

ZEIGEN, ZEICHNEN UND ZEICHEN. DER VERSCHWUNDENE LICHTGRIFFEL

FRIEDER NAKE

*»The shift from algorithms to interaction
should have happened long ago in human-
computer systems [...]«*

Michel Beaudouin-Lafon 2006

An eine alte Geschichte soll hier erinnert werden, an die Geschichte, als die Interaktion von Mensch und Computer in einem engeren Sinne anfang. Der Umgang mit dem Rechner begann, eine gänzlich andere Form anzunehmen, eine Form, die heute nahezu allen Menschen vertraut, und wo nicht eben vertraut, so doch wenigstens bekannt ist. Diese Geschichte nimmt ihren technischen Anfang gegen Ende der 1950er Jahre. Mit einem Paukenschlag tritt sie im Februar 1963 in Erscheinung, den damals zwar nicht allzu viele sogleich hören, der aber widerhallt bis heute. Sie braucht gut zwanzig Jahre bis 1984, bevor sie Allgemeingut und jedermanns Erfahrung wird. Sie ist heute, als eine Geschichte, schon ein wenig vergessen. Denn sie ist zur Natur, wenn dieses Wort hier erlaubt ist, des menschlichen Umgangs mit dem Computer geworden.

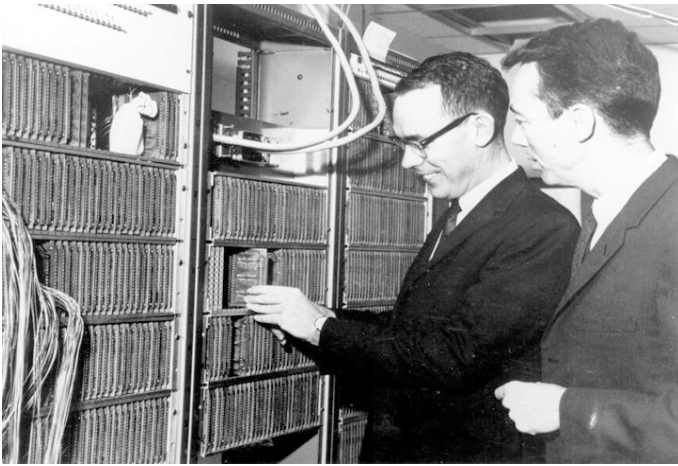
Hier soll nun nicht, wie es der Historiker wohl unternehmen müsste, ein Feuerwerk von Ereignissen, Orten, Personen und Erfolgen entzündet werden. Da ich das Historiker-Handwerk ohnehin nicht gelernt habe, nehme ich mir heraus, nur den Kern dessen darzustellen, was 1963 in Erscheinung trat, und das dann lieber ein wenig hin und her zu wenden. Es ging ums *Zeichnen*, umfassender gesehen aber um die Geometrie.

Computer waren Maschinen zum Rechnen. Das Rechnen hatte sich mit Alan Turing aus einer lange vor ihm wurzelnden Geschichte des Verhältnisses zwischen Denken und Rechnen als eine ungeheuer allgemeine geistige Tätigkeit herausgeschält. Auf sie konnte vieles, alles wohl, zurück geführt werden, das nach Rechnen zu allerletzt roch, das aber genau und immer genauer gefasst wurde, wobei ihm freilich die eine oder andere Feder gerupft wurde. Geistesgrößen des vergangenen Jahrhunderts hatten

dazu den Grund gelegt, so etwa Kurt Gödel, Alan M. Turing, Alonzo Church, John von Neumann.

Die sichtbaren Formen nun, die grafischen Erscheinungen geometrischer Gegenstände und ihre Herstellung durch die händische Tätigkeit des Zeichnens, diese Arbeit stand jetzt an, wo manches mit Computern schon gelungen war. In einem der ersten Anläufe gleich führte ein junger Ingenieur, Ivan E. Sutherland (Abb. 1), das algorithmische Zeichnen zu einem Höhepunkt, dessen Weitungen und Wirkungen noch heute zu spüren sind. Wir können behaupten: Von der Gnade, *zeichnen* zu können, zur Mechanik, *zeigen* zu können, führt von Sutherland her unsere Geschichte. Ihr kultureller Hintergrund ist die Welt der *Zeichen* und die semiotische Art des Denkens. Den Zeichen wenden wir uns deswegen zuerst zu.

Abb. 1: Ivan Sutherland und David Evans, mit dem er 1968 die Computergrafik-Firma Evans & Sutherland gründete (Machover 1999; Bild 1969).



Das voran gestellte Motto von Michel Beaudouin-Lafon bettet unsere ansonsten vielleicht nur dem Bildungsbeflissenen ein Interesse abnötigende Geschichte in die aktuelle Strömung des *Interaction Design* ein. In seinem Umfeld sind Informatikerinnen und Designer¹ tätig, die die Mauern der Algorithmik übersteigen, um weites Feld zu gewinnen, ein Feld, dessen Unabsehbarkeit die akademische Disziplin der Informatik vielleicht auf ein ihr genehmes Maß zurechtstutzen wird.

1 Dem Problem der deutschen Sprache mit den menschlichen Geschlechtern nähere ich mich gemischt, wie im obigen ersten Fall.

Den Sammelband, dem unser Zitat entnommen ist, zielt als letzter ein Beitrag, in dem Lynn Andrea Stein (2006) dazu aufruft, Neuankömmlingen der *Computer Science* ihr Fach in völlig neuer Form anzutragen. Stein greift dazu auf die uralte Kultur der Erzählung zurück, die nebenan, in der postmodernen Philosophie, zur selben Zeit zur Methode erhoben wurde, als die Informatik sich etablierte. Anders, als unser Denken sich ab und an zu Begeisterung aufschwingen mag, geht es beim Erzählen zu. Und auch das hat mit dem ersten Wetterleuchten objektorientierter Programmierung bei unserem Heroen Sutherland 1963 seinen Ausgangspunkt. Gewusst hat er das wohl nicht. Der Lichtgriffel, das elektronische Werkzeug, den Sutherland schwang und von dem unser Beitrag handelt, ist längst verschwunden in rhizomartigen Wurzelgeflechten², die wir nicht mehr durchschauen. Der damals neue Umgang mit den gezeichneten Zeichen, die aus Zeigehandlungen entstehen, aber ist geblieben.

Des Ent- und Verschwindens auf historischen Pfaden sich anzunehmen, empfinde ich als ausgesprochen reizvoll. Es ist doch auf der einen Seite kaum zu denken, dass ein Technisches wirklich endgültig verschwindet, wenn es überhaupt einmal zum Produkt geworden war. Zu genau nimmt es die Zunft der Archivare, Dokumentare, Datensammler und Geschichte-Schreiber mit der jeweiligen Gegenwart, um sie aus allem zu verbannen, was sie aufzeichnet. Eher könnte man das von aus dem Amt gejagten Politikern oder korrupten Managern erwarten.

Andererseits ist es ein Faktum, dass ein junger Mensch, dem zum vierten Geburtstag ein Notebook auf den Geschenktisch gelegt wird, bass erstaunt, wenn er ein Foto sieht, auf dem hohe breite Stahlblechschränke und etliche klein erscheinende Menschen zu sehen sind, und es wird behauptet, dies sei ein Computer. Der leiste aber vielleicht nur ein Millionstel, wenn überhaupt, dessen, was das Notebook könne.

Das im Titel anklingende Verschwinden ist, im Marxschen Sinne, ein moralischer Verschleiß, im Hegelschen Sinne eine Aufhebung. Moralischer Verschleiß: neuere Technik leistet das Gleiche, aber billiger und vielleicht auch überlegener. Aufhebung: dialektisch gesehen wird eines überwunden, indem es der Form nach entschwindet, dem Inhalt nach aber bleibt.

2 Der Begriff des Rhizom spielt in der Welt der (französischen) Postmoderne eine große Rolle (Deleuze & Guattari 1977). Es mag eine ironische Tatsache sein, dass die Ringstrukturen, die das Sutherlandsche Programm Sketchpad schuf, in ihrem Wuchern durchaus als rhizomatisch betrachtet werden könnten.

Vorab: über das Zeichen

»All my notions are too narrow. Instead of
'Signs', ought I not to say Medium?»

Charles S. Peirce 1906³

Oft hat Charles Sanders Peirce über Zeichen geschrieben. Niemand, der nicht in ihm den Begründer der modernen Semiotik sähe, jenes theoretischen Zugangs zum Phänomen der Zeichen, ohne den konzise kaum noch etwas theoretisch zu erfassen wäre, das heute die digitalen Medien umtreibt⁴. Immer wieder hat Peirce Formulierungen dessen geliefert, was das Zeichen sei und was es ausmache⁵. Nicht immer sind seine Formulierungen einfach zu verstehen. Das trifft im Übrigen für einen amerikanischen *native speaker* im Falle des originalen Wortlautes kaum weniger gilt als für den deutschen Leser des übersetzten Textes⁶.

Acht Jahre vor seinem Tod aber fragt Peirce sich anscheinend völlig ernsthaft, ob er auf den ein Leben lang philosophisch gejagten Begriff des *sign* nicht vollständig verzichten und ihn durch *medium* ersetzen solle, wie das vorangestellte Motiv belegt. So zeigt uns der amerikanische Gelehrte seine Begriffsanstrengung als eine nimmer ruhende. Seine Begriffsarbeit mündet nicht in einer schwarz auf weiß auf Papier herumtragbaren endgültigen Definition, sie geht vielmehr fort und fort im lebendigen Geist. Dieser kann auch, will er sich nur auf das beziehen, was ist und wird, gar nicht anders.

Auf den Gedanken, trotz heftiger Arbeit den eigenen Begriff vom Zeichen aufzugeben zugunsten eines ihm ebenso attraktiv erscheinenden »Medium«, konnte Peirce wohl gerade wegen seiner stets verfochtenen Auffassung vom Zeichen verfallen. Diese Auffassung sei hier nicht mit einem Zitat belegt, sondern in den schlichten Worten eines Informatikers, dem seit den frühesten bundesdeutschen Diskussionen um die Einrichtung einer Disziplin Informatik (Ende der 1960er Jahre) nicht aus dem Sinn gehen will, dass eine recht verstandene Informatik auf der Semiotik

3 Diese Aussage Peirce' ist bisher unveröffentlicht. Sie wird als MS 339 in Richard Robin, *Annotated Catalogue of the Papers of Charles S. Peirce*, University of Massachusetts Press 1967, geführt. Mir scheint reizvoll, dass hundert Jahre zwischen den beiden vorangestellten Motti liegen.

4 Zur Einführung sei (Peirce 1993) empfohlen, dazu (Pape 2004).

5 Robert Marty hat 76 Definitionen des Zeichens bei Peirce gefunden und im Netz verfügbar gemacht: www.cspeirce.com/menu/library/rsources/76defs/.

6 Man mag das prüfen an Hand der von Kloesel und Pape besorgten Übersetzungen der semiotischen Schriften (Peirce 2000), die dem deutschen Leser das semiotische Werk von Peirce erschließen.

füßen müsse⁷: nämlich auf Zeichen und ihren Prozessen, ohne die die *Maschinisierung von Kopfarbeit* nicht zu begreifen wäre, um die sich so eifrig die Informatik bemüht.

Das *Zeichen* ist nun zu allererst einmal kein Ding, sondern ein Verhältnis. Draußen in der Welt kommt das Zeichen nicht vor, ohne dass ein Mensch es herstellte. Zeichen sind nicht einfach da. Sie werden gemacht und festgestellt. Vielleicht werden sie durch Feststellung *hergestellt*, wo diese Feststellung sehr oft, ja: meistens, ganz unbemerkt und ohne große Anstrengung vonstatten geht. Semiotische Tiere, die wir nach einem Wort von Felix Hausdorff⁸ sind, leisten diese Art von Prozess so ganz nebenher.

Der kleine Unterschied zwischen dem Herstellen und dem Feststellen scheidet die Dingwelt von der Zeichenwelt, den Stoff vom Verhältnis. Max Bense, der in der westlichen BRD der frühe Rufer nach den Peirceschen Zeichen war, hat das klar gesagt. Seine kleine Semiotik beginnt manifestartig: »Zeichen ist alles, was zum Zeichen erklärt wird und nur was zum Zeichen erklärt wird«. (Bense 1967, S. 9) Jedes beliebige Etwas, fährt Bense fort, kann im Prinzip zum Zeichen gemacht werden. In diesem Vorgang, und nur insofern, verliert ein Objekt, das zum Zeichen gemacht wird, seinen Objektcharakter und gewinnt Relationalität.

*Abb. 2.: Zeichnerischer Strich. Aus R. Bothner:
»Bosheiten und andere Kleinigkeiten« 2001.*



Damit es nicht zu Missverständnissen kommt: der Strich mit dem Kohlestift auf Papier ist und bleibt ein Element der stofflichen Welt (Abb. 2), in seinem Fall in Form einer Abreibung von Kohlepartikeln, die auf dem

7 Ende der 1960er Jahre setzte in der BRD eine Diskussion um die Etablierung einer akademischen Disziplin „Informatik“ ein. An der Universität Stuttgart bildete eine Gruppe wissenschaftlicher Assistenten am Rechenzentrum eine Fraktion dieser Debatte. Dort vertraten wir die Ansicht, dass Datenverarbeitung grundlegend semiotisch zu verstehen sei.

8 Unter seinem Pseudonym Paul Mongré (1897).

Blatt Papier haften und zusammen mit dem Papier eine neue Stofflichkeit eingehen. Es steht zu vermuten, dass die Zeichnerin, die den Stift geführt hat, so dass der Strich so entstand, wie er nun ist, damit einer Absicht, einer Empfindung oder einem Gedanken Ausdruck verleihen wollte. Die Kohlepartikel fungieren für sie als Teil einer Zeichenrelation. Deren erste Manifestation ist das Zusammenfinden, die Assoziation von Empfindung und Kohlestrich in einer Relation.

Das Vertrackte an der relationalen Daseinsweise des Zeichens ist nun, dass das Zeichen trotz seiner Leugnung der Dinghaftigkeit auf Dinge angewiesen ist. Wir haben allen Grund, davon auszugehen, dass Zeichen in Kommunikationsprozessen fungieren. Damit das funktionieren kann, müssen Zeichen zunächst einmal wahrgenommen werden. Das geht nur, wenn Dinghaftes anwesend ist. Denn nur *an* Dingen und durch *Dinge* können wir Zeichen wahrnehmen.

Das Wahrnehmbare am Zeichen nennt Peirce das Repräsentamen; das Bezeichnete nennt er Objekt; und das Bedeutete heißt bei ihm Interpretant.

Das Zeichen etabliert also ein Verhältnis zwischen einem wahrgenommenen Etwas und einer herbeigeführten Interpretation. Das Zeichen fordert mit seinem Auftreten den anwesenden Menschen zu einem Akt der Interpretation geradezu heraus. Das Ergebnis seiner Interpretationsleistung ist eine Bedeutung, die er dem Zeichenereignis zuschreibt. Diese Bedeutung ist völlig individuell und singulär, hier und jetzt in der gegebenen Situation und im Kontext gefunden, entschieden, zugeschrieben. Sie kann im nächsten Augenblick schon eine andere werden, was naturgemäß hieße, dass ein Zeichenprozess stattfinden müsste. So sehr das Zeichen selbst ein statisches Etwas von der Art einer Relation zu sein scheint, so existiert es doch nur in Prozessen. Der Zeichenprozess (die *Semiose*) ist daher der eigentliche Gegenstand der Semiotik.

In der Interpretationsleistung eines Menschen kommt auf undurchschaubare und gewiss nicht kausale Weise die gesamte Kultur zur Wirkung, der er angehört. Jene Kultur nun, als ein Abstraktum, ordnet der wahrnehmbaren Zeichenkomponente auch und schon immer eine Art von Bedeutung zu.⁹ Jene Art von Bedeutung nämlich, die in dieser Kultur einem Zeichenereignis zugemessen wird, ist eine übliche, konventionelle, mehr oder minder verbindliche, per Gesetz oder Lexikon festgeschriebene, in der Schule eingebläute, die sich darauf auswirkt, wie wir Zeichenereignisse gewöhnlich wahrnehmen.

9 »Kultur« ist hier das, was ein Liebespaar, eine Kleingruppe, eine Fangemeinde, eine Partei, den deutschen Sprachraum und was es sonst noch an Gemeinsamkeiten geben mag, zusammenhält.

Je stärker einer in seiner Interpretation mit dem übereinstimmt, was in seiner Kultur üblich ist, je geringer also der Unterschied zwischen (allem) Objekt und (individuellem) Interpretanten des Zeichens ist, desto wohler mag er sich als Vertreter herrschender Auffassungen oder Lesarten fühlen, umso mehr aber begibt er sich der Mächtigkeit und Kraft der Zeichen, seinen Gedanken, wie das Lied sagt, freien Lauf zu lassen.

Es sei angemerkt, dass Charles W. Morris später den drei Peirceschen Ingredienzien des Zeichens nicht nur eine leicht abweichende Deutung von etwas problematischer Art gegeben hat, sondern dass er auch die Dimensionen der Syntaktik, Semantik und Pragmatik für die gestufte Behandlung der Zeichenaspekte vorgeschlagen hat (Morris 1988). Diese Redeweise ist allgemein üblich geworden.

Untersuchen wir die Zeichen in ihrer Stofflichkeit und Struktur, so betreiben wir Syntaktik. Untersuchen wir sie in ihrer Fähigkeit, allgemein üblich und konventionell zu bezeichnen, so betreiben wir Semantik. Untersuchen wir schließlich Zeichen in ihrer Kapazität, uns zu eigenen Schlüssen zu veranlassen, so betreiben wir Pragmatik. *Bedeutung* erscheint hier als persönliche, *Bezeichnung* als kulturelle Interpretationsleistung. Wir könnten auch von zwei Aspekten der Bedeutung sprechen.

Diese Differenzierung in dem, wofür das Zeichen per Repräsentamen für ein Anderes, Abwesendes steht, unterscheidet tiefgehend die triadische Peircesche von der dyadischen Saussureschen Semiotik (Saussure 2001). Jeder von uns weiß aus Erfahrung, dass er oder sie ein Wort, eine Farbe, einen Klang, eine Geste anders auffassen und verstehen kann als alle Anderen. Diesen wesentlichen Aspekt der Zeichenverwendung erfasst der Interpretant.

Jeder von uns weiß andererseits aber auch erfahrungsgemäß, dass all unser Verstehen auf der Teilhabe am gemeinschaftlichen, gesellschaftlichen Leben, an der Kultur fußt. Umberto Ecos Zeichenbegriff ist deswegen tief kulturell geprägt (Eco 1977).

Ein letzter Hinweis schließlich sei gegeben, der die Wichtigkeit des Zeichenbegriffs für die Informatik anspricht. Der Interpretant im Zeichen – jene Komponente also, die das Zeichen zusammenhält, in der sich der Sinn des Ganzen ausdrückt, wo die mediatisierende (vermittelnde) Funktion wurzelt – der Interpretant nämlich, stellt sich dann, wenn ich ihn explizit machen will, selbst wieder als ein Zeichen heraus. Nur selbst als Zeichen kann er *gefasst* werden!

Zeichen also existiert stets und nur als Prozess, und dieser Prozess ist darüber hinaus rekursiv. Im Peirceschen Zeichen-Begriff zeichnet sich ein Denken ab, das erst um den Computer und die digitalen Medien herum aktuell wird.

Dies ist eine lange Vorbemerkung zu einem Beitrag, der sich ums Zeichnen auf oder mit dem Computer dreht, um die Computergrafik also, um ihr *Interface* und die Interaktion von Programm und Anwender. Doch diese Vorbemerkung ist notwendig. Sie liefert die begriffliche Ebene, auf der allein – meines Erachtens – sinnvoll über den Umgang mit der semiotischen Maschine Computer zu sprechen ist.

Peirce hat sein Leben lang am Begriff vom Zeichen (und dann Medium) gearbeitet, weil er verstehen wollte, wie Kommunikation stattfinden und gelingen mag. An Kommunikation sind heute viele Zeitgenossen mehr denn je professionell interessiert. Die neueren Entwicklungen um die Computertechnik herum, um die *digitalen Mittel* der Kommunikation oder um die Mittel der *digitalen Kommunikation*, liefern Anlässe hierfür. Wir wollen uns mit zwei Tätigkeiten befassen, die hierbei wichtig sind: mit dem Zeichnen und dem Zeigen. Sie waren unter der Kommunikations-Thematik schon Thema des jungen Mannes Ivan Sutherland. Mit ihm befassen wir uns kurz im nächsten Abschnitt.

Ivan E. Sutherland

»Sketchpad. A Man-Machine Graphical Communication System« lautet der Titel der bahnbrechenden Dissertation des knapp 25-jährigen Ivan Sutherland. Mit ihr erschafft er, fast aus dem Nichts, das Gebiet des graphischen *interactive computing*, das für jeden, der heute einen Computer verwendet, völlig selbstverständlich ist. Die Dissertation beginnt mit den einfachen, eingängigen und doch stolzen Worten:

»The Sketchpad system makes it possible for a man and a computer to converse rapidly through the medium of line drawings. Heretofore, most interaction between man and computers has been slowed down by the need to reduce all communication to written statements that can be typed; in the past, we have been writing letters to rather than conferring with our computers.« (Sutherland 1963, S. 329)

Nach seiner Promotion im Januar 1963 geht Sutherland sofort für zwei Jahre zur *Army*. Dort ist er in Computerdingen unterwegs. Als *Lieutenant* wird er entlassen. 1965 wird er als Nachfolger von J.C.R. Licklider Chef einer Agentur, die wichtige Forschungsgelder für wegweisende Projekte zur gezielten, auf wenige Institutionen konzentrierten Förderung der Informationstechnologie vergibt: von ARPA (Advanced Research Projects Agency).

Wie wäre es möglich gewesen, dass der weitsichtige *Lick* (wie Licklider im Freundeskreis und darüber hinaus genannt wurde) das *Greenhorn* Sutherland ausgewählt und auf dem führenden Posten (den er später selbst wieder bekleidete) durchgesetzt hätte, wäre er nicht von dessen Vision überzeugt, ja begeistert gewesen? Eine Erklärung kann allein die große Affinität zwischen der vorausschauenden Erwartung Lickliders¹⁰ und dem von Sutherland geführten Nachweis ihrer praktischen Tauglichkeit liefern.

Sutherlands Vision fußt mit Sicherheit auf Lickliders¹¹ Spekulation: Der pragmatische Ingenieur schreckt vor der prinzipiellen Asymmetrie oder auch Unmöglichkeit einer *Kommunikation* zwischen Mensch und Computer nicht zurück. Ihm geht es ums Machen. Die Sorge um Begriff und Moral lässt er nicht zu. Es ist die hohe Zeit des Kalten Krieges. Die Sowjetunion landet Erfolge, die die politisch-militärischen Eliten der USA zum Zittern bringen.

Mit Sketchpad – einem System, das außer seinem Autor kaum je einen Benutzer (aber viele Bewunderer) im heutigen Sinne des Wortes hatte – hat er der Vision eines völlig neuartigen Umgangs mit dem Computer eine konkrete und funktionierende Gestalt gegeben. Licklider hatte 1962 in San Francisco die wohl früheste Demonstration von Sketchpad gesehen (ein Jahr vor der Dissertation) und war seither – falls wir Waldrops Erzählung (2001, S. 255 f.) folgen dürfen – ein heimlicher Bewunderer Sutherlands. Es mag sein, dass er gegen alle Gepflogenheiten schon da den Plan fasste, Sutherland zu seinem Nachfolger bei ARPA zu machen¹².

Ob in Sutherlands Wort vom »Medium der Linienzeichnung« der Begriff des Mediums nur beiläufig auftaucht oder nicht: Sutherland stößt in der Sache das Tor zur Auffassung vom Computer als Medium auf. Das geschieht zu einer Zeit, als Computer noch durch und durch als *Automaten* gesehen werden und noch nicht einmal in der später so wichtigen *Werkzeug*-Welt angekommen sind. Ich gehe darauf weiter unten genauer ein.

Zu Anfang der 1960er Jahre davon zu sprechen, dass die Interaktion zwischen Mensch und Computer bisher vor allem dadurch verlangsamt worden sei, dass alles auf geschriebene und getippte Aussagen reduziert werden musste, ist nur vor dem Hintergrund zu verstehen, dass Ivan

10 Drei Jahre zuvor hatte Licklider einen bis heute berühmten visionären Aufsatz unter dem Titel »Man-computer symbiosis« verfasst (1960).

11 Beide kannten sich, waren aber noch nicht befreundet. Erstaunlich, dass Sutherland den Namen Lickliders zweimal mit dem gleichen Schreibfehler wiedergibt (»Lickleder«).

12 Der Direktor von ARPA hatte ein Vorschlagsrecht für seinen Nachfolger.

Sutherland am MIT in dieser Hinsicht königlich verwöhnt wird¹³. Ihm steht der am Lincoln Laboratory in Lexington entwickelte und einzig dort existierende Computer TX-2 zur Verfügung. Das ist zu der Zeit eine der technologisch fortgeschrittensten und leistungsstärksten Maschinen. TX-2 wurde aus dem von Wesley Clark, Kenneth Olsen und Benjamin Gurley konstruierten TX-0, einem der ersten voll-transistorisierten experimentellen Rechner entwickelt (im Einsatz ab 1956; McKenzie 1974)¹⁴.

Der TX-2 verfügt über einen Speicher etwa zweimal so groß wie der anderer damaliger Maschinen. Seine Peripherie ist reichhaltig ausgestattet, insbesondere mit Bildschirm und Lichtstift. Bildschirme als Ausgabegeräte an digitalen Computern sind zu der Zeit alles andere als üblich (Abb. 3). Ihre Vorläufer sind runde, nahezu horizontal liegende optische Anzeigen des SAGE Überwachungssystems¹⁵ der USA. Mit ihm sollten feindliche Flugzeug- oder Raketen-Angriffe frühzeitig erkannt werden. Der TX-0 Rechner erhielt 1957 eine Kathodenstrahlröhre mit 512 x 512 adressierbaren Bildpunkten als Ausgabegerät der Größe 7 x 7 inches (17,5 x 17,5 cm). 1958 kam ein Lichtstift für die Eingabe hinzu. Der TX-2 hatte von vornherein beide Geräte an der Peripherie.

Olsen verließ das MIT im Jahr 1957, um die legendäre Kult-Firma Digital Equipment Corporation (DEC) in Maynard, Massachusetts, zu gründen. Deren erste Konstruktion, der Rechner PDP-1 (Programmable Data Processor) nahm die Erfahrungen von TX-0 auf und wurde mit Bildschirm und Lichtstift zum ersten interaktiv benutzbaren Computer, der kommerziell verfügbar war (ab 1959)¹⁶.

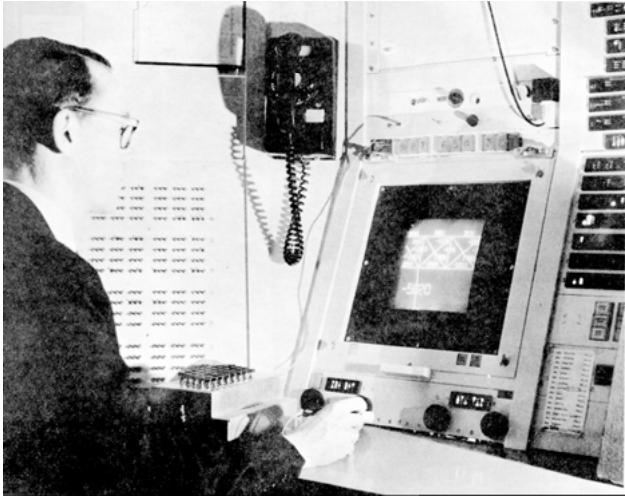
13 Im Interview sagt er 1989, bei der Verleihung der Turing Award: »it would have been difficult to do the kind of things that I did with graphics at that time without the very strong facilities that were available at Lincoln Laboratory« (Frenkel 1989: 312).

14 TX-0 steht für »Zeroth Transistorized Computer«. Einen TX-1 hat es nicht gegeben.

15 SAGE steht für »Semi-automatic ground environment«, s. (Ceruzzi 2002, S. 51). Das war ein hochkomplexes System aus vielen technischen und organisatorischen Teilen. Die Bildschirme dienten der Radaranzeige.

16 Ceruzzi (2002, S. 128) betont die Bedeutung der PDP-1 mit den Worten: »[...] it deserves a place in the history of computing for its architectural innovations – innovations that were as profound and long-lasting as those embodied in John von Neumann's 1945 report on the EDVAC.« Die Standard-Ausrüstung mit Lichtstift, rundem Bildschirm und Tastatur ist eines dieser Elemente. 50 Exemplare des Rechners wurden verkauft. Sein Einstiegspreis war \$ 120.000, ein niedriger Preis zu der Zeit.

Abb. 3: Ivan Sutherland beim ›Zeichnen‹ mit Lichtgriffel am TX-2 Computer (Sutherland 1963, S. 11)



Flugzeug- und Autobauer beginnen um 1960 damit, Entwürfe und Konstruktionszeichnungen am Computer herzustellen (so bei Boeing und General Motors). Doch Sutherland kann als *graduate student* allein im Lincoln Laboratory des MIT mit dem TX-2 und seiner reichen Peripherie arbeiten. Was angesichts der heute vorherrschenden Maus kaum vorstellbar ist, ist für ihn alltägliche Praxis: ein so reichhaltiger Umgang mit dem Computer, dass bei ihm der Gedanke an das Tippen von Symbolketten kaum noch aufkommen muss und sich auf das Benennen von Objekten beschränken kann.

Sutherland zeichnet, indem er zeigt. Denn mit dem Lichtstift auf Bildschirm zeichnet es sich nicht allzu gut (dazu unten mehr). Wichtig ist an dieser Stelle der Umstand, dass Sutherland zu einem Zeitpunkt, als die Knappheit der Resource »Computing« spürbar wird, wie im digitalen Schlaraffenland an der Maschine sitzt, hierhin greift, dort etwas einstellt und so die Erfahrung macht, wie unmittelbar Computing sein kann.

Bald nachdem der Student seinem Promotionskomitee (hochrangig besetzt mit Claude E. Shannon, Marvin Minsky, Douglas Ross, Lawrence Roberts und Steve Coons) seine Dissertation vorgelegt hat, erscheint weiter nördlich in Canada Marshall McLuhans Buch *Understanding Media* (McLuhan 1964). Es wird Furore machen. Kurze Zeit später, während seiner Arbeit an der Harvard University ab 1965, befasst Sutherland sich als erster mit technischen Bedingungen der virtuellen Realität: dem

Datensichthelm (*head-mounted display*). Er schreibt den Aufsatz »The ultimate display« (Sutherland 1965), dessen Titel seherisch wirkt.

Für Sutherland als Ingenieur bedeutet der Gedanke an einen kommunikativen Umgang mit Computern, Datenstrukturen und Algorithmen zu entwerfen und zu implementieren, die die *numerische* Maschine zu einer *geometrischen* erweitern. Dieser Schritt mag aus heutiger Sicht trivial und selbstverständlich erscheinen. Er war es zu jener Zeit keineswegs. Weder waren die dafür notwendige Technik (als Hardware/Software-Koppelung), noch die algorithmische Geometrie, noch das allgemeine Denken darauf vorbereitet.

Interaktives Zeichnen macht zunächst aus dem Zeichnen ein Zeigen und entfernt damit den Zeichner von der Zeichnung. Was oberflächlich für den Menschen sichtbar gemacht wird, errechnet das Programm hinter der Szene in solch hoher Geschwindigkeit, dass unsere Sinne die kleine Verzögerung nicht bemerken können, während das Bild berechnet wird. Virilios rasender Stillstand (Virilio 1998) geschieht erstmalig auf dem Monitor. Denn das dort wie still stehend stabil erscheinende Bild ist nichts als in Hochgeschwindigkeit ständig aufgebautes und verschwindendes Licht.

McLuhan als Medien-Soziologe hingegen spekuliert zur gleichen Zeit in griffigen Metaphern und Slogans übers Fernsehen und alle Medien davor. Er entwirft eine Sprechweise von Medium und Botschaft, heiß und kalt, fern und nah, Dorf und Welt, Mensch und Technik, die sofort wie eine Rakete einschlägt. Trotz großer internationaler Popularität aber gerät sie mit seinem Tod bald schon wieder in Vergessenheit, ist heute jedoch erneut ein erster Bezugspunkt, wenn es um das Verständnis digitaler Medien geht. Das ist umso bemerkenswerter, als der Computer (Anfang der 1960er Jahre noch lange nicht das digitale Medium!) McLuhans Thema gar nicht war.

Die Gleichzeitigkeit kann uns im Rückblick über alle Maßen bemerkenswert und erstaunlich erscheinen, ganz als sei sie ein Beleg für die begriffliche und gedankliche Kluft zwischen den technischen und den literarischen Disziplinen, von der kurze Zeit vorher, 1959, Charles P. Snow gesprochen hatte, eine breite internationale Debatte auslösend (Kreuzer 1987). Während auf der einen Seite nach sprachlichen Formeln gesucht wird, um die noch ungeahnten Verwerfungen ausdrücken zu können, die sich in der Explosion der Massenmedien ankündigen, werden auf der anderen Seite mathematische Formeln in Algorithmen gefasst, die im Laufe der kommenden vier Jahrzehnte eine Revolution der Bildlichkeit und der Klangwelten von ungekanntem Ausmaß hervorrufen werden.

Sutherland scheint sich *dieser* Seite der Revolution, zu der er beitrug, in keiner Weise bewusst gewesen zu sein¹⁷.

In diesem Zusammenhang von einer Revolution zu sprechen, scheint aus heutiger Sicht gerechtfertigt zu sein. Im Oktober 2004 wurde am Zentrum für Kunst und Medientechnologie (ZKM) in Karlsruhe eine Ausstellung unter dem Titel *Die algorithmische Revolution* (Abb. 4) eröffnet, die viermal bis Januar 2008 verlängert wurde. Sie handelt vom algorithmischen Prinzip in der Kunst. An ihrem Eingang steht eine funktionstüchtige Zuse Z22. Peter Weibel, der Kurator der Ausstellung, spricht von der *algorithmischen Revolution* als einer, die niemand bemerkt habe, die aber allenthalben höchst wirksam sei.

Abb. 4: Titelblatt der Broschüre zur Ausstellung
»Die algorithmische Revolution«, ZKM 2004



17 Persönliche Mitteilung per Email. Wie das umgekehrt bei McLuhan gewesen ist, weiß ich nicht zu beurteilen. Gefragt werden kann er nicht mehr. Nachforschung in Schriften und Dokumenten müsste einsetzen.

Unser zentrales Thema ist die allgemeine Medialität nicht. Wir betrachten lediglich einen speziellen ihrer Aspekte, jedoch einen, der sich als zentral erwiesen hat: das algorithmische Zeichnen. Wenn er das Gerät Lichtstift (vor allem dessen algorithmische Einbettung) behandelt, macht Sutherland gelegentlich implizit Andeutungen zur medialen Frage, die ihn als eigenständige Frage aber kalt lässt. Er konstruiert eine Software und legt Rechenschaft über deren Struktur und mögliche Verwendung ab.

Zeigen: Lichtgriffel und Maus

Wir hatten gesehen: Das Zeichnen wird zum Zeigen. Vielleicht in kürzester Form sagt das, was *dem* Zeichnen geschieht, das der Maschinisierung unterworfen wird. Wir reden hier vom interaktiven Zeichnen, von einer Art des Zeichnens also, bei der der Mensch statt eines Bleistiftes auf Papier ein zur Interaktion geeignetes Gerät benutzt, um auf einem Bildschirm Linien zu erzeugen. Eine andere Art, ähnliche Ergebnisse zu erreichen, wäre das automatisierte Abtasten (*Scannen*) einer schon vorliegenden Zeichnung. Diese Technik ist hier offenbar nicht gemeint.

Auch wenn das interaktive Zeichnen mit Sketchpad in den Jahren 1961 bis 1963 schwerer gefallen sein mag als vierzig Jahre später mit einem heutigen Zeichenprogramm, so ist die komplexe Operation in ihrem Kern doch mehr oder weniger erhalten geblieben. Der Zeichen-Software muss signalisiert werden, von welcher Art das geometrische Gebilde sein soll, um das es geht (gerade Linie, Kreisbogen, etc.); die so festgelegte Geometrie verlangt dann zu ihrer Ausgestaltung im einzelnen evtl. nach weiteren Parametern; mit deren Werten kann das Zeichnungselement erzeugt werden.

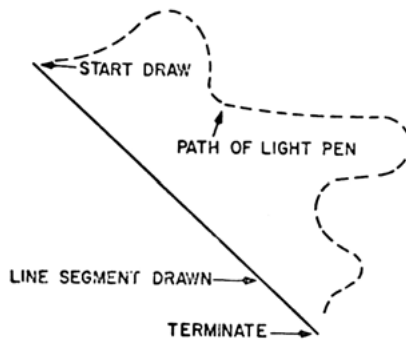
Nehmen wir ein gerades Liniestück als Beispiel. Es verlangt zur eindeutigen Festlegung einen Anfangs- und einen Endpunkt. Die Angabe »gerade Linie« legt die Klasse – und das heißt: die Form – fest, zu der das neue geometrische Objekt gehören soll. Die beiden Endpunkte bestimmen dieses Objekt als ein besonderes aus jener Klasse. Mit der Vorgabe der Klasse (»gerade Linie«) wird der Software implizit mitgeteilt, welcher Art die weiteren Daten sein müssen, die sie benötigt.

Sketchpad kannte hierfür die elegante, intuitiv wirksame Technik des *Rubberbanding* (elastisches Zeichnen). Ein Anfangspunkt wird festgelegt und bleibt fixiert. Der Lichtgriffel – um das Zeichnen mit ihm geht es – wird von diesem Startpunkt aus auf der Oberfläche des Bildschirms entlang einer in der Regel etwas wackeligen Bahn bis zum Endpunkt geführt. (Abb. 5)

Zu jedem Zeitpunkt während des Zeichenvorganges befindet sich der Lichtgriffel an einem bestimmten Ort. Dieser wird als der aktuelle, wenn auch vorläufige Endpunkt interpretiert. Um das sinnfällig zu machen, wird vom (festen) Startpunkt A zum aktuellen Endpunkt Z eine gerade Linie erzeugt. Der Vorgang wirkt so, als sei zwischen dem ersten Punkt und dem aktuell letzten ein elastisches Gummiband straff gespannt. Wird der Vorgang beendet, gilt die zu diesem Zeitpunkt erreichte Strecke als die beabsichtigte. Sie wird in Länge, Richtung und Lage fixiert und in die Zeichnung eingefügt.

Bei dieser Darstellung sind wir in einem Punkt noch nachlässig verfahren. Womit werden die Eingaben getätigt? Sketchpad erwartet sie vom *Lichtgriffel*. Mit diesem Gerät aber kann man gar nicht zeichnen, wenn wir unter »Zeichnen« verstehen, dass ein Material (das auch Licht sein mag) auf einen geeigneten Stoff abgerieben wird. Könnten wir mit dem Lichtgriffel in diesem Sinne auf dem Bildschirm zeichnen, so müsste er selbst hinter oder unter sich eine (bleibende) Lichtspur erzeugen. Das tut er jedoch nicht. Er *sendet* nämlich nicht, sondern *empfängt* Licht.

Abb. 5: Das Schema des Rubberbanding beim Zeichnen einer Strecke (Sutherland 1963, S. 14)

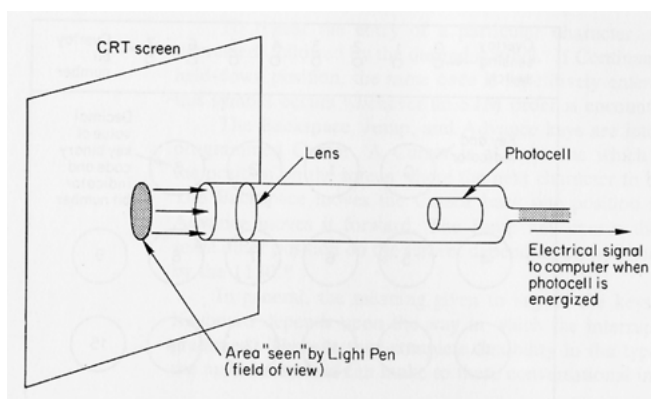


Im Wesentlichen umhüllt der Lichtstift eine Diode (Abb. 6). Sie besitzt ein »Blickfeld«. Wird während des zeilenweisen Bildaufbaus eines jener Pixel zum Leuchten angeregt, das sich im aktuellen Blickfeld des Lichtgriffels befindet, so registriert die Diode das als ein Ereignis. Dieses Ereignis liefert die Bildschirmkoordinaten des betreffenden Pixels. Die Software übernimmt die Koordinaten und sorgt dafür, dass (im Modus *Rubberbanding*) vom festgehaltenen Startpunkt zu diesem aktuellen Punkt eine gerade Linie gezogen wird. All dies muss im Rahmen eines graphischen Grundzyklus geschehen. Das verlangt vom Zeichner, dass er seine Zei-

chengeschwindigkeit bremst. Andernfalls käme die Software nicht schnell genug hinterher. Die elastische Linie bliebe irgendwo stehen, risse ab, während der Zeichner seinen Lichtgriffel längst entfernt hätte.

Das interaktive Zeichnen mit seiner elastisch an der Spitze des Lichtgriffels klebenden geraden Linie fußt also, wie wir sehen, auf einer klug organisierten Ausgabe-Operation. Die aktuell sichtbare gerade Linie ist eine interpretierende Eigenleistung der Software. Sie kommt als Reaktion auf eine Ortserkennung zustande, für die der Lichtgriffel geeignet ist. Nicht der Zeichner zeichnet, die Software zeichnet. Technisch: die Software sorgt für Eintragungen in einer Datenstruktur, die vom bilderzeugenden Prozessor in Sichtbares transformiert wird, dem Zeichner quasi zum Trost.

Abb. 6: Schemazeichnung des Lichtgriffels (Desmonde 1969, S. 64)

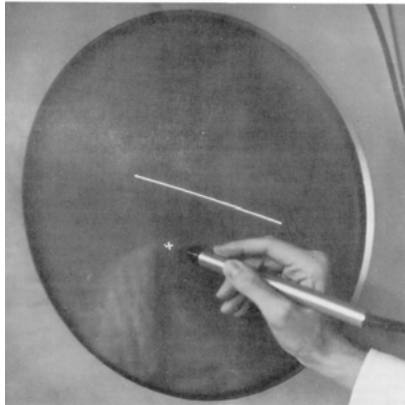


Das ist durchaus wörtlich zu nehmen. Alle Umstände sind so, dass er meinen soll und auch meint, er sei es, der da zeichnet. Er aber zeigt nur noch, wohin gezeichnet werden soll. *Das Zeichnen wird zum Zeigen*. Die mit dem Bleistift noch geschickte Hand verkümmert. Krumm und krakeelig kann sie sich über die Glasfläche bewegen, die Software wird's richten. Sehen wir hier nicht überdeutlich, was *Maschinisierung* heißt? Gewinn und Verlust! Der geschickte Zeichner verliert. Der ungeübte gewinnt. Das wirkliche Ergebnis wird so aber nur kulturpessimistisch und sauertöpfisch bezeichnet. Wirklich findet eine epochale Transformation unseres körperlichen, performativen Tuns in eine semiotisch-technische Operation statt. Das Zeichnen mit Stift auf Papier war beseelt – so wollen wir uns erlauben zu sagen –, weil die Sensation der von Hand auf dem Zeichenpapier erzeugten Linien, die wir als die Rückenlinie eines kräftigen Jünglings deuten mögen, uns ein erhebendes Empfinden von und Gefallen an eigener

Vollbringung verschafft. Wir sind es, die den Widerstand des Materials brechen, die Stift und Papier gefügig machen, die ihre Eigenbewegung analog, unmittelbar, unvermittelt, aber objektiviert vor uns sehen. Wir haben etwas, haben uns entäußert: wir staunen.

Schwelgen ließe sich so fort und fort. Doch lassen wir dem Gerechtigkeit zukommen, was neu geschieht, wenn das Zeichnen sich aus unserer Hand, unserem Arm, unserer geistig-körperlichen Leiblichkeit davon macht und sein kontinuierlich-ikonisches Wesen in sehr reduzierter Form der Maschine übereignet, die uns umgekehrt erlaubt und auffordert, ihr zu zeigen, wohin sie ihr elastisches Band Trost spendend ziehen soll. Wir werden sogleich sehen, dass und wie wir der Maschine auf die Sprünge verhelfen müssen.

Abb. 7: Bildschirm, Lichtstift, *Tracking Cross* (Prince 1971, S. 45)

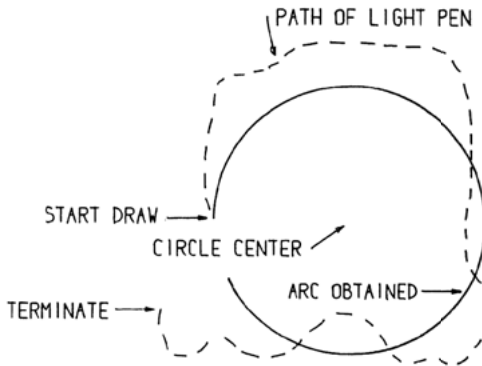


Da der Lichtgriffel Licht nur empfangen, es nicht aber senden kann, muss an seinem jeweils aktuellen Ort Licht vorhanden sein, wenn etwas geschehen soll. Er bliebe sonst blind. Ein kennzeichnendes Zeichenelement muss stets angezeigt werden, sagen wir etwa ein kleines Kreuz, das wir *tracking cross* nennen wollen (Abb. 7). Wird der Griffel im nächsten Augenblick fortbewegt, so darf ihn die Bewegung während eines gewissen Zeitintervalls nicht weiter weg führen, als die Ausdehnung des Kreuzes reicht. Denn andernfalls könnte es nicht mehr im Blickfeld der Diode liegen, von dieser also nicht mehr erkannt werden. Die Software könnte nicht »sagen«, wo sich der Lichtgriffel befindet.

Diese Darlegung zeigt, wie es möglich wird, mit einem Empfangsgerät zu zeichnen, also zu senden. Haben wir das Prinzip verstanden, können wir eine Vorstellung von komplizierteren Zeichenoperationen entwickeln

(z.B. davon, einen Kreisbogen zu fabrizieren, was Sketchpad als eine Variante des Gummiband-Zeichnens einprogrammiert war, Abb. 8). Die Lehre hieraus ist: auf dem total dunklen Bildschirm kann man mit dem Lichtgriffel nichts anfangen, noch nicht einmal zeigen lässt sich dann etwas (was auch klar ist, da ja nichts vorhanden ist).

Abb. 8: Zeichnen eines Kreises mit Sketchpad (Sutherland 1963, S. 14)



Bildschirme standen in den 1960er Jahren ungefähr senkrecht (sehr viel anders ist das im Jahr 2007 auch nicht geworden). Interaktives Zeichnen war ein Zeichnen mit ausgestrecktem Arm. Das kann zu rascher Ermüdung führen, vor allem dann, wenn wir gar nicht zeichnen, sondern immer nur zeigen. Vorn am Lichtgriffel befindet sich in der Regel ein kleiner Knopf, der mit dem ausgestreckten Zeigefinger leicht niedergedrückt werden muss, um das Ende einer Operation zu bestätigen. Der waagrecht gehaltene Griffel kann dabei durch den von oben nach unten gerichteten Druck auf der glatten Glasoberfläche leicht abrutschen, was zu Ungenauigkeiten oder Abbruch der Operation führen kann. Ergonomisch weist der Lichtgriffel also erhebliche Nachteile auf. Sie führten dazu, dass andere Geräte sich durchsetzten, als es um den massenhaft werdenden interaktiven Umgang mit der semiotischen Maschine ging. Zum fast uneingeschränkten Interaktionsgerät wurde bekanntlich die sog. Maus.

Halten wir aber kurz inne, bevor wir die Maus betrachten. Wozu eigentlich ist ein solches Interaktionsgerät nützlich, wofür wird es gebraucht? Welche Art von Daten kann es, muss es liefern? Die Diskussion hierum ist Teil der Anfangsgründe der *Human-Computer Interaction* (HCI) bzw. ihrer speziellen Ausprägung in WIMP-Schnittstellen: *Windows, Icons, Menus, Pointing*. Die drei ersten dieser Bestandteile des seit

langem vorherrschenden Interaktionsstiles stehen für Erscheinungen auf der Oberfläche des Bildschirms. Sie sind Lichterscheinungen bildlicher Art, Ausgaben der laufenden Software.

Pointing aber, die vierte Kennzeichnung, ist von anderer Art: Eingabe mit jenem Gerät, das dem interagierenden Menschen zur Verfügung steht. Radikal und minimalistisch gedacht, lässt sich die Operationsbreite des Menschen auf das Zeigen (*Pointing*) reduzieren, wohingegen der Computer sich reichhaltiger äußern darf: eben in den Formen von Fenstern (*Windows*), Auswahllisten (*Menus*) und Stellvertreterbildchen (*Icons*). Alle Einzelheiten hierzu sind allen ZeitgenossInnen von frühester Kindheit an vertraut, wir brauchen auf sie nicht einzugehen. Bemerkenswert ist aber doch, wie jene gefeierte Form der Interaktion (oder gar Kommunikation) in ihrer technischen Organisation den Menschen reduziert auf das wahrlich Rudimentäre, das Zeigen auf eines der scharenweise vorhandenen Angebote zur Betrachtung, die das laufende Programm liefert. Stumm und verlegen, alle ausschweifenden Gedanken unterdrückend, deutet der Mensch hierhin und dorthin – immer hoffend, dass etwas so geschehe, wie er oder sie es erwartet hat.

Erlaubt jedoch nicht die Tastatur eine breite Palette an Ausdrucksmöglichkeiten, wird eingewandt werden? Gewiss. Leicht wäre auch sie durch Licht zu ersetzen, auf das zu zeigen wäre. Doch das würde arg mühsam. Die Tastatur bleibt Teil der Peripherie. Was mit Tastatur bzw. Zeigergerät eingegeben wird, ist unterschiedlicher Art: symbolisch formulierter Inhalt bzw. deiktischer Umgang mit dem Programm. Wir müssen das Zeigergerät genauer betrachten, das im Zusammenspiel mit den drei anderen Komponenten von WIMP so vorherrschend geworden ist.

Das Zeigergerät weist eine höchst bemerkenswerte Doppelexistenz auf. Zunächst existiert es als physikalisches Gerät bestimmter Form, das wir in die Hand nehmen und bewegen. Wir bewegen es, weil wir auf etwas zeigen wollen, das wir als Lichterscheinung auf dem Bildschirm sehen. Haben wir es unserer Absicht entsprechend positioniert, so drücken wir eine Taste am Gerät. Diese einfache Operation hat die Bedeutung von: »da« oder »das da« oder »na, los«, alles einfache, fast stumme Äußerungen, die auch als ein fragendes Hochziehen der Augenbraue oder als leichtes Neigen des Kopfes, als Wippen des Fußes gemacht werden könnten.

Eine Voraussetzung gilt es dabei für das Gelingen der simplen Zeiger-Operation zu beachten. Wohin der Mensch tatsächlich zeigt, davon hätte er ohne Vorsorge des Computers kaum eine Ahnung. Beim Lichtgriffel mag das noch einigermaßen klar sein, weil er in die nächste Nähe des Gegenstandes gebracht werden muss, der gemeint ist. Wenn wir aber das Mausekästchen auf einer horizontalen Tischfläche bewegen, fern des Bildschirms, und damit einen Lichtgegenstand auf dem Monitor meinen,

so ist die dabei geläufige Zuversicht der nie erlahmenden Unterstützung durch den Computer geschuldet. Unser Zeigen nämlich fände im Grunde im Dunkeln statt, führte die Software uns nicht die Hand, indem sie uns zeigt, wohin wir zeigen.

Beim Lichtstift spielt das *tracking cross* diese Rolle. Meist können wir es einigermaßen gut unter dem Zeigegerät erkennen, nicht immer jedoch ist das der Fall. Bei der Maus kommt die Fernsteuerung des *Cursors* auf. Genutzt wird unsere hoch entwickelte Fähigkeit der Hand-Auge Koppelung (vgl. Ceruzzi 2002, S. 261). Bei vielen handwerklichen Tätigkeiten sind wir auf diese feine Abstimmung angewiesen. Im Umgang mit dem WIMP-getriebenen Computer ist uns die Maus völlig zuhanden geworden: wir sehen sie auf dem Bildschirm in Form einer kleinen Licht-Anzeige in mancherlei Formen. Das Zeigegerät existiert als doppeltes: physikalisch in der Hand, semiotisch vor dem Auge.

Immer schon ist das physikalische Zeigegerät von den Gegenständen (Lichtgestalten) entfernt, auf die es zeigen kann und soll. Auch beim Lichtgriffel ist das so. Wenn wir mit ihm auf eine Lichterscheinung auf dem Monitor zeigen wollen, so gelingt das meist auch noch aus einer gewissen Distanz von der Glasoberfläche. Sogar auf der Glasoberfläche selbst aber befindet er sich ein wenig entfernt von den Phosphor-Beschichtungen, die der zeigende Interakteur meint, wenn er zeigt. Je feiner und kleiner der Gegenstand ist, auf den gezeigt werden soll, umso genauer muss das Zeigegerät in Anschlag gebracht werden. Dies ist – neben anderen Gründen – die Geburt des *Cursors* bzw. des *Tracking Cross*. Die Software (der Computer) meldet sich sozusagen mit dem lebenswürdigen Hinweis: »Solltest Du Dein Zeigen jetzt wirklich so meinen, wie Du zeigst, dann würdest Du hier treffen!« Das »Hier« ist dabei der vom *Tracking Cross* angezeigte Ort.

Das Zeigegerät, das die Bandbreite unserer Ausdrucks-Möglichkeiten so stark beschneidet und uns, wie wir meinen, nicht mehr sagen lässt als »da!«, traut uns tatsächlich noch nicht einmal das zu. Es verdoppelt sich in seine *Geräteform* und seine *Anzeigeform*. Nach einer Gewöhnungszeit an die kognitive Distanz, die wir überwinden müssen, ist es uns, als manipulierten wir selbst den Ort der Anzeigeform. Wir reden seit Ben Shneiderman (1983) von der »direkten Manipulation«. Das ist zwar falsch, aber gerechtfertigt.

Tatsächlich erweist sich das Zeigegerät als die eigentliche Schnittfläche, als das Interface. In diesem physikalisch-kognitiven Doppelpack findet durch ständig miteinander verschränkte Hand- und Augenaktivität alles seinen konzentrierten Ausdruck, was den Computer (das laufende Programm) vom Buch, vom Fernseher, ja gar vom Telefon unterscheidet.

Im Augenblick des Bruches der Hand-Auge-Koordination bemerken wir das sofort. Wir gestikulieren dann mit dem physikalischen Zeigegerät herum, drücken wiederholt auf seine Taste, nehmen aber keine Änderung der Cursor-Position wahr. Die unmerklich stattfindende Koppelung ist unterbrochen, das Interface zeigt sein wahres Gesicht.

Der Lichtgriffel wurde wohl 1948 erfunden¹⁸ und spielt in die 1960er Jahre hinein eine Rolle in Laboren der Forschung und Entwicklung. Die Maus geht auf erste Konstruktionen von Engelbart 1963 zurück. Sie taucht bei ihm 1967/68 öffentlich auf. Ihr bis heute anhaltender Siegeszug beginnt mit der Entscheidung der Gruppe am Xerox PARC, interaktive Operationen mit der Maus zu tätigen. Dazwischen liegen empirische Untersuchungen, so von English et al. (1967). Deren Ergebnis zeigte, dass Erfahrene die Maus favorisierten, während Unerfahrenen damals der Lichtstift lieber war. Eindeutig waren die Ergebnisse solcher Empirie nicht. Die faktische Entwicklung aber hat den Lichtstift hinweg gefegt.

Mit ihm ist noch vorsichtig und zurückhaltend ein Prinzip in die Mensch-Computer Interaktion eingeführt worden, ohne das sie nicht funktionierte. Als es etabliert war, ging es rasch daran, seine physikalische Form angenehmer zu gestalten. Diese Form beruht auf der Nutzung der äußerst effektiven Koppelung unseres Sehens und Handwerkens. Sie ermöglicht, dass quasi zwischen die Spitze des Zeichenstifts und die Fläche des Zeichenpapiers der Computer geschoben wird. So etwa drückt Ivan Sutherland den Kern dessen aus, was geschieht, wenn das Zeichnen zum Zeigen wird.¹⁹

Wir reduzieren so die Schnittstelle zwischen Mensch und Programm auf ihr nacktes Minimum. Ganz ähnlich wie Stecker des Stromkabels und Steckdose eine technische Schnittstelle zwischen zwei Systemen bilden, von denen eines gewaltig (der Stromerzeuger, das Stromnetz), das andere fast trivial ist (die Stubenlampe), so verhält es sich auch mit unserem Hintergrundthema, der HCI. Das komplexe System ist hier der Computer mit seinem Betriebssystem, all seiner Software und seinen Dateien. Das geradezu triviale System hingegen ist der Mensch. Über einen solchen Satz mögen wir erschrecken, wir werden die Aussage nicht zulassen. Doch wird der Mensch, damit die Interaktion mit dem Programm funktioniert, auf eine Lächerlichkeit reduziert: auf das Bewegen eines einfachen Gerätes, das Beobachten eines Fadenkreuzes und das Drücken einer Taste. Er tut all

18 In der Form der *light gun*, vgl. Friedewald 1999, S. 103 und oben den Beitrag von Hellige, Kap. 5.

19 »Such a drawing system is very different from ordinary drawing with pencil and paper. Because the computer is placed between the ›point of the pencil‹ and the ›paper‹ it can assist in every step of drawing.« (Sutherland 1966: 95)

das interessegeleitet, ohne Frage. Und mit seinem Interesse bleibt er jedem technischen System meilenweit überlegen, Gottlob.

Wir haben nun das, was werkzeugartig ist, in seiner durch Maschinisierung radikal reduzierten Form gesehen und wenden uns der Frage nach Werkzeug und Medium zu.

Reden: Werkzeug und Medium

Nicht ist hier der Ort einer eingehenden Erörterung dessen, was der Computer sei. Er ist zuallererst der Computer und sonst nichts, und wenn wir bei den nie verstummenden Diskussionen darüber, was er denn nun »wirklich« sei, nicht auf dieser Trivialität als Ausgangspunkt beharren, so verbauen wir uns den Weg zum Verständnis seiner Eigenart.

Einen Gegenstand, der in unserer Welt auftaucht und dort wirkt, wollen wir mit Fug und Recht verstehen, einordnen, vergleichen. All das, was wir interpretierend mit dem Gegenstand auf diese und jene Weise anstellen mögen, entfernt ihn notwendigerweise von sich selbst und untergräbt damit unser Verstehenkönnen. Wir haben andererseits gar keine Wahl, als uns von ihm zu entfernen. Das Beharren auf dem Betrachten des zunächst unverstellten Gegenstandes hat keinen anderen Zweck als den, die notwendigerweise eintretende Flucht in die Metaphysik hinauszuschieben. Haben wir erst einmal damit begonnen, den Gegenstand als einen anderen zu sehen, so können wir ihn bald schon nicht mehr anders als jenen anderen sehen.

Konkreter! Computer sind im allgemeinsten Sinne Produktionsmittel. Sie entstehen zu einer Zeit, als die Maschinenwelt hoch entwickelt ist: als jene Maschinen eben, mit denen der Angriff auf die Kopfarbeit beginnt (Nake 1992). In die Maschinenwelt einzuordnen sind Computer daher als Automaten. Das heißt als Maschinen, die innerhalb vorgegebener Grenzen quasi-selbständig operieren oder andere Maschinen kontrollieren und steuern. Sie müssen überwacht, aber nicht in jeder ihrer Operationen gesteuert werden.

Um die Mitte der 1960er Jahre herum entsteht die Computerkunst. Menschen veranlassen Computerprogramme dazu, Graphiken zu errechnen und zu zeichnen, die mit Kunstanspruch ausgestellt werden. Debatten kommen auf, wem der kreative Beitrag zuzuschreiben sei: dem Programmierer, dem Künstler (wenn dieser nicht selbst programmiert), dem Programm, dem Computer, gar der Zeichenmaschine? Oft genug hört man in dieser Debatte das Wort, der Computer sei für den Künstler wie ein Pinsel, er sei nichts anderes als »nur« ein Pinsel. In einem frühen Aufsatz vertritt z.B. A. Michael Noll (1967) diese Auffassung (der Computer

ist dort aber auch Partner und Medium für den Künstler). Sie lässt sich auch schon bei Leslie Mezei (1966) finden.

Das Wort »nur Pinsel« kommt auf, als der Computer-Künstler sich in der Defensive wähnt: Offensichtlich nicht zu leugnen ist, dass der Automat gehörig zum Ergebnis beiträgt. Arbeitet das Programm kräftig mit Zufallszahlen, wie es der Fall war, so beeindruckt der Anteil der Maschine am visuellen Ergebnis.

Die Schrumpfung des eben noch – in der BRD – als »Elektronengehirn« eingestuftes Computers (Lohberg/Lutz 1963) zum Pinsel hat in der Sorge um die eigene Kreativität ihre Ursache. Hielte der Künstler nicht daran fest, der Kreative in diesem ungleichen Gespann zu sein, wäre es um seine Kunst, also auch um ihn rasch geschehen. Behauptet er jedoch, den Computer so zu schwingen wie eben noch den Pinsel, so verstummt vielleicht der hinterhältige Frager. Dumm nur, dass die Farben vergessen worden sind. Viel später erst, die Nebeldebatte ist längst verfliegen, klärt Heinz Züllighoven (1998) die Sachlage mit der klaren und zulässigen Metaphorik von »Material und Werkzeug«, mit der er einen Weg zur objektorientierten Programmierung schafft.

Spannender als die oft verquaste BRD-Diskussion um das Werkzeug, das keines ist, sind unschuldig gemachte Nebenbemerkungen von Amerikanern. Deren grenzenloser Pragmatismus könnte eine Frage nicht langweiliger ansehen als die nach dem Computer als Werkzeug oder Medium, oder Partner gar? So lautet der erste Satz des *Abstract* zur Sutherlandschen Dissertation: »The Sketchpad system uses drawing as a novel communication medium for a computer«! (Sutherland 1980, S. 2).

Der Begriff des Mediums taucht auf, völlig beiläufig, nicht tragend, keinesfalls zur Diskussion auffordernd. Die Formulierung ist dennoch beneidenswert differenziert. Da gibt es das System namens Sketchpad. Es gibt das Kommunikations-Medium Zeichnung und es gibt den Computer, der offenbar das ist, was er ist, und nichts sonst, der sich aber der Zeichnung, jenes Mediums also, bedient.

Von Sketchpad wissen wir: es ist ein Software-System. Als solches ist es für seine dynamische Existenzweise auf einen Computer angewiesen. Dieses Software-System bemächtigt sich nun – vermittelt durch seinen Ziehvater, Sutherland – des alten Mediums Zeichnung. Dieses Medium wird dem Computer vom System Sketchpad in einer geradezu symbiotischen Beziehung verfügbar gemacht. Dem Computer wiederum verschafft das die Möglichkeit zur Kommunikation.

Ein kurzer Satz von anderhalb Zeilen Länge nur. Eine verhaltene, zu vermuten ist: unbeabsichtigte Klarheit in ihm. Der erste Satz des eigentlichen Dissertationstextes ist kaum länger. Er nimmt die eben erörterte Bemerkung auf: »The Sketchpad system makes it possible for a man and a

computer to converse rapidly through the medium of line drawings.« (Sutherland 1980, S. 8).

Kein Zweifel ist erlaubt, Linienzeichnungen sind das Medium, um das es hier geht. Es geht um dieses Medium insofern, als es bisher ganz in der Hand der Menschen lag. Damit Menschen mit dem Computer eine Konversation eingehen können, die sich auf Zeichnungen stützt, muss ein Software-System dafür sorgen, dass dem Computer Linienzeichnungen abgenötigt werden können.

Wir haben die Einfachheit und Klarheit dieser Position längst verlassen. Sutherland, der sich stets als Ingenieur versteht, soll nicht überinterpretiert werden. Was mir als Klarheit erscheint, dürfte nicht mehr sein als pragmatische Schlichtheit – eine Schlichtheit jedoch, die vom Machen, vom konstruktiven Schaffen zu kommen scheint, die von der Anstrengung des Begriffs nicht berührt, geschweige denn angekränkt wird.

Wenden wir uns nun aber der anderen Seite zu, die mit dem schlichten und oft so naiven, von der ARPA geförderten Tun nicht zufrieden ist (an dieses aber auch nicht heran kommt). Uns ist der Computer unmerklich, man konnte es nicht verhindern, zunächst zum Werkzeug, später zum Medium geworden. Wir sprechen nur selten noch davon, dass er, funktional betrachtet, eine automatische Maschine sei, die uns im Umgang als Werkzeug oder als Medium erscheinen mag, als beides auch gleichzeitig oder jedenfalls verschränkt (»instrumentales Medium« ist der treffende Begriff hierfür bei Schelhowe 1997). Die Rede vom Computer *als* Werkzeug, ebenso wie die *»als* Medium«, macht explizit darauf aufmerksam, dass es sich um eine bloße Auffassung, eine Sichtweise, eine Zuschreibung handelt. Heute aber lesen wir oder reden auch selbst vom »Medium Computer«, was ja nur zu verstehen ist als »der Computer, das Medium« oder »das Medium, das der Computer ist«.

Keiner hat wohl die Vision vom Medium Computer so klar gesehen und so entschieden zu seiner Sache gemacht wie Alan Kay. 1977 schreiben er und Adele Goldberg, als sie von der epochal umstürzlerischen Arbeit bei Xerox PARC berichten (Kay/Goldberg 1977, S. 31):

»We design, build, and use dynamic media which can be used by human beings of all ages. [...] Although digital computers were originally designed to do arithmetic computation, the ability to simulate the details of any descriptive model means that the computer, viewed as a medium itself, can be all other media if the embedding and viewing methods are sufficiently well provided.«

Kay war von Sketchpad, dem Vorbereiter, und von Simula beeindruckt, dem entscheidenden Schritt hin zur objektorientierten Programmierung. Diesen Erkenntnis-Blitz verstärkte noch ein zweiter, der später Kay mit

seinen Leuten im PARC dazu brachte, sich all das auszudenken, was Millionen von Computernutzern heute lieb und wert und selbstverständlich und anders gar nicht mehr denkbar ist: eine an den Dingen orientierte Organisation *im* Computer, ihre visuelle Erscheinung *auf* dessen Peripherie und unser elegant-ästhetischer Umgang *mit* ihnen.

Dieser zweite Blitzschlag der Erleuchtung war die Begegnung mit Seymour Papert im Media Lab des MIT, mit den mit Logo dort spielenden Kindern und der Entwicklungs- und Lernpsychologie von Jean Piaget und Jerome Bruner. Das spielerische Lernen der Kinder wurde zu einer entscheidenden Maxime für den Wandel in der Auffassung des Computers vom Werkzeug zum Medium. Wir brauchen nur an die gnadenlos hierarchische Zurichtung jedes Dokumentes zu denken, die in Engelbarts Ansätzen und Systemen verlangt ist, und sie zu kontrastieren mit der offenen Art, in der Objekte eines Programms im Smalltalk-Stil mit einander in Austausch treten. Instrumental und medial!²⁰

Wir haben uns mittlerweile daran gewöhnt, das alles ganz beiläufig im Wort vom Medium zusammenzufassen. Gut 35 Jahre sind seit 1971, seit Beginn der Arbeiten Kays am PARC, verstrichen. Wir befinden uns wohl tatsächlich mitten im *Medium des Computing*, von dem wir gewöhnlich als dem digitalen sprechen.

Im Laufe einer technischen Entwicklung entfernt sich die zuerst sensationell erscheinende technische Gegebenheit oft meilenweit von ihrem Anlass. In dem Maße, wie dies geschieht, verliert sich der metaphorische Gehalt früher Zuschreibungen. Die Metapher stirbt ab, wird zur toten Metapher, deren Herkunft kaum noch im Bewusstsein vorhanden bleibt. Schließlich wandelt sie sich zum technischen Begriff, der jenes Neue bezeichnet ganz wie ein Eigenname.

Es mag sein, dass dem Medium im Sinne des digitalen Mediums Derartiges derzeit widerfährt. Die Frage danach, was das denn sei, das digitale Medium, wird dann immer seltener auch nur erhoben werden, weil der tägliche Umgang mit diesen und jenen Gegenständen und Bedingungen uns immer häufiger dazu führt, dass wir leicht erstaunt auf die eine oder andere Erscheinungsform des Computers verweisen. Das digitale Medium wird dann nicht Medium im niedrigen Sinne von »Linien-Zeichnung« oder »Fernsehapparat« sein, sondern eher im höheren Sinne eines komplexen, weit ausgreifenden und in unserem Falle mit Metamedialität ausgestatteten Megamediums: eine Medienmaschine, ein Medienmedium, die Medialität vielleicht schlechthin, die deswegen dann auch kaum noch einen besonderen Namen brauchte. Die Wurzel für eine solche Rede läge dann, das war die Behauptung, in dem kognitiv-physikalischen Doppel-

20 Vieles zu diesem Thema lässt sich vertiefen bei (Friedewald 1999), insbesondere dort Kapitel 6.

gerät, das mal als Lichtgriffel, mal als Maus physikalisch in Erscheinung tritt. Sein wesentlicher Aspekt ist die Bewegung und Platzierung eines indexikalischen Zeichens, das einen Ort markiert sowie die Auslösung einer Operation an einem so bedeuteten Ort. Die Maus hat sich schlicht als den menschlichen Fähigkeiten und Gewohnheiten besser angepasst erwiesen.

Einfach zu schlucken wäre der Wandel des Automaten Computer zum umfassenden Medium aus der Verschmelzung der HCI-Schnittstelle im Kästchen der Maus heraus wohl kaum. Ohne den Schritt zu einer semiotischen Auffassung der HCI zu tun, ist ein solcher Wandel auch kaum vorstellbar. Mit den folgenden drei Abschnitten werde ich versuchen, aus je unterschiedlicher Sicht dem näher zu kommen.

Zeichnen: von nah und von fern

Wenn eine zeichnet, sitzt sie mit einem Skizzenblock irgendwo in der Landschaft, im Atelier oder im Café, ein paar Bleistifte, Buntstifte, Kreiden oder was es sonst an Zeichengeräten gibt in Reichweite. Sie führt eines dieser Geräte auf vielfach variierende Art übers Papier. Dort hinterlässt sie (oder es) Spuren, die Abreibungen des Zeichenmaterials auf dem Zeichenpapier sind. Wie immer dieser erfreuliche Vorgang begonnen hat, sich fortsetzt oder auch beendet wird – er findet unter dem Begriff der Nähe statt. Die Künstlerin bearbeitet das Material mit ihrem Werkzeug und ist beiden dabei ständig so nah, wie es näher nicht geht. Auch muss sie Gerät und Material eng zu einander bringen. Als geschulter Zeichnerin ist ihr alles zuhänden: unmerklich verschmelzen Werkzeug und geschickte Hand. Der gestalterische Wille kann sich als solcher ausbreiten. Mangelnde handwerkliche Fertigkeiten kommen ihm nicht in die Quere.

Wie anders beim algorithmischen Zeichnen! Dann, wenn es tatsächlich geschieht, läuft ein Programm ab. Ob seine Ausgabe (heute) unmittelbar zu zeichnerischen Elementen führt oder (früher) sich erst in einer Zwischencodierung niederschlägt, die von einem Zeichenautomaten in sichtbare Formen und Farben gebracht werden muss, sei dahingestellt. Wesentlich ist, dass der ganzheitliche Akt des Zeichnens aufgelöst worden ist in die Programmierung einer Klasse von Zeichnungen und in die Realisierung eines Exemplars dieser Klasse. Der zeichnende Mensch aber täte sich Gewalt an, dächte er an eine Klasse von Zeichnungen statt an die eine Zeichnung.

Die zeichnende Hand hebt den Stift, also das Werkzeug des Zeichnens, vom Papier, dem Material des Zeichnens, ab. Sie legt den Stift zur Seite und schiebt auch den Zeichenblock weg, um den Gedanken an die

eine Zeichnung, die Realisat ihrer Klasse sein wird, umso konzentrierter, reiner und allgemeiner fassen zu können. Indem die Hand Werkzeug und Material zur Seite schiebt, fordert sie den Gedanken auf, sein Werk zu tun. Das Zeichnen aus der Ferne wird zu einem Zeichnen mit dem Kopf oder mit den Gedanken. Dem Schwung der Hand und des Armes, die den Stift über das Papier führen und eine einzelne bestimmte Linie erzeugen, entsprechen die Kühnheit des Denkens und die Abstraktheit der algorithmisch-allgemeinen Formalisierung aller Linienformen und Linienmuster, die in irgendeinem Sinne zusammenhängen. Eine Verwandtschaft wird gedacht und konkret formuliert. Ein Regelwerk entsteht, ein Geflecht von Bedingungen, die einzuhalten sind: von der ausführenden Maschine einzuhalten dann, wenn sie der Kontrolle des Zeichenprogramms unterworfen wird.

All das ist nicht sonderlich aufregend. Nichts daran ist irgendwie neu. Alles, was hier angedeutet wird, ist in die herrschende Kultur eingegangen. Täglich machen wir alle von solchen Programmen Gebrauch. Wir tun es mit Freude und mit Gewinn. Wir tun es mit Leichtigkeit und als Selbstverständlichkeit. Wir haben, als begeisterte Benutzer von Adobe Photoshop oder Corel Draw, Fertigkeiten erworben, die uns gestatten, passable Zeichnungen oder zeichnerische Elemente herzustellen, die wir uns »von Hand« nicht zutrauten.

Für Pädagogen und Kulturkritiker mag diese Gegebenheit gelegentlich noch immer problematisch erscheinen. Im Rahmen dieser Betrachtung lässt uns das relativ unberührt. Unser Hinweis nämlich besteht darin, dass wir den historischen Punkt relativ gut eingrenzen können, der zur Entfernung der zeichnenden Hand vom Zeichenpapier geführt hat. Dieser Punkt ist – in all der Ungenauigkeit, die ein gewolltes Setzen von Daten mit sich bringt – das Jahrzehnt zwischen dem Abschluss der Sutherlandschen Dissertation 1963 und dem Erscheinen der ersten Konzepte zur Hardware und Software bei Xerox PARC.

Die konzeptionellen Risse und Sprünge, die hierfür zu bewältigen waren, erscheinen auf dem Markt und werden zur Ware weitere zehn Jahre später mit dem Apple Macintosh (1984). Seitdem hat das Zeichnen seine Unschuld verloren und existiert in zwei Formen: der handwerklichen Form, die jeder schätzt, der sich der Mühe unterzieht, sie zu gewinnen; und der algorithmischen Form, die zu begreifen eine ähnliche Mühe verlangt, die zu verwenden jedoch erstaunlich einfach geworden ist.

Beide Formen bestehen neben einander und werden kaum noch ernsthaft gegen einander gestellt. Wer sollte auch Gefallen daran finden? Beide Formen gehören unterschiedlichen Epochen an: der des Handwerkes und der der Medialität. Die Kühnheit des algorithmischen Denkens

reißt die Verallgemeinerungen der algorithmisierten Regelwerke aus den Identität stiftenden Genügsamkeiten des still empfindenden Zeichners.

Manche jener Pioniere, die sich als erste daran machten, Computer zum Zeichnen zu zwingen, berichten davon, wie sie ein merkwürdiger Schauer ergriff, als sie die Zeichenmaschine dabei beobachteten, wie sie erstmals Linien auf Papier brachte, an die der Wissenschaftler oder Künstler in einem abstrakten Sinne, als pure Möglichkeit, gedacht hatte (Nees 2006, S. XI). Etwas war in die Welt gekommen, das nicht mehr verschwinden würde.

Ivan Sutherland hat sein Programm sehr schlicht »Sketchpad« genannt, »Skizzenblock«. Hat er daran gedacht, den Lichtgriffel zu nutzen, um Skizzen schnell und ungefähr auf den Bildschirm zu bringen, die Anlass für Mitteilungen, für ungefähre grafische Aussagen sein sollten, also Zwischenstufen bei der Entwicklung einer Konstruktionszeichnung vielleicht? Wir wissen es nicht. Möglich wäre es. Es wäre aber auch gleichgültig. Der Name des Systems gefiel ihm einfach.

Denn was er erreicht hat, ist die Auftrennung der Zeichnung in eine sichtbare und eine manipulierbare Schicht. Diese prinzipielle Errungenschaft betrachten wir im folgenden Abschnitt.

Verstehen: Unterfläche und Oberfläche

Die *Zeichnerin* schafft, ob sie das will oder nicht, mit ihren Linien, Formen, Flächen, Farben auf Papier: Zeichen. *Anlässe* für Zeichen, um genauer zu sein.

Der *Programmierer*, der seinen Computer dazu veranlasst, auf einem Plotterpapier oder einem Bildschirm eine Ansammlung von sichtbarem Material abzulegen, schafft ganz ebenso, ob er es will oder nicht: Anlässe für Zeichen.

Ich sage »Anlässe« und nicht gleich »Zeichen«, um anzudeuten, dass das, was auf den Papieren sichtbar wird, nicht selbst schon und umstandslos »Zeichen« ist. Zeichen werden jene Linien und Schwärzungen erst dann und dadurch, dass ein Mensch sich die Angelegenheit anschaut und, da er anders gar nicht kann, interpretierend zum Zeichen macht. Wir hatten oben darüber gesprochen. Hier kommt es uns auf einen besonderen Aspekt an, den die Zeichen auf dem Bildschirm aufweisen. Diesen besonderen Aspekt hatte ich in früheren Arbeiten (Nake 1986) die *Verdoppelung* des Computerdings genannt. Der dahinter aufscheinende Umstand lässt sich heute etwas präziser fassen.

Was wir auf dem Bildschirm als Ausgabe des laufenden Programms erblicken, ist – semiotisch betrachtet – das Repräsentamen eines Zeichens.

Das Repräsentamen ist die materielle, sinnlich wahrnehmbare Seite des Zeichens. Sie ist auch jener Aspekt, der Gegenstand der algorithmisch gesteuerten Bearbeitung durch den Computer wird.

Diese wahrnehmbare Seite ist Licht auf dem Bildschirm. Sie ist auf Innigste – auch das hatte ich schon erwähnt – mit den Inhalten des Bildspeichers verknüpft. Was im Bildspeicher steht, wird vom Display Prozessor gelesen und in Signale verwandelt, die die Beschichtungen des Monitors anregen bzw. – bei anderer Technologie – die LCD Elemente. Zwischen sichtbarem Bild und unsichtbarem Speicherinhalt besteht eine eindeutige Beziehung: sie ist eindeutig in beide Richtungen. Das ist auch der gute Grund dafür, dass wir oft ohne Unterscheidung von diesen beiden Erscheinungen zusammen als »dem Bild« sprechen.

Etwas genauer scheint mir jene Sprachregelung zu sein, die Bildern auf dem Computermonitor eine *Oberfläche* und eine *Unterfläche* zuschreibt. Die Oberfläche ist sichtbar. Sie ist für uns. Die Unterfläche ist unsichtbar. Sie ist für den Computer. Die Unterfläche kann der Computer verändern, er kann sie manipulieren. Die Oberfläche hat diese Eigenschaft nicht.

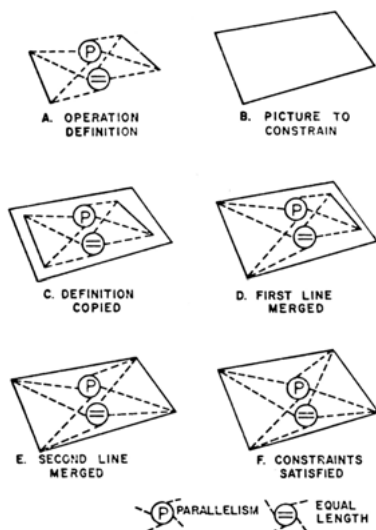
Die prinzipielle, nicht hintergehbare Doppelexistenz betrifft Gegenstände des Computers generell, jedenfalls dann, wenn ihre Existenz auch uns bekannt gemacht werden soll. Hier interessieren uns nur die Bilder. Bei ihnen liegen die Verhältnisse besonders klar. In ihrer Aufspaltung zur Ober- und Unterfläche, zur sichtbaren und bearbeitbaren Seite, erscheinen die Zeichen als *algorithmische Zeichen* (Nake 2001).

Solche distanzierten Betrachtungen haben Ivan Sutherland nie interessiert. Die Tatsache jedoch, die ich hier so fasse, war ihm vertraut. Eine seiner Großtaten in Sketchpad war, dass den zeichnerischen Elementen einer Grafik *Bedingungen* (*Constraints*) auferlegt werden konnten. Eine Bedingung konnte etwa lauten, dass zwei Seiten eines Vierecks parallel zu einander sein sollten. Eine andere, dass zwei Seiten orthogonal zu einander stehen sollten. Geben wir zu diesen zwei weitere Bedingungen an und verlangen, dass dadurch insgesamt ein geometrisches Ding festgelegt werde – was ja zweifellos der Fall ist –, so hätten wir ein allgemeines Viereck zu einem Quadrat gemacht. Wirklich *gemacht* hätten wir das nicht: wir hätten die geometrischen Bedingungen gesetzt, wir hätten das Ding, das wir haben wollten, nur beschrieben.

Diese Art der konstruktiven Beschreibung ist schon für sich genommen aufregend spannend (sie ist ein frühes Beispiel der späteren *Constraint*-Programmierung). Sutherland ging aber, seinem Programm der grafischen Kommunikation treu bleibend, einen Schritt weiter. Die Bedingungen können in Sketchpad zusätzlich als graphische Symbole gezeigt werden. Indem sie äußerlich erscheint, nicht innerlich nur gilt, kann eine Bedingung interaktiv manipuliert werden. Man kann in der ent-

stehenden Graphik etwa das Symbol der Bedingung »parallel« auftreten lassen. Es weist vier kurze Tentakeln auf. (Abb. 9) Je zwei davon können (mit dem Lichtgriffel) mit den Endpunkten der beiden Strecken verknüpft werden, die parallel zu einander sein sollen. Braucht man die Anzeige der Bedingung nicht mehr, kann man sie unsichtbar machen.

Abb. 9: Beispiel für den Umgang mit Constraints in Sketchpad.
(Sutherland 1963, S. 94)



So wird deutlich, dass die sichtbare Grafik in sich eine komplexe Beschreibung ihrer selbst enthält. Was wir zu Gesicht bekommen, ist nur eine geeignete Sicht auf das neuartige Gebilde „Grafik“. Durch seine Emigration vom Papier auf den Bildschirm ist ihm eine Unterfläche gewachsen, die all das aufnimmt, was die Zeichnung dem Computer gegenüber sein soll. In dieser Verdoppelung erscheint der interaktive Umgang mit einer algorithmischen Zeichnung weit jenseits der Werkzeugartigkeit. Insofern Sketchpad die Wurzeln dafür legte – wennzwar es einerseits im Denken an Werkzeug konzipiert wurde, im Agieren in Medien aber spät seine eigentliche Relevanz erst zeigte – sehe ich in Sketchpad speziell, in der frühen Computerkunst aber allgemein, das erste Wetterleuchten der digitalen Medien.

Computabilität, Interaktivität, Performativität

Mit einer erneuten Bemerkung zu Computer als Automat, Werkzeug und Medium möchte ich diese Betrachtung schließen. Sie ging um das Zeichnen mit Hilfe von Programmen, das algorithmische Zeichnen. Sie führte uns zu der Einsicht, dass diese Art des Zeichnens aus dem Zeichnen ein Zeigen macht.

In dieser gewaltigen Reduktion steckt eine entsprechend mächtige Öffnung. Die Zeichnung kann nun, wo sie dadurch entsteht, dass mit einem Gerät auf Konstruktionselemente, Operationen oder Bedingungen gezeigt wird, selbst (in einem Akt ihrer eigenen Verdoppelung) ihre konstruktive Beschreibung aufnehmen. Sie stülpt sich sozusagen, in einem historischen Akt der konstruktiven Dekonstruktion, nach außen um, verschlingt etliche der Kennzeichnungen ihrer Struktur und Erscheinung, die wir früher geistig abstrahieren und schließen konnten, die aber immer bei uns blieben und uns nur intellektuell zugänglich waren. Auf solche Weise angereichert und gesättigt, zieht sie sich in ihre Existenz als Objekt des Gezeigtwerdens zurück.

Dieser Akt hat die Zeichnung zum algorithmischen Zeichen werden lassen, einem Zeichen für zwei Herren, bescheidener: mit zwei Interpretanten. Der erste und alte Interpretant ist die Bedeutung, die ein Betrachter subjektiv der Zeichnung zukommen lässt. Der zweite und neue Interpretant ist die Menge all jener programmierten Operationen, die dem Prozessor abverlangt werden, wenn er die Zeichnung manipuliert.

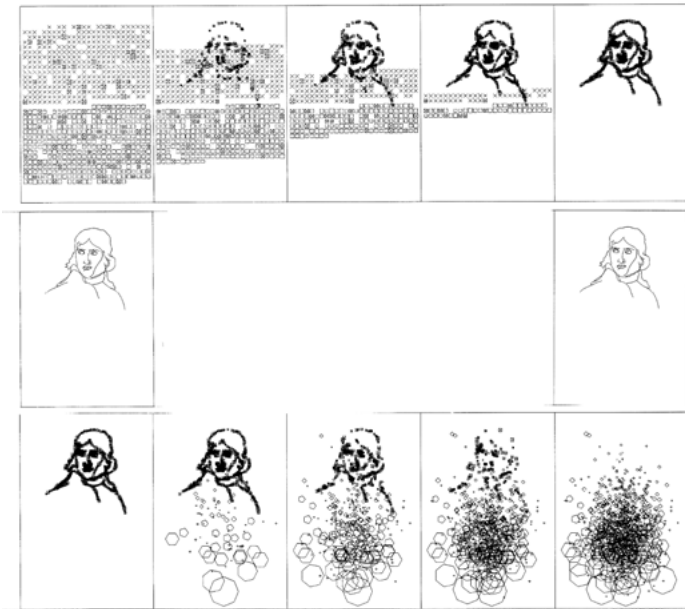
Drei Umgangsweisen mit dem Computer schwingen mit in diesen einigermaßen komplexen Verhältnissen. Die älteste und bleibende Umgangsweise ist die, die den Computer als *Automaten* nimmt. Wenn *Constraints* gesetzt sind, müssen sie mathematisch gelöst werden, damit die Zeichnung entstehen kann. Dazu tritt die automatische Funktion in Kraft (die auch sonst ständig virulent bleibt). Dieser Umgangsweise entspricht die *Berechenbarkeit*. Wir sind lediglich Beobachter.

Die *Interaktivität* bestimmt eine zweite Umgangsweise mit dem Computer: die *werkzeugähnliche*. Wir setzen eine Operation an, die wir aus einer größeren Auswahlmenge geholt haben und die oft relativ begrenzte Wirkung hat. Wir sind hier auf Hand und Auge eingeschränkt. Wenn wir eine Bedingung interaktiv auf Elemente der Zeichnung aufprägen, bewegen wir uns auf diesem Terrain.

Schließlich gewinnen wir das *Medium* der Zeichnung, dem ein *performativer Umgang* korrespondiert. Er ist im Entstehen. Alan Kay ist sein Prophet. Die ganze Zeichenhaftigkeit, die der Medialität entspricht, wird im Sinne algorithmischer Zeichen entfaltet. Wir begegnen der Zeichnung,

dem Bild als einem neuen Medium, jenem Doppel, von dem ich gesprochen hatte. Unsere Begegnung weist selbstverständlich implizit auf Berechenbares und Interaktives. Sie ist aber insofern mehr, als der Mensch im Umgang mit seiner Maschine, die er als Werkzeug denkt und die ihm Medium ist, in seiner gesamten Körperlichkeit gefordert ist. Die Formen, die das verlangt und annimmt, sind noch weitgehend unbekannt. In künstlerischen Umgängen werden sie gesucht, entdeckt, ergründet und geschaffen.

Abb. 10: Ästhetisch-mediale Umgangsweise mit dem Computer (Nake 1969).



Literatur

- Beaudouin-Lafon, M. (2006): »Human-computer interaction«. In Goldin, D./Smolka, S./Wegner, P. (eds.): »Interactive computation. The new paradigm«. New York, Berlin S. 227-254.
- Bense, M. (1967): »Semiotik. Allgemeine Theorie der Zeichen«. Baden-Baden.
- Bissell, D. (1990): »The father of computer graphics«. BYTE, 15, 6, S. 380-81.
- Brent, J. (1993): »Charles Sanders Peirce. A Life«. Bloomington, Indianapolis.
- Ceruzzi, P. E. (2002): »A history of modern computing«. Cambridge, MA (auch auf Deutsch erhältlich. Zuerst 1998).

- Deleuze, G./Guattari F. (1977): »Rhizom«. Berlin.
- Desmonde, W. H. (1969): »A conversational graphic data processing system: The IBM 1130/2250«. Englewood Cliffs.
- Eco, U. (1977): »Zeichen. Einführung in einen Begriff und seine Geschichte«. Frankfurt/Main.
- English, W. K./Engelbart, D. C./Berman, M. L. (1967): »Display-selection techniques for text manipulation«. In: IEEE Trans. Human Factors in Electronics HFE 8, 1, S. 5-15.
- Frenkel, K. (1989): »An interview with Ivan Sutherland«. In: Communications of the ACM 32, 6, S. 712-718.
- Friedewald, M. (1999): »Der Computer als Werkzeug und Medium«. Berlin, Diepholz.
- Kay, A./Goldberg, A. (1977): »Personal dynamic media«. In: IEEE Computer 10, 3, S. 31-41.
- Kreuzer, H. (Hrsg.) (1987): »Die zwei Kulturen. Literarische und naturwissenschaftliche Intelligenz. C.P. Snows These in der Diskussion«. Stuttgart.
- Licklider, J.C.R. (1960): »Man-computer symbiosis«. In: IRE Trans. Human Factors in Electronics, HFE-1, S. 4-11.
- Lohberg, R./Lutz, Th. (1967): »Was denkt sich ein Elektronengehirn?« Stuttgart (zuerst 1963 erschienen).
- Machover, C. (1999): Computer graphics pioneers. ACM SIGGRAPH vol. 33 no. 3 (auch: www.es.com/about_eands/history.asp).
- McKenzie, J. A. (1974): »TX-0 computer history«. MIT Research Laboratory of Electronics Technical Paper (Oct. 1, 1974), http://bitsavers.org/pdf/mit/tx-0/memos/McKenzie_TX-0_history_Oct74.txt (20.8.2007).
- McLuhan, H. M. (1964): »The extension of man. Understanding media«. New York.
- Mezei, L. (1966): »The electronic computer – a tool for the visual arts«. In: 5th National Conference Computer Society of Canada (als Manuskript).
- Mongré, P. (1897): »Sant'Ilario. Gedanken aus der Landschaft Zarathustras«. Leipzig.
- Morris, Ch. W. (1988): »Grundlagen der Zeichentheorie. Ästhetik der Zeichentheorie«. Frankfurt/Main.
- Nake, F. (1986): »Die Verdoppelung des Werkzeugs«. In: Rolf, A. (Hrsg.): »Neue Techniken alternativ«. Hamburg, S. 43-52.
- Nake, F. (1992): »Informatik und die Maschinisierung von Kopfarbeit«. In: Coy, W. et al. (Hrsg.) (1992): »Sichtweisen der Informatik« Braunschweig, Wiesbaden, S. 181-201.
- Nake, F. (2001): »Das algorithmische Zeichen«. In: Bauknecht, W./ Brauer, W./Mück, Th. (Hrsg.): »Informatik 2001. Tagungsband der GI/OCG Jahrestagung«. 2 Bde Wien, Bd. II, S. 736-742.

- Nees, G. (2006): »Generative Computergraphik.« Nachdruck der ersten Auflage von 1969, mit neuen Einleitungen von Hans-Christian von Herrmann und Georg Nees, Berlin.
- Noll, A. M. (1967): »The digital computer as a creative medium«. In: IEEE Spectrum 4,10, S. 89-95.
- Pape, H. (2004): »Charles S. Peirce zur Einführung« Hamburg.
- Peirce, Ch. S. (1993): »Phänomen und Logik der Zeichen«, hrsg. u. übersetzt von H. Pape, Frankfurt/Main, 2. Aufl.
- Peirce, Ch. S. (2000): »Semiotische Schriften«, 3 Bde. hrsg. von Chr. J. W. Kloesel und H. Pape. Frankfurt/Main.
- Prince, D. (1971): »Interactive Graphics for Computer-Aided Design«. Reading, Mass.
- Saussure, F. de (2001): »Grundfragen der allgemeinen Sprachwissenschaft«. Berlin, Heidelberg New York, 3. Aufl.
- Schelhowe, H. (1997): »Das Medium aus der Maschine. Zur Metamorphose des Computers«. Frankfurt.
- Shneiderman, B. (1983): »Direct manipulation: a step beyond programming languages«. In: IEEE Computer 16, 8, S. 57-69.
- Sutherland, I. E. (1963): »Sketchpad. A man-machine graphical communication system«. In: Proceedings of the Spring Joint Computer Conference 1963, AFIPS Conference Proceedings, Vol. 23, S. 329-345.
- Sutherland, I. E. (1965): »The Ultimate Display«. In: Information Processing 1965. Proceedings of IFIP Congress 65, 2 Bde Washington, D. C., London 1965, Bd. I, S. 506-508.
- Sutherland, I. E. (1966): »Computer inputs and outputs«. In: Scientific American, Sept. 1966, S. 86-96.
- Sutherland, I. E. (1980): »Sketchpad. A man-machine graphical communication system«. New York, London (zuerst intern bei MIT, 1963).
- Virilio, P. (1998): »Rasender Stillstand«. Frankfurt/Main (franz. Orig. 1990).
- Waldrop, M. M. (2001): »The dream machine. J.C.R. Licklider and the revolution that made computing personal«. New York.
- Züllighoven, H. (1998): »Das objektorientierte Konstruktionshandbuch nach dem Werkzeug & Material Ansatz«. Heidelberg.