: „Jitter“, 2007, <http://www.cycling74.com/products/jitter>, 02.07.2007.) Zur weiteren Lektüre seien die „documentation“ und „tutorials“ empfohlen.

55 Die Matrizenprogrammierung wird mit Jitter 2001 eingeführt. Vorher stellte sich die Flexibilität und Kovertierungsfähigkeit von *Max/MSP* über die *objektorientierte Programmierung* her, die darauf fokussierte, Module mit Schnittstellen für Hardware sowie solche für Datenumwandlungen zur Verfügung zu stellen. Diesen Hinweis verdanke ich Dominik Busch.

56 MIDI ist ein Verbindungsprotokoll. Mit ihm werden nicht Bilder oder Töne übertragen, sondern Stellenwerte von Noten.

Frames sind generisch: ein Frame kann Text, Video (oder 3D-Texture), 3D-Geometrie oder beliebige Datei darstellen, ohne dass es für das System Probleme bereitet. Eine Matrix ist einfach eine Einheit oder Gruppierung von Ziffern. Nichts mehr und nichts weniger. Damit kann man, z.B. CA, Lindenmeyersysteme, Partikelsysteme oder was weiß ich simulieren, da all diese Systeme Frame-basiert sind. CA war also kein Ziel des Systems, sondern eine Folge des Designs.⁵⁷

Soweit die technische Voraussetzung. Diskretisierung und All-Konvertierung ergeben aber erst dann den Eindruck des Lebendigen und Organischen und erhalten einen Bezug zum Menschen, wenn die *Theatergeschichte des Computers* als Spiel, Camouflage, Inszenierung, Illusionierung und Täuschung an die neu entstandene Dimension der *spielerischen Unschärfe* als Vorteil ihrer Automatisierung angeschlossen sind. Dies wird ermöglicht durch die Bestimmung der Ontologie des Computers in seiner Metaphorizität, dass alles alles werden kann, die mit dem derzeit in den geistes- und kulturwissenschaftlichen Disziplinen grassierenden Lob der Hybridität und Performativität korrespondiert. Diese Korrespondenz bildet (2) den diskursiven Hintergrund, vor dem auch Menschen zu Automaten im Sinne einer diskreten Modellierung und Selbstorganisation des Organischen werden. Oder, noch einmal mit den Worten von Jeremy Bernstein:

Solche Systeme eignen sich besonders für Ton oder Video, da die irgendwie ‚organisch‘ sind. Ich teile diesen Glauben nicht, aber verstehe, wieso die Idee so verführerisch ist. Mit Partikeln, CA, Fraktalen kann man Wachstum und Verfall ziemlich überzeugend modellieren: fließende Systeme, Wasser, Staub, usw.⁵⁸

57 Aus einem Mail-Interview mit der Autorin vom 15.06.2007. Vgl. exemplarisch den zellulären Automaten in Max/MSP/Jitter: jit.conway. In hier wird zwar ein anderes Objekt benutzt (vgl. Anm. 12); dieses basiert aber auf der gleichen Funktionalität: „Devised by mathematician John Conway (1937-), the Game of Life treats the cells that comprise a matrix as either dead (0) or alive (non-0). The matrix is then modified according to the following rules: If a live (non-0) cell has two or three neighbors, it remains alive, otherwise it dies (becomes 0). If a dead cell has exactly three neighbors it becomes alive (255), otherwise it stays dead. The jit.conway object works on 1- and 4-plane char data. It is usually used in a matrix feedback network so that multiple generations of the game can be calculated (see the help patch for details). The jit.conway object treats the incoming matrix as a torus space (i.e. the top wraps to the bottom and the left wraps to the right), so that cells can travel off one edge of the matrix and reappear on the opposite edge.“ (Cycling 74: „jit.conway. Conway’s Game of Life, Cellular Automata“, <http://www.cycling74.com/documentation/jit.conway>, 02.07.2007.)

58 Mail-Interview mit der Autorin. Es sei ausdrücklich betont, dass Jeremy Bernstein von solchen Metaphorisierungen nichts hält.

7 FAZIT: THEATERGESCHICHTE DES COMPUTERS UND MEDIENKULTUREN

In der Konvergenz von Harrisons Elektronenmodulationen und Sutherlands Graphen mit zellulären Automaten wird der Computer zu einer selbstproduktiven, diskreten Maschine, an die der Mensch als Teil des analogen Universums anschlussfähig ist. Im Zusammenspiel dieser Teilbereiche der Computergeschichte werden drei Dinge deutlich: Es wird (1) eine neue Sicht auf Computergrafik, die Erzeugung von digitalen Bildern, möglich. Sie ist eine Selbst-Steuerung der Maschine jenseits des Menschen, die ihm aber vorgaukelt – im Rahmen der diskursiven Programmierung durch Sutherland und durch eine seit 40 Jahren währende Nutzung im Theater in Form von verräumlichten Displays, die von tanzenden menschlichen Leuchtgriffeln gesteuert werden –, er sei ihr Urheber und befinde sich in einer unmittelbaren Kommunikation mit ihr. Diese Verblendung gelingt (2) in der Rückbindung der Bildgenerierung an die Denkfigur des *zellulären Automaten*, die aufs Engste mit der Kybernetik verbunden ist. Sie steht für die Idee, ein Automat könne sich selbst reproduzieren, hätte er nur die Schaltpläne seiner selbst zu Verfügung. Und sie versucht sich an einer Erklärung von Mensch und Natur, Physiologie und Physik, mithin des unendlich Kontinuierlichen, als rechnende Räume, zelluläre Automaten, die sie insofern sind, als sie schlicht oder im Geniestreich als Schaltwerke von Information gedeutet werden. Könnte denn die Entwicklung einer Welle oder die des Wetters nicht auf einem Informationsaustausch beruhen? Diese schwer zu verstehende Wendung, mit der das Lebendige statt Materie und Energie zu sein zum bedeutungslosen Schalten von Ja und Nein mutiert, muss verstehbar und annehmbar gemacht werden. Hier nun kommt das Theater ins Spiel. Wo sich bei den Computerexperten theatralische und dramaturgische Muster und Denkstile ausmachen lassen – etwa wenn Sutherland von Verzauberung und Hineingleiten in Alices Wunderland spricht – nehmen die Theatermenschen die Technik direkt mit auf die Bühne und setzen sich ihr aus. Dabei gelingt ihnen ein folgenreicher Trick: Sie schließen die diskreten, auf Informationsschaltung beruhenden zellulären Automaten und die diskreten, formal-logischen, aber auf analogen Displays als Bilder ausgegebenen Operationen (3) an die Welt des Analogen an, indem sie in der ästhetischen Anmutung die mit analogen Computern gesteuerten Videoanimationen der 1960er-1980er Jahre mit ins Boot holen.

Auf diese Weise wird der problematische Übergang vom Digitalen zum Analogen und wieder zurück diskursiv und ästhetisch camouffiert und dabei Computergeschichte neu geschrieben. Es wird eine Genealogie erstellt, die zum einen ein neues Licht auf die Computergeschichte wirft, in der bisher der Ko-Existenz von analogen und digitalen Computern sowie von Videotechnik (Abtastung, Mathematik und Praxis der Ablenkung von Elektronenstrahlen) und Displays zu wenig Beachtung geschenkt wurde. Zum anderen wird aus dieser neuen Sicht auch die *Dramaturgiegeschichte des Computers* lesbar, in der er eben auch als Spiel und Inszenierung, als ein ‚So-Tun-Als-Ob‘ generiert wird und in der in Theater

und Performance die Camouflage als Kulturtechnik der Erzeugung von Medien und des Umgangs mit ihnen erfunden und erprobt wird. Es zeigt sich, dass Medien weniger zum kulturellen Apriori werden als vielmehr, dass in Theatergeschichten imaginäre Apparate erzeugt und inszeniert werden, die als bloße mediale Effekte zu vermeintlich real existierenden Apparaten aufsteigen.

Der Computer ist offen, erst das Display gibt ihm eine sichtbare Bedeutung. Vor diesem Hintergrund schreibt sich *Theater mit Computern* in den Computer ein, interpretiert ihn als Bild- und Kommunikationsmaschine der Mensch-Maschine-Interaktion. Dreh- und Angelpunkt dieser Geschichte ist das Display, die Kathodenstrahlröhre, die auf der Bühne durch ihre Extension über einen Datenbeamer prominent zur Anschauung kommt. Es ist Anzeiger der Medien und zugleich deren Camouflage. Das Display ist der Umschlagplatz von Signalkonvertierung, es macht sichtbar, was nicht sichtbar ist und was vor allem kein Bild ist. Das Besondere der Displayvergrößerung ist, dass sie als operative Oberfläche inszeniert wird, über die der Akteur den Computer steuert und – vor allem – mit ihm in ein Feedback kommt. Es geht um die Berechenbarkeit von Welt im Sinne von Konvertierbarkeit und Schaltbarkeit.

Statt forthin solche kulturkritischen Medienstudien zu verfassen, die über die Technik aufklären und gegen den auf den Displays auftauchenden Schein anschreiben, könnte die hier skizzierte *Dramaturgiegeschichte des Computers* Anlass dazu geben, die Camouflage von Medien sowie die Erstellung prekärer Trennschärfen als integrale Bestandteile der Computergeschichte, als deren kulturelle Programmierung sowie als Kultur des Umgangs mit ihnen, zu betrachten. *Medienkulturen* konstituieren sich dann zum einen aus der Kultur, die Medien hervorbringen. Zum anderen entstehen Medien eben erst aus einer Kultur, aus einer Wissens- und Theatergeschichte, die Medien, Apparate und Technik vordenkt, bevor sie da sind, und die sie erzeugt und ausprägt, wenn sie einmal erschienen sind. Die untrennbare Verbindung von analogen Abtastungen und Übertragungen mit Be- und Verrechnungen mittels invarianter Symbole, Adressierungen und Befehlsschaltungen in digitalen Computer konstituiert Computergeschichte als eine der Täuschung und des Spiels. Als solche werden Computer wirksam und bis heute genutzt.