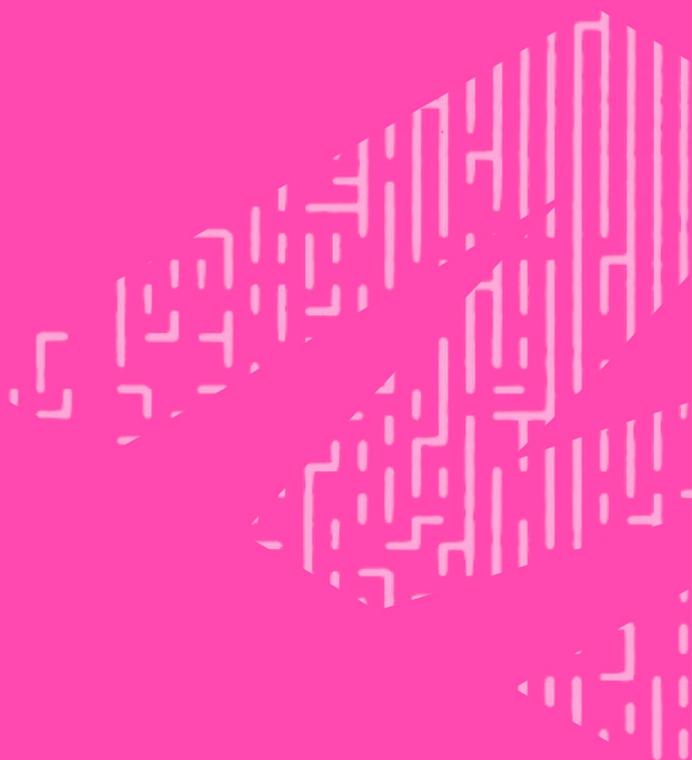


Algorithmen & Zeichen

Beiträge von Frieder Nake
zur Gegenwart des Computers

Herausgegeben und mit Einleitungen versehen
von Jan Distelmeyer, Sophie Ehrmanntraut, Boris Müller



καδμος

Algorithmen & Zeichen

Beiträge von Frieder Nake
zur Gegenwart des Computers

*Jan Distelmeyer,
Sophie Ehrmanntraut,
Boris Müller (Hg.)*

Inhalt ↘

VORWORT

- 06 ↘ Algorithmen & Zeichen

VORWEG

- 10 ↘ There Should Be No
Computer Art

BILD

- 18 ↘ Einleitung
- 22 ↘ Vilém Flusser und Max
Bense des Pixels
angesichtig werdend
*Eine Überlegung am Rande
der Computergrafik*
- 36 ↘ Zwei Weisen,
das Computerbild zu
betrachten
*Ansicht des Analogen
und des Digitalen,
mit Susanne Grabowski*
- 64 ↘ $I(x, x') = g(x, x') [e(x, x') + \int_s$
 $p(x, x', x'') I(x', x'') dx'']$

124 ✎ The Disappearing
Masterpiece
*Digital Image &
Algorithmic Revolution*

152 ✎ Grafiken

ZEICHEN

172 ✎ Einleitung

180 ✎ Über eine generative
Ästhetik

188 ✎ Information Aesthetics
An Heroic Experiment

210 ✎ Informatik und die
Maschinisierung von
Kopfarbeit

242 ✎ Das algorithmische
Zeichen und die Maschine

INTERFACE

266 ✎ Einleitung

276 ✎ Schnittstelle Mensch –
Maschine

290 ✎ Die Verdoppelung des
Werkzeugs

304 ✎ Subjekt & Objekt
*Participatory Design &
Object-oriented Design.
Eine Reflexion*

320 ✎ Pinsel, Bleistift, Schere,
Lasso und der ganze
Werkzeugkasten
Instrument als Medium

NACHWORT

340 ✎ Ästhetik & Algorithmik

DANK

351 ✎ Jan Distelmeyer,
Sophie Ehrmanntraut,
Boris Müller

352 ✎ Frieder Nake

Vorwort: Algorithmen & Zeichen

Jan Distelmeyer, Sophie Ehrmanntraut, Boris Müller

Die Idee, einen Band mit Texten und Bildern von Frieder Nake herauszugeben, entstand als Reaktion auf zwei Probleme. Das erste Problem besteht schlicht darin, dass ein Buch fehlt, in dem die Vielfalt seiner öffnenden Ansätze und provozierenden Debattenbeiträge zumindest ausschnitthaft gebündelt wird. Ansagen und Anzeichen: Was Frieder Nake über sechs Jahrzehnte mit Sprache und Code, mit Texten und Bildern zur Frage der Gegenwart des Computers (in all seinen Formen, Entwicklungsstufen und Einflussbereichen) beigetragen hat, entwickelt gerade dann eine ganz eigene Kraft, wenn diese Arbeiten zusammenkommen. Heterogenität und Haltung, die dabei zu entdecken sind, verweisen auf die Breite der Disziplinen, für die Frieder Nakes Überlegungen und künstlerische Konsequenzen von Bedeutung sind. Und so offensichtlich deren Einfluss in der Entwicklung von Fragen der Informatik, der Computerkunst, der Medienwissenschaft, des Interfacedesigns, der Software Studies, der Designtheorie auch ist: Zugleich macht gerade die (Re-)Lektüre der Texte klar, wie viel hier noch zu entdecken bleibt, was vor allem für die Medienwissenschaft und das Interfacedesign einen bislang kaum gehobenen Schatz bedeutet.

Die aktuelle Relevanz der Beiträge betrifft das zweite, ungleich größere Problem, auf das dieser Band reagiert: Die Gegenwart der Computerisierung, die im fortschreitenden Ausbau verbreteter, verbundener und (eingeschränkt) verselbstständigter Computerformen und deren Entscheidungslogik besteht, erfordert ebenso den Ausbau

der Debatte, was darunter zu verstehen ist und wie auf die Bedingungen und Möglichkeiten dieser Entwicklung reagiert werden kann, um die Zukunft mitzugestalten. Problematisch ist diese Herausforderung nicht zuletzt wegen ihrer Mischung aus Komplexität und Brisanz. Mit Begriffen wie „die Digitalisierung“, „digitale Transformation“ und „digitale Ära“ wird seit langem eine besondere Dringlichkeit verbunden, die Staaten, Industrien, Gesellschaften und Individuen in verpflichtender Weise betrifft.

Diese zunehmend naturalisierte Kultur der Digitalität fordert gleichermaßen dringlich ihr Pendant heraus – die Entwicklung von Fragen und von Kritik. Genau dafür lassen sich auch jene Texte Frieder Nakes einsetzen, die ursprünglich in anderen historischen Kontexten standen. In einem der vorbereitenden Gespräche zu diesem Band hat Frieder Nake die anhaltende Intensivierung der Verfahren von „Big Data“ und „Künstlicher Intelligenz“ als „die Vermessung von allem, was zu Daten führt, die für sich geblieben völlig nutzlos sind“ bezeichnet: „Das Algorithmisieren setzt voraus, dass das Phänomen zu einem berechenbaren gemacht worden ist. Und das ist der Kern der *algorithmischen Revolution*, die nun schon lange anhält, jetzt aber ihrem Höhepunkt zuzustreben scheint.“

Vor diesem Hintergrund entfalten die hier zusammengestellten Arbeiten eine besondere Aktualität: Sie stellen grundsätzliche Fragen und bieten zugleich überraschende Anschlüsse zu laufenden Debatten. Darum sind die hier erstmals versammelten Beiträge, die zwischen 1971 und 2016 entstanden sind, auch nicht als ein Rückblick oder als zeithistorische Dokumente (die sie zweifellos auch sind) gedacht: Sie sind unserer Ansicht nach vielmehr Interventionen in laufende Prozesse und Debatten. Dass diese Texte und Bilder zugleich in der Zeit stehen, in der sie entstanden sind und in die hinein sie gewirkt haben, ist ein aufschlussreicher Nebeneffekt.

Die Struktur dieses Bandes folgt dieser Überzeugung. Vorweg steht der Text „There Should Be No Computer Art“ aus dem Jahr 1971. Frieder Nake positioniert sich hier bereits als Kritiker der computerbasierten Bildproduktion. Dies ist umso bemerkenswerter, da er selbst ein Pionier der algorithmischen Kunst ist und der Computer zu dieser Zeit noch weit davon entfernt war, als allgegenwärtige Bildermaschine zu gelten.

Mit der darauf folgenden Bildstrecke aus dem grafischen Werk Frieder Nakes integriert der Band einen Teil jener Auseinander-

setzungen auf dem Themenfeld der Algorithmen und Zeichen, die nicht im Medium der Sprache entstanden sind. Frieder Nakes programmatisch-visuelle Arbeiten bilden hier eine eigene Rubrik, um ihre Stellung im Diskurs anzuzeigen, der uns wichtig ist. Auch wenn der Untertitel dieses Bandes Texte ankündigt, sollen auch jene Reflektionen, die nicht textueller Natur sind, hier (in passend paradoxer Haltung) zwischen „There Should Be No Computer Art“ und der Rubrik „Bild“ ihren Platz haben.

Daran schließen sich die drei Rubriken „Bild“, „Zeichen“ und „Interface“ an. Hier werden jeweils vier Texte thematisch gebündelt und mit kurzen Einleitungen der Herausgeber*innen versehen. Dabei sprengen (und erhellen) die Texte die jeweilige Einordnung: Sie halten sich nicht an die thematische Rahmung, greifen über und zeigen die notorische Verbundenheit der Kategorien Bild, Zeichen und Interface. Dabei produzieren sie auch theoretische Transponierungen, indem wiederkehrende Argumente in unterschiedlichen Kontexten auftauchen. Den Schlusspunkt bildet ein Nachwort von Frieder Nake.

Dass dieser Band in den „editionen“ des Brandenburgischen Zentrums für Medienwissenschaften (ZeM) erscheint, betrachten wir aus mehreren Gründen als glückliche Konstellation. Denn wenngleich Frieder Nake nicht als genuin medienwissenschaftlicher Autor wahrgenommen worden ist, haben seine Ansätze gerade der Medienwissenschaft und ihrer Ausrichtung auf das Dazwischenliegende und Vermittelnde eine Menge zu sagen (und zu zeigen). Zugleich passen Frieder Nakes transdisziplinäre, internationale Ansätze und Beweglichkeit gut zur Ausrichtung des ZeM, Verbindungen innerhalb der mit Medien befassten Wissenschaften sowie zu angrenzende Disziplinen auszubauen. Dieser Band, der auch durch die Herausgeber*innen den dringend nötigen Brückenschlag zwischen den Disziplinen der Medienwissenschaft und des Interfacedesigns leistet, öffnet und verbindet Fachdiskurse. Er ist als Beitrag einer Diskussion zur Gegenwart des Computers gedacht, die sich nur entwickeln kann, wenn Fächergrenzen gemeinsam überschritten werden.

There Should Be No Computer Art

Soon after the advent of computers it became clear that there was a great potential application for them in the area of artistic creation. Before 1960, digital computers helped to produce poetic texts and music; analog computers (or only oscilloscopes) generated drawings of sets of mathematical curves and representations of oscillations.↔

01 But it was not before the first exhibitions of computer produced pictures were held (1965) that a greater public took notice of this threat, as some said, – progress, as others thought. The threat and progress being the use of an extremely complicated, sophisticated, expensive and rational machine in the arts, i. e. in one of the last refuges of the irrational, as some believe. And it took another three years before there was a tremendous breakthrough caused by two big international exhibitions of “computer art” (“Cybernetic Serendipity”, London 1968, “Computers and Visual Research”, Zagreb 1969).

Since then, a serious discussion has been going on in the art world about the consequences and implications of the use of computers. Art magazines are full of articles, exhibitions are held everywhere, seminars are offered by art schools, books are published, portfolios are sold. Computer conferences have their computer art sections, computer journals publish technical papers. Computer scientists are flattered by the little public success they make and amused by the interest artists develop. Artists surrender to the pressures of the new technique or laugh at the results, and get humiliated by the attitudes that scientists assume when they try to communicate with each other.

The discussion centers around the question “is it or is it not art?”, and is heated, often extremely ignorant and prejudiced, showing virtually no progress, highly repetitive, although the few interesting new methods and the little knowledge of computers that one needs have been published several years ago.↪ I was involved in this development from its beginning onward (1964). I found the way the art scene reacted to the new creations interesting, pleasing and stupid. I stated in 1970↪ that I was no longer going to take part in exhibitions.

02

03

I find it easy to admit that computer art did not contribute to the advancement of art if we judge “advancement” by comparing the computer products to all existing works of art. In other words, the repertoire of results of aesthetic behavior has not been changed by the use of computers.↪

04

There is no doubt in my mind, on the other hand, that interesting new methods have been found, which can be of some significance for the creative artist. And beyond methodology, but certainly influenced by it, we find that a thorough understanding of “computer art” includes an entirely new relationship between the creator(s) and the creation: BENSE uses the term “art as a model for art” in this context.↪

05

The dominating and most important person in the art world today is the art dealer. He determines what is to be sold and what is not. It is the art dealer who actually created a new style, not the artist. Progress in the world of pictures today is the same as that in the world of fashionable clothes and cars: each fall, the public is presented with a new fashion, artificially (sic!) created almost a year before in the centers (Paris, London for clothes, Detroit for cars, New York for pictures). Differences from one year to the next are rarely ever substantial, in the majority of cases they are superficial and geared according to the salesmen’s requests and analysis of the market.

It seems to me that “computer art” is nothing but one of the latest of these fashions, emerging from some accident, blossoming for a while, subject matter for shallow “philosophical” reasoning based on prejudice and misunderstanding as well as euphoric over-estimation, vanishing into nowhere giving room to the next fashion. The big machinery, still surrounded by mystic clouds, is used to frighten artists and to convince the public that its products are good and beautiful. Quite frankly, I find this use of the computer ridiculous.

In many publications on “computer art” we read complaints that “real” artists do not have access to computers because of the

forbidding expense of the machine, and because of the artists' lack of knowledge in programming. We also read that we could obtain really interesting and new results if artists had the opportunity (money) to realize their ideas using a computer, perhaps being helped by programmers and mathematicians.↪

06

In some places, this is being tried by universities and companies; e. g. University of Madrid, Mathematisch Centrum (Amsterdam), Ohio State University, University of Toronto, IBM (the Whitneys) and others. Companies, of course, see the potential advertising power.

At the same time, artists become aware of the role they play in providing an aesthetic justification of and for bourgeois society. Some reject the system of prizes and awards, disrupt big international exhibitions, organize themselves in cooperatives in order to be independent of the galleries, contribute to the building of an environment that people can live in.

I find it very strange that, in this situation, outsiders from technology should begin to move into the world of art and try to save it with new methods of creation, old results, and by surrendering to the given "laws of the market" in a naive and ignorant manner. The fact that they use new methods makes them blind to notice that they actually perpetuate a situation which has become unbearable for many artists.

Computers ought not to be used for the creation of another art fashion.

Questions like "is a computer creative" or "is a computer an artist" or the like should not be considered serious questions, period. In the light of the problems we are facing at the end of the 20th century, those are irrelevant questions.

Computers can and should be used in art in order to draw attention to new circumstances and connections and to forget "art".

There is no need for the production of more works of art, particularly no need for "computer art". Art (better: the aesthetic object) comes afterwards (but it does come). Aesthetic information as such is interesting only for the rich and the ruling. For the others (and they are in the majority) it comes "with". Namely with other information.

Thus, the interest in computers and art should be the investigation of aesthetic information as part of the investigation of communication.

This investigation should be directed by the needs of the people. We should not be interested in producing some more nice and beautiful objects by computers.

We should be interested in producing a film on, say, the distribution of wealth. Such a film is interesting because of its content; the interest in the content is enhanced by an aesthetically satisfying presentation. That is, the role of the computer in the production and presentation of semantic information which is accompanied by enough aesthetic information is meaningful;

the role of the computer in the production of aesthetic information per se and for the making of profit is dangerous and senseless.↵

07

It is interesting to notice in this context that Helmar Frank, after a successful beginning in information aesthetics, gave it up and concentrated more and more on problems of education and psychology.

Reiterating the argument: I don't see a task for the computer as a source of pictures for the galleries. I do see a task for the computer as a convenient and important tool in the investigation of visual (and other) aesthetic phenomena as part of our daily experience. As concrete projects to be investigated I propose:

1. The study of the alienation of the artist from his product which is caused by technology in general and by computers in particular (the distance between the artist and his work increases).↵ What are the good, what are the bad effects of the division of labor taking place in art?

08

2. Investigation of the repertoires of signs used by individual artists and styles in the past and present. Such repertoires have been described occasionally, but not rigorously enough. The emphasis of such a project should be to describe those repertoires (and their various levels) in a way suitable for an application of information aesthetics.

3. Design and performance of experiments to test the significance of aesthetic measures defined so far; perhaps new definition of such measures.

4. Investigation of the importance of aesthetic information in various areas (education, propaganda, environments of work and living). This work would have to be based on a rigorous numerical definition of aesthetic information.

Der Text erschien erstmals in: PAGE, bulletin of the Computer Arts Society, 18 (1971), 1-2.

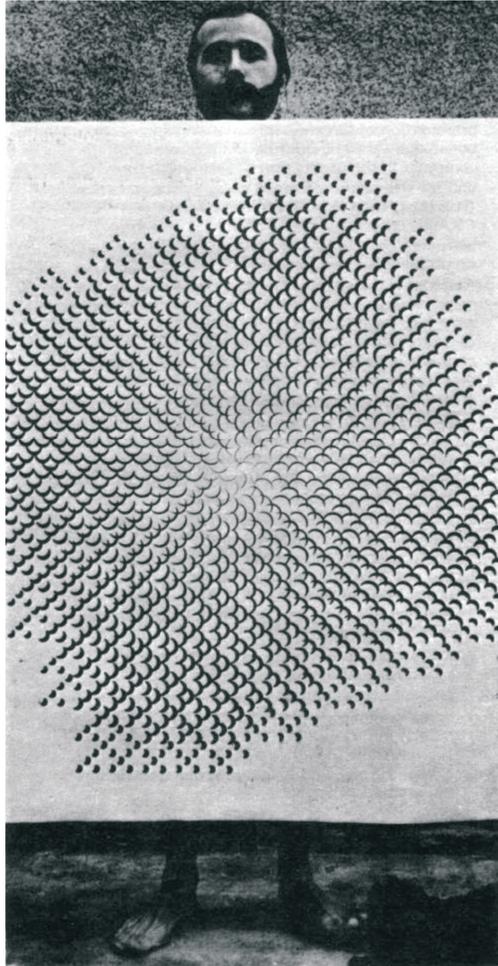


Abb: 01 The Emperor hath clothes?

01↔

Herbert W. Franke: Computergraphik-Computerkunst, München 1971; Frieder Nake: „Erzeugung ästhetischer Objekte mit Rechenanlagen“, in: Rul Gunzenhäuser (ed.): *Nicht-numerische Informationsverarbeitung*, Wien 1968; Günter Pfeiffer: „Kunst und Computer“, in: *magazin KUNST*, 39 (1970), 1883–1901.

Benthall: „Technology and Art 15, Computer Graphics at Brunel“, in: *Studio International*, (June 1970), 247–248.

05↔

Max Bense: „Cartesianische Aufklärung über Kunst“, in: *Mitteilungen des Instituts für moderne Kunst Nürnberg*, 2/3 (Mai 1971).

02↔

Martin Krampen, Peter Seitz (Hg.): *Design and Planning 2*, New York 1967; for a recent survey including a bibliography, see Sally Yeates Sedelow: „The Computer in the Humanities and Fine Arts“, in: *ACM Computing Surveys (CSUR)*, 2/2 (1970), 89–110.

06↔

Kommentar im Text.

07↔

Kommentar im Text.

08↔

Max Bense: „Cartesianische Aufklärung über Kunst“, in: *Mitteilungen des Instituts für moderne Kunst Nürnberg*, 2/3 (Mai 1971).

03↔

Frieder Nake: „Statement“, in: *PAGE bulletin of the Computer Arts Society*, 8 (1970).

Abb. 01:

The Emperor hath clothes?, *PAGE, bulletin of the Computer Arts Society*. 18 (1971), 1–2, Quelle: <https://computerarts-society.com/uploads/page-18.pdf>, 23.07.2019.

04↔

This point of view, namely that of art history, is shared and held against *computer art* by many art critics, compare e. g. Jonathan



Bild ↘
Zeichen
Interface

Einleitung

Boris Müller

*„Wo es nichts zu berechnen gibt, brauchen wir auch keine Computer“.
– Frieder Nake während einer Vorbesprechung zu diesem Buch.*

Der Computer ist eine Rechenmaschine. Er operiert mit binären Codes und ist nur in der Lage Zahlenoperation durchzuführen. Angesichts dieses scheinbar sehr reduzierten und spezialisierten Funktionsumfangs ist es ein Phänomen, dass der Computer zur Leittechnologie des 21. Jahrhunderts geworden ist.

Der Computer hat sich insbesondere zu der wesentlichen Technologie für bildgebende Verfahren entwickelt. Bilder werden mit Hilfe von Digitalkameras und Scannern aber auch auf Grundlage von Programmen und Algorithmen erzeugt. Die Grenze zwischen beidem ist dabei fließend. Kamerabilder werden algorithmisch produziert und optimiert, Computerprogramme erzeugen scheinbar naturalistische Bilder, „künstliche Intelligenz“ klassifiziert und verändert Bilder.

Dass *Rechenmaschinen zu Bildermaschinen* geworden sind, ist nach wie vor bemerkenswert. War die Bildproduktion in den letzten Jahrhunderten immer an ganz unterschiedliche Techniken und Technologien gebunden, so findet sie inzwischen größtenteils direkt oder indirekt über Computer statt. Das digitale Bild weist aber fundamental andere Eigenschaften auf als das analoge Bild: Es existiert *zweimal*. Material und Repräsentation sind nicht mehr eine Einheit, sondern existieren getrennt als abstrakte Datenstruktur im Speicher und als konkretes Bild auf dem Bildschirm.

Und schon sind wir mittendrin in der Gedankenwelt von Frieder Nake. In seinem Text „Zwei Weisen, das Computerbild zu betrachten. Ansicht des Analogenen und des Digitalen“ schreibt er treffend: „Das kalkulierte Bild existiert für den Prozessor im Speicher. Dort ist es für uns unsichtbar, für den Prozessor aber ausführbar [...]: was uns sichtbar (analog) ist, ist für ihn nicht ausführbar; was uns unsichtbar, ist ihm ausführbar (digital).“ Diese beiden Zustände des Computerbildes – von Nake auch Surface und Subface genannt – sind natürlich nicht voneinander abgekoppelt, sondern stark aufeinander bezogen. *Bilder* und *Berechnungen* sind auf dem Computer notwendigerweise miteinander verbunden.

Diese Beziehung ist nicht nur medientheoretisch relevant, sie hat auch entscheidende Bedeutung für praktische Gestalter*innen. Für professionelle Bildproduzent*innen stellt sich notwendigerweise die Frage nach den Eigenschaften digitaler Bilder. Künstler*innen, Designer*innen und Entwerfer*innen müssen sich fragen, *was* sie eigentlich auf dem Computer gestalten und *wie* sie mit dem Computer arbeiten.

Mit und für den Computer zu gestalten ist eine vielschichtige Herausforderung. Designer*innen beschäftigen sich mit dem Bild auf dem Bildschirm, mit Algorithmen und Datenstrukturen sowie mit operativen Bildern und Interaktionen. Diese Vielschichtigkeit spiegelt sich auch in den drei großen Themen dieses Bandes: Bild, Zeichen, Interface. Und es wird deutlich, dass diese Themen eben nicht als diskrete, abgegrenzte Begriffe existieren, sondern eine Einheit bilden, die alle Formen der Bildproduktion, Bildrezeption und Bildinteraktion prägen.

Frieder Nake ist ein Grenzgänger zwischen Computerkunst und Informatik. Er hat die Verdoppelung des digitalen Bildes nicht nur bemerkt und beschrieben – er hat an beiden Aspekten des digitalen Bildes intensiv gearbeitet. Frieder Nake ist ebenso Mathematiker und Informatiker wie eben auch Grafiker und Bildproduzent.

Diese Verbindung aus ästhetischer und informatischer Praxis ist eine Besonderheit, die Frieder Nake in die Lage versetzt, eine *synthetische* Perspektive auf den Computer als Bildmaschine zu entwickeln. In seinen theoretischen Überlegungen ist er niemals nur Grafiker oder nur Informatiker. Vielmehr gelingt es ihm, diese disziplinäre und in vielerlei Hinsicht künstliche Trennung zu überwinden. Er gehört zu den wenigen Personen, die in ihren theoretischen

Überlegungen der Präsenz des Computers in unserer Gegenwart gerecht werden. Der Computer ist immer beides: Technologie und Kultur. In der Welt des 21. Jahrhunderts ist das nicht mehr voneinander zu trennen.

Der Kultur-Begriff sollte allerdings nicht als „Hochkultur“ oder gar Kunst missverstanden werden. Obwohl das grafische Werk Frieder Nakes zweifelsohne zum Kanon der Computerkunst gehört, hat er selbst immer eine kritische und politisch motivierte Distanz zum Kunstbetrieb gewahrt. Zum *Kunst-Markt* wollte er jedenfalls nie gehören. Und obwohl er den ästhetischen und methodischen Reiz der algorithmischen Bildproduktion verstanden und praktiziert hat, lehnt er die Bezeichnung „Künstler“ kategorisch ab.

Diese Positionen hat Frieder Nake im bemerkenswerten Essay „There Should Be No Computer Art“ von 1971 begründet, der sowohl die etablierten Machtstrukturen im Kunstbetrieb angreift, als auch der gerade erst im Entstehen begriffenen Computerkunst modische und damit beliebige Tendenzen attestiert. Nur „schöne Bilder“ zu produzieren ist demzufolge ein Akt der Anbiederung und der Anpassung. Dennoch erkennt Frieder Nake bereits das Potential des Computers als Kommunikationsmittel und als prägende Technologie für Alltagskultur. So kommt er 1971 zu einer Gegenüberstellung, die sich heute wie ein visionärer Ausblick liest:

„I don't see a task for the computer as a source of pictures for the galleries. I do see a task for the computer as a convenient and important tool in the investigation of visual (and other) aesthetic phenomena as part of our daily experience.“

Der Computer begegnet uns heute als *Bildermaschine*. Algorithmische Bilder sind allgegenwärtig. Als User-Interfaces, als Special-Effects im Film, als Landkarten, als Datenvisualisierungen, als Computerspiele, in Sozialen Netzwerken sind sie fester Bestandteil unserer „daily experience“. Dass die Computerkunst heute dagegen ein Nischendasein fristet („Media Art“ stellt nur einen winzigen Teil des Kunstmarktes dar), macht das Zitat umso bemerkenswerter.

Das theoretische, ästhetische und informatische Werk Frieder Nakes bildet einen wichtigen Bezugsrahmen für das Verständnis von Computern als Bildermaschinen.

Die Tatsache, dass der Untersuchungsgegenstand *Computerbilder* in seinem Werk aus ganz unterschiedlichen Perspektiven erforscht und entwickelt wird, ermöglicht ihm im Diskurs sehr differenzierte und glaubwürdige Positionen einzunehmen.

In seinen Arbeiten betreibt Frieder Nake ein dialektisches Spiel. Für jede Arbeit, Beobachtung und Aussage werden immer auch Gegenteil und Widerspruch mitgedacht und der Versuch einer Synthese unternommen. Einige Konflikte lassen sich nicht auflösen: Seine grafischen Arbeiten gehören zum Kanon der Computerkunst – er selbst will damit jedoch nichts zu tun haben. In anderen Punkten allerdings ist die Synthese ein wesentlicher Beitrag für das Verständnis des Computers. Die Beobachtung, dass das digitale Bild zweimal existiert (einmal als verborgene Bildproduktion des Prozessors und einmal sichtbar für Menschen als produziertes Bild), ist ein Verweis auf die Rolle des Computers in unserer Gegenwart. Nicht nur das digitale Bild existiert doppelt: Der Computer in all seinen Formen hat gleichermaßen eine technische und eine kulturelle Dimension. In der digitalen Technologie ist die eine ohne die andere nicht denkbar.

Um zu verstehen, wie aus Rechenmaschinen Bildermaschinen wurden, sollten wir die Texte von Frieder Nake lesen. Wenig anderen Autor*innen gelingt es Ästhetik, Programmierung, Mathematik, Politik, Philosophie und Medientheorie auf ähnlichem Niveau zu verhandeln. Genauso wie seine Grafiken bieten seine Texte eine Vielzahl von Einsichten, Ansichten und Impulsen zum Verständnis der Bildermaschine Computer.

Vilém Flusser und Max Bense des Pixels angesichtig werdend

Eine Überlegung am Rande der Computergrafik

Die folgende essayistische Überlegung stelle ich ein Vierteljahr nach dem Vortrag beim 7. Internationalen Vilém-Flusser-Symposium, Bielefeld, November 1998, an. Für die Möglichkeit, dort vorzutragen und nachzudenken, danke ich Gottfried Jäger.

—Diese Zeilen widme ich S.

Blicken wir technisch in die technischen Bilder hinein, so kann es sein, dass wir erschrecken. Was heißt das?

Ich sage, dass wir *in* das Bild hineinblicken. Wir gehen also nah heran, so nah es geht, wir entfernen uns nicht von der Fläche des Bildes. Wir suchen nicht Bedeutung und entfernen uns dafür vom Bild, wir nehmen das Bild vielmehr als das Material, das es ist. Wir verhalten uns technisch, nicht hermeneutisch. Wir nehmen das, was ist, nicht das, was sein mag. Wir dringen blickend in die Fläche ein, nehmen die Struktur des Farbauftrages wahr, technischer noch: wir werden der Lichtflecke auf dem Monitor gewahr. Wir verhalten uns so ähnlich wie Pointilisten, falls das möglich ist.

Das Bild, in das hinein wir blicken, ist ein *technisches Bild*, weil es technischer Apparatur seine Existenz schuldet. Ein Foto also vielleicht. Ja. Doch wir denken an eine Situation, die stärker noch technisch geprägt ist. Wir denken an das Bild als Lichterscheinung auf dem Bildschirm eines Computers. Es ist eine flüchtige Erscheinung, viel flüchtiger als das Bild auf dem lausigsten Fotopapier, das dort langsam vergilbt. Denn im Moment, wo wir das Programm unachtsam

oder absichtsvoll verlassen, ist das Bild weg, ganz so, als könnte etwas, das eben noch sichtbar, also stofflich war, im Momente eines Augenzwinkerns entstofflicht werden und verschwinden. Für ein stoffliches Bild ist das undenkbar, und da Bilder stets stofflich sind, ist das Verschwinden eines Bildes undenkbar, wenn das Bild nicht Einbildung war, pure Geistestat. In der Möglichkeit seines sofortigen Verschwindens als sichtbarer Erscheinung liegt das Erschrecken vor dem Computerbild. Es führt eine Existenz der Auflösung *en permanence*.

Das Computerbild – so wollen wir das Bild auf dem Monitor nennen, ein Bild aus und auf dem Computer also, nicht vom – das Computerbild ist aber sichtbar, also stofflich, und es ist stofflich, also sichtbar. Es hat mit ihm eine Bewandnis, in der es sich grundlegend von anderen Bildern unterscheidet. In dieser Bewandnis weiß es sich allen andersartigen Computerdingen näher als allen andersartigen Bildern. Seine Computerart zeichnet das Computerbild mehr aus als seine Bildhaftigkeit. Es ist sozusagen nebenbei nur Bild, hauptsächlich aber *Computerbild*. Wesentlich am Computerbild, dem technischen Bild im digitalen Medium, ist seine Zugehörigkeit zur Computerwelt, nur daseinzufällige Erscheinung ist seine bildhafte Sichtbarkeit. In der Tat wissen oder ahnen wir, dass das Computerbild auch anders erscheinen könnte, wenn dann auch nicht so einprägsam. Für uns hingegen, klickbestimmt wie wir sind, ist umgekehrt die *Bildhaftigkeit* des Computerbildes von zentraler Bedeutung, die Computerhaftung eher nebensächlich.

Was also hat es mit jener angekündigten Bewandnis, die uns schrecken mag, auf sich? Worin besteht sie? Nun, sehr einfach! Wie alle anderen Dinge auf dem Computer auch existiert das Computerbild *doppelt*. Das gilt es zu erläutern. Die Erläuterung ist einfach und einsichtig. Sie gibt den Weg frei zu einem grundlegenden Verständnis der Computerdinge, jener Dinge also, zu denen uns alles wird, das wir zu Software machen. Wir werden von daher verstehen, was es mit der *Virtualität* auf sich hat. Das *Pixel* wird sich als der elementare Dreh- und Angelpunkt des Computerbildes erweisen. Sehen wir also nach!

Ein Farbfleck kann auf dem Bildschirm des Computers nur dadurch erscheinen, dass er vorher und gleichzeitig im Speicher des Computers steht. Genauer gesagt, muss eine Codierung des Bildes im Bildwiederholpeicher abgelegt sein, damit das Bild sichtbar

hergestellt werden kann. Der Bildwiederholungspeicher ist genau dazu da, dem Bildprozessor jene Daten zuzuführen, die er braucht, um das Bild zu schaffen.

Damit ist gleichzeitig auch klar, dass die eben benutzte Redeweise – der Farbfleck müsse im Computerspeicher vorhanden sein, um auf dem Bildschirm erscheinen zu können – nachlässig und schlampig ist. Der Farbfleck nämlich ist dort gerade *nicht* vorhanden. Seine Codierung ist es! Nichts wird auf der Peripherie sinnlich wahrnehmbar, wenn es nicht in interner Codierung ein zweites Mal existiert. Dies ist die angekündigte Verdoppelung. Die Computerdinge existieren doppelt in dem Sinne, dass sie eine uns sinnlich zugängliche und eine uns sinnlich nicht zugängliche Seite aufweisen: Farberscheinung (also Licht) und Speicherinhalt im Falle des Bildes.

Bild ist dem Computer das Doppel von Bild und Beschreibung, von offensichtlich sichtbarer Erscheinung und symbolischer Codierung. Die Beschreibung ist genauso explizit und objektiv vorhanden wie die Farbflecke. Sie ist selbst manipulierbar, besitzt jene Manipulierbarkeit, in der der ganze Witz des Umgangs mit Software liegt. Beide Seiten des Computerbildes sind eng miteinander gekoppelt. Seine Sichtbarkeit, die Hauptseite für uns, wird zur Nebenseite für den Computer: das Bild ist ihm peripher, weil es an seiner Peripherie nur existiert.

Bild auf dem Monitor ist technisches Bild in einem doppelten Sinne. Es ist hergestellt, verdankt sich einem Apparat, ist jedenfalls stofflich, nicht geistig, ist damit unabhängig von mir vorhanden. *Es ist* aber nicht nur hergestellt – es *wird* hergestellt. Anders als die Fotografie wird es nicht in einem einmaligen Akt stofflich hergestellt und kann dann, gelöst von seinem Herstellungsapparat herumgereicht, betrachtet, bewundert werden. Das Bild auf dem Monitor wird vielmehr in jedem Augenblick neu hergestellt. Es ist ein stofflich vorhandenes, aber extrem flüchtiges Bild. Nur dadurch bleibt es vorhanden, dass es in einer Frequenz von vielleicht 60 oder 100-mal pro Sekunde komplett neu aufgebaut wird. Nur die Trägheit unseres Auges verhindert, dass wir ein entsetzliches Bombardement mit rasend kommenden und verschwindenden Bildern erleben. Bild auf dem peripheren Bildschirm des Computers ist letztlich trickreich eingefädelte Illusion. Ohne dass es ein Doppel des Bildes gäbe, eine Beschreibung, die festhält, was zu zeigen ist, die aber selbst wieder der rasenden Flüchtigkeit der Elektronen unterliegt, ohne diese *Bitmap* gäbe es das Bild nicht.

Die Bitmap ist eine Matrix von codierten Bildpunkten, von Pixeln. Das Pixel ist das Elementare des digitalen Computerbildes. Es ist ein Farbfleck fester Größe an einem Ort auf dem Monitor. In der festen Größe drückt sich das Elementare des Pixels für das Computerbild aus. Digital ist dieses Bild insofern, als die Orte des Pixels nicht beliebig, sondern nur an festen Stellen gewählt werden können, und als die Farbwerte ebenfalls aus einem diskreten Repertoire kommen.

Betrachten wir es abstrakt, so ist ein Pixel ein Paar aus Ort und Farbwert. Die Abstraktion besteht darin, dass Ort und Farbwert abstrakt sind, also z. B. als Zahlen gegeben sind. Wir können das abstrakte Pixel nicht sehen. Sind nur diskrete Orte in einem Raster und endlich viele, wenn auch vielleicht Millionen, Farbwerte zugelassen, so ist das Bild ein digitales. Die Erscheinung des physikalischen Pixels entsteht als maschinelle Interpretation des abstrakten Pixels. Wird diese Codierung vom Bildprozessor eines Monitors ergriffen und zu Licht auf dem Bildschirm gemacht, so kommt etwas anderes heraus, als wenn der Druckertreiber sich darüber hergemacht hätte. So gibt die Tatsache der Verdoppelung des Bildes in Bild und Bildbeschreibung Anlass dafür, dass die Beschreibung unterschiedlich interpretiert werden kann.

Was haben unsere beiden Philosophen nun mit dem Pixel zu schaffen? Vilém Flusser kennt das Pixel und das in Pixelmiriaden aufgelöste Bild. Es gibt Anlass zu seinem Erstaunen vor der Nulldimensionalität. Max Bense kennt es weniger streng. Ihm ist das Bild – wie jedes Zeichen – in irgendwelche Repertoires aufgelöst. Die Repertoires sind jedoch endlich, zumindest diskret und abzählbar. Im technisch realisierten Pixel können wir meinen, einen letzten Grund der Bilder, die wir technisch betrachten, gefunden zu haben. Die Leere, die uns da empfängt, erschreckt im Vergleich zur Fülle des Bildes.

Wenn wir das Pixel auch eng mit dem Computer und dem Computer-Bildschirm verbinden, so ist es in der Kunst doch lange schon vorausgedacht. Die Pointilisten lösten das Bild in Farbtupfer auf. Sie standen unter dem Eindruck von Erkenntnissen über den Vorgang des Sehens. Ihre Farbtupfer sind nicht so starr platziert und so radikal gleichgeformt wie die Computerpixel. Von den fotografischen oder den drucktechnischen Farbpunkten lässt sich das schon eher sagen. Kein Wunder: das sind technische Bilder, zu deren Herstellung es eines Apparates bedarf.

Was also kommt dazu, wenn die längst bekannten Bildpunkte, aus denen sich das technische Bild zusammensetzt, aus dem Computer kommen und an seiner Peripherie sichtbar werden? Dazu kommt die angesprochene Verdoppelung – die Tatsache also, dass der technische Apparat zunächst dazu da ist, eine Beschreibung des Pixelbildes zu erzeugen, zu speichern, zu manipulieren. Nicht das sichtbare, vielmehr das gedachte Bild ist primärer Gegenstand des Computerbildes. Sichtbar wird die (algorithmische) Beschreibung erst dadurch gemacht, dass der Bildprozessor sie ergreift und sinnvoll interpretiert.

Da beide Vorgänge mit hoher Geschwindigkeit ablaufen und unabhängig voneinander sind, kommt es zu einem Koordinierungsproblem, das uns hier jedoch nicht kümmern soll. Es ist das Problem des interaktiven Umgangs mit dem digitalen Bild. Bei den Geschwindigkeiten heutiger Prozessoren wird das Problematische dieses Problems nur selten spürbar (beim Aufbau umfangreicher Bilder aus einem komplexen dreidimensionalen Modell oder aus dem WWW aber schon).

Wir haben also prinzipiell zwei Prozesse vor uns, die das digitale Bild als Pixelarrangement betreffen. Ein Prozess schreibt Pixel in die Bitmap hinein, ein zweiter liest sie und erzeugt das sichtbare Bild.

Ist dieser Weg einmal begonnen worden, ist die Trennung von Bildbeschreibung und Bilderscheinung erst einmal auf der Maschine angelangt und nicht beim Menschen allein geblieben, so gibt es auch schon kein Halten mehr. Der Bitmap als einfachster computerinterner Bildbeschreibung können andere solche Beschreibungen in Folgen, Kaskaden und Netzen vorgelagert sein. Das ist dann auch praktisch der Fall.

Das Besondere also am Pixelbild aus dem Computer ist, dass es den Pointilismus maschinisiert. Jedes Computerding ist ein maschinisiertes Ding der Kopfarbeit. ↪ Da wir stets an den wahrnehmbaren Formen der Dinge ansetzen müssen, um die Dinge zu „haben“, und da Kopfarbeit Arbeit an der Arbeit anderer ist, sind maschinisierte Dinge von Kopfarbeit, ebenso wie Dinge maschinisierter Kopfarbeit immer im Doppel vorhanden: als abstrakte Beschreibung und als konkrete Erscheinung. *Beide* existieren auf oder im Computer, die abstrakte Beschreibung gewöhnlich als Algorithmus und Datenstruktur „im Innern“, die konkrete Erscheinung als sinnlich wahrnehmbares Signalangebot an der Peripherie.

Bekanntlich feiert Flusser im Pixel, im Kalkulierten, die Nulldimensionalität. Wie die Kleist'sche Marionette (im Essay über das Marionettentheater) durchs Unendliche hindurch muss, um aus eingeschränkter Sinnlichkeit zu vollständiger zu finden oder umgekehrt, so müssen unsere Sinne es sich von Flusser gefallen lassen, auf null Dimensionen reduziert zu werden, in der vollständigen Un-Sinnlichkeit aufzugehen, alle samt und sonders, bevor wir ihrer wieder teilhaftig werden können, bevor wir ein Sinnesangebot wahrnehmen können, dessen Ursprung nun allerdings hier oder da liegen mag: in den herkömmlichen menschlichen Tätigkeiten oder selbst bereits in der Maschine. Kalkulierte und kalkulierende Zeichen!

Das nämlich ist das Neue, das Sensationelle, Bahnbrechende, nie Dagewesene, das nämlich erschüttert die Kultur, führt zum entsetzten Zurückweichen beim technischen Blick auf die technischen Bilder: dass die Zeichen kalkulierte sind, mag ja angehen und ist geläufig geworden; dass sie nun aber selbst kalkulieren, also kalkulierende sein sollen, das übersteigt den bisherigen Horizont.

Wir wollen das noch genauer betrachten. Dabei lassen wir unsere beiden Herren, Flusser und Bense, einen Blick auf die Computerkunst werfen. Sehen wir zu!

In ihrem Bezug auf eine Entwicklung in der Kunst begegnen sich Flusser und Bense, ohne sich leibhaftig zu treffen. Die Entwicklung ist die sog. Computerkunst. Da ich das unverdiente Glück hatte, zu ihr am Rande beizutragen, mag es nicht allzu vermessen sein, wenn ich mich zur virtuellen Begegnung der beiden so gegensätzlich ähnlichen essayistischen Philosophen äußere und dabei vor Interpretation nicht zurückschrecke. Alles, was ich dabei falsch auslege, fällt auf mich zurück.

Eine ungeheure Bedeutung schrieb Flusser der Computerkunst zu. „Ich werde mich bemühen zu zeigen, dass es sich hier um eine Revolution handelt, welche dabei ist, die Struktur der Gesellschaft und des einzelnen Daseins umzuformen“, so beginnt er den kurzen Essay „Kunst und Computer“ ↔. Eine Revolution! Kann es mehr sein?

Flusser geht darauf ein, dass die Computerkünstler einzeln und gemeinsam den Apparat dazu zwingen, etwas zu tun, wofür er nicht gedacht war. Er nennt dies die „Eigenprogrammierung“. Indem sie sich der technischen Logik der komputierenden Maschine bemächtigen, brechen sie aus der politischen Logik der „Programmatoren“ aus und setzen Unerwartetes auf einer hoffnungsvollen Insel.

Dies sei die Keimzelle des Widerständigen auf dem Weg in die Informationsgesellschaft, die Ahnung einer neuen Freiheit.

Flusser identifiziert einen zweiten Aspekt der Computerkunst (oder wohl doch der Computerbilder allgemein), an dem er die Wichtigkeit dieser Bildlichkeit für die heranrückende Zukunft festmacht: die „Imagination von Begriffen“.

Während das herkömmliche Bild Abbild oder Vorbild sei, indem es bedeute, entsteht die Problematik des bedeutungsvollen Bildes. Spätestens in diesem Jahrhundert, so sind wir geneigt zu ergänzen, mit der konkreten Kunst, bricht die Moderne in das Bild ein und befreit es tendenziell von Metaphysik. Wegbereiter dieser Befreiung aber ist die Fotografie, die den Maler von der gesellschaftlichen Arbeit der Aufzeichnung der Geschichte befreit. Dadurch wird er auf sein Material (zurück-)verwiesen, dem er nun als Form und Farbe begegnen kann, nicht als Bedeutung.

Die Bedeutungsarten des Abbildes und Vorbildes zur Seite schiebend, behauptet Flusser in einer für ihn typischen kühnen Volte, „Computerbilder sind vorstellbar gewordene Begriffe“↪. Die nulldimensionale Abstraktheit der Begriffe nämlich erschiene sichtbar zweidimensional nun auf dem Bildschirm. „Das ist eine gewaltige Revolution im menschlichen Bewusstsein“, verkündet der Meister.↪

Die beiden Tendenzen der Computerkunst, so endet Flusser seine kurze Notiz, „zeigen, dass wir Zeugen eines Emporstauchens einer neuen Gesellschaft und eines neuen Menschen sind, und verlangen, dass wir diesem Neuen gerecht werden.“↪

Man hört es gern, rechnet man sich zu diesem Camp hinzu, erschrickt aber doch wohl im nächsten Augenblick. Kann er das denn ernst gemeint haben? Die harmlose „Visualisierung“, die 1987 mit dem Gutachten für die National Science Foundation↪ in die Welt gekommen und seitdem in aller Munde ist, dieses „Sichtbarmachen des Unsichtbaren“ soll eine Revolution der Gesellschaft, des Menschen, des Geistes signalisieren?

Ein wenig übertrieben, ich gestehe es, kommt mir Flussers Deutung der zu erwartenden Wirkungen der Computerbilder auf den ersten Blick vor. Doch bedenke ich es wohl, dann scheint die Erwartung des spekulierenden Geistes an das algorithmische Denken so verstiegen nicht zu sein. Was da alles subatomar, kosmisch, innerkörperlich sichtbar gemacht wird, welche Fantasiewelten realistisch im Kino schon jetzt zu bestaunen sind, das lässt erahnen, welche

Differenzierungen im Begriff der Wirklichkeit auf uns zukommen – ja, bereits notwendig geworden sind, wenn wir nicht in Kulturpessimismus versinken wollen.

Wo aber soll dieser Flusser Max Bense begegnet sein? Flussers Aufsatz ist von 1984, dem Jahr, das den Titel eines Romanes einholte und in dem der Macintosh erschien. Benses Beitrag zur Begegnung liegt knapp zwanzig Jahre früher, 1965.

Im Februar 1965 fand in der Studiengalerie der Universität Stuttgart (damals noch TH) die weltweit erste Ausstellung von Computerkunst statt, mit Bildern von Georg Nees. In der von Hans-Jörg Mayer gedruckten Reihe *rot* erschien aus diesem Anlass ein schmales Bändchen. ↪ Bense ließ darin erstmals seinen Text „Projekte generativer Ästhetik“ abdrucken (er ist später in den *Aesthetica* enthalten). Auf sehr allgemeiner Ebene legt Bense dar, was eine kommende generative Ästhetik leisten wird.

07

Vom „Pixel“ ist da, 1965, noch nicht die Rede. Es konnte auch nicht die Rede sein, da vom Pixel nirgends die Rede war. Woran man dachte, das waren Liniengrafiken. Sie folgten einem anderen Muster ihrer technischen Herstellung. Die geometrische Linie war noch nicht in eine Menge von Lichtpunkten aufgelöst worden. Das geschah ihr erst durch die Hardware der Rasterbildschirme. Zunächst aber bestand die Linie aus der Verbindung zweier (oder mehrerer) Punkte. Die Verbindung wurde durch die Zeichenmaschine zwar analog hergestellt. Doch ein diskretes Element hatte bereits Einzug gehalten in die Zeichnung. Diese konnte aufgefasst werden als eine Folge von Punkten, die vom Zeichenstift angefahren wurden – manchmal gesenkt einen Strich hinterlassend, manchmal abgehoben ohne sichtbare Spur.

Die Bewegungen des Zeichenstiftes auf und über dem Papier waren aber lediglich eine periphere Interpretation der Punktfolge. Die Punktfolge, zusammen mit Hinweisen auf das Senken oder Heben des Zeichenstiftes, definierte die Grafik in dem Sinne, dass sie die Daten enthielt, die ausreichten, um die Zeichnung eindeutig festzulegen. Die Auflösung der Zeichnung in diese abstrakte Punktfolge war der eigentlich wichtige Schritt bei der Maschinisierung des Zeichnens. Die Verdoppelung des Bildes war damit geboren, von der wir gesprochen hatten. Die uns sichtbaren und für die Zeichnung wesentlichen Strichelemente waren im wahren Sinne des Wortes an die Peripherie

des Computers gerückt. Wesentlich war die Punktfolge geworden, die abstrakt und unsichtbar die Linienfolge steuerte.

08 Naturgemäß ist diese Betrachtung einseitig. Wenn wir an die Art des Freihandzeichnens denken, bei der die Hand allerlei Strichüberlagerungen, Schattierungen, Graustufungen u. ä. vornimmt, dann bleibt das angedeutete Modell maschinellen Zeichnens fern davon. In der Punktfolge das wesentliche Definitionselement der ganzen Zeichnung zu sehen, setzt eine gehörige Abstraktion voraus. Längst nicht alles, was gezeichnet wird, lässt sich auf diese Weise modellieren. ↪ In dieser Tatsache erscheint die Notwendigkeit, bei jeder Art von Maschinisierung einer Tätigkeit diese Tätigkeit auf einem berechenbaren mittleren Niveau zu standardisieren. Das geht nie ohne eine relative Banalisierung ab. Das Banale in unserem Fall ist die Auffassung der Zeichnung als einer Folge von Eckpunkten.

In dieser Auffassung, die wir die Bense'sche Konzeption der Computerkunst nennen können, sind vorhanden:

- das Moment der Diskretisierung (die Eckpunkte),
- das Moment der Digitalisierung (nur Rasterpunkte),
- das Moment der Verdoppelung (Zeichnung und Beschreibung).

Sie bleiben bestimmend, wenn wir zur Flusserschen Konzeption übergehen, gute zwanzig Jahre später. Diskretisierung und Digitalisierung fallen jetzt praktisch zusammen in der Bitmap; die Verdoppelung ist in der Bitmap und dem auf ihr beruhenden Bildschirmbild zu greifen. Die Standardisierung ist weit fortgeschritten. Völlig gleichgültig dagegen, was der Inhalt der Zeichnung sei, wird die Bitmap aufgebaut und vom Prozessor interpretiert. Bis auf das Auflösungsvermögen sind alle Bitmaps gleich.

Was für Bense noch der tastende Beginn eines durchaus gewagten und provozierenden Einbruchs der Objektästhetik in die Gefallensästhetik gewesen sein mag, ist für Flusser technische Selbstverständlichkeit. Der Schritt weg vom wertenden Subjekt, für dessen Begründung Bense sich die Formel von der „Künstlichen Kunst“ einfallen lassen musste und der für ihn eine prinzipielle Frage der Grundlegung ästhetischer Theorie war, ist für Flusser eine fast triviale technische Konstatierung geworden. Diese überhöht er dann

mit seiner Bewegung durch die Dimensionen hindurch zur Nulldimensionalität.

Vier Dimensionen brauchen wir, um unser konkretes Erleben zu fassen. In drei Dimensionen bleiben wir bei den Gegenständen, die wir begreifen. In zwei Dimensionen schauen wir und imaginieren. Das Bild ist Vorgeschichte. In der einen Dimension des Textes, der Geschichte, begreifen und erzählen wir. Schließlich langten wir in der Nachgeschichte der null Dimensionen an, wo das technische Bild kalkuliert wird. Diese Kalkulation begrüßt Flusser. Wir gewinnen Klarheit und Kühle, indem wir unter Aufgabe der Kontexte zur Kalkulation kommen, wo das sichtbare Bild aber unser Interesse bleibt. Zusammenhänge sind nicht zu beachten, wenn kalkuliert wird – im Gegenteil. Spüren wir da nicht Benses emphatisches Eintreten für eine Ästhetik des Objektes mitschwingen?

In diesem kühnen Schritt wollte Bense die Nüchternheit und Schärfe naturwissenschaftlicher Begrifflichkeit in die Ästhetik einführen. Ist es ihm damit so gegangen wie anderen, die ein komplexes natürliches oder gesellschaftliches Phänomen theoretisch erklären wollten und bei der Etablierung von Künstlichkeit anlangten? So Newton, der die Wurzeln für die Maschinenwelt legte, obwohl er die Natur erklären wollte. So Chomsky, der statt einer Erklärung der natürlichen Sprache die Grundlage für die künstlichen Sprachen legte. Und so jetzt vielleicht – ist das zu gewagt? – Bense und Flusser, von denen Bense durchaus noch am Erklären interessiert ist, wenn auch am Erklären der objektiven Seite, während Flusser – des Pixels nun in Isolation angesichtig werdend – nur noch beschreibt.

Die Kontexte der Kunst – das Wesentliche an ihr, möchte man meinen – schrumpften auf die Kontexte der Apparate, der Computer und der Technik. Was denen nicht einschreibbar ist, können sie der Einbildungskraft nicht zuführen.

Wir wollen ein paar Beobachtungen zu dieser Situation anschließen, die sich so erstaunlich selbstverständlich und irritierend Mitte der sechziger Jahre an mehreren Orten der Welt unabhängig voneinander auftat.

Der Computer ist der notwendige Apparat für das Pixel. Blindlings macht er an seiner Peripherie Unsichtbares sichtbar. Seine Blindheit ist angesichts seiner Erfolge ein erstaunliches Phänomen. Der Apparat verändert offenkundig die Welt. Verschiebt er auch die Bedeutungen?

Beim Sichtbarmachen einer dreidimensionalen Szene per Strahlverfolgung zertrümmert das Programm alle Formen in Dreiecke, die unabhängig voneinander und parallel bearbeitet werden. Da begegnen wir aufs überzeugendste der Kontextarmut – ja, der maximalen Dekontextualisierung des Computerbildes.

Absonderlich: mit Farben ist zu rechnen; Sichtbarkeit wird nicht durch einen Blick, sondern durch nichttriviale Rechnung entschieden. Linien, einmal von links, das andere Mal von rechts aus gezeichnet, erscheinen als unterschiedliche Pixelmengen. Der Blick in die Ferne produziert bei eng beieinander stehenden Gegenständen wie einem Lattenzaun oder einem Schachbrettmuster, absonderliche Phänomene der Rasterung („Alias“).

Freiheit sei, „gegen den Apparat zu spielen“, sagt Flusser. Nun tut der Apparat genau das, was sein Benutzer will – oder, vorsichtiger gesagt, was der Benutzer durch seine Aktion anstößt. Es kommt im Laufe dieser Beziehung jedoch dazu, dass sein Benutzer nur noch das will, was der Apparat kann. In dieser Dialektik zeigt sich, indem sie sich entfaltet und allgemeine Tatsache wird, die gleitende Verwandlung der Maschine zum Medium.

Das Anschauen von Gegenständen, so wieder Flusser, führt uns auf das traditionelle Bild, die Imagination, also wörtlich: die Bildwerdung. Die Komputation von Begriffen führt auf das technische Bild, die Einbildungskraft.↔

Wir hatten damit angefangen, zur technischen Betrachtung des technischen Bildes aufzufordern. Erst *dann* werde das technische Bild Bild, wenn wir es oberflächlich betrachten. Ohne distanzierter Blick auf seine Oberfläche allein löst sich das technische Bild auf in das, was es ist, woraus es zusammengesetzt ist.

Das Repertoire, aus dem Bilder wie sonst auch andere ästhetische Objekte komponiert werden, spielt umgekehrt eine wesentliche Rolle bei Benses Ästhetik. Musste er in Dissertationen die speziellen Repertoires finden lassen, so kann Flusser sich angesichts der allgegenwärtig gewordenen digitalen Technik auf das eine gleichbleibende Repertoire der Pixel zurückziehen.

10 Hatte Bense stets Veranlassung dazu, Semantik nicht total zu leugnen, und führte er zu diesem Zweck nicht-materielle Bestandteile der Repertoires an,↔ so verflüchtigt sich das für Flusser in der technisch allgemein gewordenen Herrschaft des Pixels.

Die Computerkunst wird für Flusser dann zum wahren Kern der Postmoderne. Dort war sie für Bense begrifflich wohl noch nicht angekommen; aber der Moderne stellte er sie durchaus entgegen.

Oder markierte sie deren Gipfel? Durchaus denkbar, wenn wir uns erinnern, wie sehr es Bense um die Zeichen ging und um das Objektive, die Austreibung des Subjekts. Musste nicht gerade er den Computer begrüßen, den Einbruch des Computers in die Gefilde der Kunst? Das allgemeine spekulative Kunstgeschwätz der Kritik sollte beseitigt, der pädagogische Irrationalismus unserer Akademien zum Verschwinden gebracht werden – so lautete eine seiner radikalen Wörtergesten. ↪ Rational, nicht spekulativ; Feststellung, nicht Gefallen – das waren Benses Leitlinien. Sie lagen auf der Linie der Moderne, die in der Kunst an den Elementen mehr als an den Objekten interessiert war. Und den Kern machte doch wohl aus, dass die Seinsthematik vernachlässigt, die Zeichenthematik aber begünstigt wurde. Mit der Zeichenthematik, die Bense immer begleitet hat und die wohl seinen heroischen Versuch, mit Hilfe des Shannon'schen Informationsbegriffes zu einer messenden Ästhetik zu gelangen, schließlich überwunden hat, ist er ein vorweggenommener Postmoderner. Doch das würde ihm nicht gefallen.

11

Hinwiederum aber trennt Bense mit Hilfe der extrem ausgedünnten Informationstheorie semantische von ästhetischer Information. Das muss er tun, um der Realisierung seines Programmes näher zu kommen, nämlich ästhetische Information als das objektive Merkmal des ästhetischen Zustandes feststellen zu können – und zwar so festzustellen, dass mit ihr gerechnet werden kann. Um in einer Menge materialer Elemente (denken wir dabei an die physikalisch interpretierten, nicht die abstrakten Pixel!) realisiert werden zu können, muss ästhetische Information abstrakt beschrieben werden.

Flussers Verdikt, Freiheit sei, „gegen den Apparat zu spielen“, das er angesichts der massenhaft apparativ produzierten Kunst ausspricht, findet wiederum seinen Vorläufer in Benses Buchtitel „Ungehorsam der Ideen“. Sprechen beide nicht den Kern dessen an, worum es in Kunst und Wissenschaft gehen sollte? Gegen den Apparat, und zwar spielend: tänzelnd vor der Polizeiphalanx. Ungehorsam sein, und zwar denkend: schmunzelnd vor den Geistesdogmen.

So kommen wir mehrfach zur gleichen Beobachtung: was Bense noch als kühne Tat des widerständigen Geistes in seinem Verlangen nach begrifflicher Exaktheit poetisch formuliert oder polemisch

fordert, das wird Flusser zum späteren Zeitpunkt zur nüchternen Feststellung. Worin liegt beider gemeinsamer Grund, den es geben *muß*, sonst könnten sich beide nicht so ähnlich werden?

Erinnern wir an den genialen Kniff Descartes', dessen Folgen unabsehbar waren! Mit dem Koordinatensystem machte er Geometrie und Algebra, Anschauen und Rechnen, Form und Zahl zu Erscheinungen eines gemeinsamen Gleichen, das notwendigerweise auch abstrakter sein musste. Der Kniff liegt darin, von den so unterschiedlichen Erscheinungen zu einer gemeinsamen Codierung, einer Beschreibung, einer Begriffswelt überzugehen. Ein technischer Schritt nur scheint es heute dagegen zu sein, Bild und Schrift in dem *einen*, gleichen Rasterbild aufgehen zu lassen. Das Verbindende? Naturgemäß das Pixel!

Von den Dingen flieht die Moderne immer mehr weg, hin zu den Relationen, zur Vermittlung also, zum Dazwischen. Die Relation zwischen den Dingen – das ist das Zeichen nach Peirce. Bense setzt sich beim *Zeichen* fest, Flusser, weniger rigoros an seiner Theorie bauend, beim *Medium*. „All my notions are too narrow. Instead of sign ought I not to say medium?“ fragt sich Charles S. Peirce gegen Ende seines Lebens. Vermittlung der Begriffe vom Zeichen und vom Medium allein im Wort? Oder doch in der Sache?

Im Pixel, für Flusser zentrale technische Tatsache auf dem Weg zum Feiern der Komputation, für Bense vorweggeahnte Diskretheit des materialen Repertoires, begegnen sich diese beiden Sezierer der Geistesströmungen ihrer Zeiten. Max Bense drückt, worum es ihm ging, in schönen Buchtiteln aus: „Die Programmierung des Schönen“, „Die präzisen Vergnügen“. Flusser hält Vorträge der denkerischen Provokation: gelebter Ungehorsam der Ideen.

Zwei Männer in Betrachtung des Pixels – ganz unromantisch, sehr nüchtern und rational. Aber nicht ohne sinnliches Vergnügen, beileibe nicht, bei keinem der beiden. Wer käme auf solch eine Idee? Die Reise zur nullten Dimension muss nicht die Lust *an* der dritten (den Gegenständen) und *in* der vierten (unserem Erleben) zerstören. Es kommt letzten Endes wohl doch mehr auf diejenigen an, die da denken, als auf das, was da gedacht wird.

Der Text erschien erstmals in: Gottfried Jäger (Hg.): Fotografie denken. Über Vilém Flussers Philosophie der Medienmoderne, Bielefeld 2001, 169–182.

01↔

Frieder Nake: „Informatik und die Maschinisierung von Kopfarbeit“, in: Wolfgang Coy, Frieder Nake, Jörg Martin Pflüger, Arno Rolf, Jürgen Seetzen, Dirk Siefkes, Reinhard Stransfeld (Hg.): *Sichtweisen der Informatik*, Braunschweig/Wiesbaden 1992, 181–201; sowie Frieder Nake: *Die erträgliche Leichtigkeit der Zeichen. Ästhetik, Semiotik, Informatik*, Baden-Baden 1993.

02↔

Vilém Flusser: „Kunst und Computer“ (1984), in ders.: *Lob der Oberflächlichkeit. Für eine Phänomenologie der Medien*, Schriften Bd. 1, Bensheim/Düsseldorf 1993, 259–264.

03↔

Ebd. 263.

04↔

Ebd.

05↔

Ebd. 264.

06↔

Bruce H. McCormick, Thomas A. DeFanti, Maxine D. Brown: „Visualization in

scientific computing“, in: *ACM Computer Graphics* 21, 6 (1987), 1–14.

07↔

Georg Nees, Max Bense: „Computer-Graphik“, in: *rot* 19 (Stuttgart 1965).

08↔

Für einen anderen Ansatz s. z. B. Christine Strothotte, Thomas Strothotte: *Seeing Between the Pixels. Pictures in Interactive Systems*, Berlin/Heidelberg/New York 1997.

09↔

Vilém Flusser: *Ins Universum der technischen Bilder*, Göttingen 1985.

10↔

„Semanteme“ vgl.

Georg Nees, Max Bense: „Computer-Graphik“, in: *rot* 19 (Stuttgart 1965).

11↔

Max Bense: *Aesthetica*, Baden-Baden 1965.

Zwei Weisen, das Computerbild zu betrachten

Ansicht des Analogen und des Digitalen
(Mit Susanne Grabowski)

Das Analoge ist das So-wie. Das Digitale ist das Anders-als. Die Ähnlichkeit und begrenzte Übereinstimmung des Analogen fußt im Mystisch-Ganzen, das sie anstrebt. Das Anders- und Anderswo-Sein des Digitalen fußt im Rational-Geteilten, das es zählt. Analog die Welt zu betrachten, sucht zu verbinden. Digital die Welt zu betrachten, will trennen.

Solchen Bemerkungen könnten wir weitere hinzufügen. Das würde Spaß bereiten und ein interessantes größeres Bild zeichnen. Doch wie dem auch sei, wir halten hier kein auch nur in die Nähe von Philosophie geratendes Kolleg. Vielmehr hatte sich die erstaunliche Tagungsreihe HyperKult im Jahre 2003 (und in ihrem Gefolge dieser Band) das alte Thema analog & digital wieder einmal vorgeknöpft. Was ist das eine, was das andere, worin unterscheiden sie sich, worin begegnen sie sich?

Um es gleich vorweg zu sagen und dem raschen Leser möglicherweise einiges an Aufwand zu ersparen: Wir werden die Auffassung vertreten, dass es das Analoge und das Digitale dort draußen in der Welt, bei den Dingen und Vorgängen, nicht gibt, dass es sich vielmehr um zwei Betrachtungsarten und Sichtweisen handelt. Etwas ist nicht analog oder digital, vielmehr betrachten wir es als analog oder digital. Wir projizieren mithin auf die Welterscheinungen, so unsere Einlassung, die digitale Unterscheidung und die analoge Ähnlichkeit.

Wir wollen das durch exemplarische Betrachtung eines Bildes aus dem Computer plausibel machen. Diesem Kern unseres Beitrages

schicken wir einige Leseblüten voraus. Sie beleuchten den etwas eklektizistischen Hintergrund, vor dem wir argumentieren. Unsere Argumentation wird zeigen, dass das Computerbild stets die beiden Seiten aufweist, Bild und gleichzeitig Text zu sein. Semiotisch fassen wir beide zum algorithmischen Zeichen zusammen. Von ihm mag eine Brücke zu dem möglich sein, was Benjamin das dialektische Bild nennt. Wir wollen enden mit einem nahe liegenden Hinweis auf die sogenannte Dritte Kultur.

Vom Ähnlichen

Ähnlich scheinen uns zu allererst solche zwei Dinge zu sein, die eines so aussehen wie das andere. Oder die sich so anhören wie das andere. Oder die sonst sinnliche Eindrücke hervorrufen, die wir als so-wie, als fast gleich, als gleichartig, als gleich genug und dgl. ein-stufen würden. Danach aber wird uns ähnlich auch Entfernteres: ein Verhalten etwa, eine Bedeutung, eine Geschichte, ein Ereignis. Wir vergleichen, d. h. setzen in Beziehung zueinander, betrachten (im wörtlichen wie im übertragenen, im sinnlichen also wie im unsinnlichen Sinne) zwei Verschiedene, wohl im Bestreben, ihr Gemeinsames zu entdecken.

In seinem kurzen Aufsatz „Lehre vom ähnlichen“ und, diesem in vielem fast identisch, in „Über das mimetische Vermögen“ sucht Walter Benjamin nach der fernen phylogenetischen Wurzel unserer mimetischen Fähigkeit. ↪ Er macht sie in Magie, Astrologie, Tanz aus und unterscheidet eine sinnliche von einer unsinnlichen Ähnlichkeit. Damit gewinnt er einen Begriff für die „Verspannung zwischen dem Geschriebnen und Gesprochenen“.

01

Die Ähnlichkeit, die für Benjamin erst einmal umstandslos zwischen beiden, der geschriebenen Schrift und dem gesprochenen Laut, waltet, sei die „vergleichsweise unsinnlichste“. In der Tat, möchte man zustimmen, auf welche Weise soll denn auch der (im Druck nicht wiederzugebende, hier also auch nicht erklingende) Laut *baum* dem (in irgendeiner konkreten Typografie gesetzten) Schriftbild *arbre* ähnlich sein? Wenn es gelingen sollte, zwischen diesen beiden Erscheinungen menschlicher Äußerung Ähnlichkeit zu konstatieren, so geschähe das in der Tat, Benjamin folgend, auf die unsinnlichste, nämlich pur gedankliche Art, Brücken schlagend, die so fern nicht liegen mögen, die jedoch unserem gewöhnlichen und

naiven Begriff von Ähnlichkeit zu widersprechen scheinen, wo nicht Hohn sprechen.

Die Brücke, über die Benjamin uns lockt, ist die des Gemeinten. Das Gesprochene meint eines, das Geschriebene erst einmal ein anderes, hier jedoch das Nämliche. Das gemeinsam Gemeinte stiftet, indem wir es denken oder – so Benjamin – seiner blitzartig gewahr werden, die Ähnlichkeit. So als ob eine Assoziationskette Gültigkeit besäße, wie die Mathematiker sie aufstellen. Man mag dem folgen oder auch nicht. Tut man es, so lugt für uns ungläubig-rationalistische aus vielen Ritzten die Semiotik hervor. Denn die sinnlich wahrnehmbaren Erscheinungen des Schrift- und des Lautbildes werden uns, semiotisch gesprochen, zu zwei unterschiedlichen Repräsentamina,↔

02

Hier folgen wir, wie man bemerkt, der semiotischen Terminologie von Peirce. Ein Zeichen ist ihm eine Relation aus Repräsentamen, Objekt und Interpretant.

die jedoch für ein und dasselbe Objekt stehen, während sie durchaus in den unterschiedlichen Situationen, in denen sie dem einen (vielleicht lesender Franzose) und der anderen (lauschende Deutsche) erscheinen, unterschiedliche Interpretanten als Bedeutungen hervorrufen mögen.

Wir hätten mithin die Benjaminsche unsinnliche Ähnlichkeit als einen besonderen semiotischen Prozess notiert. Einen solchen nämlich, bei dem zwei Zeichen bei unterschiedlichen Repräsentamina durch ihr gemeinsames Objekt miteinander verschränkt sind. Die Benennung als unsinnlich scheint leicht irreführend zu sein, da Zeichen stets eine sinnliche Wahrnehmung ermöglichen müssen. Sie beziehe sich darauf, dass die Zuschreibung einer Ähnlichkeit nicht (schon) auf der Ebene der wahrnehmbaren Repräsentamina stattfindet, sondern erst auf der der gedanklichen Objekte.

Vom Alter des Digitalen

Würden wir wohl vom Digitalen überhaupt sprechen, ohne dass es die digitale Technik gäbe? Schwer vorstellbar.

Würden wir von der digitalen Technik sprechen, von der Datenverarbeitung also, von der elektronischen Datenverarbeitung – die

heute gewöhnlich Informationstechnik genannt wird – ohne die Entdeckung des elektromagnetischen Feldes und die Entwicklung seiner Theorie vor allem durch James Clerk Maxwell (1831–1879)? Wir würden das, so müssen wir behaupten, nicht tun, und könnten dafür aus dem aktuellen Diskurs um die Medien scharenweise Zeugen aufrufen, die die Digitalisierung als eines der zentralen Phänomene der Computermedien identifizieren. ↪ „Bei der Formel Digitalisierung aber wird unterschlagen, dass es sich auch bei diesen Übertragungsvorgängen um einen fundamental analogen Vorgang handelt“, schreibt Bock. ↪

03

04

Das digitale Prinzip – die Sicht auf die Welt als eine gekörnte, in Partikel aufgelöste – kommt in Vorläufern mit der Wende von der Französischen Revolution zum 19. Jahrhundert auf. Es gewinnt überzeugende, dann durchschlagende und epochale Kraft mit der hohen Zeit des 19. Jahrhunderts, also mit der Entwicklung des Industriekapitals, der Einleitung der Postmoderne (so Barilli, der die Moderne eben mit der Elektromagnetisierung, mit dem Aufkommen des physikalischen Feldes zu Ende gehen lässt). ↪

05

Mit dem digitalen Bild verbinden wir die Vorstellung eines gefärbten regelmäßigen Rasters wie beim Fernsehbild. Sehr kleine Rechtecke – vielleicht nur Bruchteile eines Millimeters groß und technisch weiter schrumpfend bis hin zum Verschwinden der sichtbaren Körnigkeit – werden beim Rasterbild zu Trägern des Farbauftrages. Innerhalb eines solchen gefärbten Raster-Rechtecks (Pixel genannt) kann sich, technisch bedingt, der Farbauftrag nicht ändern. Die Farben sind durch Zahlen codiert, ebenso wie die Positionen der Pixel. In solcher Codierung entdecken wir den Kern der Digitalität.

Das Schema ist, wie allgemein bekannt sein dürfte, mächtig genug, um jedes beliebige Bild beliebig genau durch eine Matrix von digital codierten Farbwerten (Pixelmap) zu approximieren. Das digitale Schema obsiegt auf grandiose und genau spezifizierbare Weise über das analoge. Müssen wir aus der absoluten Herrschaft des Rechteck-Schemas der Rasterbilder nicht schließen, dass entgegen aller Kritik am cartesianischen Rationalismus selbiger in den digitalen Bildern einen umfassenden Sieg davonträgt?

Autoren wie der glamouröse Nicholas Negroponte legen das nahe. Das Bit, eine andere, noch rudimentärere Inkarnation des digitalen Prinzips als das Pixel, hat weder Farbe, noch Größe oder Gewicht, noch sonstige physikalische Eigenschaften, stellt er fest, es

bewegt sich aber mit der Grenzgeschwindigkeit des Lichtes. Es ist das kleinste atomare Element in der DNA der Information, teilt er mit. ↪ "It is a state of being", der so eng mit dem Wahrnehmbaren verknüpft ist, dass wir nicht recht wissen können, ob die kontinuierlichen Dinge aus der Verfeinerung der diskreten entstehen, oder ob umgekehrt die diskreten aus der Zerlegung der kontinuierlichen hervorgehen.

Die widersprüchlich sich ergänzenden Sichten des Analoges und Digitalen waren gedanklich mathematisch, so müssen wir weiter konstatieren, lange schon vorbereitet, bevor sie stofflich technisch erschienen. Aufzurufen ist Jean-Baptiste Joseph Fourier (1768–1830) und seine Einsicht, dass sehr allgemeine periodische Vorgänge sich mit beliebiger Genauigkeit durch endliche Summen aus Gliedern einfacher Art annähern lassen. Da die hierbei verwendeten elementaren Sinusfunktionen durch Angabe von je drei Zahlen bestimmt sind (Amplitude, Frequenz, Phasenverschiebung), übertrumpft das digitale Prinzip das analoge eindeutig bzw. enthält das digitale Prinzip das analoge als seinen Grenzfall oder, müssen wir sagen, geht in der Grenze unendlich fortgesetzter Verfeinerung in das analoge über. So ist der mathematische Befund, der im Kopf vorhanden war, bevor die Hand ihn stofflich realisieren konnte, der aber wohl andererseits neue Anstöße gewann, als er äußere Existenz angenommen hatte.

Dematerialisierung

Das Digitale scheint doch etwas unfasslicher zu sein als das Analoge. Über zwei Tendenzen in der Kunst der zweiten Hälfte des zwanzigsten Jahrhunderts, die aber schon beim Altmeister Marcel Duchamp angelegt sind, schreibt Renato Barilli unter den Bezeichnungen Materialisierung & Dematerialisierung. ↪ Während einerseits in vielfältiger Weise Materialität und Sinnlichkeit gefeiert werden (z. B. in der Land Art, den Happenings, Environments und vielen mehr), erheben Concept Art, Computerkunst oder Medienkunst die Beschreibungen und Repräsentationen möglicher Werke zu ihrem Prinzip. Die Feier der Materialisierung, das Körperprinzip, erhebt das dumpfe Sein als solches zur Kunst; die Feier der Dematerialisierung, das Geistprinzip, tut dies mit dessen Reflexion.

Da wir hier keine Theorie der Kunst betreiben können noch wollen, ist es rechtmäßig, auf den merkwürdig, ja: wesentstief dialektischen

Charakter der Kunst hinzuweisen, den speziell und wohl besonders schlagend das Bild aufweist. Es ist Ding und doch Nichtding, Öl auf Leinwand, woran genau dieser Sachverhalt als das am wenigsten Interessante erscheint. „Kunstwerke sind Dinge, welche tendenziell die eigene Dinghaftigkeit abstreifen“, notiert Adorno.↪

08

Erscheinen darin nicht wieder das Analoge und das Digitale? Das Analoge in der Stofflichkeit, das Digitale in der Konzeptionalität? Das Analoge als der Ort des einzelnen – nämlich hier, jetzt und so existierenden – Werkes; das Digitale dagegen als der Ort des allgemeinen, nur potentiell herstellbaren – nämlich berechenbaren oder interaktiv beeinflussbaren – Werkes, d. h. einer Klasse von Werken.

Die digitale Differenz

Im ersten Sammelband, der aus den HyperKult-Tagungen hervorgegangen war, findet sich ein Aufsatz von Georg Christoph Tholen mit dem Titel „Digitale Differenz“.↪ Er macht neugierig. Tholen geht von der Beobachtung einer epochalen Zäsur aus, die die digitalen Medien (wie andere technische Medien auch) markieren. Er fragt nach der spezifischen Differenz, die den Computer als Instrument wie als Medium kennzeichne. Von der Schnittstellen-Thematik aus betrachtet (Mensch trifft auf Maschine), komme man, so Tholen, zu einem rätselhaften Als-ob des Computers (als ob er Werkzeug, Automat, Medium sei), dessen Betrachtung nur teleologisch, nicht jedoch im Phänomen selbst weiterführe.

09

Die Dimension des Symbolischen schiebt sich zwischen Sprechwesen und Zeichenmaschine. Die analogen Äußerungen von Mensch und Maschine werden durch eine Welt digitaler Signale vermittelt, die, sobald sie ihre Unsichtbarkeit durch Erscheinen an der Schnittstelle verlieren, uns auch schon zum Zeichen werden (müssen). Wir sprechen in diesem Zusammenhang, ähnliches meinend, von der semiotischen Koppelung zweier Semiosen, von denen eine beim Menschen, die andere bei der Maschine stattfindet.↪

10

In solcher zeichenbedingter Koppelung wäre die spezifische Differenz des medial gewordenen Computers↪ zu sehen, zu der Tholen abschließend schreibt:

11

„So zeigt sich beispielsweise an der Umwandlung von digitaler in analoge Information, dass im Prozess dieser Umwandlung nicht nur sich die mediale Übertragung von der materiellen Verbindung

mit ihrem Referenten löst, sondern dass diese mediale Übertragung selbst sich in ein System differentieller bzw. intermedialer Repräsentationen zu transformieren vermag. Diese *digitale Differenz* zu vormaligen Medienkonfigurationen besagt: die möglichen medialen Formen der Repräsentation sind nicht mehr nur angewiesen auf vermeintlich je medienspezifisch codierte Formen der Darstellung. Und dass bereits analoge Medien nicht oder nicht ausschließlich als Reproduktionen im Sinne des schlichten Abbildens vorgegebener Inhalte fungieren, sondern als signifikante Konstruktionen ausschnittshafte Aspekte der Welt zur Erscheinung brachten, wird durch die Einsicht in die durch die Digitaltechnik hinzugewonnene Disponibilität der medialen Verwendungen nur sichtbar.“ ↪

12

Vielleicht schlichter ausgedrückt heißt dies, dass die Vermittlung durch Computer als eine zeitliche Abfolge von analog-digital-analog gesehen werden muss, deren mittleres, digitales Bindeglied den permanenten Stachel der berechnenden Veränderung in sich birgt. Genau dieses Verhältnis wollen wir an einem historischen Einzelfall genauer ansehen. Wir wollen, was zunächst als nur zeitliche Abfolge erscheinen mag, als dialektischen Widerspruch sehen, nicht als faktisches Nacheinander nur, sondern als dialektisches Miteinander.

Das Bild aus dem Computer

Das Bild, das aus dem Computer kommend automatisch auf Papier gezeichnet oder auf den Bildschirm projiziert wird, nehmen wir so wahr, wie wir jedes andere Bild auch wahrnehmen. Wir richten unseren Blick darauf und machen uns Gedanken darüber. Ist ein solches Bild analog oder digital?

Sofort können wir antworten: das sichtbare Bild, was immer seine Herkunft, ist stets ein analoges. Denn Linien und Flächen auf dem Papier sind kontinuierliche. Das aber ist das wesentliche Merkmal des Analoges. Ob das Bild durch einen Zeichenmechanismus entsteht, der einen Tuschefüller über Zeichenkarton fährt und letzteren dabei färbt, oder ob ein Maler mit einem Pinsel Farbe aufnimmt und diese auf Leinwand aufträgt, macht keinen einschneidenden Unterschied. Die stofflichen Erscheinungen sind von ähnlicher Art, und wenn Öl auf Leinwand analog genannt würde, dann müsse das auch für Tusche auf Papier gelten.

Sogleich wird jemand anderes aber auch antworten: das Bild auf dem Computer ist stets ein digitales. Denn es besteht aus farbigen Bildpunkten an vorgegebenen Orten. Wenn zwischen solchen Punkten kontinuierliche, gerade oder gebogene Linien gezogen würden, so sei das lediglich interpretative Zugabe – hübsch und begrüßenswert, damit wir etwas sehen, mehr aber auch nicht. Wenn aber digital das genannt werde, was diskret sei, dann müsse das auch für das Computerbild gelten.

Der aufmerksamen Leserin wird auffallen, dass die beiden spontanen Antworten einen kleinen, vielleicht entscheidenden Unterschied beinhalten. Beiläufig wird das eine Mal – bei der analogen Auffassung – vom Bild aus dem Computer, das andere Mal aber – bei der digitalen Auffassung – vom Bild auf dem Computer gesprochen. Wo auch immer das Bild auf dem Computer sich aufhalte, im Datenspeicher, im Programmspeicher, auf dem Bildschirm etwa, es existiert dort in anderer stofflicher Form als auf Papier. Wir sprechen derart Selbstverständliches aus, um darauf hinzuweisen, dass die Welt nicht in eine analoge und eine digitale Abteilung zerfällt, dass sie vielmehr so ist, wie sie ist, dass wir aber in unserem Bemühen um Erkenntnis der Welt diese Eigenschaften zu- und einschreiben. Nicht sie wird dadurch eine andere. Vielmehr erweist der Betrachter sich als ein anderer, der mal dieses, dann jenes Erkenntnisinteresse verfolgt. Mit der Aussage „Phänomen x ist von der Art y“ sagt der Betrachter nichts anderes als „Ich schreibe jetzt dem Phänomen x die Eigenschaft y zu“.

Eine Zeichnung

Wir befassen uns mit der Zeichnung von *Abb. 01*. Sie ist 1965 von der automatischen, programmierbaren Zeichenmaschine Graphomat Z64 gezeichnet worden. Sie gehört zur frühen Computerkunst und wurde auf der dritten Ausstellung solcher Werke im November 1965 in der Galerie Wendelin Niedlich in Stuttgart erstmals ausgestellt.

Der Titel 13/9/65 Nr. 2 der Zeichnung verweist darauf, dass sie am 13. September 1965 entstanden ist und an diesem Tag die zweite Produktion darstellte. Sie ist in schwarzer Tusche auf Zeichenpapier (Format 40 cm × 40 cm) ausgeführt. Von ihr existieren um die zwanzig Exemplare als Originalzeichnungen sowie ein Siebdruck mit einer Auflage von vermutlich 40 Exemplaren. Wo sie sich befinden, ist

13 weitgehend unbekannt, der Verbleib einiger Blätter in Museen oder bei Sammlern ist nachgewiesen. Das Blatt ist oft ausgestellt worden und erlangte z.B. dadurch eine gewisse Bekanntheit, dass es in Meyers Großes Taschenlexikon in 24 Bänden zur Illustration des Stichwortes Computerkunst verwendet wurde.

Der Zeichnung ist oft der Titel Hommage Paul Klee gegeben worden. Damit hat es folgende Bewandnis. Der Produzent des Bildes, Frieder Nake, hatte sich im Sommer des Jahres 1965 Federzeichnungen von Paul Klee angesehen, die er in einem kleinen Bändchen von 1955 gefunden hatte. Anderswo hatte er das Ölbild Hauptweg und Nebenwege (von 1929) gesehen. Aus diesen Eindrücken versuchte er, Inspiration zu gewinnen für abstrahierte Strukturen, die in berechenbare Elemente und Prozesse umzusetzen wären. Daraus entstand das Programm, das Anlass für das Bild 13/9/65 Nr. 2 gab.

Das in Maschinensprache geschriebene Programm lief auf einem Rechner der Klasse ER56 von Standard Elektrik Lorenz ab. Es produzierte einen Lochstreifen, der genau die Bewegungen codiert enthielt, die die Zeichenmaschine auszuführen hatte, um die Zeichnung der *Abb. 01* entstehen zu lassen. Der Zeichenvorgang selbst fand also offline statt, wie es in den 1960er Jahren noch üblich war.

Die Zeichenmaschine konnte durch simultane Drehung zweier Hochpräzisions-Spindeln einen Zeichenkopf über eine große Zeichenfläche bewegen. Auf einer Milchglasscheibe war der Zeichenkarton (oder ein anderes Material) befestigt. In den Zeichenkopf konnten bis zu vier Zeichenstifte eingehängt werden, die wahlweise wechselnd verwendet wurden. In unserem Fall waren es Rapidograph-Tuschefüller, die damals in Grafik, Konstruktion und Design viel verwendet wurden. Von ihnen gab es eine große Auswahl an Formen und Stärken der Zeichenspitzen. Die Stifte konnten mit gewöhnlichen Tuscharben gefüllt werden, von denen die Firma Pelikan eine reiche Palette anbot.

Das Blatt 13/9/65 Nr. 2 benötigte etwa vier Stunden zur Fertigstellung. Es wurde mit der Signatur NAKE/ER56/Z64 in eigens konstruierter Typografie beendet.

Das verdoppelte Bild

Das Bild der *Abb. 01* existiert mehrfach verdoppelt. Diese Redeweise gilt es, genauer zu fassen. Sie ist nicht im wörtlichen, stofflichen Sinn

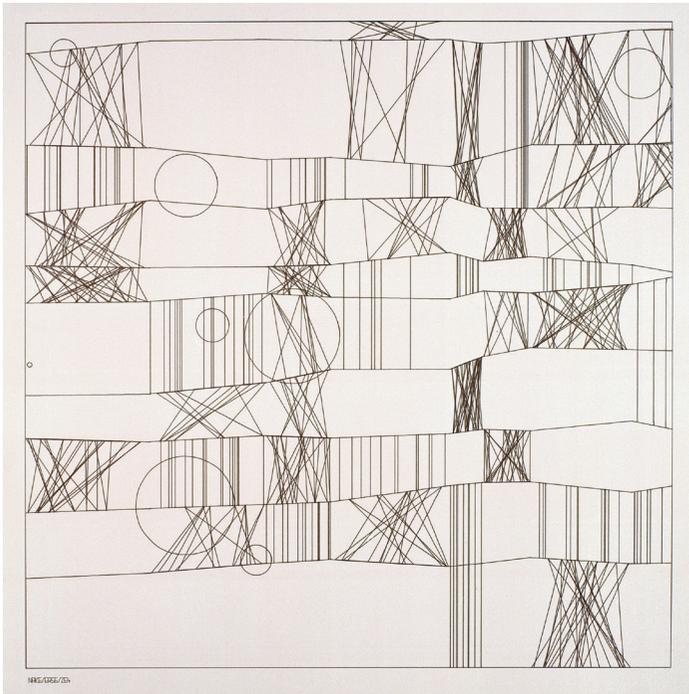


Abb. 01: Frieder Nake: „1.3/9/65 Nr. 2“ (Hommage Paul Klee).

zu nehmen. Die durchaus geläufige Redeweise von der Verdoppelung soll vielmehr andeuten, dass ein Gegenstand in zwei materiellen Formen gleichzeitig existiert und dass diese eng mit einander verzahnt sind.

Hier verhält es sich folgendermaßen. Es existiert ein Programm, dessen Ausführung als Anwendung eines Prozess-Schemas auf einen Satz von Eingabedaten den Lochstreifen für die Zeichenmaschine erzeugt. Er codiert die Zeichnung und steuert die Zeichenmaschine.

Mit gewissem Recht können wir sagen, die Zeichnung existierte (a) als Tusche auf Papier, (b) als Steuer-Lochstreifen, (c) als Programm-Lochstreifen. Wir könnten hinzufügen: (d) als Programm-Entwurf, würden aber vor einer Version (e) als Idee zurückschrecken. Denn (e) erschiene nicht in explizit wahrnehmbarer Form wie die anderen vier.

Jede der vier Formen der Existenz unserer Zeichnung steht zu der ihr benachbarten in einer Relation von Spezialisierung/Generalisierung. Die auf Papier sichtbare Zeichnung (a) ist eine Spezialisierung

der Lochstreifen-Erscheinung (b) insofern, als über die konkreten Zeichenstifte (Farbe, Strichstärke) und das konkrete Papier entschieden werden muss, die die endgültige materielle Realisierung der Zeichnung ausmachen. Wenn uns dieser Akt auch gering vorkommen mag, eine Entscheidung von der Art einer Auswahl aus einem Repertoire ist dennoch zu treffen. Der Tendenz nach können noch fast beliebig unterschiedlich wirkende Zeichnungen entstehen. Sie unterscheiden sich in ihren visuell wahrnehmbaren Qualitäten. Tatsächlich gibt es von *Abb. 01* Blätter in grüner Farbe auf rosa Karton, was eine psychedelische, leicht räumliche Anmutung erzeugt.

Der Schritt von der Form (c), nämlich dem Programmstreifen, zur Form (b) ist von ähnlicher Natur und realisiert noch schlagender eine Relation von Spezialisierung und Generalisierung. Das Programm lesen wir als die Beschreibung einer Klasse von Zeichnungen. Durch Auswahl konkreter Parameterwerte, die als Eingabedaten in das Programm einfließen, wurde erst das spezielle Mitglied jener Klasse von Zeichnungen festgelegt, das dann den Namen „13/9/65 Nr. 2“ bekam.

14

Die hierbei zu treffenden Auswahl-Entscheidungen haben erheblichen Einfluss auf die Bilderscheiung (im einzelnen in *Nake 1974* nachzulesen). ↪ Die Auswahl-Entscheidungen sind von komplexer Natur: variable Größen, die die Zeichnung bestimmen, sind nicht selbst, sondern nur über Wahrscheinlichkeitsverteilungen festzulegen. Jede solche Verteilung führt bei der Ausführung des Programms im Wechselspiel mit Zufallszahlengeneratoren dazu, dass numerische Parameterwerte festgelegt werden, die jede Einzelheit des Zeichenblattes kontrollieren. Mit dem Rückzug auf Wahrscheinlichkeitsverteilungen legt der Mensch nur den Rahmen für die Entscheidungen fest. Er greift nie direkt ein, sondern lässt Algorithmen alle Details bestimmen.

Wir greifen ein Beispiel heraus. Es dürfte auffallen, dass das Bild erkennbar Makro- und Mikrostrukturen aufweist. Die Makrostruktur besteht aus horizontalen Bändern, die durch gebrochene Linien definiert werden. Die Mikrostrukturen füllen kleinere Felder aus, die sich zwischen zwei solchen Linien als Vierecke ergeben. Manche der Felder bleiben leer, andere werden von senkrechten Linien durchzogen, wieder andere mit schrägen Linien gefüllt. Die senkrechten Linien können sich in das darüber liegende Feld fortsetzen. Zwischen

diesen Makro- und Mikrostrukturen wäre noch die separate Struktur der Kreisverteilung anzusiedeln.

Die Unterscheidung von Makro- und Mikrostruktur könnte auch Komposition und Ausfüllung genannt werden. Mit ihrer expliziten Programmierung wird darauf hingewiesen, dass, anders als beim traditionellen Kunstwerk, Übergänge zwischen beiden Betrachtungsebenen nicht weich sein müssen. Indem sie programmiert werden, nehmen sie dinghaften Charakter, also eine gewisse Objektivität, an.

Wie entstehen die horizontalen Bänder in einem berechenbaren Prozess? Offenbar liegen ihre Knicke in gedachten Linien senkrecht übereinander. Wo die Knicke in horizontaler Richtung angebracht sind, ist zufällig zu entscheiden. Damit dies geschehen kann, muss eine Verteilungsfunktion $FA(a, b)$ gegeben sein, die den horizontalen Abstand A (zwischen Werten a und b) eines Knickes vom vorhergehenden kontrolliert.

Zur Festlegung der konkreten Form der Bänder ist eine ähnlich geartete Verteilungsfunktion $FV(c, d)$ vonnöten. Sie kontrolliert die Werte des vertikalen Abstandes V (zwischen Grenzen c und d), den zwei aufeinander folgende Begrenzungslinien am linken Bildrand aufweisen.

Vom linken Bildrand weg muss durch eine Verteilungsfunktion $FW(\alpha, \beta)$ bestimmt werden, wie die Winkel W (zwischen α und β) variieren dürfen, unter denen die Bänder am linken Rand loslaufen. Eine ähnliche Verteilungsfunktion (oder auch die gleiche) bestimmt die Winkel der Knicke.

Sorgt man dafür, dass die Bänder sich nicht überschneiden können und dass sie nach rechts und oben ordentlich abschließen, so hat man durch die erwähnten Funktionen einen Kontrollmechanismus von beträchtlicher Allgemeinheit und Distanz zum konkreten bildlichen Geschehen entworfen.

Nirgends haben wir bei dieser (zugegeben: groben) Schilderung unmittelbar auf die Geometrie oder gar Grafik Bezug genommen. Vielmehr haben wir die Bandstruktur durch drei Verteilungsfunktionen, also mit Mitteln der Wahrscheinlichkeitstheorie, definiert. Wir setzen sie ein, um zufällige Serien von Zahlen zu bestimmen, die eine geometrische Interpretation als Knickpunkte der bandbegrenzenden Linien erfahren. Wir bestimmen, genauer gesagt, monoton wachsende Folgen $\{x_0=0, x_1, \dots, x_m=1\}$ und $\{y_0=0, y_1, \dots, y_n=1\}$ und am unteren bzw. linken Rand des Bildes. Vom Punkt mit den Koordinaten

$(0, y_1)$ aus lassen wir eine polygonale Linie entlang der Richtung w_{11} nach rechts bis zum Punkt $(x_1, y_1 + w_{11} x_1)$ laufen. Dort setzen wir in Richtung w_{12} bis zum Punkt $(x_2, y_1 + w_{11} x_1 + w_{12} (x_2 - x_1))$ usw. Wenn wir den rechten Rand erreichen, beginnen wir eine zweite solche Linie beim Punkt $(0, y_2)$ usw. Wir erzeugen ein halb-regelmäßiges Raster von Punkten $P_{ij} = (x_i, y_j)$. Regelmäßig hieran ist, dass die Rasterpunkte in der Vertikalen übereinander liegen; unregelmäßig ist, dass sie entlang der Horizontalen auf und ab schwanken. ↪

15

Wie weit die Allgemeinheit dieses Schemas geht, können wir daran sehen, dass alle regelmäßigen Raster in dem beschriebenen Fall als Spezialfälle enthalten sind. Wenn etwa die Wahrscheinlichkeit für einen festen horizontalen Abstand $\Delta x = x_i - x_{i-1}$ gleich 1 ist, d. h. wenn in der horizontalen Richtung die Abstände mit Sicherheit konstant sind, wenn ebenso die Wahrscheinlichkeit für $\Delta y = y_j - y_{j-1}$ ($j = 1, 2, \dots$) gleich 1 ist und die Zufallsvariable W für den Winkel mit Sicherheit den Wert 0 annimmt, so erhalten wir horizontale Linien in gleichen vertikalen Abständen und Felder konstanter Breite: das ist das regelmäßige Raster.

Behalten wir die Wahrscheinlichkeit $P[W=0]=1$ (d. h. mit Sicherheit wird nicht geknickt) für die Knickwinkel bei, so bleiben die Linien exakt horizontal, könnten nun aber unterschiedliche vertikale Abstände und unterschiedliche Feldbreiten aufweisen.

Diese Art der Beschreibung können wir auf andere Spezialfälle von Rastern ausdehnen. Lassen wir es jedoch genug sein mit der Schilderung konzeptioneller Festlegungen der Bilderklasse. Wir wollten auf die Mehrfach-Existenz des Bildes hinaus. In seiner Bildlichkeit erscheint es als sichtbares Ding. Die pure Sichtbarkeit ist für Lambert

16 Wiesing sogar das Spezifikum des Bildes. ↪ Das Computerbild besitzt jedoch immer auch eine verborgene, ja: unsichtbare Seite. Das festzustellen ist insofern interessant, als die Unsichtbarkeit des Computerbildes, sein Verborgenes, dennoch – und im Gegensatz zu allem uns Bekannten – auch stoffliche Existenz aufweist. Nicht erst im Gedanken, der mit der sichtbaren Erscheinung des Bildes zusammenhängen mag oder nicht, wächst dem Bild seine zweite Seite zu (der Sinn, der von der Tätigkeit des Seh-Sinnes weg gewonnen wird). Diese zweite Seite ist nun vielmehr genau so objektiv-stofflich vorhanden wie Tusche auf Papier, Elektronen im Speicher oder Löcher auf dem Lochstreifen es sind.

Bild und Text

Wir haben von der unsichtbaren Seite des Computerbildes als einer Beschreibung gesprochen. Nennen wir die Beschreibung Text, so erscheint das Bild aufgespalten in sichtbare Erscheinung und ausführbare Beschreibung, in Bild und Text also.

Das algorithmische Bild steht gewissermaßen neben seinem Text, dem es entspringt. Beide verhalten sich komplementär zueinander. Das Bild wird zum einzelnen Zeugen seines Text-Schemas, Instanz einer Klasse, kalkuliertes Ergebnis eines kalkulierenden Textes. Der Text ist eine besondere Art von Text, da er Programm ist; das Bild ist besondere Art von Bild, da es automatisch gezeichnet ist.

Sybille Krämer nennt solche Texte gelegentlich „operativ“, Christiane Floyd und Michaela Reisin nennen sie „auto-operationale Formen“. Der Gedanke ist mit Schattierungen der gleiche. Wie jeder Text, ist ein operativer Text lesbar. Er ist das jedoch doppelt. In beiden Fällen erfährt der Text eine besondere Interpretation. Seine Leser nämlich sind Mensch und Prozessor. Der Mensch möchte beim Lesen verstehen, wie das Bild aus der Beschreibung entsteht. Der Prozessor muss hingegen bestimmen, welche kalkulatorischen Schritte er auszuführen hat, um das Bild in operationaler Codierung zu erzeugen.

Wir wollen die auf Seiten des Prozessors zugelassenen Operationen als semiotisch bezeichnen. Denn der Stanzvorgang des Lochstreifens ist nicht durch das Stanzen an sich, durch die dabei erzeugten Lochkombinationen also, interessant. Vielmehr liegt sein Sinn und Zweck darin, dass die Lochkombinationen anschließend als Codierungen von Zeichenbefehlen interpretiert werden können. Sie sollen sich als Zeichenbefehle erweisen, die Steuerbefehle für einen Mechanismus sind, der einen Zeichenstift über eine Papierfläche führen kann.

Der Prozessor scheint es mit der Interpretation des Textes einfacher zu haben als der Mensch. Denn während wir erst lernen und trainieren müssen, bevor wir den (recht formalen) Text zu lesen im Stande sind, muss der Prozessor nur gebaut werden, schon kann er auch lesen. Trivialerweise ist der Grund hinter diesem Unterschied, dass wir Entscheidungen treffen können (und müssen), wenn wir interpretieren. Wir interpretieren, was wir sehen, gegen den offenen Spielraum unseres Wissens. Der Prozessor dagegen trifft keine Entscheidung und besitzt keinen Spielraum. Er bestimmt, im Sinne des Berechnens, was zu geschehen hat. Interpretation schrumpft ihm

auf Determination, Bedeutung auf Berechnung. Beide sind ihm eingebaut.

Das Bild war uns auf dem Computer zu Bild und Text geworden. Der Text wird uns zu Text und Bild. Das Programm wird zum ausführbaren Text, der Lochstreifen zum ausführbaren Bild. Er ist letztlich Code des Bildes, mit dem Bild in jeder Einzelheit eindeutig verbunden. Er entsteht als Rechenergebnis des Programms und wird zum Zeichenprogramm für den Zeichenautomaten.

Verallgemeinern wir ein wenig, so deutet sich an, dass Gegenstände auf dem Computer, also algorithmische oder algorithmisierte Gegenstände, stets aus dem bestehen, als was sie uns vertraut sind, aber gleichzeitig aus formalen Texten, als die sie dem Computer vertraut sind. Die hier anklingende Thematik ist die der generellen Verdopplung der Software-Dinge oder der Dinge als Software oder auch der virtuellen Dinge.

Interessanterweise ist das Bild nun ein Gegenstand, der schon immer eine solche Zweifachheit in sich trägt (eine Eigenschaft, die es im übrigen mit allen Zeichen teilt, vielleicht aber besonders deutlich aufweist). Das Bild ist das, als das es stofflich präsent ist (semiotisch: das Repräsentamen), und das, zu dem es mental Anlass geben kann (semiotisch: ein Interpretant). Es stiftet ein Wechselspiel zwischen einem anwesenden Ding und einer abwesenden Interpretation.

Nennen wir letztere wieder Text, so steht die Interpretation des bildlichen Zeichens für die Lesbarkeit des Bildes.

„Nicht so ist es, dass das Vergangene sein Licht auf das Gegenwärtige oder das Gegenwärtige sein Licht auf das Vergangene wirft, sondern das Bild ist dasjenige, worin das Gewesene mit dem Jetzt blitzhaft zu einer Konstellation zusammentritt. Mit anderen Worten: Bild ist die Dialektik im Stillstand. Denn während die Beziehung der Gegenwart zur Vergangenheit eine rein zeitliche ist, ist die des Gewesenen zum Jetzt eine dialektische: nicht zeitlicher sondern bildlicher Natur. Nur dialektische Bilder sind echt geschichtliche, d.h. nicht archaische Bilder. Das gelesene Bild, will sagen das Bild im Jetzt der Erkennbarkeit trägt im höchsten Grade den Stempel des kritischen, gefährlichen Moments, welcher allem Lesen zugrunde liegt.↔

Für Walter Benjamin war dieser Aspekt so bedeutsam, dass er vom Bild als der „Dialektik im Stillstand“ spricht.

Die Leinwand an der Wand ist ein Gewesenes. Sie ist das geworden, was sie ist. Im Jetzt ihrer Erkennbarkeit aber, also in meinem Hinzutreten und Betrachten und damit sofort rettungslos eintretenden Interpretieren, strömt jedoch ein jetziger Prozess von der Leinwand weg. Eine Konstellation hat sich eingestellt, oder ich habe für sie gesorgt, ich habe die Leinwand an der Wand, das Gewesene, mit mir davor, das Jetzt, in eine solche Konstellation versetzt, dass die Leinwand nun ihrem stumpfen Leinwand-Dasein entrissen und dialektisches, nämlich gelesenes Bild wird.

Das ist, wie gesagt, immer so, bei jeder Art von Bild. Wir haben uns oben einige Mühe gegeben, um die technische Doppelung des Computerbildes einsichtig zu machen. Im bilderzeugenden Programm liegt die Beschreibung einer Klasse von Bildern explizit und operational vor. Sie liefert, wird sie ausgeführt, ein Exemplar der Klasse. Einige der Eigenschaften und Interpretationen, die mein Hinzutreten dem Bild zukommen lässt, sind nun Teil der operativen Beschreibung geworden. Das Computerbild, so wollen wir sagen, beinhaltet seine Beschreibung (zu Teilen).

Benjamin scheint Wert auf das Blitz- und sozusagen überfallartige der Konstellation zu legen, die die erstarrte Dialektik des Bildes wieder in Gang setzen kann. Ob das so entscheidend ist, mag dahinstehen. Zu vermuten ist, dass er hiermit das Bild als Raum okkupierendes Werk gegen Werke in der Zeit (Roman, Musik) abgrenzt.

Analog und digital

Was hat nun die bis hier angestellte Betrachtung mit der Frage von analog & digital zu tun, mit dem Gegensatz dieser zwei Beschreibungen? Wir bleiben relativ naiv und setzen das Analoge, wie schon angedeutet, mit dem Kontinuierlichen, das Digitale mit dem Diskreten gleich. Grundlegende Handlungen, die im Analogen münden, sind die des Messens, Handlungen des Zählens führen zum Digitalen (Flusser nennt sie Komputieren).

Analog ist eines zu einem anderen, wenn es diesem ähnlich ist, ihm gleichkommt, in wenigstens einer Hinsicht entspricht. Digital ist eines, wenn wir von all seinen Eigenschaften absehen außer derjenigen, dass es anders als andere ist – und sei es, dass es völlig gleich

einem anderen ist, außer dass es sich an einem anderen Ort befindet. Daraus folgt, dass wir es zählen können, dass also eine Analogie zur Folge der Ziffern hergestellt werden kann.

Kontinuierlich ist ein Vorgang, bei dem eines ohne räumliche oder zeitliche Unterbrechung auf ein anderes folgt. Diskret ist ein Vorgang, bei dem eines vereinzelt und abgesondert von anderen existiert. Kontinuierlich ist eine Linie, die ich ohne Absetzen des Zeichenstiftes aufs Papier bringe. Diskret sind zwei Punkte, die ich dort markiere. Diskret sind die Buchstaben des Alphabets in ihrer Eigenschaft als Mitglieder dieser endlichen Menge, kontinuierlich ist jeder von ihnen jedoch in seiner gezeichneten oder gedruckten Form. Kontinuierlich ist der Stamm des kleinen i und auch der i-Punkt. Diskret sind beide als Bestandteile der Form des i.

Messen führt zur Geometrie (dem Vermessen der Erde), Zählen führt zur Kalkulation. Unsere Begriffe, das sollen all diese Explikationen andeuten, sind relativer Art. Nur im Verhältnis zu anderen kommen wir dazu, von einem Gegenstand als analog oder digital zu sprechen.

Wie kann es geschehen, dass die offensichtlich kontinuierliche Bewegung des Zeichenkopfes über dem Papier auf dem Zeichentisch von einem diskreten Code gesteuert wird, der in Drehgeschwindigkeiten von Spindeln übersetzt wird, deren Zusammensetzung beliebige Richtungen zu fahren gestattet? Ohne Frage, der Code für die Fahrgeschwindigkeiten ist diskret (wie im übrigen alles, was wir mit dem blichen Begriff des Code erfassen). Jede der beiden Antriebs- oder Vorschubspindeln kann auf eine (endliche und relativ kleine) Anzahl von Geschwindigkeiten eingestellt werden. Die Kombination von beiden ergibt die möglichen Richtungen, in denen von einer gegebenen Position aus geradlinig gezeichnet werden kann.

In jedem Fall sind dies nur endlich viele Richtungen. Bekannt und minimal nötig sind vier Richtungen (rechts, oben, links, unten). Die Diagonalen kommen hinzu bei acht zugelassenen Richtungen. Eine beachtliche Feinheit wird schon mit 16, erst recht mit 64 möglichen Richtungen erreicht. Die genauer werdenden Approximationen des Zeichnens mit 64 zugelassenen Richtungen (das sind 16 pro Quadrant) können dennoch nicht darüber hinwegtäuschen, dass eine beliebige Richtung i. d. R. durch ein Schlingern des Zeichenkopfes um die gewünschte Richtung herum approximiert werden muss.

Wir stehen also vor der Situation, dass ein endlicher (diskreter) Code zur Darstellung von endlich vielen Richtungen dafür genutzt wird, einen Zeichenstift zum Zeichnen beliebiger Richtungen zu führen. Die unvermeidlichen Knickpunkte der approximierenden Polygonzüge stellen ein diskontinuierliches Moment solchen Zeichnens dar. In ihnen bleibt der Kurvenzug selbst zwar kontinuierlich, seine Steigung aber ändert sich abrupt und sprunghaft. Die Kunst solchen automatischen Zeichnens liegt darin, die kontinuierlichen, aber eckigen Polygonzüge so gut um eine beabsichtigte Linie herum tänzeln zu lassen, dass das Auge über die eingebettete Diskontinuität, über das Digitale im Analogen, weggetäuscht wird. Die Ästhetik der Angelegenheit wäre eher als Zumutung denn als Anmutung zu bezeichnen.↵

18

Die Mathematik kennt das selbstverständlich schon lange. Alle Approximationssätze haben diese Einsicht zum Gegenstand. Die Physik und die Philosophie tun sich schwerer. Da sie ein Phänomen nicht nur formal darstellen, sondern es gar erklären wollen, sind ihnen die Dinge einmal kontinuierlich (z. B. Welle), dann wieder diskret (z. B. Partikel). Das Erstaunliche hieran ist, dass beide Betrachtungen Bereiche kennen, die sie zu erklären vermögen. So kommt es zu der Merkwürdigkeit, die Erscheinung des Lichtes gleichzeitig als kontinuierliche Welle und als diskreten Partikelstrom zu erfassen, zwei Sichtweisen, die sich gegenseitig ausschließen.

Die Ästhetik beschreibt solche Phänomene als Wahrnehmungen des Ähnlichen. Sie kann eine Entstellung kaum vermeiden. Das Dargestellte wird zur verfremdeten Ähnlichkeit, zur anderen Schrift, zur Spur des Anderen. Die Ähnlichkeit kann nicht in ihrer einfachsten Form, der geometrischen Sinnfälligkeit, sondern erst in einem assoziativen mentalen Akt festgestellt werden (die erwähnte unsinnliche Ähnlichkeit).↵

19

Die Fragerichtung des Entweder/Oder hilft offenbar nicht, kaum mehr aber auch die eines Sowohl-als-auch. Vielleicht etwas mehr das ins Dialektische tendierende Einerseits-andererseits. In ihm nämlich deutet sich an, dass es nicht um ein Erfassen des Wesentlichen des Phänomens gehen kann, sondern nur um eine hinlänglich nützliche Darstellung. Eine Sichtweise wird beschrieben, immer wieder gilt es sich dies vor Augen zu halten, nicht der Charakter des Phänomens. Er bleibt unerreichbar, so sehr wir uns bemühen mögen.

Kein Gegenstand ist als solcher digital oder analog. Er ist und bleibt das, was er ist und wie er ist. Wenn wir uns ihm nähern,

schaffen wir Zeichen, mit denen wir die Art der Näherung ausdrücken. Zeichen aber, das hatten wir oben schon gesehen, sehen wir in ihrer Form als analog, in ihrer Unterschiedenheit als digital an. Unsere Erfahrung im praktischen Umgang mit den Dingen hilft.

Das Bild, betrachtet als Zeichnung, erscheint uns vorrangig analog. Als Lochstreifen, der die Zeichenmaschine steuert, erscheint es digital (wenn wir an den Loch-Code denken). Der Text des Programms, das den Code erzeugte, erscheint vorrangig digital. Denn er ist über einem diskreten Alphabet in Anwendung diskret notierter Regeln entstanden. Der Ablauf des Programms unter Steuerung durch den Prozessor erscheint uns vielleicht in einer Mischform: analogdigital. Denn wir beschreiben den Vorgang dann günstig, wenn wir Zustände (digital!) zur Hilfe nehmen, in die der Prozessor die Maschine bringen kann. Der physikalische Übergang zwischen zwei Zuständen wird jedoch kontinuierlich (analog!) vonstatten gehen.

Das algorithmische Zeichen

Die Kunst birgt in sich technische, ästhetische, soziologische und andere Sichtweisen. Jede verlangt ihr eigenes Recht, jede wirkt auf die anderen ein. Unter Bedingungen der informationstechnischen Produzierbarkeit des Kunstwerkes scheinen gewisse Differenzen dieser Sichtweisen gemildert zu werden. Wir wollen einen formalen Begriff an das Ende unserer Betrachtung setzen, in dem vieles von dem zusammenläuft, was wir angesprochen haben. Es ist dies der Begriff des algorithmischen Zeichens.

Das algorithmische Zeichen ist zunächst ein Zeichen wie jedes andere, eine Relation also, die – folgen wir Peirce – ein darstellendes Repräsentamen in Verhältnis zu einem bezeichneten Objekt setzt, woraus ein bedeuteter Interpretant entspringt. Solche triadischen Relationen werden von Menschen in Akten der Zeichenproduktion und -interpretation hergestellt. Das algorithmische Zeichen besitzt nun eine zusätzliche Komplexität, weil es stets von zwei Instanzen interpretiert wird: von Mensch und von Prozessor. Der Mensch produziert den Peirceschen Interpretant, den wir hier den intentionalen Interpretanten nennen. Der Prozessor produziert in kausalem Prozess einen Interpretanten, den wir den automatischen Interpretanten nennen wollen.

Der Akt der maschinellen Interpretation war uns oben bereits begegnet. Da ihm der Spielraum offener, willentlicher und willkürlicher Interpretation fehlt, nennen wir ihn auch Determinant, was wir als determinierter Interpretant lesen. Wir verweisen im Übrigen auf Nake 2001.↔

20

Es wird nun hoffentlich nicht allzu künstlich wirken, wenn wir eine relative Nähe zwischen dem intentionalen Interpretant und dem analogen Prinzip einerseits, dem automatischen Interpretant und dem digitalen Prinzip andererseits konstatieren. Im algorithmischen Zeichen sind beide Sichtweisen kombiniert.

Gehen wir von der Annahme aus, dass algorithmische Kunst durch Programmieren gekennzeichnet wird, so steht der Gedanke an das Werk vor diesem selbst. Das wird niemanden in Erstaunen versetzen, weil es üblich ist. Nicht üblich aber ist, dass bei algorithmischer Kunst der Gedanke an das Werk als solcher ausgearbeitet wird (und nicht das wahrnehmbare Werk). Im Programm, auf das sich der Schaffensprozess konzentriert, wird die allgemeine Klasse niedergelegt, zu der das (noch immer nicht sichtbar existierende) Werk einst gehören wird. Diese Klasse zu schaffen, ist in jedem Fall eine abstraktere Tätigkeit als das Schaffen eines sichtbaren Werkes. Sie ist über ihre generelle Abstraktheit hinaus durch Distanz zum Werk gekennzeichnet, da die Klasse im Programm als operationale Anweisung zur Schaffung jedes einzelnen ihrer Mitglieder entstehen muss.

Ist ein einzelnes Werk erst einmal erschienen, so kann der Blick auf das Papier sich nur mehr mit eben diesem einzelnen Fall befassen. Das geschieht vor allem in der Dimension des Analogen (wir hatten oben jedoch auf Details aufmerksam gemacht, die das Digitale innerhalb des Analogen erscheinen lassen). Die Beschreibung der Klasse wird hingegen eher Züge des Digitalen aufweisen. Jedoch sehen wir in jeder solchen Zuschreibung deren unvermeidliche Willkürlichkeit.

Das Bild wurde uns zum verdoppelten Bild-&-Text. Darin erscheinen zwei Aspekte des Einen. Das, was so ist, wie es ist, erscheint als analog und digital, also als analogdigital. Mit seiner Verdoppelung in Bild-&-Text stellen wir fest, dass die Komponente Bild darin kalkuliert wird, während die Komponente Text die kalkulierende darstellt. Das kalkulierte Bild existiert für den Prozessor im Speicher. Dort ist es für uns unsichtbar, für den Prozessor aber ausführbar. Indem er es ausführt, wird es zum Lochstreifen. Dieser ist für uns zwar sichtbar.

Was er uns aber zeigt, ist nicht das, was wir gewöhnlich als Bild erwarten. Wir könnten unsere Sehgewohnheiten ändern. Vorläufig aber erscheint das Bild auf dem materiellen Träger des Lochstreifen als sichtbar unsichtbar, jedoch – erneut! – für einen Prozessor ausführbar. Dessen Operation nun erzeugt das Bild in der Form von Tusche auf Papier und damit in einer für uns sichtbaren Form. Diese wiederum befindet sich außerhalb der Erreichbarkeit durch den Prozessor: was uns sichtbar (analog) ist, ist für ihn nicht ausführbar; was uns unsichtbar, ist ihm ausführbar (digital) (Abb. 02).

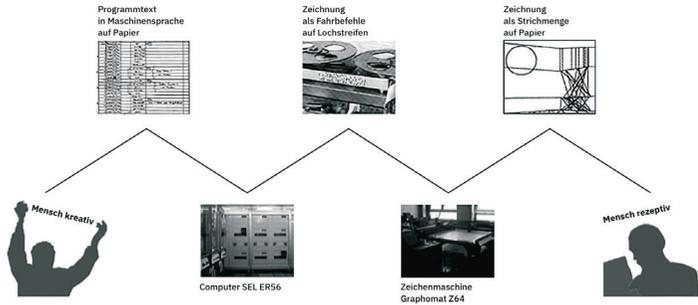


Abb. 02: Prozesse und Produkte algorithmischer Kunst, *unten:* operierende Instanzen; *oben:* Ergebnisse bzw. Voraussetzungen von Operationen.

Ähnlich können wir die Sichtbarkeit und Ausführbarkeit der anderen Komponente des Bild-&-Text darlegen, den kalkulierenden Text. Er ist außerhalb des Computers sichtbar für uns. Von seinem Notat auf Papier wird er mit Hilfe eines Apparates auf Lochstreifen übertragen – der für uns zwar sichtbaren, den Text aber bereits verhüllenden Form. Von dieser Form wird er in den Speicher eingeschrieben und verliert damit für uns seine Sichtbarkeit, wird uns unsichtbar, gleichzeitig für den Prozessor aber ausführbar.

Es scheint, dass die semiotische Koppelung von Sichtbarkeit und Ausführbarkeit, die den interpretierenden Instanzen von Mensch und Computer im algorithmischen Zeichen zuteil wird, von drei Arten Semantik kontrolliert wird (Zusammenstellung in Tab. 01).

Eine konstruktive Semantik, will heißen: eine Semantik der Konstruktion, befasst sich mit dem entstehenden und notwendigerweise sichtbaren Text, der allmählich zum Programm und damit zum ausführbaren Objekt wird. Eine operative Semantik, will heißen: eine

Semantik der automatisierten Ausführung, herrscht auf determinierte Weise im Inneren der Maschine, wo der ausführbare Text zu Anlass und Quelle für das Bild wird, auf das wir hoffen und warten, das drinnen im Computer aber erst noch nur ausführbares, noch nicht sichtbares Bild ist. Erscheint jenes Bild dann schließlich draußen, indem die Zeichenmaschine ihre Operationen unter Regie einer entsprechend operativen Semantik vollzieht, indem sie also durch Fahrbefehle das Bild für uns sichtbar werden lässt, so greift eine interpretative Semantik, will heißen: eine Semantik der Interpretation.

Der Mensch sieht sich angesichts der Kunst – wie auch sonst – in einem fortgesetzten Wechselprozess von Drinnen und Draußen. Das Innere wird nach außen gekehrt und umgekehrt. Die Interpretationen der Kunstwerke dringen schon immer in diese ein, gehen in sie hinein, auch um sie herum, ziehen ihren Kreis und stülpen ihr Innerstes nach außen: man muss ins Werk hineingehen, um über seine Unmittelbarkeit hinausgehen zu können (was in größerer Allgemeinheit bei Adorno anklingt). ↪ Das aufregend Neue an der algorithmischen, also: digitalen Kunst scheint zu sein, dass das Eindringen ins Werk nun wörtlich genommen werden kann. Im unsichtbaren Doppel, über das der Prozessor herrscht, steht eine Form des Werkes zur Verfügung, die manipuliert, gedreht, gewendet, zerlegt und sogar zerstört werden kann, ohne dass solches Tun das Werk selbst berührt.

21

In das digital verdoppelte Bild können wir quasi zwischen Tusche und Papier hinein eindringen und dort keines auf dem anderen lassen, alles in Frage stellen und anders machen und in solchem Tun über das Werk an der Wand unendlich hinaus gelangen, ihm dennoch seine Identität in Würde lassen.

das kalkulierte bild (speicher lochstreifen & papier)	mensch: das sichtbare bild	interpretative semantik
	prozessor: das ausführbare bild	operative semantik
der kalkulierende text (papier & lochstreifen speicher)	prozessor: der ausführbare text	
	mensch: der sichtbare text	konstruktive semantik

Tab. 01: Verdoppeltes Bild, Sichtbarkeit und drei Semantiken.

- 22 Vielleicht haben Flussers *Anschauen* und *Hinschauen* hiermit zu tun.↪ Die Bildoberfläche schauen wir an, beim Hinschauen aber lesen wir das Bild aus sich heraus. In unserer Betrachtungsweise sagen wir, dass wir das Programm, den operativen Text aus dem Bild heraus lesen. Wieder ist das gar nicht so schrecklich neu in allgemeiner Betrachtung. Was aber traditionell nur gedanklich fassbar bliebe, ist nun im Zuge interaktiver Tätigkeit mit Händen greifbar. Die algorithmische Seite liefert einen Teil der ästhetischen Anstrengung in externer, also expliziter Form. Die völlig harmlose, weil heute selbstverständliche Programmierung des Schönen stiftet die Dialektik von Algorithmik und Ästhetik, von Berechenbarkeit und Wahrnehmbarkeit also, von konstruierter und aufbrechender Schönheit vielleicht –
- 23 und zeigt uns darin die Einheit des Analogen und Digitalen.↪

Dritte Kultur

- Wir haben darauf aufmerksam machen wollen, dass mit dem algorithmischen Bild notwendigerweise sowohl der analoge wie der digitale Blick verbunden sind. Wir wollen die beiden Perspektiven abschließend als Indikatoren für den eher künstlerischen und den eher wissenschaftlichen Zugang zur Welt nehmen. In dieser Unterscheidung sprechen wir die Differenz von geistes- und naturwissenschaftlicher Tradition an, die schon Hermann L.F. von Helmholtz (1821–1894) leidvoll bewusst war und die vor fast einem halben Jahrhundert Charles P. Snow auf den Begriff der Zwei Kulturen gebracht hat, der literarischen und szientifischen nämlich, wie er sie nannte. Kreuzer 1987 enthält in deutscher Übersetzung den Vortrag, in dem Snow 1959 die These vertrat, dass geistes- und naturwissenschaftliche Tradition sich mit den unterschiedlichen Methoden ihrer Erkenntnisgewinnung einander so sehr entfremdet hätten, dass beide als verschiedene Kulturen zu betrachten seien, die mehr als nur spezialisierte Sprachspiele trennten. Die damals aufbrechende heftige
- 24 Kontroverse ist ebenfalls in Kreuzer 1987 nachzulesen.↪ Aus relativer Vergessenheit wurde der Streit hervorgeholt, als in den 1980er Jahren mit dem radikalen Konstruktivismus, mit der neuen Kybernetik, mit der neurokognitiven Forschung und dem Einzug informationstechnischer Begriffe und Methoden in die Biologie sowie der digitalen Medien in die Kunst-, Literatur-, Musik-, Erziehungs-, Museums- und allgemein in die Kulturwissenschaften sich die

Notwendigkeit eines Brückenschlages zwischen den Disziplinen aufdrängte. Heute sammeln sich manche bewusst disziplinäre Grenzen überschreitende Kräfte unter dem Banner einer Dritten Kultur.↔ Eine der Kritischen Theorie verpflichtete Habilitationsschrift nimmt ihren Ausgang zu einem neuen Begriff von Bildung in einer ausführlichen Schilderung der Position von Snow.↔

25

26

Für unsere Betrachtung interessant ist hieran die Beobachtung, dass die Sache der neuen, nämlich digitalen Medien selbst nur schwer im Rahmen disziplinärer Grenzen zu halten und zu behandeln ist. Das wird anerkannt, jedoch bisher noch hilflos geformt in Medientechnik, Medieninformatik, Medienpädagogik, Medienökonomie, Mediengestaltung und vielleicht weiteren Subdisziplinen – was bleibt auch ohne Sprung? Stellen die digitalen Medien jedoch das technische Substrat einer tiefgreifenden gesellschaftlichen Transformation dar, die mit Mediatisierung oder Semiotisierung aller Verhältnisse wohl am treffendsten zu bezeichnen wäre, so können wir uns mit derartigen Attribuierungen nicht zufrieden geben.

Träger einer solchen dritten kulturellen Bewegung werden Menschen sein, die anschauliche mit analytischer Erkenntnis vereinen; denen das Unmittelbare nicht entwindet, wenn das Vermittelte in den Vordergrund rückt; die sich nicht über analog oder digital, sondern über das eine im anderen Gedanken machen. Uns scheint, dass im digitalen Medium, im algorithmischen Zeichen, im Gewebe von Bild-&-Text Gegenstände aufgezogen sind, die eine kulturelle Wende bedeuten können, hinter der Analoges und Digitales sich nicht mehr gegenseitig ausschließen.↔

27

Wenigstens am Rande wollen wir vermerken, dass Goodman in seinem berühmten Werk dem Unterschied von analog und digital eine eigene Begrifflichkeit widmet: die Dichte und Differenziertheit eines Systems.

Mit Erstaunen aber ist zu vermerken, dass Max Bense, der alten Unruhefister zwischen den Disziplinen, vor allen anderen den Diskurs eröffnete. Im Vorwort zu seinem Traktat Descartes und die Folgen spricht er von den Traditionen humanistischer und technischer Bildung, die ästhetischen bzw. funktionellen Bildungsbegriffen folgen, die Welt ästhetisch rechtfertigen oder technisch umgestalten, die Universalität beanspruchen oder Spezialität pflegen.↔ Solange

28

nicht in der Anstrengung einer Synthese beide aufgehoben würden, blieben Rationalität wie Hermeneutik beschränkt und gebrochen. Hier liegt eine Kritik an Descartes vor, die die Folgen von dessen Genie nicht beweint, sondern vor der Zeit so wendet, dass Bewegung möglich wird: geistige Bewegung.

Was ist das Digitale, was das Analoge? Worin unterscheiden sie sich, wo begegnen sie sich? So hatten wir eingangs die Fragen gestellt. Zwei Sichtweisen haben wir identifiziert, die sich ergänzen und nur miteinander, nicht gegeneinander gestellt werden können. Sie begegnen sich, so würden vielleicht Adorno, Benjamin und ihre heutigen Schüler sagen, in einer Konstellation. Nehmen wir deren Potential an Widersprüchlichkeit auf, so gelangen wir in Bereiche neuer Einsichten, die auf Tat drängen.

Der Text erschien erstmals in: Martin Warnke, Wolfgang Coy, Georg Christoph Tholen (Hg.): HyperKult II. Zur Ortsbestimmung analoger und digitaler Medien, Bielefeld 2005, 123–149.

01↔

Vgl. Walter Benjamin: „Lehre vom Ähnlichen“, sowie: „Über das mimetische Vermögen“, in ders.: *Medienästhetische Schriften*, Frankfurt/Main 2002, 117–122, und 123–126.

02↔

Kommentar im Text.
Vgl. Charles Sanders Peirce: *Phänomen und Logik der Zeichen*, Frankfurt/Main 1983.

03↔

Vgl. Sybille Krämer (Hg.): *Medien, Computer, Realität. Wirklichkeitsvorstellungen und Neue Medien*, Frankfurt/Main 1998.

04↔

Wolfgang Bock: *Bild – Schrift – Cyberspace. Grundkurs Medienwissen*, Bielefeld 2002, 65.

05↔

Vgl. Renato Barilli: „Wie das Zeitalter der Elektronik die visuellen Künste verändert hat“, in: Gianni Vattimo/Wolfgang Welsch (Hg.): *Medien – Welten, Wirklichkeiten*, München 1998, 127–137.

06↔

Vgl. Nicholas Negroponte: *Being Digital*, London 1996, 14.

07↔

Vgl. Barilli 1998.

08↔

Theodor W. Adorno: *Ästhetische Theorie*, Frankfurt/Main 1998, 412.

09↔

Georg Christoph Tholen: „Digitale Differenz. Zur Phantasmatik und Topik des Medialen“, in: Martin Warnke, Wolfgang Coy, Georg Christoph Tholen (Hg.): *HyperKult. Geschichte. Theorie und Kontext digitaler Medien*, Basel, Frankfurt/Main 1997, 99–116.

10↔

Frieder Nake: „Von der Interaktion. Über den instrumentalen und medialen Charakter des Computers“, in ders. (Hg.) *Die erträgliche Leichtigkeit der Zeichen. Ästhetik, Semiotik, Informatik*, Baden-Baden 1993, 165–189.

11↔

Angelika Hopp, Frieder Nake: *Das allmähliche Auftauchen des Computers als Medium. Ergebnisse einer Delphi-Studie*, Informatik Bericht, 3 (1995).
Sowie: Heidi Schelhowe: *Das Medium aus der Maschine. Zur Metamorphose des Computers*, Frankfurt/Main 1997.

12↔

Tholen 1997, 115f.
Hervorhebung der Autoren.

13↔

Meyers Großes Taschenlexikon in 24 Bänden, 2. Auflage 1987, Bd. 4, 359.

14↔

Vgl. Frieder Nake: *Ästhetik als Informationsverarbeitung*, Wien/New York 1974, 214–220.

15↔

Vgl. *Abb. 02*.

16↔

Vgl. Lambert Wiesing: *Die Sichtbarkeit des Bildes. Geschichte und Perspektiven der formalen Ästhetik*, Reinbek 1997.

17↔

Walter Benjamin: *Das Passagen-Werk. Gesammelte Schriften* Bd. V-1, Frankfurt/Main 1991, 578.

18↔

Vgl. Hans Ulrich Reck: „Entgrenzung und Vermischung. Hybridkultur als Kunst der Philosophie“, in: Irmela Schneider, Christian W. Thomsen (Hg.), *Hybridkultur: Medien Netze Künste*, Köln 1997, 91–117, hier 103f.

19↔

Vgl. Benjamin 2002, 118f.

20↔

Vgl. Frieder Nake: „Das algorithmische Zeichen“, in: Kurt Bauknecht, Wilfried Brauer, Thomas Mück (Hg.), *Informatik 2001: Wirtschaft und Wissenschaft in der Network Economy – Visionen und Wirklichkeit*, Tagungsband der GI/OCG Jahrestagung in Wien 2001, Schriftenreihe der Österreichischen Computer-Gesellschaft 157, Band 2, Konstanz 2001, 736–742.

21↔

Vgl. Adorno 1998, 386.

22↔

Vgl. Vilém Flusser: *Ins Universum der technischen Bilder*, Göttingen 1999.

23↔

Vgl. Max Bense: *Aesthetica*, Baden-Baden 1965.

24↔

Vgl. Helmut Kreuzer (Hg.): *Die zwei Kulturen. Literarische und naturwissenschaftliche Intelligenz. C. P. Snows These in der Diskussion*, München 1987.

25↔

Vgl. John Brockman (Hg.): *The Third Culture. Beyond the Scientific Revolution*, New York 1995.

26↔

Vgl. Peter Euler: *Technologie und Urteilskraft*, Weinheim 1999.

27↔

Kommentar im Text.
Vgl. Nelson Goodman: *Sprachen der Kunst. Entwurf einer Symboltheorie*, Frankfurt/Main 1997, 154ff.

28↔

Vgl. Max Bense: „Descartes und die Folgen. Ein aktueller Traktat“, in ders.: *Ausgewählte Schriften*, Bd. 1, Stuttgart 1997, 271–315.

Abb. 01:

Frieder Nake: „13/9/65 Nr. 2“ (Hommage Paul Klee), Tusche auf Papier, 40x40cm. Quelle: Frieder Nake.

Abb. 02:

Prozesse und Produkte algorithmischer Kunst. Unten: operierende Instanzen; oben: Ergebnisse bzw. Voraussetzungen von Operationen. Quelle: Martin Warnke, Wolfgang Coy, Georg Christoph Tholen (Hg.): *HyperKult II. Zur Ortsbestimmung analoger und digitaler Medien*, Bielefeld 2005, transcript, 123–149.

Tab. 01:

Verdoppeltes Bild, Sichtbarkeit und drei Semantiken. Quelle: s. Abb. 02

$$I(x, x') = g(x, x') \left[\epsilon(x, x') + \int_s \rho(x, x', x'') I(x', x'') dx'' \right]$$

Abb. 01: Gero Gries: „Küche“, 1995.



- 01 „The idea becomes a machine that makes the art“, hatte Sol LeWitt 1967 geschrieben ↔: „Die Idee wird zu einer Maschine, die die Kunst macht.“ Arg verspätet, aber immerhin, möchte ich antworten: „Exactly this, dear Sol LeWitt, has happened some years before you wrote it.“ ↔
- 02

Denn seit etwa 1962 hatten in den USA und in West-Deutschland ein paar Computerexperten damit experimentiert, ihre Ideen zu Computerprogrammen werden zu lassen, die Zeichnungen an die Wände von Galerien bringen sollten, also nichts anderes als Kunst

zu machen. Der Hinweis klagte ein, Computerkunst und Konzeptkunst als immer eng mit einander verwandt zu begreifen. Die Maschine, die den *Konzeptionierern* ein Gedanke war, war den *Computationierern* handfeste Wirklichkeit. Vielleicht gelingt es mir in diesem Essay, solch einen Vergleich plausibel zu machen.

Eine Überschrift

Die Überschrift dieses Aufsatzes, diese doch etwas komplexe Formel, wird der Leserin einigermmaßen fremd erscheinen. Irritation und Verfremdung sollen offenbar Aufmerksamkeit wecken. Aufmerksamkeit für eine Auseinandersetzung mit digitaler Kunst? Sie stellt noch immer einen sperrigen und spröden Gegenstand dar, dem trotz einschneidender Änderungen seiner allgemeinen kulturellen Wahrnehmung mit etlichem Befremden und Unverständnis, oder gar abstoßender Haltung begegnet wird.

Wir bewegen uns mit diesem Aufsatz in die Welt der digitalen Medien hinein, speziell in die digitale Kunst. Für sie hat sich die Kunsthalle Bremen seit 2004 spürbar engagiert. Sie verfügt über eine große und hervorragende Sammlung früher Werke der Computerkunst. Die beiden Sammlungen Herbert W. Frankes machten den Anfang. Sie strahlen so weit aus, dass inzwischen weitere Überergänzungen die Sammlung ergänzen.

Mit ihrem Bestands-Katalog aus dem Jahre 2007 steht die Kunsthalle Bremen bisher allein da in der Welt. Niemand kann Vergleichbares aufweisen. ↪ Anlass genug, in diesem Beitrag auf ungewohnte Weise der algorithmischen Kunst näher zu treten: mit einem ungewohnten Titel. Das darf ich hier versuchen.

03

The Rendering Equation

Was dem Beitrag als Titel vorangestellt ist, dürfte insofern als ungewöhnlich erscheinen, als wir leicht besprechen können, was wir da sehen, dass wir dieses aber nur schwer aussprechen können. Wenn das so ist, dann verfehlt die vorangestellte Druckerschwärze aber gerade ihren gewöhnlich verfolgten Zweck. Der Titel nämlich soll Zeichen werden für das Ganze, zu dem er gehört, von dem er Teil ist und das er vertritt. Einen Titel soll man sich gut einprägen und merken können. Mit ihm will man sich auf den Aufsatz beziehen

können. In ihm soll der Text gegenwärtig werden, auch wenn er abwesend ist. Dem Titel soll, wie jedem Zeichen sonst auch, eine gewisse Zauberkraft innewohnen.

Gerade solch einer Erwartung aber entzieht der Autor seinen Aufsatz, indem er ihn unaussprechlich überschreibt. So, als käme es ihm gar nicht darauf an, zitiert zu werden. In der Tat, wie soll das Zitieren in anderen Druckwerken vor sich gehen, wenn man den Titel nicht auf der Tastatur eines Schreibgerätes reproduzieren kann? Kann im gewöhnlichen Geschäft der Drucklegung der hier in Rede stehende Titel auch nur korrekt gesetzt werden? Und was ist überhaupt Titel von den beiden Bestandteilen, der Formel und der Abbildung, die vorausgehen?

Es scheint, also zwänge ich als Autor dieses Mach-Werkes den Leserinnen und Lesern eine Meta-Diskussion auf, auf die sie nun gar nicht erpicht oder vorbereitet sind. Kunst, digital und algorithmisch und vielleicht interaktiv soll es doch sein, das Thema, was schon fremd genug ist, aber dann soll es wenigstens nicht so daher kommen wie hier. Doch gemacht! Vielleicht wird sich ja herausstellen, dass dieses Intro auf vertrackte Weise mit dem eigentlichen Thema, der Digitalität und der Algorithmizität maschineller Kunst verbunden ist.

Vermutlich reagieren wir verschieden auf die beiden Teile des Titels. Wir sehen ein Bild und eine Formel. Sie besitzen eine je besondere Ästhetik. Wir bemerken im Bild und in der Formel Elemente und Komponenten. Wir geben ihnen Namen und messen ihnen mit den Namen Eigenschaften bei: Küche, Formel, Kühlschrank, Gleichung, leer und hell, lang und düster, Küchenzeile, Klammerstruktur, Backofen, Integral. Das könnte so oder ähnlich weitergehen. Wir blicken, wenn wir ein wenig Geduld aufbringen, auf ein zweidimensionales Bild, das ein Abbild einer uns vertrauten Situation zu sein scheint. Die vollkommene Leere des Kühlschranks mag uns ein wenig aus der Fassung bringen. Doch was bringt uns nicht, wenn es um Kunst geht, aus der Fassung?

Bringen wir noch etwas mehr an Geduld auf, so blicken wir auf die im wesentlichen von links nach rechts zu lesende Formel, die insofern eindimensional ist, linear, wenngleich die strenge Linearität an einigen Stellen ein klein bisschen durchbrochen ist. Diese Formel ist eine Gleichung. Das sehen wir am Gleichheitszeichen: =.

$$I(x, x') = g(x, x') \left[\epsilon(x, x') + \int_S \rho(x, x', x'') I(x', x'') dx'' \right]$$

Zwei Dinge werden einander gleich gesetzt: das, was links von = steht, soll gleich dem sein, was rechts davon steht.

„Gleich“ im visuellen Sinne sind beide offensichtlich nicht. Es muss etwas hinter den sichtbaren Formen sein, das das Reden von Gleichheit rechtfertigen kann. Errechnete Werte könnten es sein oder bezeichnete Objekte, auch ein Vorgang in der Zeit: mache dies und gib dem Ergebnis dann einen neuen Namen.

Erlauben wir uns den Spaß, aufzuschreiben, wie die Formel auszusprechen wäre (um in den Genuss dieses Sprechens zu kommen, muss die Leserin die Formel gleichzeitig im Auge behalten):

Die Funktion I von x und x' ist gleich dem Produkt aus g von x und x' mal Klammer epsilon von x und x' plus Integral über S über die Funktion rho von x, x' und x'' mal I von x' und x'', wobei über x'' integriert wird. Klammer zu, natürlich.

Das sagt uns aber gar nichts, wenn wir nicht wissen, wofür jeder der Buchstaben steht. Dass diese Buchstaben die Namen von Variablen und Funktionen sind, ahnen wir längst. Wenn wir angeben, wofür sie stehen, wird uns die Gleichung vielleicht verständlicher werden, vielleicht aber noch immer fremd bleiben. Ein erstes Verstehen wird wohl jedenfalls überraschend sein. Ein wenig mehr Ausharren muss ich von der Leserin, dem Leser erbitten (und es geht nachher anders weiter).

Bei der Gleichung handelt es sich um die formale Wiedergabe einer Aussage über die Intensität des Lichtes an einem Punkt irgendwo in einer Szene. Eine *Szene* soll so etwas wie ein Raum sein, in dem sich allerlei Gegenstände befinden können, also Möbel, Teppiche, Nippes, Blumen, Wände, Lampen, Bücher – was es auch sei.

Das Licht, das von irgendeiner „Ecke“ dieser Szene (in der Formel wird sie x' genannt) zu einer anderen „Ecke“ gelangt (in der Formel: x genannt) wird entweder von der ersten „Ecke“ (dem Punkt x') selbst ausgestrahlt oder aber es ist von anderswoher (von irgendeinem x'') dorthin gekommen und wird von hier nun weiter zur bewussten Ecke x reflektiert, die wir betrachten. Sehen Sie, wie diese drei Punkte x , x' und x'' ausreichen, um die elementare Situation zu beschreiben, die in jeder Szene hinsichtlich der Bestrahlung mit Licht je herrschen kann?

Anders, als aus diesen beiden Quellen gespeist (dem emmitierten und dem reflektierten Licht), können wir uns den Vorgang nicht denken, der Licht von einer Stelle x' zu einer anderen Stelle x bringt. Nur aus eigenem Leuchten der x' genannten Stelle und durch Reflektion von Licht an der Stelle x' kann Licht zu einer anderen Stelle x der Szene gelangen. Das leuchtet logisch und physikalisch sofort ein. Das Ganze geht aber nur dann, wenn die Stelle x von x' aus überhaupt erreichbar, wenn x von x' her also sichtbar ist, wenn also nichts anderes aus der Szene im Weg von x' nach x steht oder liegt. Diese Bedingung wird durch den Term $g(x, x')$ ausgedrückt. Kommt kein Licht durch, so ist der Term gleich Null. Geht etwas durch, so ist er nicht Null.

Bleibt noch das Integral. Das Integral steht, wie manche sich erinnern mögen – den anderen hat das Schulsystem diese wichtige Errungenschaft der Moderne vermiest – für so etwas wie eine Summenbildung. Eine Summenbildung aus den kleinsten, feinsten Teilen. Es ist zwar wirklich mehr als das, aber die Vorstellung einer Summenbildung ist hilfreich ↔.

Das Integral entsteht aus einer Summenbildung über infinitesimal kleine Teile, wie die Mathematiker sich ausdrücken.

Alles Licht, das von der Stelle x' nach x hin reflektiert wird, muss ja von irgendwo anders gekommen sein: nennen wir diese andere Stelle der Szene x'' . ↔

Man spricht das, auch das wird erinnerlich sein, aus: „ x zwei-Strich“, so wie man x' als „ x Strich“ spricht.

Dann muss nun also von allen überhaupt in der Szene vorhandenen Punkten x'' aufgesammelt werden, was an Licht von ihnen nach x' geht. Das genau soll das Integral leisten. Eine mächtige Operation! Wir wissen vielleicht nicht, wie wir sie ausführen sollten. Aber wir können sie formal schon angeben. Eine Idee, so könnten wir uns von den Konzeptkünstlern sagen lassen, die zur Maschine werden könnte, wenn wir sie noch genauer fassten.

Die Operation der Integration klappt in dem Sinne, den wir mit der Formel verfolgen, auch nur dann, wenn im Integral noch eine weitere Gegebenheit beachtet wird. Es kann ja sein, dass nur ein Teil des Lichtes, das aus der Szene bei x' eintrifft, von dort nach x

$$I(x, x') = g(x, x') \left[\epsilon(x, x') + \int_s \rho(x, x', x'') I(x', x'') dx'' \right]$$

reflektiert wird. Diese physikalische Tatsache wird mit dem Term r eingefangen. Er modelliert die „Reflektivität“ des von x'' über x' zu x gelangenden Lichtes. Noch solch eine mächtige Angelegenheit. Mathematik ist nicht die Vorstufe zur Hölle, wie manche meinen mögen, sie ist vielmehr die Vorstufe zum Programm und damit zur Maschine. In Zeichen formuliert der Mathematiker die Ideen, die der Informatiker in Maschinen konkretisiert (nämlich in Programmen).

Noch einiges wäre zur Gleichung zu sagen, doch für unseren Zweck reicht es längstst. ↵

06

Nur, um das anzudeuten: Die physikalische Grundlage für die Gleichung ist der Satz von der Energie-Erhaltung in einem energetisch abgeschlossenen System. Die Strahlungsdichte des Lichtes wird auf der Grundlage der geometrischen Optik bilanziert. In die Formel wäre noch die Abhängigkeit von der Zeit und von der Wellenlänge des Lichtes einzubringen.

Die Leserinnen und Leser, die mir bis hierher gefolgt sind oder nun wieder mitlesen, können einen gewissen Eindruck von der Ausdruckskraft gewonnen haben, die in einem solchen Formalismus steckt. Denn bedenken wir wohl: In der Gleichung wird eine Aussage darüber gemacht, wie unter bestimmten Annahmen jene Lichtstrahlung zu berechnen ist, die von einer beliebigen Stelle einer Szene zu einer anderen, ebenso beliebig gewählten, gelangt. Ob die Gleichung tatsächlich gelöst werden kann, ist eine andere Frage.

Um nun aber endlich zu dem Thema zu kommen, das uns viel mehr interessieren wird, die Bilder nämlich: es mag uns angesichts der Formel ganz ähnlich ergehen wie mit einem Bild, vor dem wir staunend stehen, auf dem wir Farben und Formen sehen, sonst aber vielleicht nichts. Wer denn, Hand aufs Herz, blickt bei der ersten Begegnung mit einem Bild des Symbolismus, bei der ersten Ansicht eines neoplastischen Bildes von Piet Mondrian, beim ersten Gewahrwerden einer chinesischen Tusche-Landschaft gleich tief in die Bedeutungsgeschichten der jeweiligen Zeit, des Stiles und des Künstlers, weit unter die Oberfläche der Erscheinung von Farben in Formen?

Können wir überhaupt etwas „sehen“, ohne dabei unsere eigene Geschichte zu bedenken, unsere Kultur herbei zu bemühen, ohne den engeren Kontext und die Situation, in der wir mit dem Bild, mit

der Formel zusammen sind? Eine sehr rhetorische Frage mag das sein, die nicht mehr als ein Gewährwerden erreichen soll und kann. Aber berechtigt wäre sie allemal, wenn es darauf ankäme, mit Formeln so umzugehen wie mit Bildern. Letztere, die uns so vertraut zu sein scheinen, sind es doch nur dann und insofern, als wir viele von ihnen gesehen haben mögen, als wir uns gar mit ihnen auseinander gesetzt haben, angeleitet oder nicht.

In die Bilder haben wir uns eingesehen. Wir starren sie nicht nur an. Wir sehen in sie hinein und finden bei solchem Hineinsehen etwas heraus. Bei den Formeln geht uns das nicht so. Wir sind sie nicht gewohnt. Sie sind zwar lebenswichtig für alles, was in unserer Kultur geschieht. Doch vertraut sind sie uns normaler Weise nicht. Sie fristen daher, völlig ungerechtfertigter Weise, ein armseliges Dasein im absoluten Schatten. Ungerechtfertigt deswegen, weil ihre Bedeutung für unsere Kultur und Gesellschaft gewiss so groß ist wie die der Bilder. In unserem Gegenstand, dem digitalen Bild, kommen beide Seiten zusammen. Das ist neu, es ist sensationell, und wir tun gut daran, es zu bemerken.

Aufmerksam machen wollte ich bis hierher nur darauf, dass wir im Regelfall bereit zu sein scheinen, einige Mühe für das Verstehen von Bildern aufzubringen. Weniger scheint das, in der Regel, bei Formalismen der Fall zu sein.

Die Formel, die als Titel dieses Aufsatzes herhalten muss, ist im Jahr 1986 gleichzeitig von James T. Kajiya und von David S. Immel, Michael F. Cohen und Donald P. Greenberg veröffentlicht worden. ↪
 07 Unsere Gleichung ist unter dem Namen *Rendering Equation* in die Literatur der Computergrafik eingegangen. Sie stellt in knappest möglicher Form eine rechnerisch schwierig zu lösende, aber konzeptionell leicht zu verstehende Aufgabe dar. Könnte diese Aufgabe für eine gegebene Szene gelöst werden, so besäße die Informatik ein Mittel, das sie nahezu auf Augenhöhe mit der Fotokamera brächte. Jedenfalls für bestimmte Lichtverhältnisse und Oberflächen. Was kann das heißen?

Ohne vielleicht genau zu wissen, wie es dazu kommt, vertraut jeder von uns darauf, dass, halten wir eine Kamera in die Richtung der Szene, von der wir ein Bild aufnehmen wollen, es nur noch des Druckes auf den sog. Auslöser bedarf – und auf dem Film (altmodisch) oder im digitalen Speicher (aktuell) befindet sich alles, was es braucht, um das Bild zu haben, es herzustellen. Eventuell müssen

$$I(x, x') = g(x, x') \left[\epsilon(x, x') + \int_s \rho(x, x', x'') I(x', x'') dx'' \right]$$

wir vor dem Auslösen noch etwas einstellen. Für die Aufnahme setzen wir so Bedingungen, die die Qualität des Bildes beeinflussen. Eventuell ist nach der Speicherung auch noch Bearbeitung verlangt, bevor wir ein Stück Papier in der Hand halten, das wir als das gewünschte Bild akzeptieren. Aber der Kern der Sache geht flugs vonstatten, mit Lichtgeschwindigkeit nämlich. Denn das Licht schreibt sich selbst dem Material ein, das der Träger des Bildes der Szene wird. Ein physikalischer Automatismus wirkt. Um ihn anzustoßen und ablaufen zu lassen, haben Menschen mit der Fotokamera das geeignete Gerät konstruiert.

Was das Licht – ohne das es das Bild nicht geben kann – im gewöhnlichen Fall der modernen *optischen* Bildgebung selbsttätig und implizit leistet, das muss im noch nicht so gewöhnlichen Fall der postmodernen *algorithmischen* Bildgebung durch geeignete Beschreibungen erst explizit gemacht werden. Mit anderen Worten heißt das: was dem Licht innewohnt an physikalischer Fähigkeit, das muss dem Algorithmus, der das Bild der Szene berechnen soll, erst in allen Einzelheiten mitgeteilt, muss ihm eingeschrieben werden.

So schließt sich nun der Kreis. Die Szene, die im Bild gezeigt werden soll, muss mitsamt der Lichtquellen, die sich in der Szene befinden, zunächst vollständig hinsichtlich ihrer Geometrie und Lichtreflektion beschrieben werden. Danach muss für diese Situation die *Rendering Equation* gelöst werden. Das aber gelingt praktisch nur annäherungsweise und unter zusätzlichen Annahmen.

Gibt es z.B. in einer Szene keinerlei spiegelnde Oberflächen, so geht es ganz gut. Gibt es andererseits nur ideal spiegelnde Oberflächen, so geht es auch ganz gut, aus der *Rendering Equation* ein Bild zu berechnen. ↪

08

Die beiden angesprochenen Verfahren heißen **Radiosity-Berechnung und Strahlverfolgung**.

Dies sind ideale Extremfälle. Alle wirklichen Szenen liegen dazwischen. Dann ist guter Rat etwas teurer. Die doch ein wenig magisch anmutende Gleichung stellt so etwas wie das allgemeinste Wissen über die Herstellung eines Bildes aus einer Szene dar. ↪

09

Es ist darauf hinzuweisen, dass das Lösen der Gleichung noch gar kein Bild liefert, sondern nur die Verteilung der

Lichtintensitäten in der Szene. Ein Bild daraus zu machen, verlangt noch einen gesonderten Programmschritt.

Praktisch nützlich wird sie nur in extremen Sonderfällen – so eben verhält es sich mit dem Wissen als Prinzip und als Rezept.

Da mag eine Anmerkung noch ein überraschendes Licht auf das Verhältnis von informatischer Arbeit an Algorithmen und geisteswissenschaftlicher Interpretation von Bildtechnik werfen. Der Germanist, Medientheoretiker und Historiker Friedrich Kittler hatte vor mehr als einem Jahrzehnt einen Aufsatz veröffentlicht, der eben unsere Gleichung aufführt, wenn auch als Motto, nicht als Titel. ↪
 10 Hübsch zeigt er der vielleicht ein wenig staunenden Leserschaft ein paar Abbildungen aus Publikationen der Informatik, in denen die Autoren sich mit hoch entwickelten Verfahren damit auseinandersetzen, die *Rendering Equation* zu lösen. Kittlers Text kommt ohne Formeln aus, ist durchaus zu lesen und gespickt mit heiteren Hinweisen auf die Geistesgeschichte. Er unterlässt es auch nicht, ein feines Schmankerl aus der Informatik anzuführen.

Das sog. *Radiosity*-Verfahren ist nämlich u.a. dazu verwendet worden, Bilder von Jan Vermeer aus dem algorithmisch leeren Raum heraus per Computer wieder entstehen zu lassen, von dort also, wo es den Raum nicht physikalisch als gewichtige Möbelstücke, lichtdurchflutete Fenster und renaissance-gekachelte Böden gibt, sondern einzig und allein in abstrakter Beschreibung mittels Formeln. Grenzt das nicht an Zauberei? Und finden wir es nicht ein wenig erstaunlich, dass der menschliche Geist zu solchem fähig ist? David Stork von der Stanford University studiert Bilder (wie etwa das des Mädchens der Abb.01) in solchem Detail, dass er dem Licht genau auf die Spur zu kommen glaubt, das in jenem Raum geherrscht haben müsste, in dem sie sich befindet. So geht er etwa der Spiegelung auf dem Perlen-Ohring nach oder den Details des Schattenwurfes um die Nase des Mädchens herum. An mehreren Renaissance-Gemälden haben er und seine Studenten solche Studien durchgeführt. ↪
 11 Ein neuer Vermeer kommt dabei nicht heraus, und das zu verlangen, wäre auch eher kitschig. Die Rekonstruktionsarbeit aber ist erstaunlich. Sie verlangt nach einer Mathematik von der Art, wie sie in unserer Gleichung angedeutet wird.

Um diese, zugegeben, etwas trockene Einleitung nun abzuschließen, sei noch einmal auf die Bedeutung der Titel-Gleichung

$$I(x, x') = g(x, x') \left[\epsilon(x, x') + \int_S \rho(x, x', x'') I(x', x'') dx'' \right]$$

hingewiesen. Sie beschreibt für eine beliebige (algorithmisch vorgelegte) Szene, wie sich das Licht in ihr ausbreitet. Für jeden Fleck, jedes kleine Flächenstück gibt sie an, welches Licht (also welche Farbe) dort herrscht. Wenn ein Programm diese Gleichung für die gesamte Szene lösen kann, erhalten wir von jedem Standort aus ein zutreffendes Bild. Allerdings darf sich nichts ändern und nichts bewegen. Was das Licht im Fall der Fotografie physikalisch selbsttätig tut, das leistet die *Rendering Equation* im Fall der Algorithmik blind.

Damit solches gelingen kann, muss in diese Gleichung alles eingehen, was die Physiker über die Ausbreitung des Lichtes in Gesetze fassen konnten.



Abb. 02: Jan Vermeer: „Mädchen mit dem Perlohrgehänge“, ca. 1665–67.

Darüber hinaus muss alles eingehen, was die Mathematiker über die näherungsweise Lösung von Integralgleichungen wissen.

Schließlich muss alles eingehen, was die Informatiker über die effiziente numerische Lösung von Gleichungssystemen herausgefunden haben.

Ob das vielleicht – endlich komme ich zur Kunst zurück! – auch etwas mit Ästhetik und Wohlgefallen zu tun haben könnte? Das wäre nun die Frage an die Modellierung der Szene und an die Justierung der Lichtquellen. Alle Bilder, die sich einer solchen Aufgabenstellung verdanken, sind dann herstellbar.

Wir halten inne vor der Kunstgeschichte. Als die Fotografie erfunden war (Mitte des 19. Jahrhunderts), als deutlich wurde, dass ihre Bilder es hinsichtlich der Treue der Abbildung mit den Leinwänden der Maler in einem gewissen, eingeschränkten Sinne aufnehmen könnten, da konnten die Maler die handwerkliche Aufgabe des getreuen Abbildens zur Seite legen. Die Malerei wurde von den Fesseln des Abbildens befreit! Die Kunst, der sie sich nun neu zuwandten, explodierte. Ganz neue, fremde Sichten brachen unter dem Zugriff der Künstler aus den Leinwänden hervor. Nicht lange und die sog. abstrakte Kunst war geboren, der die konkrete auf den Fersen folgte, die ausdrücklich nicht abstrakt war. Jedem in der Kunstgeschichte auch nur ein wenig Bewanderten ist dies geläufig. Mit der digitalen Kunst wird ihr ein neues Kapitel aufgeschlagen und geschrieben, ein reichhaltiges.

Konkrete Kunst

Aufgabe dieses Beitrages ist es nicht, einen Abschnitt der Kunstgeschichte zu rekapitulieren. Aber da wir es mit Computern, also Algorithmen und Programmen, zu tun haben, die längst an die Tore der Museen geklopft und dort auch Einlass erhalten haben, wird es notwendig sein, hier und da zwischen dem Feld der Kunst und der digitalen Welt Verbindungen zu knüpfen. Am dringlichsten ist die Verbindung zur konkreten Kunst.

Theo van Doesburg notiert in „Die Grundlage der konkreten Malerei“ 1930 apodiktisch:

„Das Kunstwerk muss vor seiner Ausführung vollständig im Geiste entworfen und ausgestaltet worden sein. Von der Natur, von

$$I(x, x') = g(x, x') \left[\epsilon(x, x') + \int_s \rho(x, x', x'') I(x', x'') dx'' \right]$$

Sinnlichkeit oder Gefühl vorgegebene Formen darf es nicht enthalten. Lyrik, Dramatik, Symbolismus usw. sind zu vermeiden.“↵

12

„Vollständig im Geiste“ – man stelle sich das praktisch vor. In einer Manifest-Erklärung akzeptieren wir die unerbittlich ausschließende Radikalität solcher Sprache. Sie sagt uns vielleicht sogar zu. Neues kündigt sie an, verlangt sie, lässt sie allein noch gelten.

Ach, mag der Wissenschaftler denken, Du hast es leicht, Künstler! Ohnehin sind wir bereit dazu, dem Künstler viel nachzusehen, was er in der Formulierung seiner Position des Sagens für notwendig erachtet. Nachdenken dürfen wir darüber oft nicht allzu genau. Denn vieles müsste sonst der Lächerlichkeit preisgegeben werden.

Doesburg geht gleich noch ein wenig weiter: ausschließlich aus Flächen und Farben, den rein bildnerischen Elementen, muss das Gemälde entstehen. „Ein Bildelement bedeutet nichts anderes als ‚sich selbst‘, folglich bedeutet auch das Gemälde nichts anderes als ‚sich selbst‘.“↵ Das ist die Konkretheit des Bildes.

13

Wenn wir die Auffassung teilen, dass die Werke der Kunst zunächst immer materiell sein müssen, um nämlich sinnlich überhaupt wahrgenommen werden zu können, dass sie aber über ihre pure Materialität hinaus immer auch zum Zeichen werden, so ist das Credo oder Postulat des Konkreten gleichbedeutend damit, dass Werke konkreter Kunst selbstbezüglich im reinsten und strengsten Sinne sind. Sie bedeuten nichts anderes als sich selbst: das heißt semiotisch, dass Repräsentamen (das, was bezeichnet) und Objekt (das, was bezeichnet wird) gleich sind, in einander fallen.↵

14

Wir folgen hier der Terminologie von Charles Sanders Peirce. Danach ist das Zeichen eine dreistellige Relation, die von einem Ersten für ein Zweites mittels eines Dritten gebildet wird. Das Erste nennt Peirce auch Repräsentamen, das Zweite Objekt, das Dritte Interpretant.

Das konkrete Werk steht für sich selbst. Es ist, was es ist, und sonst nichts. Noch einmal van Doesburg: „eine Fläche hingegen ist eine Fläche, eine Linie ist eine Linie, nicht mehr und nicht weniger.“ Dies sagt er, kurz nachdem er den Unterschied zwischen abstrakt und konkret, was die Malerei angeht, gekennzeichnet hat: „Eine Frau, ein Baum, eine Kuh sind konkret in der Natur, aber in der Malerei sind sie

15 abstrakt, illusorisch, vage, spekulativ ...“.[↔] Danach kommt der eben erwähnte Satz von der Fläche.

Max Bill selbstverständlich führt das Konkrete der Malerei ähnlich weiter. Konkret „ist jene Gestaltung, welche aus ihren eigenen
16 mitteln und Gesetzen entsteht“.[↔] Solche Kunst „ist etwas in ihrer eigenart selbstständiges, sie hat eine gleichwertige Existenz neben
17 der Naturerscheinung.“[↔] Die „absolute Klarheit“ gilt es zu erreichen. Die Gesetzmäßigkeit ist Ziel konkreter Kunst. Also können wir annehmen: nicht das Dumpfe, Empfundene, Unbegründete. Die Realität der konkreten Kunst ergibt sich gesetzmäßig und dieser ihrer Natur gemäß ist sie eine Realität des Geistigen vor dem
18 Materiellen.[↔]

Warum führe ich diese Bemerkungen des Niederländers aus 1930 an und die des Schweizer aus einige Jahre danach oder auch später aus seiner Zeit als Gründungsrektor der Ulmer Hochschule für Gestaltung, als in Ulm die ästhetische Antwort auf die Naziherrschaft gegeben wurde, so wie das Bauhaus Hochschule für Gestaltung die ästhetische Antwort auf das Kaiserreich und seinen Weltkrieg war? Ich führe die kühnen Glaubenserklärungen der Konkreten in unserem Kontext an, weil die algorithmische Kunst nicht anders zu begreifen ist als eine noch einmal zugespitzte konkrete Kunst.

Denn die Zeichen aus dem Computer können gar nicht anders als konkret sein – was im gleichen Atemzug ja bedeutet, dass sie als Zeichen nur eingeschränkt Zeichen sind. Sie sind gekappt, verkürzt, nicht vollwertig Zeichen, eben weil Repräsentamen (ihre Materialität) mit Objekt (ihre Relationalität) in eins fallen. Das ist so, und es ist so ohne jede Frage, weil das algorithmische Werk seine Entstehung einem automatisierten Prozess schuldet. Was auf der Zeichenmaschine in der Zeit früher Computerkunst (Abb.02) entsteht, sind Linien, die Linien sind und nichts anderes.

Die Linien der Abb.02 entstehen als Ergebnis eines einfachen Programmes, das ein Mensch geschrieben hat (hier heißt er Georg Nees) und das er dem Computer übergeben hat, damit es unter Verwendung einer großen Menge aleatorischer Entscheidungen eine Zeichnung generiere. Danach kann es, nach neuem Start des Programms, noch eine zweite und noch eine dritte erzeugen, wie es eben sei, usf. Sie wären einander in gewissem Sinne ähnlich, jedoch nur in Grenzen, denn die Parameter des Programms können selbst

$$I(x, x') = g(x, x') \left[\epsilon(x, x') + \int_S \rho(x, x', x'') I(x', x'') dx'' \right]$$

in einem einfachen Fall wie diesem bereits gewaltige Unterschiede auf visueller Ebene zustande bringen.

Was wir als Linie sehen (Tusche auf Papier), sieht der Computer nicht, da die Maschine nichts sieht. Was die Maschine als Ausgabe verlässt, das sind Signale – also Zeichen, die auf ihre materielle Dimension reduziert worden sind. Signale sind das, was vom Zeichen bleibt, wenn es nicht mehr interpretiert wird, wenn es auf keinen Kontext mehr ankommt, wenn es eben automatisch hergestellt wird.

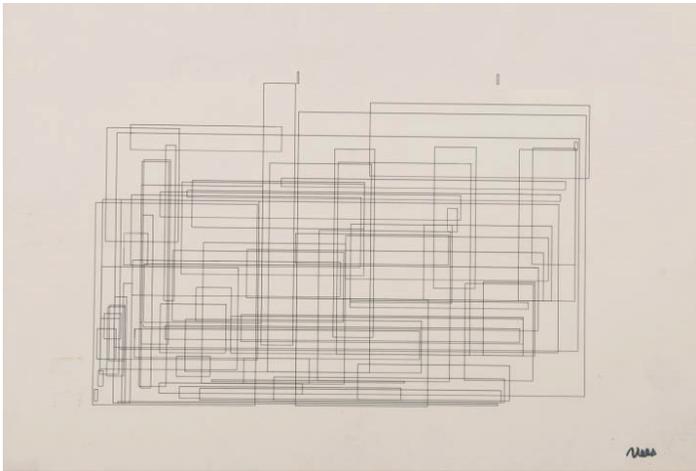


Abb. 03: Georg Nees: „Achsenparalleler Irrweg“.

Sehen wir nun aber die Linien auf dem Papier, so können wir nicht anders, als sie zu interpretieren. Wir sind als Menschen, als semiotische Tiere also →, immer schon in Zeichenprozessen befangen und wir können kein Signal in unserer Umgebung wahrnehmen, ohne es zu interpretieren, wodurch wir es aus seinem nur physikalischen in ein semiotisches Sein heben: in sein Sein für uns.

Erstaunlich! Wie tief das reicht, sehen wir bereits, wenn wir von „Linie“ sprechen. Damit nämlich ordnen wir den Signalen, die Programm und Computer erzeugen, bereits eine erste, sehr niedrige Bedeutung zu. Die Signale, die den Computer als Ergebnis der Berechnungen des Programms verlassen, sind Codierungen der winzigen grafischen Fetzen, aus denen das sich technisch zusammensetzt, was wir „Linie“ nennen. Gewiss, die semantische Höhe

dieser Zuschreibung ist noch gering. Doch der Computer arbeitet auf solch niedrigst-semantischer Stufe. Bei ihm, in seinen Schaltungen, bei seinem Befolgen der Kommandos des Programms, geht es so konkret zu, wie es nur konkret sein kann: geradezu militärisch.

Der militärische Befehl muss so befolgt werden, wie es den Rekruten eingebläut worden ist. Heißt der Befehl „In den Dreck mit der Fresse!“, so muss der Rekrut ohne großes Zögern seine Fresse in den Dreck stecken und sonst nichts tun. Wäre er ein Computer, so würde er dabei nicht einmal etwas Unrechtes empfinden. Empfindet er z.B. noch Groll oder Hass auf den Schleifer, wenn er mit seiner konkreten Fresse im Dreck steckt, so ist das Ziel militärischer Ausbildung bei ihm noch nicht erreicht.

Versteige ich mich hier? Schätze ich nicht selbst bis zum heutigen Tag die Entwürfe von Richard Paul Lohse, Karl Gerstner und so vielen anderen über alle Maßen: ihre konkrete Kunst? Doch, das tue ich. Ich tue es, eben weil ohne einen Beginn in der konkretesten Konkretheit der Linie und des Farbflecks nichts aus dem Algorithmus kommen kann. Die konkreten Künstler haben uns gesagt, dass sie darin das Geistige in der Kunst sehen: im Hervorbringen, um es noch einmal zu wiederholen, dessen, was mit sich selbst identisch und nicht immer schon ein anderes ist.

Um dem Computer eine gerade Linie abzuzwingen oder einen Kreisbogen, mussten die algorithmischen Künstler sich selbst soweit in die Konkretheit hinauswagen, wie die Konkreten es gesagt und verlangt hatten. Denn dem Computer, der ja ohne jede Erfahrung und ohne jede Bereitschaft war und ist und bleibt, war das erst beizubringen: die gerade Linie. Ihre algorithmische Beschreibung und berechnete Erzeugung ist die letztgültige Erprobung ihrer Konkretheit. Vorsichtiger sollte ich sagen: einer bestimmten Konkretheit.

Selbst dann, wenn mich die enge Verwandtschaft zwischen konkreter und algorithmischer Kunst vor dem Hintergrund der Kunstgeschichte nicht interessieren sollte, kann ich mich ihr unmöglich entziehen. Denn, wir haben es schon gesagt, das Programm, das ich schreibe, kann anders als so absolut und unausweichlich flach nicht operieren. Es führt gnadenlos und in totaler Zuverlässigkeit nichts aus als seine Befehle, die ich geschrieben habe. Wenn ich mit ihnen auch nur das geringste Andere erreichen wollte als das, wofür sie stehen, beginge ich bereits einen Programmierfehler.

$$I(x, x') = g(x, x') + \int_s \rho(x, x', x'') I(x', x'') dx''$$

Durch und durch konkret ist alles, was den Computer betrifft: das Programm, sein Ablauf, die Ergebnisse. Lange geht die konkrete Kunst der algorithmischen nicht voraus. Die Zeit etwa einer Generation, von 1930 bis 1963. Was dazu kommt, ist die Codierung der Schemata, die die Konkreten sich selbst gaben. Diese Schemata befolgten die Konkreten selbst immer dann, wenn sie ein Werk realisierten. Jetzt aber können sie die Schemata in der Form von Programmen in Programmiersprachen wiedergeben. Damit entfernen sie sich vom Malgrund, von der Zeichenebene, vom Träger des entstehenden Werkes.

Eine Distanz tut sich auf: Der algorithmische Künstler malt und zeichnet aus der Ferne. Das einzelne Werk interessiert ihn nur beiläufig – wobei, wenn es gut gelungen ist, er sich gerade so sehr freut oder gar mehr, als wenn er selbst es ausgeführt hätte. Mehr aber als das einzelne Werk interessiert ihn die potentiell unendlich große Klasse von Werken, die dem Schema entsprechen, das im Programm realisiert ist. Die Kunst liegt nicht mehr im einzelnen Werk, sondern in der Unendlichkeit der Klasse, zu der es gehört. Die Wirklichkeit des einzelnen Stückes war der ästhetische Grund und Gegenstand zuvor. Sie hat sich aufgelöst in der Möglichkeit einer unendlichen Klasse, die es nun zu beurteilen gilt.

In der einzelnen Instanz der Klasse die ganze Klasse wahrnehmen zu lernen, das ist die ästhetische Herausforderung geworden. Die Konkreten hatten das ein gutes Stück weit vorbereitet. Die Algorithmer führen es zu Ende.

Es versteht sich als Folgerung nebenbei, dass es Meisterwerke nicht mehr geben kann. Jedenfalls keine Meisterwerke, wie wir sie kennen, die man kaufen, ersteigern, nach Hause nehmen, eine Aura entwickeln lassen kann. Vorbei. Doch auch hier gilt, um vorsichtiger zu sein als der, der ein radikales Manifest verfasst: in der Biografie eines algorithmischen Künstlers mag das dennoch ganz anders aussehen.

Konzept, Video, Serie: Flanken

Die algorithmische Kunst entsteht etwa zur gleichen Zeit wie die konzeptionelle und auch die Videokunst. Alle drei haben Mitte der 1960er Jahre ihre ersten Manifestationen.

Die Videokunst dreht sich um das elektronische Bild, das auf Fernsehmonitoren erzeugt wird. Sie türmt es eventuell in vielen Varianten zu Videoskulpturen auf und entlädt ihr unaufhörliches Flackern auf den Besucher. Das Bild ist in unaufhörliche Bewegung gebracht und setzt sich, oft ironisierend, mit sich selbst auseinander. Die Konzeptkunst betrachtet den Gedanken an das Werk und vom Werk als wichtiger und wesentlicher als seine sichtbare Stofflichkeit. In Skizzen, Notizen, Plänen schlägt sie die Gedanken an mögliche Werke nieder. Der Besucher realisiert sie, in aller Regel wiederum nur in Gedanken, die ihm vielleicht sogar Spaß machen, wenn er sie aus den Fixierungen jener Gedanken heraus entwickelt, die die Künstler für ihn in der Ausstellung vorführen. Das Lesen über das mögliche Werk ersetzt das Betrachten des wirklichen Werkes.

Die Computerkunst schließlich greift ebenfalls den Gedanken an das Werk auf, formuliert ihn aber operativ in einem lauffähigen Programm, ist insoweit konsequenter, aber auch gefesselter als die Konzeptkunst. In der Ausführung des Programms erscheint das performative Prinzip der darstellenden Kunst, obwohl wir hier in der bildenden sind. In der interaktiven Kunst wird das performative Element auf den Punkt gebracht. Computerkunst ist so etwas wie exekutierbare Maschinisierung von Konzeptkunst. Sie nimmt auch die Videokunst in sich auf.

Gewöhnlich, wenn wir ein Bild betrachten, hängt es an einer Wand. Es mag allerdings auch in einem Buch abgebildet sein, das wir flach auf dem Tisch liegend von oben her ansehen. Das Bild mag auch als einzelnes Blatt einer Mappe oder einer Schublade entnommen worden sein. Im liegenden Zustand nötigt uns das flache Bild weniger an Achtung oder Distanz ab als im hängenden. Schließlich können wir es aufgreifen, hin und her bewegen, vor uns hinhalten. Es bleibt deutlich mehr Gegenstand als selbständiges Wesen.

Ein solches Bild ist zunächst ein Stück Leinwand oder Holz oder Papier, das mit Farbe bedeckt worden ist, die notwendiger Weise Formen annahm. Bis vor kurzem konnten wir stillschweigend unterstellen, dass ein Mensch die Farb-Formen auf das Material gebracht hatte. Diese Annahme war so klar, dass man sich keine Gedanken darüber machen musste. Jedoch trifft das nicht ganz zu: im Buch lag ja nicht das Original vor, sondern eine Reproduktion. Und längst konnte das Einzelblatt ein Fall von Druckgrafik sein: ein Holzschnitt, eine Radierung, eine Lithografie, ein Siebdruck, eine Fotografie.

$$I(x, x') = g(x, x') \left[\epsilon(x, x') + \int_s \rho(x, x', x'') I(x', x'') dx'' \right]$$

In solchem Fall wussten wir, dass es vorab einen technischen Prozess der Vervielfältigung gegeben hatte. Der Künstler hatte das Stück Papier nicht berührt, das vor uns liegt.

Doch die Differenz war so schrecklich nicht zwischen Original und Reproduktion, und auch die verkleinerte Wiedergabe im Buch ließ uns nicht daran zweifeln, dass wir hier auf etwas von Monet schauten oder von Mondrian. Die Maße waren andere, wahrscheinlich galt das auch für die Farben (wie gut konnte denn der Buchdruck die Originalfarben wiedergeben?). Doch das beeinflusste unser Denken kaum, wenn wir ausriefen: „Ah, ein Mondrian!“ Was ja offensichtlich nicht zutraf, wenn es das meinte, was da physikalisch vor uns lag. Nur über ihre Funktion als Zeichen konnte die Reproduktion eines Gemäldes von Monet oder Mondrian in unserem Denken jenes originale Gemälde hervorrufen. Wir hatten es vermutlich nie gesehen, waren nie an jenem Ort gewesen, wo das Gemälde hing. Und dennoch setzten wir die bedruckte Buchseite mit dem originalen Werk gleich. Der Zauber des Zeichens.

Algorithmische Kunst

Keinen Zweifel konnte es geben: Künstler oder Künstlerin waren und blieben die Quelle dessen, was wir sahen, ob nun im Katalogbuch oder original in der Ausstellung. Seit Anfang der 1960er Jahre aber wurde das anders. Nun konnte ein Computer hinter dem Bild stehen, ein Zeichenautomat, ein Programm. Das Bild konnte aussehen, wie es wollte, es konnte uns vielleicht ansprechen, neugierig machen, rätseln lassen, es konnte uns gefallen oder abstoßen – immer schwang nun der Gedanke mit, dass es maschinell geschaffen worden war. Es war nicht mehr gemalt oder gezeichnet, also irgendwie gemacht. Es war produziert.

Vis-à-vis der ersten digitalen Bilder in Ausstellungen in Stuttgart oder New York 1965 war das Betrachten der Betrachter gefangen und gebannt: „Das kommt aus dem Computer“. Dieser Gedanke musste erst einmal zur Seite geschafft, er musste überwunden werden, wenn der Betrachter sich überhaupt mit den Strichen und Formen und Farben als solchen auseinandersetzen wollte. Sie waren zunächst Produkte des Computers und die Linie wurde demzufolge unter dem neugierigen Gesichtspunkt betrachtet, wie macht der das denn, der Computer?

Abb. 04: Claude Monet: „Meules, milieu du jour“.

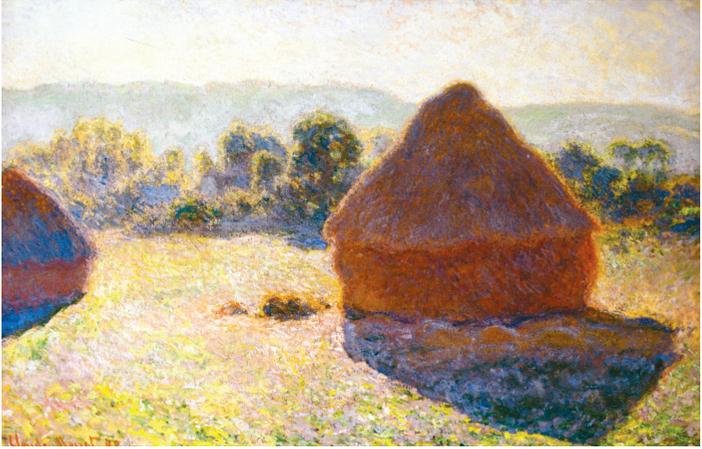
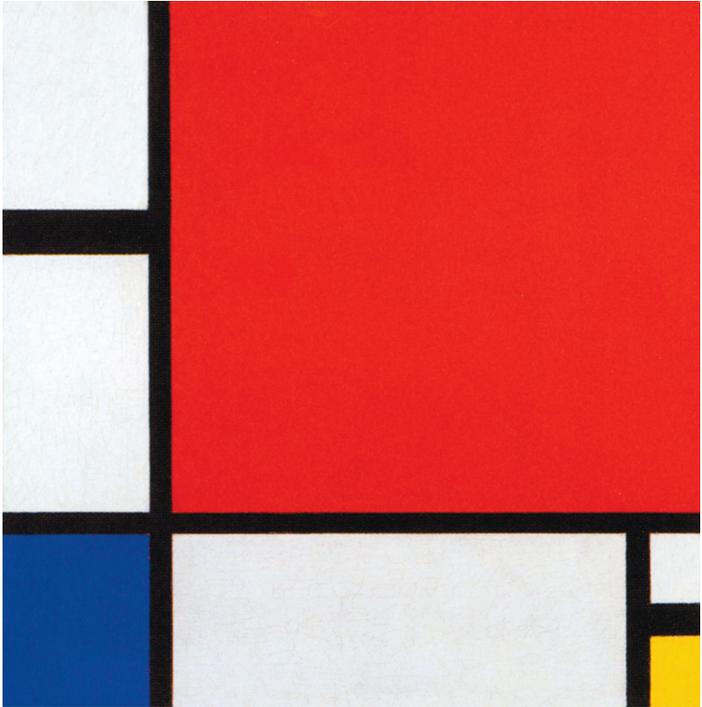


Abb. 05: Piet Mondrian: „Composition with Red, Blue, and Yellow“, 1930.



$$I(x, x') = g(x, x') \left[\epsilon(x, x') + \int_s \rho(x, x', x'') I(x', x'') dx'' \right]$$



Abb. 06: Robert Motherwell: „Elegy to the Spanish Republic #34“.

Boogie-Woogie oder bei Motherwells Wall Paintings das Eine oder Andere in seinem Denken und Erinnern ordnen müssen, um sich mit Strichen, Formen und Farben angemessen auseinander zu setzen.

Aber der Gedanke an eine maschinelle Produktion wäre nicht dabei gewesen, ein Gedanke also, der seiner gesamten Natur nach erst einmal allem zuwiderlief, was mit Bildern an der Wand zusammenhing, die dort nicht hingen, um für einen Urlaub in den Alpen oder für den Kauf eines Deodorant zu werben. Wenn das von einem Computer produziert worden sein sollte, was konnte es dann mit Kunst zu tun haben, herrje? Das war die wichtigste, erste und lähmende Frage. Das *musste* diese erste Frage auch sein.

Was neu in die Welt gekommen war, war naturgemäß erstens gar nicht so neu. Naturgemäß, sage ich, denn so richtig total neu war ja nie etwas. Sobald ein Neues als neu erscheint, entdecken wir, dass es das doch längst gegeben hatte. In irgendeiner Weise, um auf unseren Fall zurück zu kommen, hatten Maschinen und Geräte, auch unbewusste und automatische Vorgänge schon seit geraumer Zeit Einfluss auf Werke genommen.

Es war, zweitens dann aber, das Ereignis doch schon auch bemerkenswert. Denn man spürte, dass das, was geschah, einer Ungeheuerlichkeit gleich kam. Die staunenden, abweisenden, empörten

Reaktionen drückten nichts Anderes aus als ein zumindest gelindes Entsetzen vor dieser Ungeheuerlichkeit. Es mochte ja sein, dass irgendjemand verrückt genug war, Maschinen zum Zeichnen zu bringen. Die fotografischen Bildtechniken waren ja schon auch durch Apparate und Anlagen bestimmt, und, wie gesagt, die Videokunst. Der Skandal aber war, dass das maschinell Hervorgebrachte nun an den Wänden der Galerie hing. Das Ungeheuerliche war die Entfernung des Künstlers von seinem Werk. Und damit *aus* seinem Werk. Das Werk als ein einzelnes Stück, das man aufnehmen und von seinem jetzigen Ort an einen anderen befördern konnte, dieses Werk war nun verschwunden.

An die Stelle des einzelnen, materiell hier und jetzt vorhandenen Werkes war eine unendliche, potenziell in einer automatisch ausführbaren Beschreibung angelegte Ansammlung von Werken getreten. Das Werk war ersetzt worden durch ein generatives Schema. Dieses Schema war noch dazu (Programm!) von einer Art, die ein Werk erst hervorbringen konnte. Automatisch auf Knopfdruck. Ein und dasselbe Schema konnte weitere Werke produzieren. Weitere und immer weitere. Sie hatten, aus *einem* Schema kommend, etwas gemeinsam, waren sich in einer oder mehrerer Hinsicht ähnlich oder verwandt. Die Ähnlichkeit musste nicht sehr weit gehen. Sie musste visuell nicht ins Auge springen. Die Verwandtschaft der einzelnen Produktionen des Schemas lag im Schema, in der abstrakten Beschreibung des Produktionsprozesses also, nicht im Ergebnis des ablaufenden Prozesses. Die Ähnlichkeit war eine Prozess-Ähnlichkeit, keine Produkt-Ähnlichkeit.

An die Stelle des Werkes schob die früheste digitale Kunst also die Beschreibung des Prozesses der Produktion des Werkes. Das war die Sensation. Die Galeristen, die Museumsleute, die Kritiker, das Publikum konnten herzlich wenig damit anfangen. Wie hätten sie auch, hatten sie alle doch wenig Ahnung davon, was das für eine Maschine war, die man brauchte, um ein solches generatives Schema zum Laufen und damit zum Produzieren zu bringen.

1966 oder 1968 wusste niemand, wie es in einem Rechenzentrum aussehen mochte, wo die Computer standen. Immerhin standen die da, machten Geräusche, ließen Lichtchen flackern, bewegten Magnet- und Papierbänder. Man sah große blecherne und gläserne Schränke, sah Hunderte von Kabeln und – zum nicht geringen Ergötzen – auch einen großen Tisch, auf dem ein Papierbogen befestigt war und über

$$I(x, x') = g(x, x') \left[\epsilon(x, x') + \int_s \rho(x, x', x'') I(x', x'') dx'' \right]$$

den eine Halterung eilends bewegt wurde, die einen Tuschefüller so übers Papier führte, dass er darauf schwarze und farbige Linien hinterließ.

Heute hat sich das Bild gewandelt. Jeder weiß, wie ein Computer aussieht, denn er sitzt selbst vor einem, seinem eigenen Laptop oder Arbeitsplatzrechner. Er trägt diesen leicht an einen anderen Platz und geht geschickt mit ihm um. Andererseits ist nahezu alles verschwunden, das sich mechanisch bewegt und mit dieser Bewegung an eine Maschine erinnert.



Abb. 07: Der Elektronen-Rechner ER56.



Abb. 08: Der Zeichenautomat Zuse Graphomat Z64.

An die Stelle mechanischer Bewegung ist dort, wo diese vor 45 Jahren schon stattfand, ein Bildschirm getreten. Auf ihm finden alle Bewegungen statt. Es sind Bewegungen im Visuellen, im Bildlichen geworden. Dass ein Computer seine Operationen anders als auf bildliche, grafische Weise vollbringen könnte, kommt uns kaum noch in den Sinn. In Maus und Tastatur gibt es die mechanischen Bewegungen noch.↵

Und es gibt nach wir vor die Interaktion über Kommandozeilen. Sie ragt aus vergangener in die heutige Zeit hinein und wird von denen gepflegt, die tief in die Maschine eingreifen.

Das Schema, von dem ich gesprochen habe, das sich in der Welt der Computerbilder an die Stelle des einzelnen Bildes gesetzt hat, dieses Schema ist das Programm. Das Programm ist die konkrete Form eines abstrakten Algorithmus. Der Algorithmus, das Rechenschema, ist die eigentliche Neuigkeit.

Ferne, Unendlichkeit, Programm

Die Entfernung von seinem eigenen Werk entspricht nun aber einer Annäherung des Künstlers an seine Gedanken und Absichten. Was war es, das er hervorbringen, das er ins Bild setzen, dem er visuell Ausdruck verleihen wollte? Woraus sollte sein Werk entstehen? Was sollten die Repertoire der Formen und Farben sein, die er gebrauchen wollte? Welchen Transformationen durfte ein Element des Formen-Repertoires unterworfen werden, bevor es sichtbar gemacht würde?

Alles, was im Bild zum sichtbaren Ereignis werden durfte, musste vorher genau beschrieben sein. „Genau beschrieben“ hieß: algorithmisch beschrieben – so beschrieben, dass die Maschine etwas damit anfangen konnte. Das hieß nicht unbedingt, jede auch noch so kleine Einzelheit. Denn in der abstrakt-algorithmischen Beschreibung ist ein Quadrat groß oder klein, horizontal oder verdreht, rot oder schwarz, flächig oder linear ausgeführt, exakt quadratisch oder nur ungefähr und noch vieles andere mehr. Etliche dieser materiellen Attribute des sichtbaren Auftrages konnten, wenn einer das wollte, der Maschine zur Ausfüllung überlassen bleiben.

$$I(x, x') = g(x, x') \left[\epsilon(x, x') + \int_s \rho(x, x', x'') I(x', x'') dx'' \right]$$

Wir können es noch anders sagen. Der Schritt vom Zeichnen und Malen zum Programmieren ist gleichbedeutend mit dem Schritt vom Material zum Zeichen, von der Stofflichkeit zur Zeichenhaftigkeit. Nur dass es nun um *operationale* Zeichen ging.

Der algorithmische Künstler 1963 denkt an eine Unendlichkeit von Werken, deren mögliche Erzeugung er in der Beschreibung eines generativen Prozesses festhalten will. Er schafft durchaus ein Werk. Sein Werk aber ist von ganz anderer Natur als das Werk seines Freundes, des Grafikers. Wo dieser mögliche Linien auf die Metallplatte ritzt, die durch dieses Ritzen materialiter schon als einzelne fixiert werde, beschreibt jener, auf welche Weise eine Folge beliebiger Punkte einen Kurvenverlauf approximieren sollen. Jede konkrete Ausführung des abstrakten algorithmischen Schemas wird ihn ein wenig überraschen.

Auf dem Zeichenpapier kommt es zu erstaunlichen Ereignissen. Der Künstler kann sie alle erklären, aber er kann sie nicht vorher-sagen. Nur im Rahmen von Wahrscheinlichkeiten kann er das Geschehen bestimmen. Ohne das erklärende Wort der genauen Formel ist sein Werk nur ein halbes.

Das Werk als *materielles Ding*, so will ich noch einmal sagen, wird ersetzt durch das Werk als *algorithmisches Zeichen*. Die sog. digitale Kunst muss genauer „algorithmische Kunst“ genannt werden. Sie macht auf radikale Weise Ernst mit einer Betrachtung des Kunstwerkes, die naturgemäß längst bekannt und üblich war: mit der Auffassung des Kunstwerkes als Zeichen. Max Bense, der in Stuttgart Philosophie lehrte, hat in seiner Ästhetik den semiotischen Charakter des Kunstwerkes stets hervorgehoben. ↪ Die Computerkunst beginnt exakt an der Stelle, wo das zu generierende Werk als ein Zeichen aufgefasst wird, das zum Gegenstand von Computeroperationen einzig und allein wegen seines Zeichen-Charakters gemacht werden kann.

21

Das Computerding ist nie Ding, sondern immer schon Zeichen. Erst, wenn wir es zum Trost unserer Sinne auch wahrnehmen wollen, muss es an der Peripherie der großen Maschine Dingcharakter annehmen. Als das geschah, ab 1963 in New York (A. Michael Noll), Stuttgart (Frieder Nake) und Erlangen (Georg Nees), war die sog. Computerkunst, also die algorithmische Kunst, geboren. Die algorithmische Kunst konnte nicht anders als von Mathematikern und Ingenieuren geschaffen werden. Denn die Zeichner und Maler konnten nicht programmieren. Sie konnten deswegen auch nicht so

denken, wie sie hätten denken müssen. Einer hätte höchstens, wäre er einem Computer nahe genug gekommen, die Maschine als schwerfälliges Instrument für seine bildnerischen Zwecke nutzen können. Die Kunstkritik rächte sich an den Algorithmetikern, indem sie sie beschimpfte: sie seien „nur“ Mathematiker und Ingenieure. Deswegen sei, was sie schufen, nicht eigentlich Kunst. Welch engstirniges Denken!

Es war ein Armutszugnis für jene Kunstkritik. Als ob die professionellen Zusammenhänge, in denen einer zu Hause war, etwas über die Bedeutung seiner Werke vorweg sagen könnten. Musste einer an einer Kunstschule gewesen sein, um Kunst machen zu können? Mir wurde in den Diskussionen jener Jahre deutlich, dass Künstler keine Kunstwerke hervorbringen, sondern künstliche Werke, ganz ebenso wie Ingenieure oder Physiker und Köche. Ob eine solche Hervorbringung einmal ein Kunstwerk werden würde, war eine ganz andere Frage. Sie wurde auf komplizierte Weise in dynamischen kulturellen Prozessen entschieden. „Dynamisch“ heißt hier: nicht unverrückbar einmal und nie wieder, sondern stets abhängig vom weiteren Gang der Kultur. Das Urteil, das ein Werk zur Kunst adelt (oder verdammt), ist ein historisch-soziales mit allem Auf und Ab solch eines Prozesses. Dieses Urteil wohnt dem Werk nicht inne. Es kommt nur dann zustande, wenn das Werk aus dem Atelier freigegeben und dem Sturm der Öffentlichkeit, der Gesellschaft preisgegeben wird.

Ohne öffentlich zu existieren, existiert ein Werk nicht als mögliches *Kunstwerk*. Sein Ausstellen in der Galerie oder im Museum ist die niedrigste, die erste, die angestammte, die traditionelle Form der Bekanntgabe. Sie ist die schonendste, gleichzeitig die herausforderndste. Längst sind ihr zur Seite getreten allerlei Arten der Reproduktion auf Karten, Plakaten, in Zeitungen und Zeitschriften, auf Netzorten des Internet, in Katalogen.

22 Mit der Reproduzierbarkeit der Werke beginnt Walter Benjamin seinen berühmten Kunstwerk-Aufsatz: „Das Kunstwerk ist grundsätzlich immer reproduzierbar gewesen.“ So lautet der erste Satz.↪ Benjamin fährt fort: „Was Menschen gemacht hatten, das konnte immer von Menschen nachgemacht werden.“ Kurz danach sagt er: „Demgegenüber ist die technische Reproduktion des Kunstwerkes etwas Neues, ...“. In kurzen Bemerkungen lässt Benjamin die Formen der technischen Reproduktion bildlicher Werke vorbeiziehen, vom

$$I(x, x') = g(x, x') \left[\epsilon(x, x') + \int_s \rho(x, x', x'') I(x', x'') dx'' \right]$$

Holzschnitt über die Lithografie bis zur Photographie. Da in ihr die Hand von der geschickten Arbeit der Reproduktion entlastet wird und das Auge als kontrollierendes Organ an die Stelle der operierenden Gliedmaßen tritt, kommt bald eine neue Gattung auf: der Tonfilm.

Das neue Medium hat zum Inhalt immer zuerst ein altes und gut bekanntes, bevor es im Gebrauch seine inhärenten Qualitäten enthüllt und Eigenständigkeit gewinnt. Dies ist die Bedeutung von Marshall McLuhans Floskel *The medium is the message.* ↪

23

Diese Umstände erwähne ich, weil zu Beginn des Benjaminschen Aufsatzes in einem Verweis auf Paul Valéry indirekt die algorithmische Kunst angesprochen wird. In deutscher Übersetzung zitiert Benjamin: „Wie Wasser, Gas und elektrischer Strom von weither auf einen fast unmerklichen Handgriff hin in unsere Wohnung kommen, um uns zu bedienen, so werden wir mit Bildern oder mit Tonfolgen versehen werden, die sich, auf einen kleinen Griff, fast ein Zeichen einstellen und uns ebenso wieder verlassen.“ ↪

24

Im Jahr 1935, als er den Kunstwerk-Aufsatz in erster Fassung abschloss (erstmalig 1936 auf Französisch publiziert), kann Benjamin wohl nicht geahnt haben, dass zur gleichen Zeit in England Alan Turing seine Abhandlung über die Berechenbarkeit verfasste. ↪ Um zu einer operationalen Form des Begriffes der Berechenbarkeit zu gelangen, denkt Turing sich einen Mechanismus aus, der zum theoretischen Urgrund des Computers wird, wie wir ihn heute kennen. Sein nur auf dem Papier bestehender Mechanismus wird später die „Turing-Maschine“ genannt werden.

25

Es dauert dann noch ca. 25 Jahre, bis erste Ansätze zur Computergrafik entstehen, gerade einmal dreißig Jahre, bis sie erstmals als Computerkunst ausgestellt wird. ↪ Weitere zwanzig Jahre später, 1984, erscheint der Computer *for the rest of us.* ↪

26

27

Mit diesem Slogan wurde der erste Apple Macintosh 1984 vermarktet. Er zielte explizit auf das allgemeine Publikum. Er ist mit einem zwar kleinen und nur schwarz-weißen, aber eben graphisch ausgelegten Bildschirm ausgestattet und macht so den Computer für jedermann zum Bildmedium.

Und noch einmal zehn Jahre danach, 1994, erlebt der endgültig als Medium erscheinende, weil weltweit vernetzte Computer mit dem
 28 *world wide web* seinen historischen Durchbruch.↪

Die Geschichte und Vorgeschichte des Internet und des WWW darf ich als hinlänglich bekannt voraussetzen. Erwähnt sei nur, dass das Internet die technische Infrastruktur ist und vieles sonst, was wir mit ihm verbinden, Dienste sind, die diese Infrastruktur mit Leben zu füllen gestatten (wie etwa E-Mail, Twitter, WWW). Das *world wide web* beginnt seinen Siegeszug 1994 mit dem ersten graphischen Browser, Mosaic.

Paul Valéry sprach in seiner hellsichtigen Notiz von der *ubiquité*, der Allgegenwart der Bilder und Tonfolgen, derer wir einst gewahr werden würden. Benjamin greift diesen Gedanken fast als selbstverständlich und nebenbei auf, als er seinen Versuch einer ersten materialistischen Kunsttheorie verfasst, wie er sich in Briefen äußert.↪
 29

Im Rückblick von etwa 75 Jahren können wir Benjamins Auseinandersetzung mit dem Kunstwerk und seiner Aura angesichts der erwarteten grenzenlosen Reproduktion (Valérys Aspekt) und die gedankliche und bald konstruktive Entstehung der semiotischen Maschine, des Computers, in eine Paraphrase des Benjaminschen Titels fortsetzen: *Das Kunstwerk im Zeitalter seiner semiotischen Produzierbarkeit*.

Denn um nichts anderes geht es in der algorithmischen Kunst. Die materielle Herstellung wird ersetzt durch die semiotische Beschreibung; diese ist, da algorithmisch, technisch ausführbar; sie führt zur Produktion von Werken, die technische Reproduktionen von semiotisch gegebenen Schemata sind; sie stehen für Klassen, deren einzelne Ausführungen Original und Reproduktion zugleich sind. Anders gesagt: mit der algorithmischen Beschreibung verschwindet das Original. Es ist ganz an seine Dinghaftigkeit gebunden. Die mit dem Zugriff der semiotischen Maschine einhergehende prinzipielle Verdoppelung alles dessen, was fest ist, lässt das Werk zur puren Instanz einer Klasse (eines Schemas) werden. Das Werk sinkt herab, indem die Klasse aufsteigt, der es angehört. Das heißt jedoch nichts Geringeres als: Das Meisterwerk dankt ab. Es könnte höchstens noch im Algorithmus gesucht werden.

$$I(x, x') = g(x, x') \left[\epsilon(x, x') + \int_s \rho(x, x', x'') I(x', x'') dx'' \right]$$

Selbstverständlich besteht trotz dessen der Kunstmarkt fort. Er ist Ökonomie, gehorcht deswegen ganz anderen Gesetzen, gehört zu einer anderen gesellschaftlichen Sphäre. Entgegen allem, was ich hier sage, erzielen auf dem Kunstmarkt auch heute Werke der digitalen Kunst als einzelne Stücke ihre Preise. Selbstverständlich achten Sammler darauf, ein Original einer von der Zeichenmaschine 1965 oder 1968 realisierten Grafik zu erwerben. Aber Michael Nolls Arbeiten verließen den Computer in Form von Mikrofilm-Belichtungen, die auf fotografischem Wege erst in Betrachtungsgröße gebracht (reproduziert?) werden mussten. Wo ist das Original? Was ist das Original? Ästhetisch ist das eine vielleicht nicht mehr interessante Frage.

Aaron, ein einmaliges Programm

Unser Denken an Kunst ist u. a. geprägt durch das Denken an die Personen der Künstler und Künstlerinnen. Auch heute noch ist es so, obwohl in der Welt der programmierten Kunst in hohem Maße Zusammenarbeit gefragt ist, bevor ein Werk steht. Die Kunst an der digitalen Kunst, so haben wir gesehen, ist nicht primär das einzelne Werk. Die Kunst an der digitalen Kunst ist vielmehr das Ensemble, die Klasse von Werken, zu der das einzelne Werk sich als Instanz verhält. Das einzelne Werk ist nur Beleg für die Klasse, Hinweis auf sie, semiotisch gesprochen ein Index.

Sollte das so sein, so hätten wir es mit einer widersprüchlichen Situation zu tun. Solange jedenfalls, wie wir darauf bestehen, dass die Werke der Kunst durch ihre ästhetische Realität geprägt sind. Ästhetisch geprägt ist das, was sinnlich wahrgenommen wird. Ästhetik hat es, folgen wir Alexander Baumgarten, mit der *sinnlichen* Erkenntnis zu tun. ↪ Um diese geht es in der Ästhetik – um eine Form der Erkenntnis also, die, anders als die *logische* Erkenntnis, ihren Ausgangspunkt in den Sinnen nimmt und nicht im Denken. Um jene Erkenntnis, die aus unserer körperlichen Existenzweise und also aus der Sinnestätigkeit entsteht.

30

Was die Werke der Kunst angeht, so sind sie zuerst ästhetische Objekte: Objekte der sinnlichen Wahrnehmung, die insofern bestimmten Erkenntnisprozessen ausgeliefert sind bzw. solche anstoßen. Ist nun aber, wie ich behaupte, wesentlich am digitalen Werk dessen

Klassenzugehörigkeit, so stürzt uns das in ein Dilemma: Klassen können wir wohl denken, wir können sie aber nicht wahrnehmen.

Wäre also für die Ästhetik und die Kunst des digitalen Werkes dessen Zugehörigkeit zu einer Klasse von Werken ausschlaggebend, so führte gerade diese Zugehörigkeit unter ästhetischem Urteil weg vom betrachteten Fall. Denn da die Klasse sich nicht zeigen kann, kann sie nicht wahrgenommen, also ästhetisch nicht beurteilt werden. Sie wird im Denken erst hergestellt. Die Klasseneigenschaften gehören der logischen Erkenntnis an, nicht der sinnlichen.

Das einzelne Werk nehmen wir sinnlich wahr, doch in ihm zeigt sich die Ästhetik unserer Sache nur im Beispiel, nur als Fall und Anzeichen. Das Klassen-Werk aber nehmen wir nicht sinnlich wahr, seine Ästhetik entzieht sich uns, ja: es gibt sie erst einmal nicht. Mit dem digitalen Werk, das dem ästhetischen Urteil ausgesetzt werden soll, muss demzufolge die Hoffnung auf einigermaßen schlüssige ästhetische Beurteilung aufgegeben werden. Es ist sichtbar und soll uns sinnlich erfreuen und berühren. Doch nur in seiner logischen Unsichtbarkeit kommen wir ihm näher. Das algorithmische Werk besitzt jedoch Oberfläche und Unterfläche und das nicht nur zufällig, wie wir sehen. Die Rede vom digitalen Ding als Oberfläche und Unterfläche ist nicht belangloses Zugeständnis an die Praxis der Computer. Sie ist notwendig und wesentlich.

Unter den heute vielen, die sich in den digitalen Künsten bewegen oder gar in den algorithmischen, heben jene sich ab, die sich bewusst mit der Duplizität von Ober- und Unterfläche auseinandersetzen. Die herausragenden Persönlichkeiten unter diesen Künstlern und Künstlerinnen tun eben dies.↔

31

Für die Künstler, die interaktive Installationen schaffen, ist es unumgänglich.

Am Werk von Harold Cohen möchte ich das näher darlegen. Sein Werk besteht aus einer riesenhaften Produktion einzelner Bilder. Sein Werk ist *Aaron*.

Als Harold Cohen (geb. 1928) längst ein erfolgreicher Künstler war, schrieb er im Alter von mehr als vierzig Jahren sein erstes Computer-Programm. Seinen Erfolg können wir an zahlreichen Einzelausstellungen ablesen und z.B. daran, dass er 1966 mit vier anderen Künstlern Großbritannien auf der 33. Biennale von Venedig vertrat.

$$I(x, x') = g(x, x') \left[\epsilon(x, x') + \int_s \rho(x, x', x'') I(x', x'') dx'' \right]$$

Zwei Jahre später war er Gast am Visual Arts Department der University of California in San Diego.↔

32

Dort, so erzählt Pamela McCorduck (1990, 22f.), tat er erste Schritte auf das Innere des Computers zu. Das tut man, wenn man programmiert. Cohen lernte Flussdiagramme kennen, ein graphisches Mittel zum Entwurf von Programmen und brachte sich selbständig das Programmieren in der Programmiersprache Fortran bei, ohne dass er dabei gleich an Kunst gedacht hätte. Fortran gehört zu den älteren und äußerst erfolgreichen Programmiersprachen.

Das Jahr 1968 ist das dritte nach den weltweit ersten Ausstellungen programmierter, also aus der Ferne gedachter und nicht aus der Nähe gezeichneter Bilder. Es ist das Jahr, dessen Legende bis heute in Mitteleuropa fortwirkt. Es ist aber auch das Jahr, in dem die Informatik sich anschickt, eine eigene akademische Disziplin zu werden. Sie löst sich unter diesem Neologismus aus der Mathematik, der Elektrotechnik und der Linguistik. Auf dem europäischen Kontinent entstehen Informatik-Studiengänge. Im anglo-amerikanischen Raum heißen sie *computer science*.

Das Jahr 1968 bringt zwei große internationale Ereignisse für die junge Computerkunst, die, das sei am Rande bemerkt, kein Kind der Informatik ist, vielmehr eines des algorithmischen Denkens. Sich das Computers in ästhetischer Absicht zu bedienen, die algorithmische Maschine zum Medium künstlerischer Gestaltung zu machen – solches Verlangen steht an der Wiege der Computerkunst. Nicht etwa, wie man meinen könnte, eine freundliche Feierabend-Anwendung aus der Informatik. Einige Jahre schon, bevor es die Informatik in dem Sinne gab, den wir kennen, entstand die digitale Kunst.

Die beiden Großereignisse von 1968 sind erstens die Ausstellung *Cybernetic Serendipity: The computer in the arts* am Institute for Contemporary Arts, London, vom 2. August bis 20. Oktober. Diese Ausstellung feierte die kybernetische Maschine, also die interaktive, von Robotern geprägte Seite der digitalen Welt.

Das zweite Ereignis war das Symposium *Tendencies 4: Computers and visual research*, das am heutigen Museum for Contemporary Art in Zagreb vom 3. bis 6. August stattfand, von einer Ausstellung begleitet war und zu weiteren Ausstellungen und Konferenzen, einem Wettbewerb,

Abb. 09: Ausstellungsansicht *Cybernetic Serendipity*.

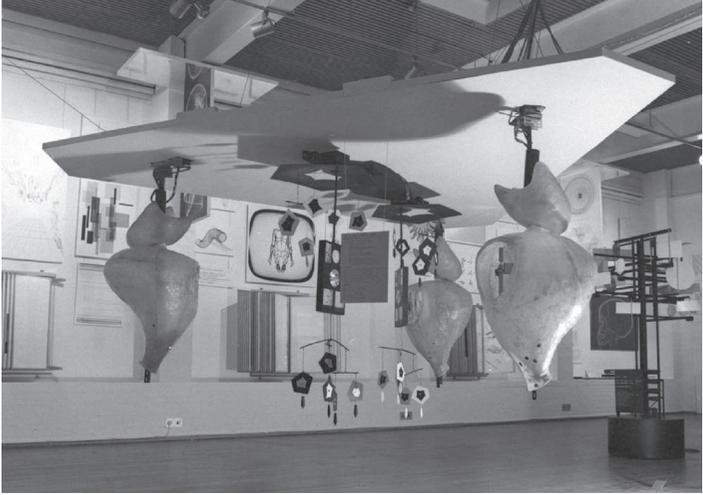


Abb. 10: Ausstellungsansicht *Tendencies 4*, Zagreb 1969.



$$I(x, x') = g(x, x') + \int_s \rho(x, x', x'') I(x', x'') dx''$$

einer mehrsprachigen Zeitschrift → führte. Die Manifestationen der *Tendencies* waren die Fortsetzung der Ausstellungsreihe *New Tendencies* von 1961, 1963 und 1965. Sie endeten erst 1973 und hatten 1975 sogar noch ein kleines Nachspiel. In einer großen Rückschau, die das Museum für Konkrete Kunst in Ingolstadt im Jahr 2006 ausrichtete, wurden die Zagreber Anstrengungen mit gutem Grund eine „europäische Künstlerbewegung“ genannt. →

33

Mit London und Zagreb, so können wir ohne Übertreibung sagen, war die Computerkunst in der Welt der Kunst akzeptiert worden. Sie stellte zwar kein Marktsegment dar, war ökonomisch nicht existent, auch wenn Einzelne ihre Werke verkaufen konnten. Auch wurde sie von den allgemeinen Institutionen und der Kritik des Betriebssystem Kunst nur am Rande wahrgenommen, mit einer gelegentlichen freundlich-zurückhaltenden Ausstellungs-Kritik, oft aber bissigen herablassenden Kommentaren. Doch bald erschienen erste Bücher. 1969 legte Georg Nees bei Max Bense in Stuttgart die erste Dissertation vor (in Philosophie) → und es gab eine recht rege Ausstellungstätigkeit sowohl von experimentellen und avantgardistischen privaten Galerien wie von Institutionen, die der Welt der Computer näher standen.

34

35

Die Anerkennung war von Neugier und zögernder Bereitschaft geprägt. Man nahm das Phänomen wahr, es erzeugte eine gewisse Erwartung und Unruhe. Am offensten waren Künstler wie etwa die der weltumspannenden sog. Stuttgarter Schule, des Kreises um Max Bense also. Dort war man naturgemäß auf alles gefasst und von dort strahlte die digitale Kunst z.B. bis zu K.O. Götz an der Düsseldorfer Kunstakademie, zu Klaus Staudt an der Hochschule für Gestaltung in Offenbach, zum Drucker und Verleger Hans-Jörg Mayer in Stuttgart. Neugierig reagierten Dieter Roth und Herman de Vries oder Hans Brög und Wolfgang Dauner, um Namen zu nennen. An anderen Orten werden es andere gewesen sein.

All das, was da gärte und rumorte, wurde im August 1968 mit einem doppelten Schlag in London und Zagreb international bekannt gemacht. Zwei anerkannte Institutionen, wenn auch nicht von höchstem Rang, hatten einiges getan, um zwei Aspekte einer neu herausziehenden Medialität bekannt zu machen: das Spektakel →

36

Leider kann ich mich nicht daran erinnern, ob in irgendeiner Diskussion das kurze Zeit vorher erschienene Pamphlet von Guy Debord eine Rolle spielte.

und das Spiel, die Forschung und die Theorie. Beide verband die Technologie, auf der sie aufbauten, die sie brauchten und auf die hin ihre ästhetischen Anstrengungen gerichtet waren. Die Erforschung der visuellen Gestaltung und Erfahrung in Zagreb, das Präsentieren der interaktiven Installationen in London kündigten, so können wir rückblickend behaupten, die beiden Seiten der digitalen Medien an. In ihnen treffen sich Spiel und Forschung, Ästhetik und Algorithmik, Sinnenfreude und Gedankenschärfe.

Dieses Jahr 1968 lässt drei Künstler, die nichts von einander wissen, den Gedanken fassen und aktiv verfolgen, den Computer selbst zu programmieren und, wenn möglich, in ihrer Kunst zu verwenden. Die Namen der drei lauten: Harold Cohen, Manfred Mohr und Vera Molnar. Ein Brite, ein Deutscher, eine Ungarin. Alle drei nicht dort, woher sie kommen, sondern in der Ferne: in den USA (Kalifornien), in Paris und später New York, in Paris.

Wenn ein künstlerischer Ausdruck dadurch zustande kommt, dass ein Mensch einer Idee wahrnehmbare Form geben will, so muss sich dieser Mensch mit einem Material auseinandersetzen. Denn er muss mit diesem Material um die Form ringen, er muss es in jene Form bringen und zwingen, von der er meint, dass sie seiner Idee entspreche. Das mag gut gelingen, hervorragend oder weniger glücklich. Es wird abhängig bleiben vom Widerstand des Materials, das naturgemäß so bleiben will, wie es ist. Abhängig auch vom Geschick des Menschen im Umgang mit dem Material und mit dafür geeigneten technischen Hilfsmitteln. Die gute Form ist in dieser Sichtweise durch eine Balance zwischen Widerständigkeit des Materials und Geschicklichkeit des Menschen zu suchen.

Wo aber wäre, und worin bestünde im digitalen, algorithmischen Fall das Material, das jenen Widerstand gegen seine Verformung leistet? Womit geht der programmierende Künstler zunächst einmal um, was tut er? Er notiert das Programm. Er hat einen Bleistift in der Hand und bedeckt ein Blatt Papier mit Strichen, Skizzen, Anmerkungen, Zeilen von Code. Heute sitzt er vor dem Computer und tippt seine Zeilen Code in die Maschine hinein, wie man sagt, in eine Datei, die geeignet formatiert sein muss. Das Material, das es zu formen gilt, ist Beschreibung. Der programmierende Künstler bringt solch eine Beschreibung zu Papier, die bald darauf die mächtige Maschine Computer in die Knie zwingen soll. Die Maschine soll unter Kontrolle des Programmss dann das tun, was der Mensch ihr

aufzwingt. Soweit es die Beschreibung als solche ist, scheint es keinen Widerstand zu geben. Im Gegenteil, alles erscheint hier äußerst flexibel, nahezu beliebig biegsam. Von physikalischem, körperlich spürbarem Widerstand im Sinne eines Marmorblockes oder einer Leinwand-mit-Acryl kann keine Rede sein.

Dennoch ahnen wir, woher der Widerstand kommt. Er ist semiotischer Natur, denn es handelt sich, wie wir gesehen haben, beim Programmieren um die Beschreibung einer ganzen Unendlichkeit von Werken. Die Klasse von Werken ist etwas grundlegend anderes als das einzelne Werk. Was bei letzterem im wörtlichen Sinne das Material ist, dessen Widerstand zu Form werden soll, ist bei der Klasse die Beschreibung geworden, eine Repräsentation, ein komplexes Zeichen also, das, da Programm, strengsten Regeln gehorchen muss, damit die Maschine es später akzeptiert. Nur dann, wenn jedes Komma und Semikolon dort sitzen, wo die peniblen Vorschriften der Programmierung es verlangen, nur dann wird der Computer den gelieferten Text als von der Art eines Programmes akzeptieren. Gegen alles andere leistet er erbitterten Widerstand.

Der alte Widerstand des Materials war einer der Anwesenheit im Stoff, der materiellen Direktheit. Er wird jetzt zu einem der Abwesenheit im Zeichen, der semiotischen Indirektheit. Aus Präsenz wird Repräsentanz, aus Realität wird Potentialität. Der Künstler ringt mit seinem Material um die gute Form, im Analogen einst, im Digitalen jetzt. Der Computer tut nichts dazu. Er will bezwungen sein, sonst geht hier gar nichts.

Jene Beschreibung muss mehr oder minder mächtig sein, je nach der Höhe des Abstraktionsgrades, der dem Künstler zugänglich ist. Ist die Materialität des Werkes als Ding erst einmal überwunden, wird die Semiotizität der Werk-Klasse erst einmal zum Gegenstand der Gestaltung erhoben, so ist dem abstrahierenden Denken, dem Zeichnen mit dem Kopf, keine prinzipielle Schranke mehr gesetzt. Zeichen können andere Zeichen bezeichnen. Material dagegen kann Material nicht materialisieren. Oder nur in sehr engen Grenzen. Zeichen sind ihrer Natur nach rekursiv, verweisen also zurück auf sich. Material ist, was es ist.

Kommen wir zurück zu Harold Cohen, der als Vierzigjähriger 1968 in San Diego das Programmieren in der Programmiersprache Fortran erlernt und dem sich so eine neue Welt auftut. Das ist eine Welt von Repräsentationen, wie er bemerkt.

Im Falle der Computerprogrammierung waren Regeln, Befehle, Prozeduren zu formulieren, die den Computer gezielt zu Aktionen veranlassten. Im Falle der Kunst war Repräsentation das, was auf der Leinwand entstand: es stand dort für ein anderes, das es ausdrückte (und sei es, im Falle der konkreten Kunst, dass dieses andere es selbst war). Cohen wird später Pamela McCorduck anvertrauen, dass ihm die erste durchwachte Nacht mit Fortran vorkam wie eine psychedelische Erfahrung. ↪ Wir wissen, es war die Zeit der Hippies und die Hippies standen den Computern damals noch nicht fern, besonders in Californien nicht.

Die noch nicht von ästhetischer Absicht bestimmte Begegnung mit den Aufgaben der Repräsentation vorweg genommener Berechnungen, die schließlich zur Zeichnung führen sollte, machte Cohen zumindest das Potential deutlich, das in dieser Tätigkeit steckte. Es könnte ihm gelingen, solche Regeln aufzustellen, die Form- und Farbgebung eines geeigneten Mechanismus auf ästhetisch reizvolle Weise steuern könnten.

Er begab sich mit großem Mut und Willen auf eine Reise von dreißig und mehr Jahren. Während dieser Zeit schuf er mehr und mehr Regeln, Hunderte davon, die genauer und näher an die Dinge heranführten, die Cohen in seiner Vorstellung sah und sich bildete. Beachten wir wohl: er zeichnete nicht eine menschen-ähnliche Figur, die aus Strauch- und Blattwerk hervortritt und andere hinter sich lässt. Er beschreibt Regeln, die erfüllt sein müssen, damit wir etwas als „menschliche Figur“ durchgehen lassen.

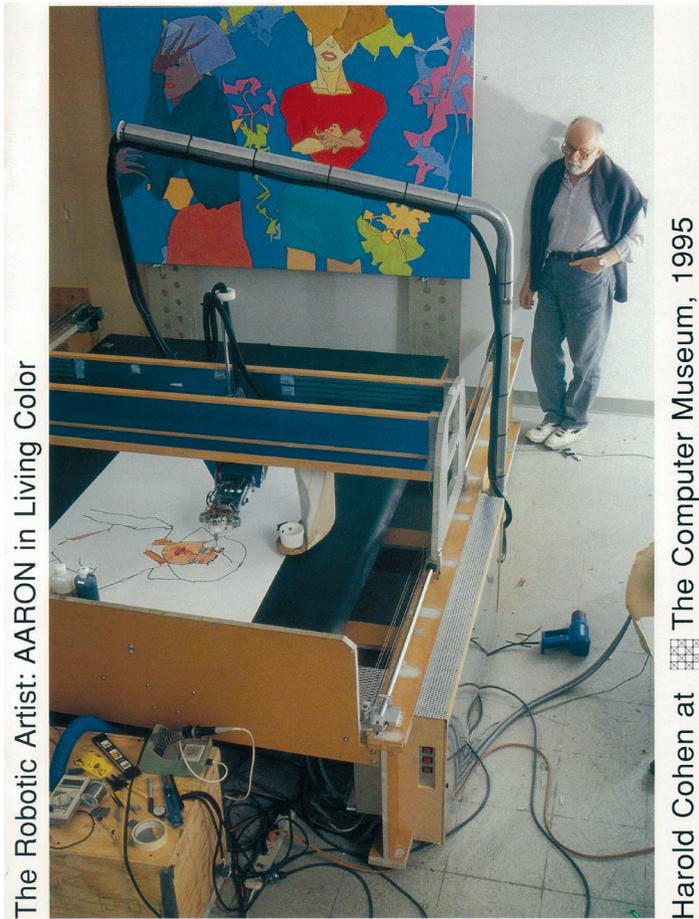
Wir können eine Ahnung dessen entwickeln, welche intellektuelle Anstrengung und welche Art der Präzision uns abverlangt werden, wenn wir uns zur Probe einer einfachen Aufgabe aus dem zeichnerischen Vorkurs annehmen. Z. B. der Aufgabe, algorithmisch den Unterschied zwischen einer „offenen“ und einer „geschlossenen“ Form zu fassen. Vermutlich werden wir einen Bleistift nehmen, ein Blatt Papier und darauf zwei, drei Beispiele kritzeln. Uns wird intuitiv völlig klar sein, was da offen und was geschlossen ist.

Es gibt keinen Grund, daran zu zweifeln. Algorithmisch aber müssen wir nicht Beispiele geben, sondern ein für alle Male operativ beschreiben!

Cohens Programm Aaron begann mit solchen Aufgaben. Offene Form, geschlossene Form. Offene Form in einer geschlossenen, neben einer geschlossenen, eine geschlossene verlassend.

$$I(x, x') = g(x, x') \left[\epsilon(x, x') + \int_s \rho(x, x', x'') I(x', x'') dx'' \right]$$

Viele weitere Stufen der Entwicklung waren zu durchlaufen, bevor Aaron in der Lage war, Portraits in großen Formaten mit Pinsel und Farbe zu malen. Um nicht nur zu rechnen, sondern auch zu malen, war über die geschickte Entwicklung des Regelsystems hinaus zum Schluss eine eigens konstruierte Malmaschine notwendig (Abb.09 und 10).



The Robotic Artist: AARON in Living Color

Harold Cohen at The Computer Museum, 1995

Abb. 11: Harold Cohen als entspannter Beobachter seiner Malmaschine.

Große Bewunderung und Anerkennung hat Harold Cohen für die Entwicklung und Konstruktion des Regelsystems Aaron gewonnen. Nur wenige programmierte Systeme werden so weit entwickelt worden sein wie Aaron. ↪

Das können wir für den Bereich der digitalen Kunst mit Sicherheit sagen. Es mag sein, dass Charles Csuri in den letzten Jahren ansatzweise in ähnliche Richtung zu gehen versucht.



$$I(x, x') = g(x, x') \left[\epsilon(x, x') + \int_{\mathcal{S}} \rho(x, x', x'') I(x', x'') dx'' \right]$$

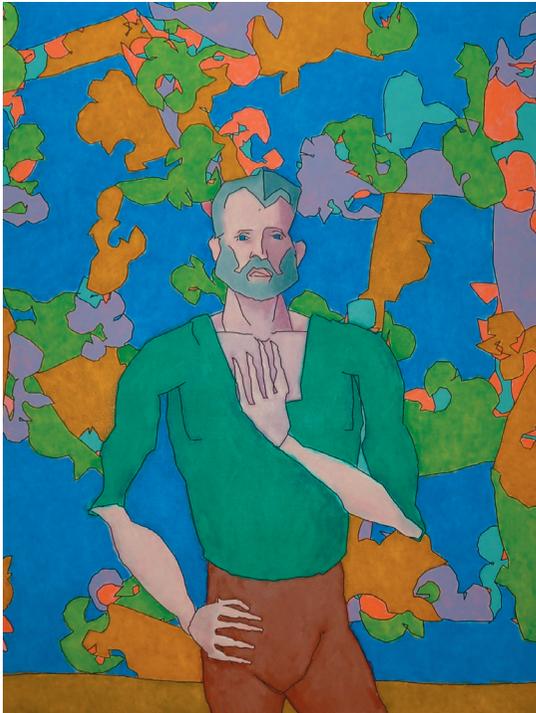


Abb. 12-14: Beispiele Produktion von Harold Cohens Programmsystem AARON.

Für die Konstruktion jedes auf Regeln fußenden Systems müssen Fragen folgender Art beantwortet werden. Wie wird eine einzelne Regel formuliert? Wie wird die Situation beschrieben, in der eine der Regeln angewandt werden soll? Wie wird bei einer gegebenen Situation eine anwendbare Regel gefunden? Wie wird unter mehreren anwendbaren Regeln eine ausgewählt? Wie wird eine erreichte Situation im Blick auf ein Ziel bewertet? Wie wird in einer erreichten Situation entschieden, ob sie das Ziel erreicht hat?

Das Besondere im Verhältnis zwischen Cohen und seinem System Aaron liegt darin, dass er selbst der Entwickler ist. Er ist selbst der Experte, der seine Absichten und Ansichten in Regeln fasst und

Abb. 15: Collection of the Computer History Museum, 102741168, 1995.



$$I(x, x') = g(x, x') + \int_s \rho(x, x', x'') I(x', x'') dx''$$

anwenden lässt. Es gibt daher kein zusätzliches Problem möglichen Missverständens in der Mitteilung. Es mag ihm schwer fallen, im Programm auszudrücken, was er erreichen will. Aber er muss das nicht erst einem Programmierer verständlich machen. War er als Künstler in der Lage, seiner Absicht formale Gestalt zu geben und konnte er dies tun, ohne Widersprüche im System zu erzeugen, so würde es funktionieren.

Das Regelsystem zeigt sich in solcher Betrachtung sofort als so wenig intelligent wie jedes andere formale System auch. Es kann jedoch auf einer niedrigen Ebene, eben dort, wohin formale Regeln führen, gute Dienste leisten. Harold Cohen hat gezeigt, dass das gelingen kann. Er hat schließlich aber auch die Grenzen gespürt. Als die Strukturen zwischen den Regeln begannen, unübersichtlich zu werden, kam der Augenblick, in dem er eine Wende vollzog. Er kehrte zurück zu relativ einfachen Algorithmen. Und dann legte er wieder, in jüngster Zeit, Hand an (Abb. 11).

Die Formel von der Ober- und der Unterfläche, *surface & subface*, zieht sich durch diesen Aufsatz wie ein roter Faden. Mit ihr versuche ich auf den charakteristischen Umstand hinzuweisen, der der algorithmischen Kunst eigen ist und mit ihr auch anderen digitalen Künsten. Die *Eigenästhetik* der digitalen Kunst, so meine Überzeugung, ist aus dieser Formel zu entwickeln und ein paar Andeutungen in diese Richtung können Leserin und Leser oben auch schon finden.

Jedes Tafelbild, das an der Wand eines Museums seinen würdigen Platz gefunden hat, zeigt uns ungefragt und unabdingbar seine Oberfläche. Es besitzt durchaus eine Unterfläche, die Rückseite nämlich. Selten aber kommt es vor, dass ein Museumsstück einmal so hinge, dass es seine Rückseite zeigte. Lustig, interessant und herausfordernd wäre das, nebenbei gesagt. Aber wir würden auf die Philosophie, die sich daran anschließen könnte, vermutlich verzichten. Es sei denn, ein dadaistisch beschwingter Künstler hätte einmal wieder die Möglichkeit erhalten, mit den Bildern des Museums zu machen, was er wolle, also auch, sie umgekehrt, „falsch herum“ zu hängen. ↵

Die Kunsthalle Bremen gab Wolfgang Hainke im Jahre 2006 solch eine Gelegenheit. Sie führte zu der grandiosen Ausstellung *terra incognita/Topsy-Turvy Topography*:

Wolfgang Hainke/Die Sammlung/neu/sehen. Nichts im Kunstmuseum blieb so, wie die Besucher es gekannt haben mögen.

Hinge da ein Albers, so fänden wir die Codebezeichnungen der Farben, die er für die Oberfläche verwendet hat. Da wir die Form seiner geschachtelten Quadrate oft genug gesehen haben, wüssten wir mit den Farbcodes auch schon genug. Die Logik der Sache wäre uns relativ klar. Der sinnlichen Wahrnehmung und damit auch der sinnlichen Erkenntnis müssten wir so allerdings entsagen. Das wäre bei einem auf den visuellen Reiz angelegten Stück Malerei schade.

Dennoch: außer in solch einfachem Fall würden wir uns wohl gern in ein Gespräch darüber verstricken lassen, wie der Künstler das nun wieder gemacht und hingekriegt hatte. Wir würden, so gut es geht, die Unterfläche herstellen. Denn, in der Tat, mit der Herstellung hat die Unterfläche es zu tun. Damit sind wir wieder bei dem algorithmischen Fall angekommen. Er unterscheidet sich von dem traditionellen nämlich dadurch, dass die Unterfläche selbst auch ein Produkt der Arbeit des Künstlers ist.

Zwar werden wir selten bis nie auf der Rückseite eines Tafelbildes, sagen wir: von Manfred Mohr, das Programm finden, also den Code in der Sprache C oder C++ oder auch nur eine umgangssprachliche, aber genaue Formulierung des Algorithmus. Aber irgendwo existiert diese Unterfläche und sei es im Speicher des verwendeten Computers.

Bei Aaron bilden die Regeln des Systems die Unterfläche. Ihr Wirken könnte aus dem Bild heraus gefunden werden. Sie beschreiben auf operationale Weise, wie die Objekte dieser Klasse zu erzeugen sind. Der Künstler kann das nicht preisgeben wollen. *OpenSource* vielleicht?

Das Werk des algorithmischen Künstlers, so sei das festgehalten, besteht tatsächlich aus zwei Komponenten, die eng verschraubt sind miteinander. Da ist zunächst das uns sichtbare Objekt, das einzelne Stück; die programmatische Beschreibung, die Definition der Klasse, dann auch. Wir kaufen und schätzen das Werk für seine Sichtbarkeit. Deswegen erscheint uns diese primär. Für den Künstler ist es gerade anders herum.

$$I(x, x') = g(x, x') + \int_s \rho(x, x', x'') I(x', x'') dx''$$



Abb. 16: Manfred Mohr: aus der Serie „P-21 Band Structure“.

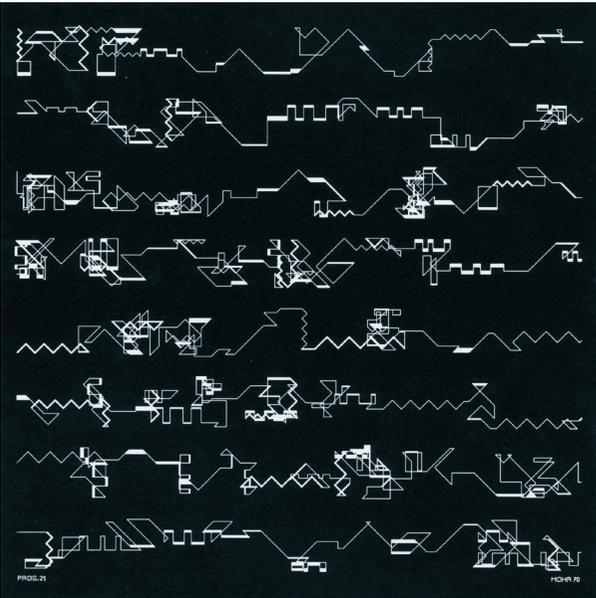


Abb. 17: Manfred Mohr: aus der Serie „Subsets P-1011“.

Tafelbild. Interaktion

Toll war es in den 1960er Jahren, zu einem Happening zu gehen. Allzu oft gab es die Gelegenheit nicht. Es kam darauf an, wo man wohnte und wieviel Geld man hatte, das heißt Zeit. „In Ulm, um Ulm und um Ulm herum“ vielleicht. Das war's dann schon. Über die anderen musste man lesen. Verrückt alles, lecker, abstoßend, gefährvoll, affenartig provozierend. Fotografieren musste man. Das ging damals noch nicht so flott wie heute. Vorbei war alles schnell, anders kann ich es nicht sagen. Geblieben aber ist viel.

Die Realität und die Ästhetik sollten zueinander kommen. Es geschah etwas, jetzt und hier und so. Egal, was es war, es war das, was es war. Nachdenken konnte man darüber, wenn man wollte. Eigentlich sollte man das nicht, denn man sollte ja teilnehmen. Aber geschrieben haben die schon auch. Viel. Viele, die da etwas gemacht haben.↵

Im übrigen fand das statt, während die Computerkunst entstand. Gegensätze? Vielleicht. Auf den ersten Blick auf jeden Fall. Krass sogar. „Wir wagen es, unsere Stimme gegen den ungeheuren Koloss des technischen Apparates zu erheben. Wir sind gegen das folgerichtige Denken, das zur kulturellen Verödung geführt hat. ... Grundlagenforschung ist rein wissenschaftlich und angewandte Forschung ist rein technisch. Die künstlerische Forschung ist frei und hat mit Wissenschaft und Technik nichts zu tun. Wir sind dagegen, dass man heute die Kunst verwissenschaftlichen will ...“↵

Die Gleichzeitigkeit solcher Gegensätze ist vielleicht schockierend. Gab es Gemeinsames? Vielleicht in der Radikalität des Schaffens und des Geschaffenen. Die äußeren Umstände von Computer-Labor und Happening-Ort waren völlig verschiedene. Aber die Leute von *Spur* dachten 1960 schon an „künstlerische Forschung“. Was mag es gewesen sein? Heute, fünfzig Jahre später, promovieren Leute an Schulen der Kunst. Und von „Forschung“ zu sprechen, geht Designern und auch Künstlern durchaus leicht von den Lippen, auch wenn der lauschende Informatiker einen leichten Druck in der Kehle empfinden mag. Gibt es andererseits Wissenschaftler, die Manifeste schreiben? Würde einer mit einem Manifest zu einer wissenschaftlichen Tagung zugelassen werden? Würde er es machen wollen, ohne sich völlig einsam zu fühlen? Wie fühlt sich der Künstler, der eine Arbeit als Dissertation verteidigt?

$$I(x, x') = g(x, x') \left[\epsilon(x, x') + \int_s \rho(x, x', x'') I(x', x'') dx'' \right]$$

Gab es Gemeinsamkeiten? Ist die Frage überhaupt interessant? Vielleicht war es der Kitsch? „Wir fordern den Kitsch, den Dreck, den Urschlamm, die Wüste.“ ↪ *Spur* spricht aus, was andere noch nicht einmal denken. Die digitale Kunst kam oft hart an den Rande des Kitsch. Kann ich das sagen, ohne mich in unabsehbare Gefahr zu begeben?

42

Den Kitsch, das Kitschige können wir nicht in einer wasser-dichten Definition fixieren. Je stärker ein ästhetisches Objekt einem Effekt dient oder je stärker es von einem Effekt geprägt ist, umso höher ist sein Kitschanteil. Da künstlerische Gestaltung sich immer auch des Effektes bedienen muss, enthält sie immer auch Kitschelemente. ↪ Wohin die Waage sich neigt zwischen Effekt und Idee, wird das Urteil prägen.

43

Die digitale Kunst ist immer vom Effekt bedroht. Sie steht stets in der Gefahr des Abklatsch. Was Grafiker von Hand längst schon und reizvoller gemacht hatten, wiederholte sie mit großem Aufwand an Maschinerie und geistiger Anstrengung. Das bringt sie dem Kitsch näher. Ein in sich vibrierendes Wellen-Bild von Bridget Riley als Iteration von sinusartigen Kurven, die auf Grund technischer Beschränkungen geringer vibrieren; eine Komposition mit kurzen Linienelementen von Mondrian als von fern ähnlich wirkende Simulation (Effekt!), ohne bestimmte Kompositionsmerkmale nachzubilden, das sind Studien in Stilistik, aus denen viel zu lernen war. ↪ Vor dem Urteil der Kunstgeschichte bleibt von ihnen der Versuch, eben die historische Studie, weniger aber die Eigenästhetik.

44

Vordenker der digitalen Kunst verkündeten, dass mit ihr jetzt (erneut) die Demokratisierung der künstlerischen Produktion losginge, denn jeder könne nun, wenn er wolle. War das Demokratisierung oder Banalisierung? Wenn es letzteres war, was ich annehme, dann war die Rede von der Demokratisierung Kitsch. Der brach gar nicht lange danach auch auf, zwanzig oder fünfundzwanzig Jahre später: Das Programmsystem Photoshop war sein Instrument. Die Informatiker, die es inzwischen gab, nannten die bunten Bilder, die entstanden, Fotorealismus. Der wurde zum großen Ziel alles technischen Trachtens der Computergrafik. Das errechnete Bild sollte so aussehen, dass man es von einer fotografischen Aufnahme derselben Szene nicht unterscheiden könnte. Es war jedoch weder Realismus noch Foto.

Immerhin, der radikale Gestus war beiden gemeinsam, den Algorithmischen und den Situationisten. Der gemeinsame Gestus kam, in seinen unterschiedlichen Formen, aus einem zutiefst empfundenen Unbehagen. Alles, was diese Gesellschaft ausmachte in den 1960er Jahren, alles, was offiziell war an ihr, führte zu Unbehagen und radikaler Abkehr. Es kam darauf an, wo man stand, wenn man sich abkehrte. Je nachdem erblickte man verschiedene Möglichkeiten, denen man sich zuwenden konnte in seiner Abkehr.

In Californien, nebenbei gesagt, bildete sich in der dortigen Gegen-Kultur der Nährboden für den PC, den persönlichen Computer. Die Wurzeln von dessen ursprünglicher Ideologie liegen an den Lagerfeuern und in den Gitarrenklängen der sexuellen Revolution. ↪ *When you go to San Francisco, be sure you wear some flowers in your hair; mag manchem noch im Ohr klingen.*

Immerhin, die Widersprüche, die mich in Stuttgart und, stärker, in Toronto plagten, zwischen Notstandsgesetz, Vietnam-Krieg und digitaler Kunst, fanden ihren Niederschlag in der Erklärung „There should be no computer art“. Lese ich sie heute wieder, so wirkt sie etwas peinlich. Damals nicht. Das war 1971. Davor schon gab es ein *Statement* zur Nicht-Beteiligung an Ausstellungen. ↪

Die Happenisten kehrten die performative Seite der künstlerischen Manifestation hervor, aufs allerradikalste. Sie ließen gelegentlich an ihren Schauplätzen auch Darstellendes zu, aber doch eher als Freundschaftsgeste ihren Kumpeln gegenüber. Die Algoristen dagegen klebten treu und brav am Tafelbild. Niemand während der ersten Jahre digitaler Kunst kehrte sich von ihm ab. Es bedurfte erst der technischen Fortschritte, die interaktives Eingreifen ermöglichten, bis das geschehen konnte.

Längst hatte Duchamp dem Tafelbild für immer Adieu gesagt, lange bevor irgendjemand auch nur an eine rechnende und semiotische Maschine dachte. Vielleicht war der Medienbruch zu stark, als dass es den Akteuren gleichzeitig möglich gewesen wäre, das algorithmische Prinzip revolutionär in die Art der Artefakte selbst einzuführen und den sicheren Hafen des Tafelbildes zu verlassen, das ringsherum und seit Jahrzehnten schon bespöttelt wurde.

Mit weniger revolutionärer Geste zogen die sog. Op Artisten die Betrachter ins Geschehen hinein und machten so Ernst mit Duchamps weisem Sprach vom Betrachter, der das Werk durch sein Dazutun erst kreativ zu Ende brächte. Ohne dass man wenigstens

$$I(x, x') = g(x, x') \left[\epsilon(x, x') + \int_s \rho(x, x', x'') I(x', x'') dx'' \right]$$

den Kopf bewegte vor dem Formen-Arrangement an der Wand, war dieses nicht bereit, sich dem Betrachter so zu zeigen, wie sein Künstler sich das gedacht hatte. Das war amüsante Erforschung des Sehfeldes in immer neuen Varianten.

Ein Großmeister des Genres, das er „visuelle Phänomene“ nennt, Ludwig Wilding, hat diese Art der Forschung bis zu seinem Tode 2010 auf eine Stufe gehoben, die einem nur das Staunen ließ. → Ganz im Geiste von Duchamp denkt Ludwig Wilding beim Herstellen seiner Bilder an den Betrachter. Ihm bieten seine Muster an der Wand nur die Spielregeln für ein Seh-Spiel, auf das er sich einlassen mag oder nicht. Wildings Überlagerungen von Linien auf der Bildfläche erreichten schließlich eine Dichte und Sensibilität, dass einer beim Darauf-zu-Gehen oder beim Vorbei-Gehen Raum entdecken konnte, der sichtbar, aber Illusion war. Das bleibt. Auch ohne den wilden Gestus jahrzehntelanger visueller Forschung.

47

Und doch scheint das Tafelbild nicht das eigentliche Medium der digitalen Kunst zu sein. Wenn wir beobachten, dass ihre frühen Beispiele (ab 1965 für etwa zehn Jahre) im wesentlichen grafischer Natur sind, müssen wir argwöhnisch werden. Deutlich wird daran, dass dies die McLuhansche Phase des Mediums ist, in der sein Satz vom Medium, das seine eigene Botschaft sei, gültig ist. Alles – oder vieles – bleibt beim Alten, nur das Medium wird gewechselt. Die Mitteilung lautet demnach simpel: ich komme aus dem Computer, das solltest Du erstaunlich finden!

Indem visuelle Gestaltungen am Computer Besonderheiten aufnehmen, die diesem instrumentalen Medium genuin zukommen, gewinnen sie erst die mit dem neuen Medium gegebene Höhe. Was sind diese Besonderheiten? Sie müssen sich aus den speziellen Arten des Rechnens eines vom Programm kontrollierten Computers ergeben.

Programme sind dann nicht-trivial, wenn sie Iterationen oder Rekursionen enthalten. Strukturell wird ein und derselbe Vorgang wiederholt durchgeführt, lokal aber ändert sich vor der Wiederholung eine Größe (oder auch mehrere). In der Iteration erweisen Computer ihre ungeheure Kraft. Es kommt dabei nicht darauf an, ob die gleichbleibende Struktur selbst wieder unterteilt und strukturiert ist und somit den Eindruck erweckt, sie sei eine andere geworden. Strukturelle Konstanz bei variierender Besetzung, das ist das Geheimnis.

Dieses Geheimnis findet zwei Hauptformen, in denen Programme brillieren können: Animationen und Interaktionen. Beide führen auf wechselnde und bewegte Bilder. Das Tafelbild ist definitiv nicht das eigene Metier des Medium Computer. Die unendliche Vielfalt der in einem Programmschema angelegten Bildwelt zeigt sich animiert oder interaktiv. Denn in beiden Fällen geht es von Bild zu Bild um Neuberechnungen, die i. d. R. nur geringfügige Änderungen verlangen, gleichzeitig aber sehr schnell sein müssen.

Die Spanne zwischen sichtbarer Oberfläche und berechenbarer Unterfläche wird in den Medien des animierten Films und der interaktiven Installation zu deren ästhetischem (nämlich sinnlich wahrgenommenen) Vorteil ausgenutzt.

Generative Kunst

Zur ersten Ausstellung von Computerkunst überhaupt, der nämlich von Georg Nees im Februar 1965 im Ästhetischen Kolloquium der TH Stuttgart, erschien eine kleine Broschüre der berühmten *edition rot*, ihr Heft Nr. 19. Darin ließ Max Bense eine kurze Notiz drucken, durch die das Attribut „generativ“ erstmals in Kunst oder Design auftrat. Georg Nees' Dissertation trägt vier Jahre später, wie schon erwähnt, den Titel „Generative Computergrafik“. ↪ Im Jahr 1974 versuche ich mathematische Definitionen von analytischer, synthetischer und generativer Ästhetik. ↪

Im Umfeld der in Stuttgart betriebenen Informationsästhetik war „generativ“ innerhalb eines Jahrzehnts ein bekannter Begriff geworden. Er hat heute, aus den USA zurückkommend, Konjunktur als *generative architecture, art, design, music*. Auf Deutsch ist vor kurzem ein prächtiges Buch unter dem Titel „Generative Gestaltung“ vorgelegt worden. ↪ Das Wort sagt heute auf Grund seiner Inflationierung wenig mehr, als dass Programme entwickelt werden, die in gestalterischen Prozessen, Entscheidungen und Entwürfen verwendet werden. Auch das ist noch reizvoll. Denn wenn programmiert wird, eröffnet diese Tätigkeit mehr als nur eine Form oder Gestalt.

Stellt man es nicht besonders dumm an, so schreibt man ein Programm stets so, dass es von Parametern abhängt. Für jeden konkreten Lauf des Programms gibt man den Parametern konkrete Werte, die man gern bei den weiteren Durchführungen systematisch variiert. Ein parametrisiertes Programm ermöglicht deswegen

$$I(x, x') = g(x, x') \left[\epsilon(x, x') + \int_S \rho(x, x', x'') I(x', x'') dx'' \right]$$

systematische Experimente mit strukturell gleichbleibenden Merkmalen, die schematisch im einzelnen gefüllt werden können. Der Vorteil solchen parametrisierten Designs ist offenkundig: Permutation, Variation, Serie werden leicht zugänglich. Oft kann man stufenweise vorgehen. Man sucht den Raum zulässiger Parameterwerte nach interessanten Bereichen ab, variiert in diesem noch feiner und kann sich so einer nahezu optimalen Lösung nähern.

In *rot 19* führt Bense den Begriff der generativen Ästhetik so ein: Die so umrissene generative Ästhetik stellt Bense unmittelbar in Bezug zur generativen Grammatik. Das war einige Zeit vorher Chomskys Begriff für seinen Zugang zur Grammatik gesprochener Sprache.

„unter generativer ästhetik ist die zusammenfassung aller operationen, regeln und theoreme zu verstehen, durch deren anwendung auf eine menge materialer elemente, die als zeichen fungieren können, in dieser ästhetische zustände (verteilungen bzw. gestaltungen) bewusst und methodisch erzeugbar sind.“ ↪ 51

Er ging davon aus, dass diese aus der Sicht der Erzeugung korrekter Sätze besser zu verstehen sei als aus deren Interpretation. ↪ Kurze Zeit danach übertrug Bense das Prinzip der Generierung von der Grammatik von Sätzen auf die Strukturen von Bildern. Denkt man an algorithmische Erzeugung, so bleibt viel anderes nicht übrig. Dennoch ist der Schritt kühn. Bense musste ihn relativ vage lassen. ↪ 53

Bald treten Versuche auf, bildliche Signale aus Grammatiken erzeugen zu lassen. Das Problem ist bei der Erweiterung von einer Dimension (Sprache) auf zwei (Bild) nicht zu unterschätzen. In einer Dimension gibt es zu jedem Teil eines Satzes genau einen Vorgänger und einen Nachfolger. In zwei Dimensionen sind das rings im Kreis herum beliebig viele.

„Operationen, Regeln und Theoreme“ lässt Bense als Komponenten einer generativen Ästhetik zu. Das ist offen und allgemein formuliert. Diese Operationen, Regeln und Theoreme sollen nun auf materiale Elemente einer gegebenen Menge („Repertoire“ genannt) angewandt werden. Dadurch sollen in der Menge ästhetische Zustände erzeugt

werden. Sie sind Zweck und Ziel und stehen naturgemäß für das, was traditionell „Kunst“ oder „schön“ etc. genannt wird.

Wichtig ist, dass die Elemente als *Zeichen* fungieren können. D. h. dass die materialen Elemente selbst die Repräsentamina von Zeichen werden können. Generative Ästhetik bearbeitet deswegen direkt nur die Signale, jene Aspekte also, die wir sinnlich wahrnehmen können, an denen als Zeichenträger eventuell ästhetische Zustände festgemacht und festgestellt werden können.

Soll generative Ästhetik schließlich zentraler Aspekt für den Begriff eines ästhetischen Algorithmus werden, so ist von diesem folglich auch nicht mehr zu erwarten als die Bearbeitung der materialen Komponenten des Werkes. Kein Programm wird jemals mehr leisten können als dies: auf berechenbare Weise an gegebenen Elementen Transformationen vorzunehmen, die – semiotisch gesprochen – die unteren Schichten von Zeichen betreffen. Kein Programm wird je eine Ahnung von „reizvoll“, „interessant“, „vielschichtig“ etc. aufweisen, von Bewertungen, Reaktionen, Interpretationen also, zu denen wir als Menschen unweigerlich übergehen, wenn wir selbst Mengen materialer Elemente bearbeiten. Denn wir verfolgen Interessen. Programme aber („generative Ästhetiken“) sind blind. Sie nehmen nichts wahr, sondern wenden nur an. Wir sind vielleicht dennoch vom Ergebnis überrascht, ob nun positiv oder negativ.

Unvermeidlich berühren wir hier die Stelle im Verhältnis von Mensch und Maschine, wo auch kluge Köpfe gelegentlich ins Grübeln geraten. Allzu gern sind wir geneigt, eine Fähigkeit der Maschine zuzuschreiben, von der wir wissen, dass sie sie nicht besitzen kann. Unter der Bezeichnung „Künstliche Intelligenz“ wird diese Diskussion seit fünfzig Jahren geführt. In der Kunst findet sie eine besondere Ausprägung, wenn man danach fragt, welchen Anteil an der Kreativität die Maschine, welchen hingegen der Mensch beanspruchen kann.

Diese Diskussion werde ich hier in keinem Fall aufgreifen. Zu abgeschmackt ist sie, einerseits durchaus verständlich, andererseits aber doch sehr ermüdend. Verständlich an ihr mag sein, wenn junge Menschen die offenkundige Tatsache, dass sie Menschen sind, in Frage stellen und den Unterschied zwischen sich und einem Felsen, einem Auto, einer Maus oder einem Programm (der Suchmaschine von Google) genau benannt wissen wollen. Ermüdend an der

Diskussion ist jedoch, wenn der Hinweis auf die Offensichtlichkeit des Unterschieds nicht hinreicht oder gar geübelt wird.

Unmittelbar evident ist für jeden Menschen, dass er kein Felsen, kein Auto und auch nicht Google ist. Niemand kann ernsthaft solche Tatsache bestreiten. Und niemand tut es. Behaupten kann einer höchstens, dass der Programmierer in gewissem Sinne hinter den Leistungen seines Programmes zurückbleiben könne. Ist das Programm komplex genug, ist es über einen längeren Zeitraum hin gewachsen und Ergebnis einer größeren Zusammenarbeit, so ist keinesfalls auszuschließen, dass es Ergebnisse erzielt, die Beteiligte überraschen.

Die Beteiligten werden jedoch prinzipiell stets in der Lage sein, die eingetroffenen Ergebnisse aus den Funktionsweisen des Programms zu erläutern. Im einzelnen Fall mag das etwas mehr Zeit und Anstrengung verlangen als in anderen Fällen. Doch zumindest im Rahmen von Wahrscheinlichkeiten gelingt es stets. Das Problem der Künstlichen Intelligenz sind nicht so sehr die Maschinen, die nicht intelligent sind, sondern die Menschen, die es sind.

Mit einer kleinen Anekdote vom 5. Februar 1965 und einem Blick zurück auf den Titel dieses Beitrages möchte ich ihn abschließen. Als Max Bense zur Eröffnung der Ausstellung Georg Nees seine „Projekte generativer Ästhetik“ vorgetragen hatte, gab Nees technisch-algorithmische Hinweise dazu, was er hatte tun müssen, um seine Maschine zum Zeichnen zu bringen. Anwesend war, nach meiner Erinnerung, das überlicherweise zu Benseschen Ereignissen kommende Publikum. Darunter war auch eine Schar von Professoren der Stuttgarter Kunstakademie, zahlreicher als sonst. Zwischen ihnen und Bense bestanden freundliche Beziehungen und mancher von ihnen griff Momente der Informationsästhetik oder der Semiotik in seinen eigenen Arbeiten auf. Das war Stuttgart.

Als Nees mit seinen Ausführungen zu Ende war, meldete sich der Meister einer Klasse der freien Malerei zu Wort mit der Frage: „Sagen Sie, können Sie Ihre Maschine auch dazu bringen, mit meinem Duktus zu malen?“ Nennen wir den fragenden Künstler abkürzend schlicht T., so wissen wir leider heute nicht, ob er mit der Frage auf ein ganz bestimmtes Ziel hinsteuerte. Es wäre aber auch ganz gleichgültig, denn er hatte den Einfall solcher Frage und hatte ein Recht auf eine sachliche und überlegte Antwort, die er auch sogleich bekam.

Nach kurzer Überlegung nämlich antwortete der Mathematiker Nees in seiner schon immer ausgesprochen freundlichen Zurückhaltung: „Selbstverständlich kann ich das“ – kurze Kunstpause – „wenn Sie mir sagen, *wie* Sie es machen.“ Genial. Genau den Punkt getroffen. Ohne jede Allüre. Sachlich, offen, komplex in maximaler Schlichtheit. Denn: Was man programmieren will, muss man vorher explizit sagen können.

Um die Geschichte zu Ende zu erzählen: die Künstler waren empört! Nicht gerade geräuschlos verließ die Gruppe den Raum. An konkrete Äußerungen, die sie dabei machten, erinnere ich mich leider nicht. Sie müssen von einer Art gewesen sein, dass dies doch wohl zu weit ginge, frech sei das schon, wenn nicht überheblich, wenigstens unbescheiden und anmaßend. Der Mathematiker sagt, wie es ist; die Künstler aber interpretieren, wie sie es wollen.

Ein Eklat beim ersten Erscheinen digitaler Kunst. Bense war es unangenehm. Er eilte den das Weite suchenden Professoren hinterher mit dem Ruf: „Meine Herren, es handelt sich hier doch nur um *künstliche Kunst!*“ Zweiter Treffer. Ein neuer Begriff war geboren: „Künstliche Kunst“. Lassen wir uns beide Bemerkungen noch einmal durch den Kopf gehen.

Das Wort von der Künstlichen Kunst griff offensichtlich das von der Künstlichen Intelligenz auf. Hier wie da: Künstlichkeit insoweit, als Maschinen in erheblichem Maße beteiligt waren und was sie taten, war nicht natürlich, sondern anders. Diese künstliche Hervorbringung aber bezog sich auf ein Heiliges des Menschen, die Kunst nämlich. Das stellte – so vermutlich die Gedanken der Künstler – einen Angriff auf ihr Ureigenes dar. Spontan und unmittelbar spürten die Kunstlehrer, dass, was hier gezeigt wurde, eine Tempelschändung war. Sollte das um sich greifen, wäre ihr Selbstverständnis auf das Stärkste hinterfragt. Geht man heute durch die Säle einer beliebigen Kunst- oder Design-Hochschule, wird man nur wenige Räume finden, in denen nicht jemand mit einem Computer arbeitete.

Vorausgegangen dem Benseschen Versuch einer begrifflichen Schadensbegrenzung war aber die nachdenkliche Antwort Nees' auf die Frage von T.: Sollten Sie mir sagen können, was das ist, Ihr Duktus, so kann ich diesen auch programmieren. Wie sehr er Recht hatte! Soll eine Operation nämlich programmiert werden, so muss sie zunächst in berechenbarer Art beschrieben werden. Nur soweit das gelingt, kann die Operation programmiert werden. Genau darin

$$I(x, x') = g(x, x') + \int_s \rho(x, x', x'') I(x', x'') dx''$$

liegt die Aufgabe jeder Art von Übertragung von Operationen auf Computer. Nees hatte in kürzester Form das zusammengefasst, was seit sechzig Jahren als die algorithmische Revolution ↪ durch die Welt geistert.

54

Dieses Wort ist von Peter Weibel.

Nees' Bemerkung umzudeuten etwa in: wir können alles programmieren, wäre fatal. Denn er hatte etwas ganz anderes gesagt: Liegt mir eine exakte Beschreibung einer bisher nur mental stattfindenden menschlichen Operation vor, so werde ich schließlich auch eine programmierte Fassung liefern können. Nichts von dem, was der Mensch tut, verfällt schon deswegen der Maschine. Ganz im Gegenteil kann das nur dem widerfahren, was der Mensch berechenbar macht. Dass danach immer noch die Ökonomie und gar die Ethik zu fragen sind, ob das nun auch geschehen soll, kommt erschwerend hinzu.

Schauen wir nun noch zurück, von wo wir aufgebrochen waren, zur Formel der *Rendering Equation*. Wir sind es gewohnt, über Kunst als Frage der Stoff/Form Beziehung zu sprechen. Keine Publikation, die sich dieser Ursprünglichkeit nicht annähme. In der einen oder anderen Weise ist das Werk immer zunächst Ding, nichts als Ding, das so ist, wie es ist und nicht anders. Doch im Werk geht das Ding über sich hinaus, gewinnt Zusätzliches. Heidegger legt das dar. ↪ Max Bense spräche von „Mitrealität“, im Falle der Kunst von zufälliger Mitrealität. ↪

55

56

Dem Stoff, für den er sich entscheidet, möchte der Künstler eine Form geben, die seine Idee im Stoff überzeugend sinnlich wahrnehmbar macht. In der Formel der Mathematik tritt uns eine gelegentlich schwierige Aufgabenstellung in gedrängter, oft in nachgerade geballter Form, entgegen. Wenn die Formel, wie bei der *Rendering Equation* der Fall, eine Aufgabe formuliert, die es zu lösen gilt, ist diese Ballung wohl am grandiosesten. „Solltest Du,“ sagt uns die *Rendering Equation*, „in der Lage sein, mich zu lösen, so würdest Du ein Programm formulieren, das an Leistungen der Fotokamera heranreicht.“ Wen dabei nicht ein kleines Schaudern ergreift, der hat noch einen Weg vor sich.

Ein paar Facetten aus der Welt der digitalen Kunst habe ich hier versucht, anzubieten. Im Titel wollte ich ein Werk abbilden, das dort liegen mag, wo die tanzende Marionette bei Heinrich von Kleist durchs Unendliche geht, von welchem Durchgang sie hernach

hierher zurückkehrte. Das ist eine weite Ferne. Kleist sagt von ihr, dass sie zu durchleben „das letzte Kapitel von der Geschichte der Welt“ sei. ↵

Wir sehen die Formel. Ist sie nicht schön? In der digitalen Kunst begegnen wir Formeln, die sich verkleiden in Formen und Farben, damit wir sie an die Wand hängen oder dorthin projizieren können. Wenn wir das tun, scheint die Formel nicht mehr da zu sein. Immer schon – war das nicht so? – ging es in der Ästhetik um einen Schein und ein Scheinen.

Dank

Viele Menschen an der Kunsthalle Bremen haben mich über Jahre hin freundschaftlich unterstützt. Sie haben mich zu einem Freund dieses Kunstinstituts werden lassen. Namentlich bedanke ich mich bei Wulf Herzogenrath und Andreas Kreul. Sie mögen für viele mehr stehen. Allen Künstler danke ich dafür, ihr Bildmaterial verwenden zu dürfen. – Ohne die Zusammenarbeit mit Susanne Grabowski, Jörn Ketelsen und Matthias Krauß und ohne zahllose Begegnungen mit Studierenden wäre der Boden nicht bereitet worden, diesen Aufsatz zu schreiben. Dankeschön an alle diese.

*Überarbeitete und gekürzte Fassung des Aufsatzes gleichen Titels in:
Katja Riemer, Andreas Kreul (Hg.): Wunderkammermusik. Die Sammlun-
gen der Kunsthalle Bremen 1994–2011 und darüber hinaus.
Eine Introspektive, Köln 2011, 78–105.*

$$I(x, x') = g(x, x') \left[\epsilon(x, x') + \int_s \rho(x, x', x'') I(x', x'') dx'' \right]$$

01↔

Sol LeWitt: „Paragraphs on conceptual art“, in *Artforum* 10 (summer 1967), 79–83, 79.

02↔

Gemeint ist der Absatz 13 vgl. Frieder Nake: „Paragraphs on computer art, past and present“, in: *Cat Symposium 2010: Ideas before their time: Connecting the past and present in computer art*, London 2010, 55–63, 58.

03↔

Das Victoria & Albert Museum in London wird keine gedruckten Kataloge mehr erarbeiten. Sein Bestand ist (nur noch) digital verfügbar. (Mdl. Mitteilung Februar 2011.) 119.

04↔

Kommentar im Text.

05↔

Kommentar im Text.

06↔

Kommentar im Text.

07↔

David S. Immel: „A radiosity method for non-diffuse environments“, in: *SIG-*

GRAPH 1986 Proceedings of the 13th annual conference on Computer graphics and interactive techniques, New York 1986, 133–142; James T. Kajiya: „The rendering equation“, in: *SIG-GRAPH 1986 Proceedings of the 13th annual conference on Computer graphics and interactive techniques*, New York 1986, 143–150.

08↔

Kommentar im Text.

09↔

Kommentar im Text.

10↔

Friedrich Kittler: Computer graphics, a semitechnical introduction, in: *Grey Room*, 2 (2001), 30–45.

11↔

Micah K. Johnson, David G. Stork, Soma Biswas, Yasuo Furuichi: „Inferring illumination direction estimated from disparate sources in paintings: an investigation into Jan Vermeer’s Girl with a Pearl Earring“ in: *Proceedings of SPIE 6810, Computer Image Analysis in the Study of Art*, 681001 (March 2008).

12↔

Theo van Doesburg: „Die Grundlage der konkreten Malerei“ in: Margit Weinberg Staber: *Konkrete Kunst. Manifeste und Künstlertexte*, Zürich 2001, 25. Das kurze Manifest war 1930 in Paris in Form einer Zeitschrift erschienen und von den Künstlern Carlsson, Doesburg, Hélon, Tutundjian und Wantz gezeichnet, unter denen Doesburg offenbar die führende Rolle spielte.

13↔

Ebd.

14↔

Kommentar im Text. Vgl. Charles Sanders Peirce: *Semiotische Schriften* Bd. 1, Frankfurt/Main 2000, hier: die Einleitung von Helmut Pape.

15↔

van Doesburg 2001, 25.

16↔

Max Bill im Katalog der Ausstellung *Zeitprobleme* in der Schweizer Malerei und Plastik 1936, hier zitiert nach Staber 2001, 29.

17↔

Ebd. 30.

18↔

Ebd.

19↔

John Deely: *The semiotic animal*, New York 2005. Der Begriff geht jedoch auf Felix Hausdorff, den deutschen Mathematiker, zurück, der ihn beiläufig unter seinem Pseudonym Paul Mongré verwendete.

20↔

Kommentar im Text.

21↔

Oft von Bense beschrieben, am eindrücklichsten wohl in Max Bense: *Aesthetica. Einführung in die neue Ästhetik*, Baden-Baden 1965.

22↔

Walter Benjamin: *Das Kunstwerk im Zeitalter seiner technischen Reproduzierbarkeit*, Frankfurt/Main 2007, 10.

23↔

Marshall McLuhan: *Understanding media. The extensions of man*, New York 1964, 23.

24↔

Paul Valéry o. J., nach Benjamin 2007, 12. Der Aufsatz von Paul Valéry wird o. J. zitiert, ist aber nach Schöttker in (Benjamin 2007, 177) im Jahr 1931 erschienen. Dt. in Paul Valéry: „Über Kunst“. Frankfurt/Main 1959.

25↔

Alan M. Turing: „On computable numbers: with an application to the Entscheidungsproblem“, in: *Proceedings of the London Mathematical Society. Series 2*, 42, (Nov–Dec 1936).

26↔

Diese Ausstellungen waren: Georg Nees im Ästhetischen Kolloquium der TH Stuttgart bei Max Bense (5.–19.2.1965); A. Michael Noll in der Howard Wise Gallery in New York (6.–24. April 1965); Frieder Nake und Georg Nees in der Galerie Wendelin Niedlich in Stuttgart (5.–26.11.1965).

27↔

Kommentar im Text.

28↔

Kommentar im Text.

29↔

Kommentar Schöttker, in: Benjamin 2007, 118.

30↔

Alexander Gottlieb Baumgarten: *Ästhetik* [1750/1758], 2 Bände, Hamburg 2007.

31↔

Kommentar im Text.

32↔

Kommentar im Text. Vgl. Pamela McCorduck: *Aaron's code. Meta-art, artificial Intelligence, and the work of Harold Cohen*, New York 1990, hier 22f.

33↔

Die Zeitschrift hieß *bit international* und kam zwischen 1968 und 1973 mit insgesamt neun Nummern heraus. Zwei der Hefte waren Doppelnummern. Aufsätze erschienen in Serbokroatisch und Englisch, evtl. aber statt in Englisch in der Originalsprache.

34↔

S. Dokumentation und Katalog der Ausstellung vom 29. September 2006 bis 7. Januar 2007 in Ingolstadt,

Museum für konkrete Kunst Ingolstadt, Tobias Hoffmann (Hg.): *Die Neuen Tendenzen – eine europäische Künstlerbewegung 1961–1973*, Ingolstadt 2006. Die Ausstellung ging weiter ans Leopold-Hoesch-Museum in Düren vom 25. Februar bis 29. April 2007. Die Zagreber Jahre gingen auch in die große Retrospektive „bit international – (Nove) Tendencije. Computer und visuelle Forschung Zagreb 1961–1973“ ein, die am ZKM in Karlsruhe vom 22. Februar 2008 bis 18. Januar 2009 gezeigt wurde. Auch aus ihr kam ein großartiger Dokumentationsband heraus, vgl. Margit Rosen (Hg.): *A little-known story about a movement, a magazine, and the computer's arrival in art: New Tendencies and BitInternational, 1961–1973*, Cambridge 2011. Sie wiederum hatte unter gleichem Titel einen Vorläufer in der Neuen Galerie in Graz (28. April – 26. August 2007).

35↔

Georg Nees: *Generative Computergraphik*, Dissertation Stuttgart 1969.

36↔

Kommentar im Text. Vgl. Guy Debord: *Die Gesellschaft des Spektakels*, 1996.

37↔

McCorduck 1990, 23.

38↔

Kommentar im Text.

39↔

Kommentar im Text.

40↔

Jürgen Becker, Wolf Vostell (Hg.): *Happenings. Fluxus, Pop Art, Nouveau Réalisme. Eine Dokumentation*, Reinbek 1965.

41↔

Gruppe Spur: „Manifest der deutschen Sektion der Situationistischen Internationale“ [1960], in: Becker/Vostell 1965, hier 47.

42↔

Ebd.

43↔

Vgl. hierzu Gillo Dorfles: *Der Kitsch* [1968], Gütersloh 1977.

44↔

Diese Bemerkung spielt auf zwei Experimente von A. Michael Noll an, die häufig abgebildet worden sind, zum Beispiel in: A. Michael Noll: *Computers and the Visual Arts*, in: Martin Krampen, Peter Seitz (Hg.): *Design and Planning 2: Computers in Design and Communication*, New York 1967, 65–79.

45↔

John Markoff: *What the Dormouse Said: How the Sixties Counterculture Shaped the Personal Computer Industry*, New York 2005.

46↔

Frieder Nake: „Statement for Page“, in: *PAGE, bulletin of the Computer Arts Society 8 (1970)*; ders.: „There Should Be No Computer Art“, in: *PAGE, bulletin of the Computer Arts Society 18 (1971)*, 18–21.

47↔

Ludwig Wilding: *Visuelle Phänomene*, Köln 2007.

48↔

Nees 1969.

49↔

Frieder Nake: *Ästhetik als Informationsverarbeitung*, Wien/New York 1974.

50↔

Hartmut Bohnacker, Benedikt Groß, Julia Laub, Claudius Lazzeroni: *Generative Gestaltung. Entwerfen, Programmieren, Visualisieren*, Mainz 2010.

51↔

Max Bense: „projekte generativer ästhetik“, in: *rot 19* (Stuttgart 1965).

52↔

Noam Chomsky: *Synthetic structures*, Den Haag 1968.

53↔

Kommentar im Text.

54↔

Kommentar im Text.

55↔

Martin Heidegger: *Der Ursprung des Kunstwerkes*, Stuttgart 1960.

56↔

Bense 1965.

57↔

Heinrich von Kleist: „Über das Marionettentheater“, in ders: *Sämtliche Werke*. Leipzig o. J. (vor 1907), 213–219.

Abb. 01:

Gero Gries: „Küche“, 1995. Quelle: *Gerhard Mantz, Gero Gries, Martin Dörbaum, Yves Netzhammer, Yoichiro Kawaguchi, Johanna Jakob, Enno Kaufhold* (Hg.): *Natürlich künstlich. Das virtuelle Bild.*; Ausstellungskatalog, Berlin 2001, S. 78.

Abb. 02:

Jan Vermeer: „Mädchen mit dem Perlohrgehänge“, ca. 1665–65, Mauritshuis, Den Haag..

Abb. 03:

Georg Nees: „Achsenparalleler Irrweg“, 1964–1968. Quelle: <https://zkm.de/en/artwork/axis-parallel-maze>, 23.07.2019.

Abb. 04:

Claude Monet: „Meules, milieu du jour“, 1890–91, National Gallery of Australia, Canberra.

Abb. 05:

Piet Mondrian: „Composition with Red, Blue, and Yellow“, 1930, Kunsthaus Zürich.

Abb. 06:

Robert Motherwell: „Elegy to the Spanish Republic #34“, 1953–54, Albright Knox Art Gallery Buffalo.

Abb. 07:

Der Elektronen-Rechner ER56 der Firma Standard Elektrik Lorenz im Rechenzentrum TH Stuttgart, 1965. Quelle: *Frieder Nake*

Abb. 08:

Der lochstreifengesteuerte Zeichenautomat Zuse Graphomat Z64. im Rechenzentrum TH Stuttgart, 1965. Quelle: *Frieder Nake*

Abb. 09:

Ausstellungsansicht *Cybernetic Serendipity*, Institute for Contemporary Arts, London 1968, Gordon Pask: „The Colloquy of Mobiles“,

$$I(x, x') = g(x, x') \left[\epsilon(x, x') + \int_s \rho(x, x', x'') I(x', x'') dx'' \right]$$

1968. Quelle: <http://www.medienkunstnetz.de/werke/colloquy-of-mobiles/bilder/8/>, 23.7.2019; Foto: Amanda Heitler.

Abb. 10:

Ausstellungsansicht Tendencies 4, Zagreb 1969, Symposium, von links: Herman de Vries: „random objectivation V68–67“ und „V68–70“; Vladimir Bonacic: „IRB 8–9“ und andere Arbeiten aus der Serie IRB, Hiroshi Kawano: Abbildungen von Arbeiten in Japanese Zeitschriften; Peter Milojevic: Peek-a-boo Random Circles und Designs. Quelle: *Margit Rosen (Hg.): A Little-Known Story about a Movement, a Magazine, and the Computer's Arrival in Art: New Tendencies and Bit International. 1961–1973, Cambridge MA. 2011, 576.*

Abb. 11:

Harold Cohen als entspannter Beobachter seiner Malmaschine. Quelle: <http://tcm.computerhistory.org/CHMfiles/Harold%20Cohen,%20%20Robotic%20Artist,%201995.pdf>, 23.07.2019.

Abb. 12–14:

Drei Beispiele der Produktion von Harold Cohens Programmsystem AARON. Quellen: *Abb. 12:* <https://www.computerhistory.org/revolution/computer-graphics-music-and-art/15/231/745>; *Abb. 13:* AARON image created at the Computer Museum, Boston, MA, 1995, <https://www.computerhistory.org/revolution/computer-graphics-music-and-art/15/231/745>, 23.07.2019; *Abb. 14:* Harold Cohen Trust, Foto: Thomas Machnik.

Abb. 15:

Collection of the Computer History Museum, 102741168, 1995. Quelle: <https://computerhistory.org/blog/harold-cohen-and-aaron-a-40-year-collaboration/>.

Abb. 16:

Manfred Mohr: aus der Serie „P-21 Band Structure“, 1970. Quelle: Musée d'Art Moderne de la Ville de Paris: *Manfred Mohr Computer Graphics. Une Esthétique Programmée*, Paris 1971, Ausstellungskatalog, 12.

Abb. 17:

Manfred Mohr: aus der Serie „Subsets P-1011“, 2004. Quelle: Digital Art Museum, <http://dam.org/artists/phase-one/manfred-mohr/artworks-bodies-of-work/subsets>, 23.07.2019.

The Disappearing Masterpiece

Digital Image & Algorithmic Revolution

01 The digital image does not exist.↔

Pias' publication is the text of an oral presentation in German. He summarizes in four statements the first of which says: "Das digitale Bild gibt es nicht, ...", and he continues: there is only a paradoxical relation between information and presentation of an image, and this relation may be called "digital".

But don't we speak of exactly this, the digital image, nearly all the time? We do, indeed, speak of it and we do it in a way that is similar to our speaking about a number of other phenomena surrounding the algorithmic world of computing: By mystifying the phenomenon in one way or other.

When we speak of the *digital image*, we definitely speak of *images*. All of us are familiar with them. There is nothing much exciting about speaking about them. But our case is the image in a special state or mode: the *digital* mode of the image. Here we go! Whatever we may think of images, when we think of them, we think of a *visible* phenomenon. The digital image, by being an image, must be visible. Otherwise, if not visible, we would not usually call it an *image*.

Well, yes, but careful! There are, as some claim, also mental images.

02 Or images of imagination. They are, beyond doubt, not visible.↔

For, if mental images were visible, they would not be mental.

When the mental image came up in psychology and cognitive science, some voices doubted that it could exist in the sense of an image. So, perhaps, in a metaphorical sense there might be a mental image. And we can, of course, use the name of any phenomenon in a metaphorical way. That's the reason behind the power of the metaphor without which much of our language and speech would disappear.

But is this the case with the *digital image*? Usually it's not. Naively we talk about digital images without thinking much about what we say. It's on a computer, it is stored there, and it is being processed. So isn't it digital by necessity? Oh yes, it is. In a way. But no, it is not. For, as already indicated above, images must be visible in order to be images; and the digital is invisible. The digital image is the invisible visible. Contradiction! So it does not exist.

Images as *digital* images are not visible. They are, in some way still to be determined, two-in-one! The image in postmodern times, in times of algorithms and computations exists in a double mode. I usually call it *algorithmic sign*. But, in the course of this essay, I am going to use a simpler expression. I will say the so-called digital image is a surface-and-subface. We can deal with it as a *digital* image only if we consider it to be a pair of a visible surface and a manipulable subface. The surface is analog, the subface is digital.

This phenomenon of duplication is, of course, a characteristic of the entire plethora of things and processes as they become subject matter of algorithmic treatment. That is, as I see it, what the Algorithmic Revolution is doing to our world. In effect, the algorithmic revolution makes things and processes disappear from their existence as perceivable by our senses. And it lets them re-appear perceivably but only after having spun their other that will from then on become their permanent companion. Their digital (algorithmic) shadow.

We will return to the Algorithmic Revolution towards the end of this essay. For the time being we announce that between the concepts of surface-&-subface and the Algorithmic Revolution, this essay will be concerned with how the subface wins: It drives the masterpiece out of the world of art. The *art* in the work of art now is established as a *set* (or class) of images. Membership of the specific and individual image in a general set of images becomes more important than the appearance of the image itself. This constitutes the algorithmic revolution in the arts. In the end, the digital domain appears as the great trivializer.

Computer Art & Algorithmic Art

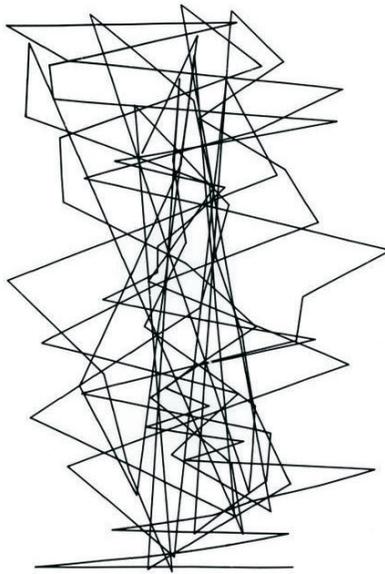
What, in its beginnings, was called *computer art*, were drawings calculated by computer programs and made visible by some kind of drawing machinery: drum plotter, flatbed drawing machine, or microfilm plotter. In the latter case, such graphic images were brought to decent size by photographic processing. *Fig. 01* shows three examples that appeared in the first three exhibitions of this new kind of artistic generation. Only for the record, there were three such exhibitions in 1965: Georg Nees in Stuttgart (Germany), in February, 1965; A. Michael Noll and Bela Julesz in New York, in April, 1965; and Frieder Nake and Georg Nees in Stuttgart, in November, 1965.

Even though these three simple drawings may look, in their superficial visual appearances as rather different, they share two common features: they explore polygons, and the vertices of those polygons are determined randomly.

On an abstract geometric level, the simplest form of a polygon is a sequence of points in an area of the plane. Those points become the “vertices” of a single line when the polygon is *drawn*. To draw the sequence of points that make up a polygon, is an act of interpretation. The sequence of points is visually interpreted by starting to draw a line from the first to the second point, continue drawing from there to the third point, etc., until the last point is reached. If, from there a last line segment is drawn back to the first point, the polygon is called closed; otherwise it is open.

The three examples we see in *Fig. 01* display twice a single polygon (left and right), and once a grid of small polygons (center). Michael Noll’s algorithm (left) randomly chose the next point by determining its horizontal coordinate according to a Gaussian probability distribution, whereas the vertical position went by quadratically increasing the distance and entering again into the image format when the chosen distance took the polygon outside the image size.

Frieder Nake’s algorithm is based on a random choice of the next direction, and a distance along that direction. Only a discrete set of directions was permitted: horizontally left or right, diagonally in 60 or 120 degrees, both up and down, or more or less vertically within a small range of directions around the vertical. Lengths were also to be taken from a short distance range, a middle, and a long distance range.



© AMN 1965

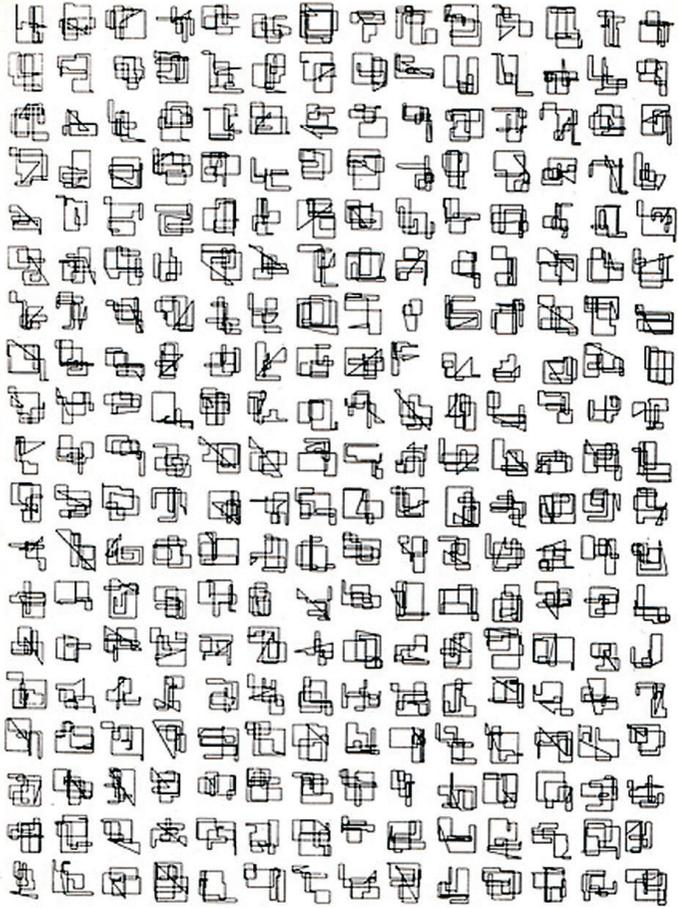
GAUSSIAN-QUADRATIC (1963)
BY A. MICHAEL NOLL

Fig. 01: A. Michael Noll, "Gaussian Quadratic". 1964.

Finally, Georg Nees' algorithm is repeated for each cell of the grid that the viewer may discern. Each individual polygon consists of 23 vertices, alternatingly chosen in horizontal or vertical directions within the grid cell. The first and the last vertex are connected in whichever direction is determined by their positions.

Concerning the simplistic aesthetics of these three results from the very first days of algorithmic art, here can hardly be any doubt about the following observations. Even an algorithm so trivial that it shrinks down to the command, "Select a sequence of points in the plane and draw their connecting line", allows for enormous differences in visual appearance by giving various meanings to the innocent word "select". Already here, we encounter in a definitely trivial way the deep principle of all algorithmic art. It is the principle that algorithmic art is interesting and revolutionary because it requires the description of an *infinity* of cases of a certain kind. The individual cases described appropriately, are similar (or even the same) in terms of structural

Fig. 02: Georg Nees, "Random Polygon, horizontal/vertical, 23 vertices": 1965.



features, but they differ in all their specifics. Call such a set structurally similar cases ("instances") a *class*. The realization of one, or a few, or even many instances of a class is then left to the computing machine. The human's task, duty, and contribution is the description of the structure, and the specification of the kind of randomness.

The latter is done by specifying probability distributions for each of the parameters that such an algorithmic work may depend on. So the artist's work becomes the description of structural features of the members of an infinite set of (in the end) visible objects, plus

probabilistic rules for the selection, or determination, of one particular instance of the class.

Several far-reaching conclusions can be drawn here. They constitute the fundamental aspects of the algorithmic aesthetics we are talking about.

First, the art in algorithmic art is fundamentally found in the class, not in the individual work. This is of greatest importance for algorithmic aesthetics. It is the revolutionary departure from all other forms and modes of art.

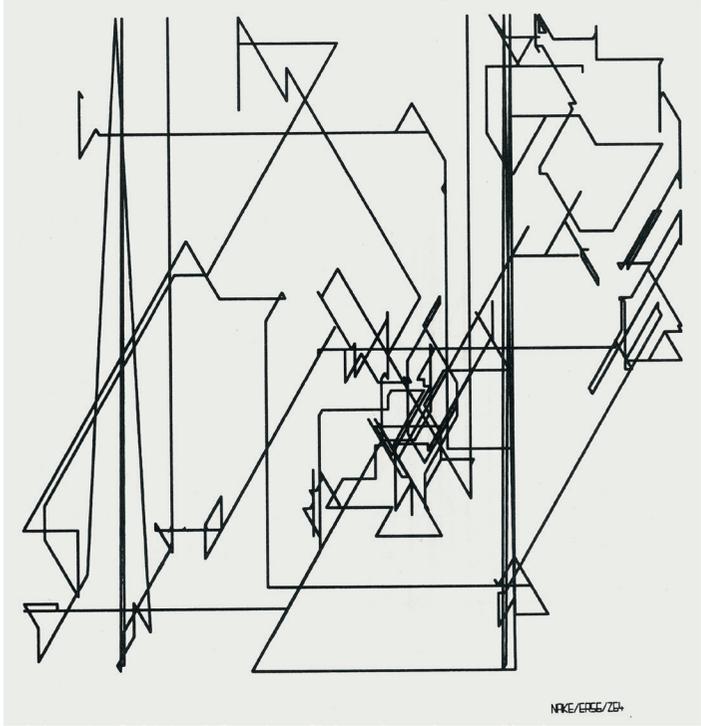
The dialectics, maybe the tragedy, of this predicament is that you can not and will never *see* (perceive) a class. A class, by being constituted as an infinite set, can never *appear*. The human can only conceptualize a class. The class can make itself perceivable only in instances, never in total. We may have the whole only in some of its parts. Algorithmic art is implicitly abstract, even if the subject matter of the work contains figurative components. Since we may experience the work only in one or the other of the instances of the class, only such cases can be purchased.

Second, the artist's activity is remote and removed from touching the work. It is drawing and painting with eyes wide shut. You do not see, you think. I like to rephrase this as "Think the image, don't make it." We leave behind modernism as (still) occupied by *material object*. We enter postmodernism as occupied by *semiotic processes*.

The theory of the work of art has always had a semiotic component: The work is the material carrier of complex signs. But in the postmodern algorithmic approach to art, semiotic processes become fundamental and essential. The thing evaporates into signs.

Third and finally, the work now appears as duplication of itself. I have come to call this, many years ago, as the surface-and-subface character of the artistic work. This work consists materially in two modes: as a perceivable surface, and a computable subface. We do not usually have access to the subface. It is hidden, internal to the computer or the software system. The artist's activity, his or her skillful operations generated that subface. In ordinary terms, we may say that the subface is the algorithm, the description of the class, the program-and-data. In the same manner of describing the situation, the surface is the image on screen, in projection, be it still or dynamic, passive or interactive.

Fig. 03: Frieder Nake, "Random Polygon 13/9/65" Nr. 7. 1965.



Important, however, from the point of view of theory and history of art is the following fact. No work can become a work of art, if it is not perceivable by our senses. But this fundamental aspect of the work, in algorithmic art, is of secondary character only. Perceivability remains necessary. But this necessity is taken for granted and is giving way to computability. Computability in action is "executing the code". The computer processor is doing this. What it is doing is of the character of an interpretation of the code.

Due to space limitations, I do not go deeper into the question of randomness. How to do anything random on a computer when the computer is the machine to compute and, thus, not to do anything randomly. Indeed, the computer's computations deliver nothing that is not computable. But from a behavioristic perspective, a kind of pseudo-randomness can be achieved that, superficially is random even though it can be precisely defined in an algorithmic way.

Conceptual artist, Sol LeWitt, beautifully wrote about “the idea becomes a machine that makes the art”.↵ Two years before he said so, others had already started to exhibit works that corresponded or satisfied precisely this prediction. Conceptual Art and Computational Art (to use another term, again) share a lot. Algorithmic art is a branch of conceptual art: It is a conceptual art taken seriously, or come true.↵

03

04

The Digital & the Analog

We tend to believe that the digital is something absolutely new, of very recent origin. However, when we think about it for a moment, we realize that *counting* must be an activity based on the digital. We say ‘1’, and then ‘2’, and we can go on like this for ever. So counting appears to be a process giving answers to the question: How many are these? We stand in front of a pile or heap or sequence of things of like or dislike qualities, and ask that question: How many?

All we must be capable of when we want to answer that question is, how to distinguish one of the entities from another one. The digital is concerned with the fingers (*digitus*, Latin for finger). We know they are different. Their difference is evident. We associate them, one after the other, with the entities in the set under consideration. With some care, we establish the association and get an answer to the question: Do both sets contain the same number of things? This starts our experiencing the concept of number. It is based on difference and distinction. When every quality of the entity is abstracted away, and when comparison is reduced to distinction, the concept of number starts appearing.



Fig. 04: Pebbles – digital.

Fig. 05: Ancient cave painting – analog.



05

In culture, this must have been an early and basic process. On the walls of caves, not only animals and humans have been discovered, but also groups of short strokes similar to those we still use when we count by creating a record of the entities already counted. Drawing and counting – if you like: art and arithmetic – are two basic cultural techniques. Even though the concept of number as a very abstract sign develops only later, the activity of counting by comparing two sets of different things seems to have been already with caveman. ↪ The flock of sheep belonging to a cave and a set of pebbles were matched in the morning when the sheep left the cave, and again in the evening when they returned. They thus saw if one had been taken by a predator.

The digital is the discrete, the analog is the continuous. Each letter in the alphabet, as a form, is analog. But as one specific of all the different letters in the alphabet, it is digital. The alphabet is a discrete set of continuous letters. Each of the letters is visible. Their set, as set, is not visible. If we draw them in the sand, one beside the other, we see the letters, we don't see the set of letters.

The world is not digital. Nothing is in the world that is digital. If it makes any sense, then the world is analog. Digitality is a mental concept. To gain it and to use it, pre-supposes historic development of

culture. Only now, with computing machinery, digitality has gained prominence. That's okay and fine, but not very exciting. Exciting is the machinery based on discreteness. Digitizing the things around us is nice again. But more exciting are the algorithms to deal with the digital stuff.

Surface & Subface

Take a look at *Fig. 03*. There you see (not true to scale) four pictures that were generated by different runs of a program. Actually, the three small pictures to the right come from the version of the algorithm "Walk through raster" that I had programmed in 1966, whereas the larger picture is from the 2005 programmed version of the *same* algorithm.

You see a flowchart description of the algorithm "Walk through raster" in *Fig. 04*. Let me indicate the logic or action of the algorithm. It starts from the assumption that an image plane of a certain size is given, invisibly covered by a homogeneous rectangular grid. Given is also a repertoire (set) of "signs"; they are totally arbitrary↪

06

In the examples, the signs are very simple geometric shapes. This must not be.

but given in computable form, i.e. such that they can be executed. Furthermore, "transition probabilities" are given. This says that, if one specific sign occupies the location of one of the grid cells, there are specified probabilities for each of the signs to be chosen as the successor sign. In other words, there are conditional probabilities for each of the signs to occur next under the condition that one specific sign has occurred before. If we have five signs, we need $5 \times 5 = 25$ such conditional probabilities. The empty grid cell may be used as a sign. – Our precondition is even more powerful: The transition probabilities may depend on the location of the currently last sign, not only on its visual appearance. So the algorithm allows for non-stationary transition probabilities.

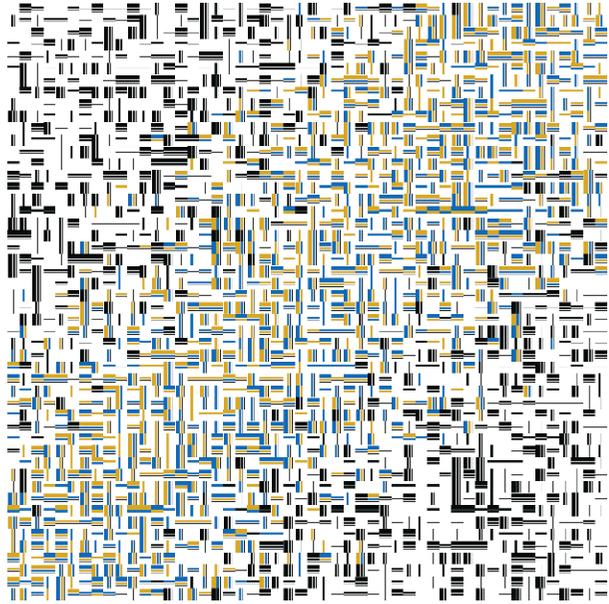
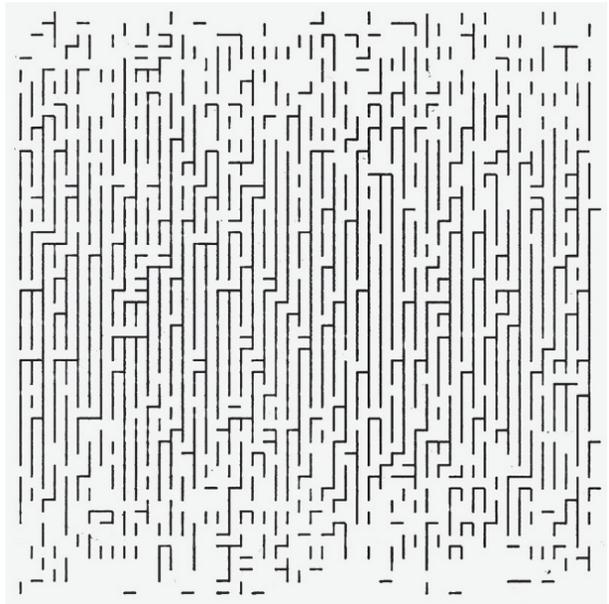
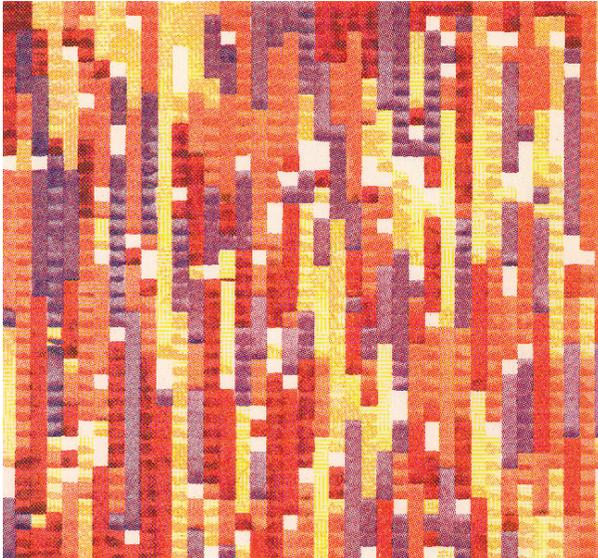
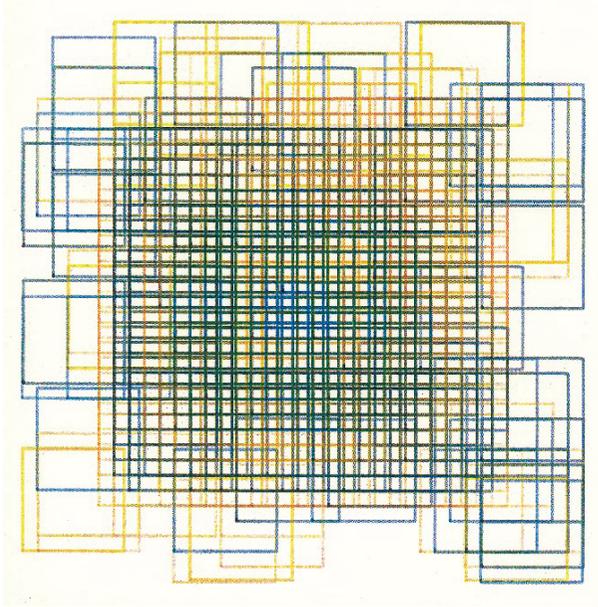


Fig. 06-09: Frieder Nake: Walk through Raster, 1966–2005.





Given all these ingredients, the algorithm generates an image by visiting, step by step, each of the grid cells. Its walk through the grid (the “raster”) is relative to one of six possible modes. (You may discover the modes in the realizations of *Fig. 03*.)

07 The so-called flowchart description of this algorithm is, first of all, independent of any concrete programming language. It is (and must be) unambiguous, nevertheless. Its form↔ makes it independent of any concrete conditions, by being as abstract as possible: It is a permanent record of the algorithm. The difficult question – now often debated, and necessarily debated – of how to document, archive, and preserve this kind of works (“art”) is solved here in the simplest and clearest and most flexible way possible.

The 1966 version of the program was written in Algol 60, a marvelous, highly influential, but now forgotten programming language. The later version of the same algorithm was done in Processing. The later version generated an edition of 44 drawings, each one a unique original realized as digital print. The edition was offered in 2005 by Museum Abteiberg in Mönchengladbach (Germany).

08 My estimate of the production of the 1966 version is between 60 and 80 drawings↔.

The algorithm and its program are powerful enough to use them for a full year to generate a wide spectrum of works.

09 They were realized as China ink drawings on paper, some of them repeatedly because people wanted to buy them. I did another version of the algorithm in 1972 for the portfolio “Ars ex Machine” that Gilles Gheerbrant printed in Montreal as screenprints (edition of 250). The portfolio contained six prints by six artists plus seven texts↔.

The artists: Manuel Barbadillo, Hiroshi Kawano, Ken Knowlton, Manfred Mohr, Frieder Nake, Georg Nees.

These facts about the algorithm “Walk through raster” shed a light on “surface-&-subface”, my abstract concept of algorithmic art in its earliest and simplest form. You will have concluded already that *Fig. 04* stands for the subface, *Fig. 03* brings together a few surfaces. To remind you: The surface represents the visible components of the

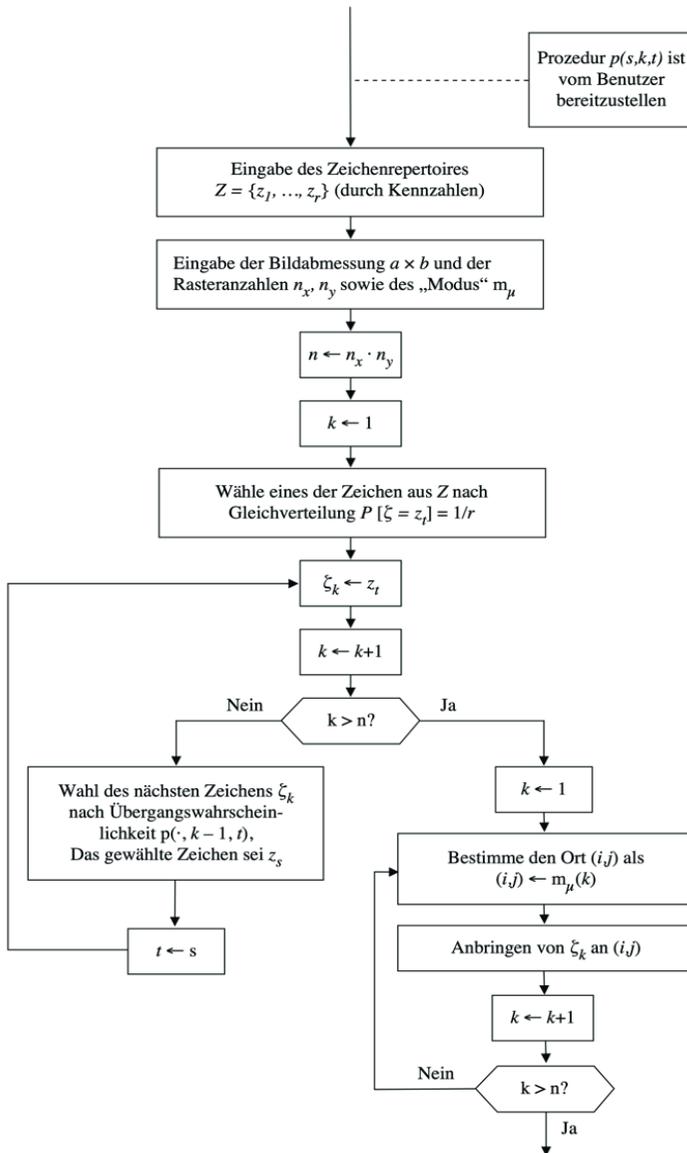


Fig. 10: Frieder Nake: flowchart for "Walk through Raster", 1966.

work, the subface stands for the computable component. Both tightly belong together. We cannot (never!) separate the two.

We may think of the digital image as the piece of paper, we hold in our hands, covered by colored lines and areas that were applied in a more or less mechanical way to the paper. We may also think of the digital image as the light appearing on screen and generated by the processor on the graphics processing unit of your computer. But these are only the surface components. They would not exist without their computable counterpart hidden away somewhere in computer storage and running in a machinic attempt to generate another instance of the specific algorithmic image↔.

“The algorithmic image” really is the class of images.

The unit of surface and subface builds the *algorithmic image*. Only in the realm of analytic thinking can we separate the surface from the subface. Ontologically they belong together. The algorithmic image is a double. You may think of it as if it contained its own operational description. In fact, algorithmic images constitute, in their double existence, a new kind of image. It is okay to think, in ordinary practical thinking, of the algorithmic image as an image that is realized and produced by a computer running a program on certain input data. But, more rigorously, this is not correct. The theoretical perspective on algorithmic art tells us that the image is constituted only in this new double form of surface-&-subface.↔

In older publications, I have written about this view of the algorithmic image as an “algorithmic sign”. This is the semiotic version of the same general observation, but theoretically better justified and richer developed.

That’s what is excitingly new.

Any aesthetics of algorithmic art must start from here, from this peculiar ontology of the subject matter. It is an ontology strongly influenced by the technological aspect of existence of these works. More precisely, the technology here is predominantly a technology of algorithms. We are dealing with art in its algorithmic dimension. Algorithms exist as descriptions and are, therefore, semiotic entities, that’s signs.

The images used in this section as examples are in some way old-fashioned: Done as ink on paper. From the point of view of media history, they belong to the *McLuhan phase* of algorithmic art. I call McLuhan phase that phase of a new medium where Marshall McLuhan's proverbial phrase of "The medium is the message"↔ holds true. Applied to the current case, this means that, a generative art whose medium is revolutionary (algorithms on computers) but whose contents (drawings in ink on paper) is not new at all, is still in the phase where the drawing says, look, I'm done by computer – as if this was so terribly new. A medium in its McLuhan phase is trying out new ways of doing the traditional. Only when the products gain the specifics of the new medium, do they leave the McLuhan phase.

In the present case, this requires leaving behind the static state of works in frames put up on the wall. Algorithmic art possesses in inherent drive towards a dynamic existence. It may be realized in animation or any interactive installation. In cooperation with Matthias

12

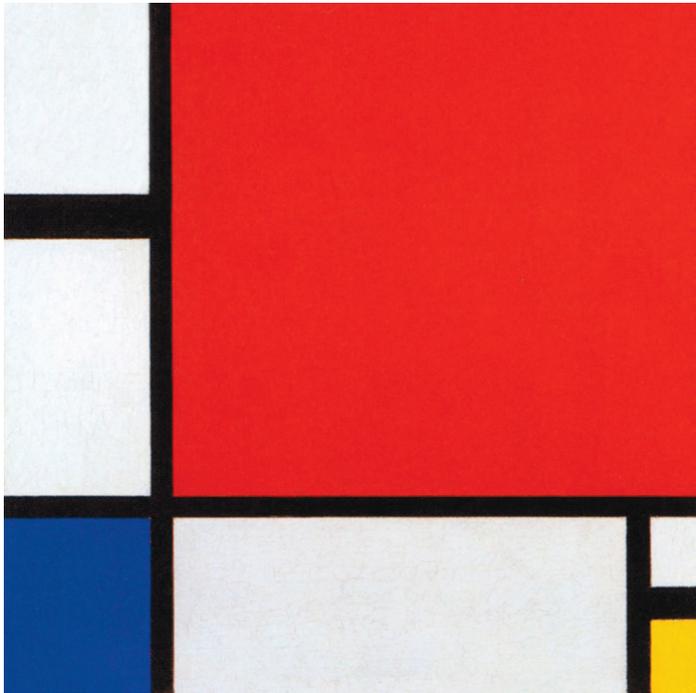


Fig. 11: Piet Mondrian: "Composition with Red, Blue, and Yellow", 1930.

Krauß, I have done a dynamic version of Walk through raster for the exhibition "Die präzisen Vergnügen" at Kunsthalle Bremen, 2004/05.

Four monitors were linked to one PowerMac on which the algorithm computed sequences of signs as described above. Such a sequence was fed to four graphic processors, each of which was driving one of the monitors. They prepared the sequence in different modes available in the algorithm. The visual appearances thus were completely different on each monitor although the visual material displayed was the same in each of the four monitors.

This installation was running all day, slowly generating images on the monitors without ever repeating. A sense of the infinity of the class of images could thus be approached.

Let us conclude this section by looking at Mondrian's painting of *Fig. 05*, asking the question "Is this an algorithmic image?" We know Mondrian has painted it in 1930. So it cannot possibly come from an algorithm run on a computer for computers did not exist by the time. But this remark does not exclude that algorithmic thinking and elements went into its construction.

Studying the repertoire of visual elements, the situation is simple: There are horizontal and vertical black bars of almost same width (not exactly the same, an extra analysis would have to be carried out). This web of bars generates a number of rectangular areas, seven in this case. Some of them remain white, a few may be colored by red, blue, or yellow in primary color saturation.

We know that Mondrian has done a considerable number of these neo-plastic paintings, as he called them. We would take that entire set and apply a large number of statistical and topological analyses to the individual works. The topological analysis would be particularly interesting. You see in *Fig. 05* that there is one cross and three T-junctions. Anthony Hill in London and myself have (in 1968/69) investigated these bar-structure topologies quite precisely. I still believe that along such paths a new kind of aesthetic research may be ventured. With generative methods results found this way could be tested. However, what Mondrian was after was some kind of harmony or balance. He was very sure about what that meant to him. I doubt that there is an algorithmic definition close enough to Mondrian's intuition. There are definite limits to algorithmic imagery.

The Masterpiece & Its End

The French poet and author of theatre plays, Antonin Artaud (1896–1948), in 1938 published a book under the title, *Le théâtre et son double*. An English translation appeared twenty years later, ten years after his early death. Its chapter VI comes under the heading, “No more masterpieces”.↔

13

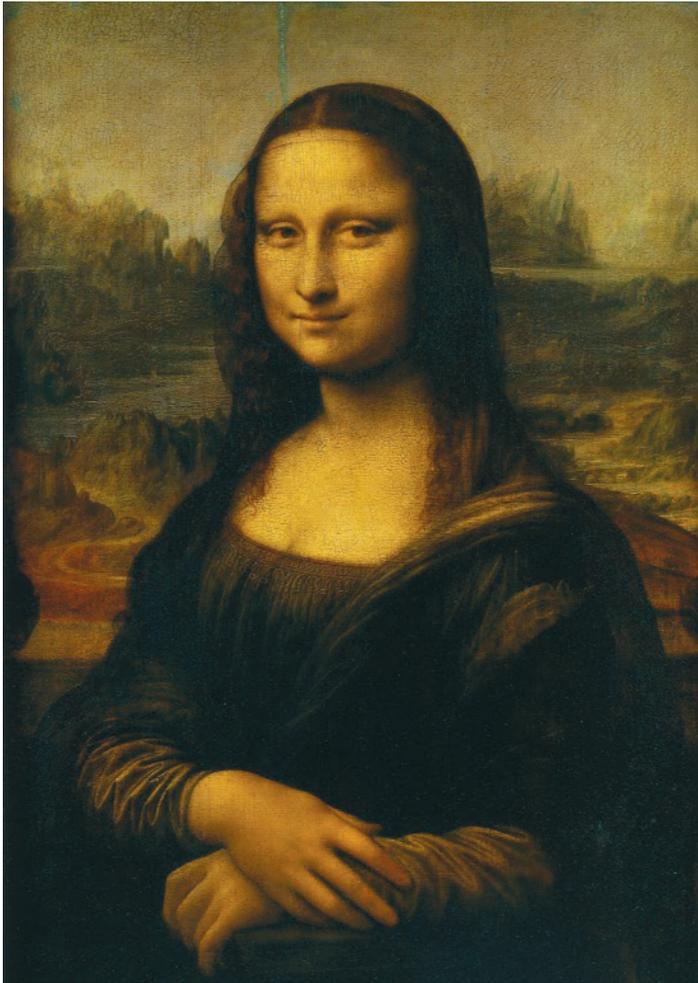


Fig. 12: Leonardo da Vinci: “Mona Lisa”, ca.1503–1506.

The chapter starts by stating that “our respect for what has been written, formulated, or painted, what has been given form, as if all expression were not at last exhausted” is the cause of the “asphyxiating atmosphere” we all (then, after the end of World War II) live in. It is not quite clear whether Artaud refers to culture and society in general, or especially to art and the theatre. However, he explicitly mentions painting, and he is more likely staying within the realm of art. For in the next paragraph, he says: “We must have done with this idea of masterpieces reserved for a self styled elite and not understood by the general public; ...” And let me end these explicit references to Artaud’s radical judgement on this quote: “Masterpieces of the past are good for the past: they are not good for us.”↔

14

Must I, when writing about painting and raising the question whether there are still, or can still be, masterpieces, first define what makes a painting a masterpiece? And if not define, at least describe it? The artist makes a work. In the algorithmic field, he or she does not even make the work in the full sense of the word. They think it more than make it when they develop an algorithm as an operative description of the class of works which those works belong to they actually care to have generated automatically. Society in intricate and interwoven processes, full of unpredictability and uncertainty, may turn the work into a work of art.

Of such pieces, in the course of time, some are elevated to the rank of a masterpiece. Avoiding definitions of a set of minimal conditions a masterpiece must satisfy, if we ask a random group of persons for examples of masterly paintings, they will quite likely answer, “Mona Lisa”↔. This image stands out beyond all doubt. Everybody seems to know one or more examples of masterpieces, even if they might be hard-pressed to give reasons for their choice.

15

Perhaps, the three candidates of *Fig. 07* would also appear in such a poll, or another similar selection from the rich world of art. Quite likely, the more people we ask, the more hopeful candidates would appear on the list. After some while we would have to stop this. The discussion would now start again of the necessary features for the label of a masterpiece.

My claim in this essay is that the masterpiece is disappearing, independent of the criteria we may require as necessary conditions for that quality label. If I want to uphold such a claim, I must offer characteristics unique to algorithmic art that prevent such works

from being lifted up into the category of masterpiece. Such a characteristic property is the algorithmic image's double mode of existence. *Its very nature of surface-&-subface destroys all master-likeness.*



Fig. 13: Sandro Botticelli: "Birth of Venus", 1485–86.



Fig. 14: Vincent van Gogh: "Starry Night", 1889.

I have argued that the art in the algorithmic work is to be seen in the class, not in the individual member of the class. The class stands for the abstract *whole* of all its members. It is, as a class, not perceivable. We cannot take it to a room, observe it, discuss it, admire it. It would not have an aura. It totally lacks bodily features – in all its distant, abstract, alien, ephemeral nature, in its mental and logical instead of material and graspable existence. This lack of any thingliness, its existence as sign only, is necessary for the class to be a class, and makes it the opposite of what we expect of a work of art.

But is this bad? Must we be sad about this predicament? No, we must not! The algorithmic work, in its own domain, is the source of an endless stream of works. It exists in time much more than in space. It happens, is fluid, comes and goes, and thus corresponds to something other that was important to modernity, but no longer is: truth. With the disappearance of truth, with its replacement by events, the masterpiece also vanishes. It leaves us behind with sad eyes and a secret tear in them.

The Algorithmic Revolution

We are living, you could suggest, in times of “the end of ...” or of “post-...”. The end of art. The end of ideology. The end of communism. The end of history. Postindustrialism. *Posthistoire*. Postmodernism. There are more ends and posts. But in all that ending and giving up, we still feel that one fact, development, or process has been happening and has still not come to its end, one strong tendency is still with us, turning everything upside-down: a revolution under which we suffer and which we enthusiastically embrace.

16 The US-American sociologist, Daniel Bell, published a book in 1973 in which he suggested that industrial society would come to its end.↪ He had studied statistics about the structure of the labor force and found a dramatic development. Societies are identified by the most prominent feature characterizing its processes and structures. Western bourgeois societies were, therefore, called labor society. For productive labor was the constituting feature influencing all societal processes. It was also called “industrial society”, the term Bell starts from. Industrial production is the bourgeois form of re-generating
17 their society as a whole.↪

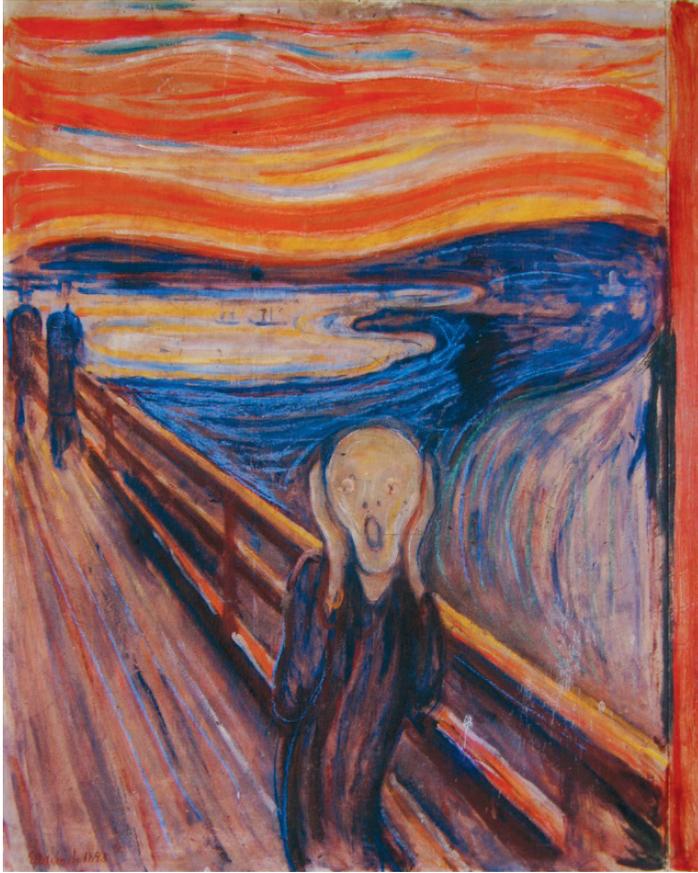


Fig. 15: Edvard Munch: "The Scream", 1893.

Bell's studies convinced him that classical industrial society was bound to come to its end and be superseded by a postindustrial society. Instead of industrial labor producing material goods for the capitalist market, service labor was becoming the largest component in the structure of the labor force. Bell could already find this shift in his analysis.

Bell's findings of the early 1970s have been confirmed and refined in the decades that followed.↪

18

Bell studied Western capitalist societies only.

It is interesting to observe that around the year 1970, computers already play a great role in many matters of management, even though in comparison to 2015, such influence is still singular, home or custom made, and specific. Computer science has just been established as a separate academic discipline for university studies in all Western countries as well as those of the Eastern Block. But no private person possesses a computer, the Internet does not exist for people, communication is still by wired telephone devices. The first great wave of automating manual factory work is in preparation, leading in the 1970s to fierce strike movements in Western European countries. What we think of in the second decade of the twenty first century, when we think of "computing", quietly appears in 1984 (first Macintosh) and 1994 (Internet break-through with the first graphic browser).

But Bell's post-industrial society foreshadows postmodern culture, and is implicitly aware of the fantastic and astounding turnover of every facet of the technological infrastructure of society that the semiotic engine (which is the computer) brings about, has brought about, and is still continuing to establish irrevocably, as it seems.

Within a time span of just about thirty or fifty years, everything we do during an hour, a day, a month, or a year, takes on a new form. Therefore, sociologists, historians, philosophers, psychologists, or journalists suggest new names for the society we live in. A name is a sign, and the sign originates in magic and myth. In uttering the name of an absent entity, we let the entity be present at least to some extent. In the name we ban the unknown danger.

Deep and severe changes of the structure of society are usually prepared in slow developments, along gradual tendencies. But when such tendencies have reached a critical level, the main forces behind the change dare the revolution. Slow change of the technological infrastructure then explodes in disruptive change of the political superstructure.

We have heard people talk of the information revolution, computer revolution, knowledge revolution, the third industrial revolution, the digital revolution, and we have read about corresponding societies: information, knowledge, postmodern, digital, or media society. Each of those terms contains some convincing aspect. I still suggest and prefer to call what is happening the *algorithmic revolution*. Why?

New in a surprising and convincing way about the developments we have experienced and have become active or passive agents of, are the following main aspects. The revolution is a cultural, a technological one. It is not a political one. Therefore, it is deeper. It is also broader, it is ubiquitous, encompassing the entire world. It is international and global. There is no turning back.

This revolution has lasted for already about forty years, and it is still continuing. It started quietly. Almost nobody became aware of it before it had changed so much that there was no return. It spread and crawled into the individual psyche and into international surveillance. It usurped all modes of communication, and now is with the young individual by day and night, in wake and sleep, at home, in school, at work.

This revolution is about *computability*. It is not about computers. It is not about mobile gadgets. It is not about digital media, not even about digitality, although the digital principle of coding things and processes plays an enormous role. But it could not play that role without computable functions. The major and always first question when the accelerated attacks are levelled towards another section or realm of culture is: Is it computable? How can it be transformed into computable?

The computable has a second name: The *algorithmic*. Therefore, Peter Weibel and others, including myself, prefer to speak of the *algorithmic revolution*. This name says what is going on.

And *algorithmic art* was a very early form the algorithmic revolution took. Isn't that nice.

Der Text erschien erstmals in: Mario Verdicchio, Alison Clifford, André Rangel, Miguel Carvalhais (Hg.): xCoAx 2016. Proceedings of the Fourth Conference on Computation, Communication, Aesthetics and X, Bergamo 2016, 12–27.

01↔

Claus Pias: „Das digitale Bild gibt es nicht – Über das (Nicht-)Wissen der Bilder und die informatische Illusion.“ In: *zeitenblicke. Journal für Geschichtswissenschaft, 2/1* (2003), <http://www.zeitenblicke.historicum.net/2003/01/pias/index.html> am 17.05.2019.

02↔

Kommentar im Text.

03↔

Sol Le Witt: „Paragraphs on conceptual art“, in: *Artforum* 5, 10 (June 1967), 79–83.

04↔

Frieder Nake: „Paragraphs on computer art, past and present“, in: *Cat Symposium 2010: Ideas before their time: Connecting the past and present in computer art*, London 2010, 55–63.

05↔

Georges Ifrah: *From one to zero. A universal history of numbers*, New York 1981.

06↔

Kommentar im Text.

07↔

Frieder Nake: *Ästhetik als Informationsverarbeitung*, Wien/New York 1974.

08↔

Kommentar im Text.

09↔

Kommentar im Text.

10↔

Kommentar im Text.

11↔

Kommentar im Text.
Frieder Nake, 2001.

12↔

Marshall McLuhan: *Understanding media. The extensions of man*, New York 1964.

13↔

Antonin Artaud: *The theatre and its double* [1948], New York 1958, 74.

14↔

Ibid.

15↔

Figure 06.

16↔

Daniel Bell: *The Coming of Post-Industrial Society*, New York 1974.

17↔

You find a clear and pointed analysis of this in the first volume of *Capital* [1867] by Karl Marx, London 1990.

18↔

Kommentar im Text.

Fig. 01:

Three early examples of algorithmic art. A. Michael Noll, „Gaussian Quadratic“, 1964. Source: © *Victoria and Albert Museum, London*.

Fig. 02:

Georg Nees, „Random Polygon, horizontal/vertical, 23 vertices“, 1965. Source: *Frieder Nake*.

Fig. 03:

Frieder Nake, „Random Polygon 13/9/65“ Nr. 7, 1965. Source: *rot 19, Stuttgart* 1965.

Fig. 04:

Digital and analog. Pebbles – digital. Source: <https://www.amazon.in/PEBBLE-WORLD-Stone-Pebbles-Pack/dp/B01D0136EC>, 23.07.2019.

Fig.05:

Ancient cave painting – analog. Source: *Cave of Altamira, Spain 40.000–10.000 BC.*

Fig.15:

Edvard Munch: “The Scream“, 1893, Munch Museet, Oslo.

Fig.06–09:

Frieder Nake: *Walk through Raster. Four realizations with different repertoires, transition probabilities, modes, 1966–2005.*

Fig.10:

Frieder Nake: flowchart for „Walk through Raster“, 1966.

Fig.11:

Piet Mondrian: „Composition with Red, Blue, and Yellow“, 1930, Kunsthau Zurich.

Fig.12:

Leonardo da Vinci: „Mona Lisa“, ca.1503–1506, Musée du Louvre, Paris.

Fig.13:

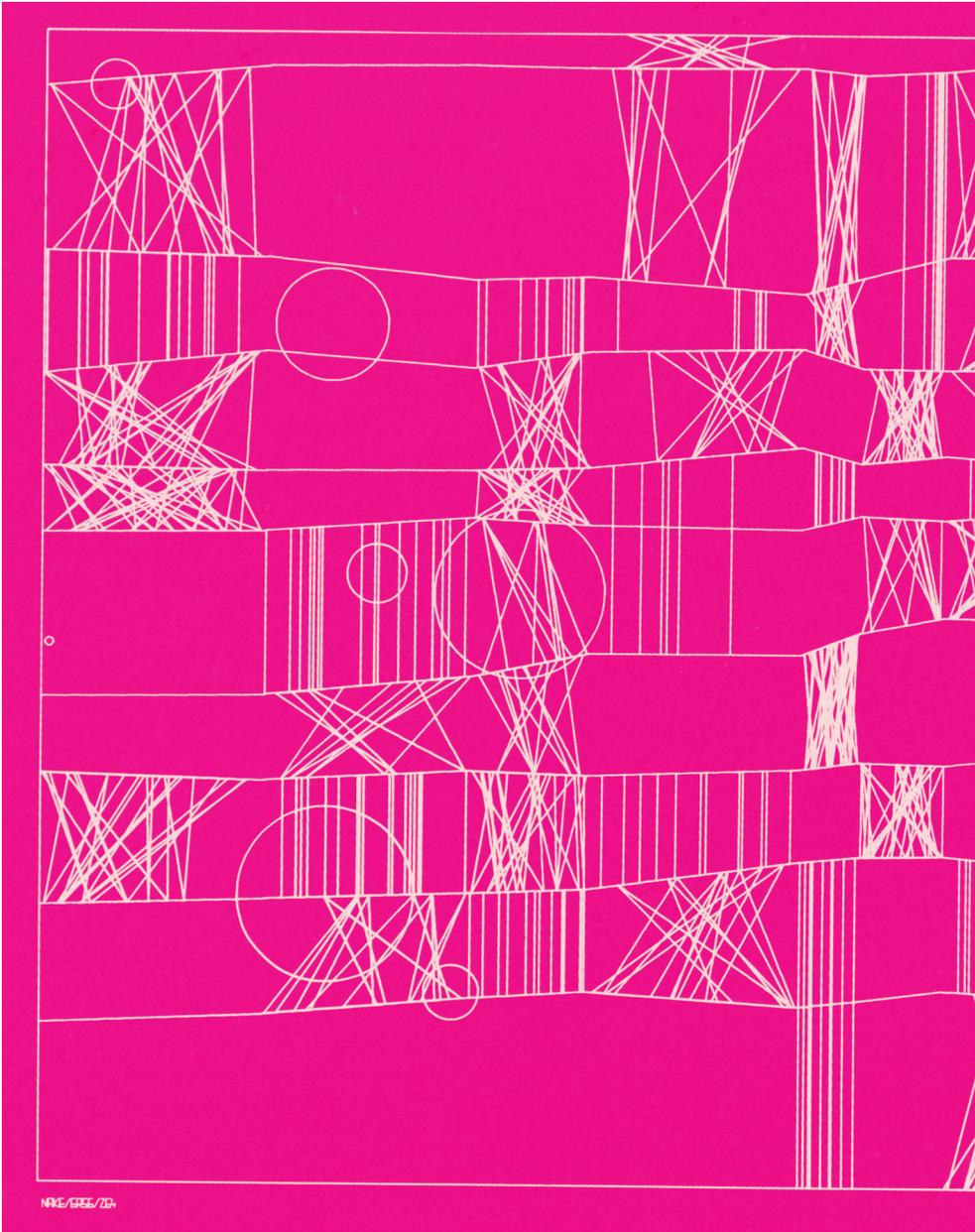
Sandro Botticelli: „Birth of Venus“, 1494–86, Gallerie degli Uffizi, Florence.

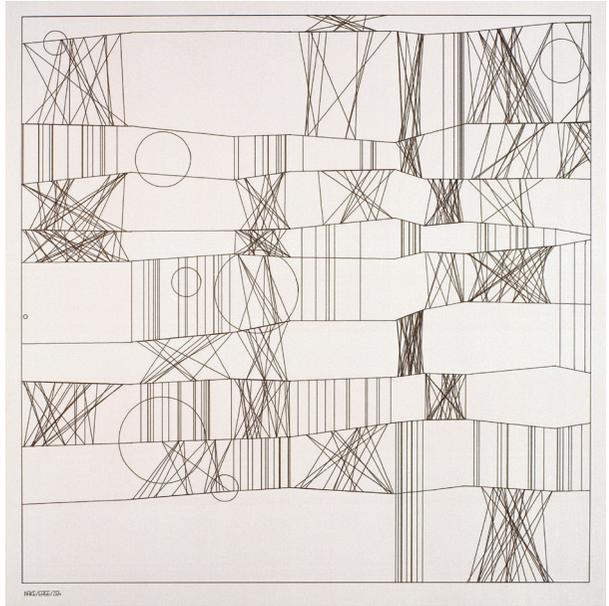
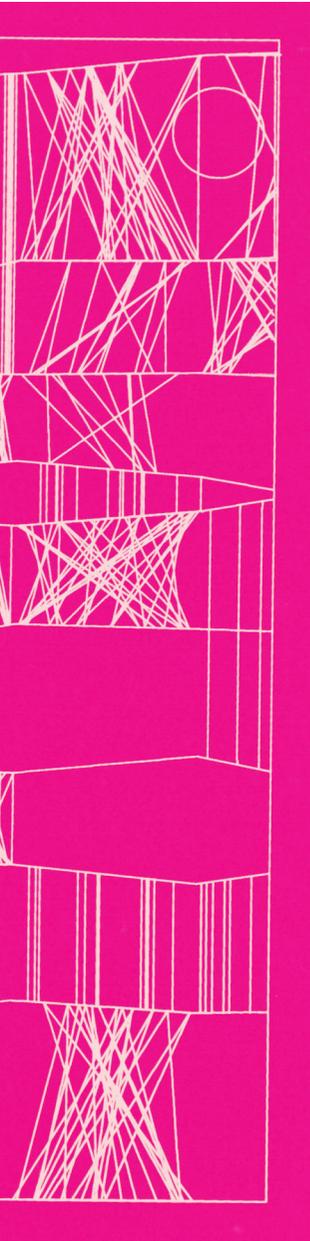
Fig.14:

Vincent van Gogh: „Starry Night“, 1889, Museum of Modern Art, New York.

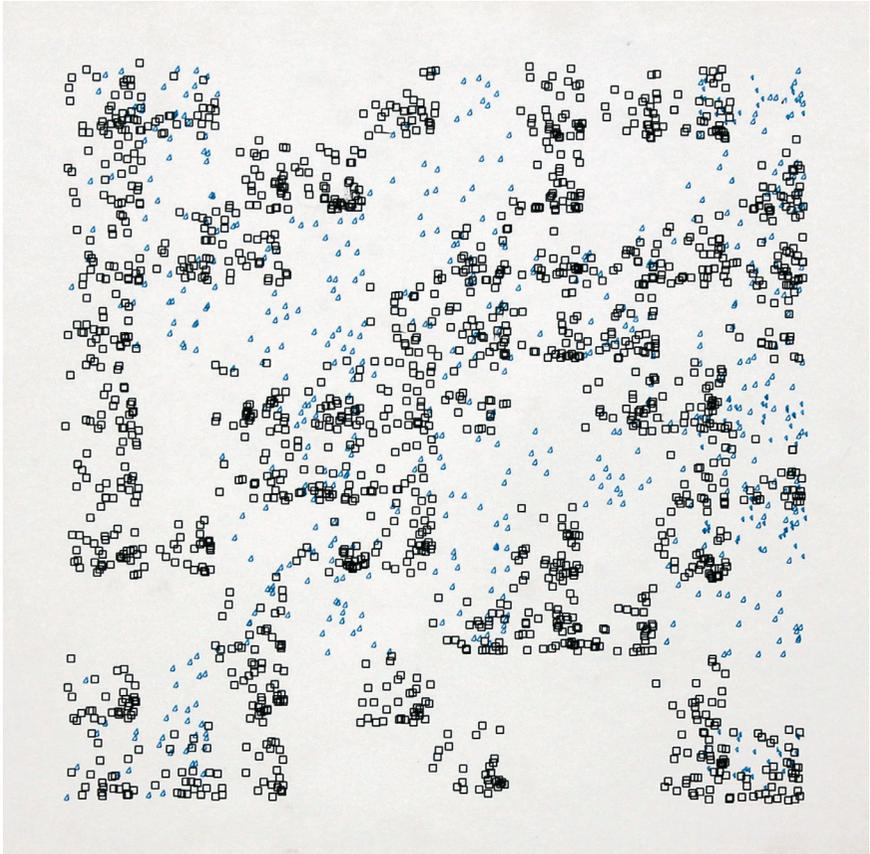


Bild ↘
Grafiken





HOMMAGE À PAUL KLEE
 13/9/65 Nr.02. Siebdruck
 nach computer-generierter
 Zeichnung, 50 × 50 cm, 1965,
 Version in Pink und in Weiß.



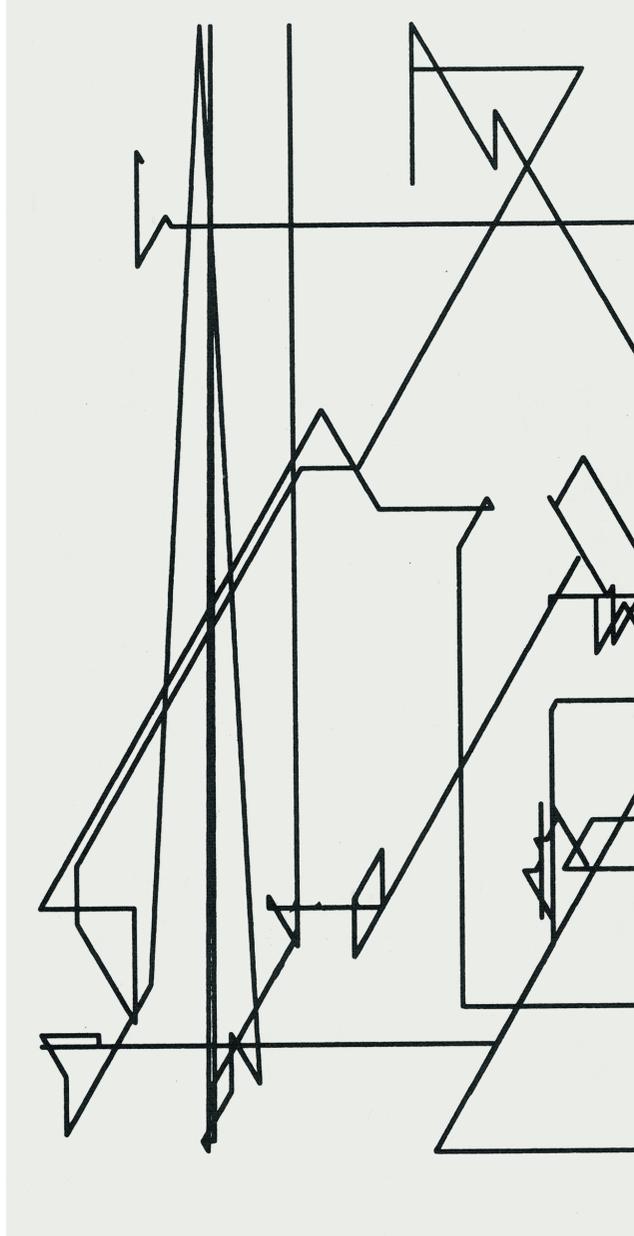
**DISTRIBUTION OF
ELEMENTARY SIGNS**

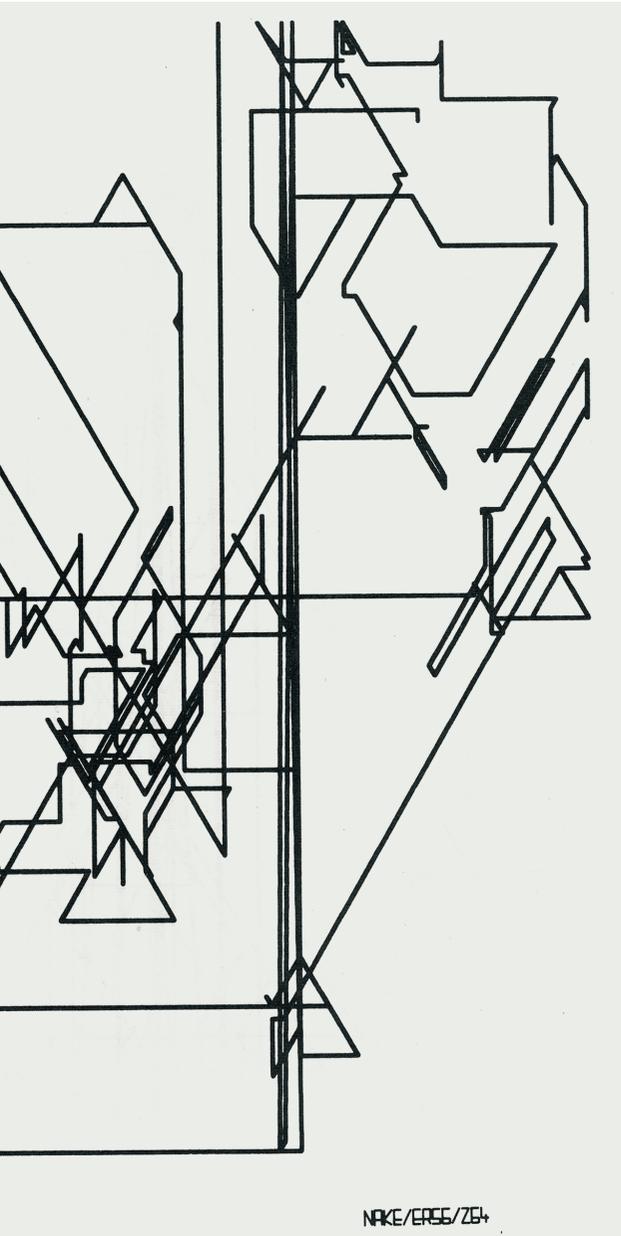
13/9/65 Nr.05. Computer-
generierte Zeichnung, 50 × 50 cm,
Tusche auf Papier, 1965.

**GERADENSCHAREN**

12/7/65 Nr.02. Computer-
generierte Zeichnung, 70 × 50 cm,
Tusche auf Papier, 1965.

ZUFÄLLIGER POLYGONZUG
13/9/65 Nr.07. Siebdruck nach
computer-generierter Zeichnung.
68,7 x 48,7 cm, 1965.





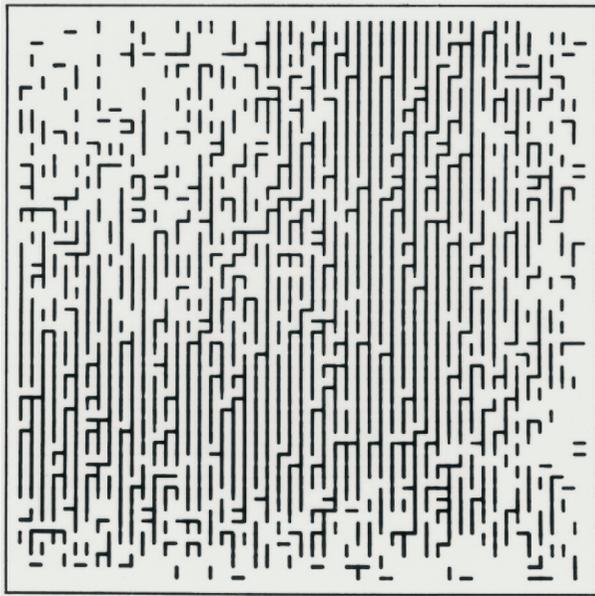
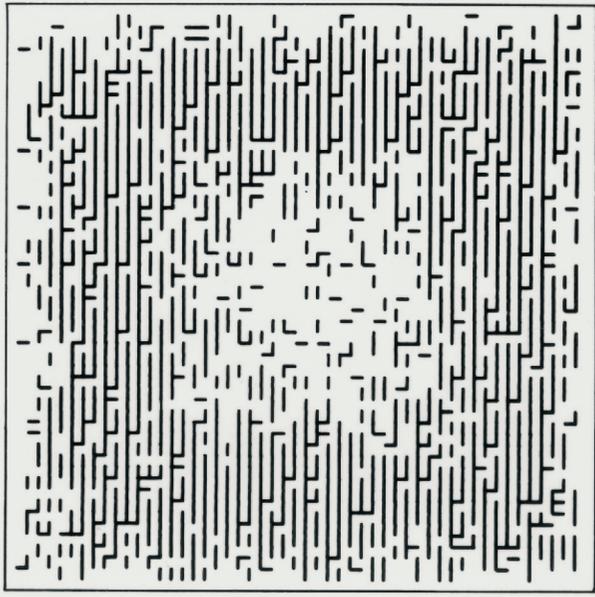
NIKE/ERSS/ZB+

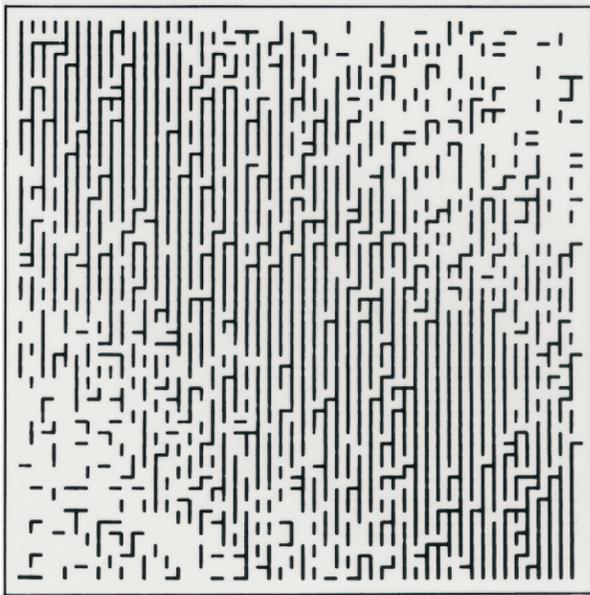
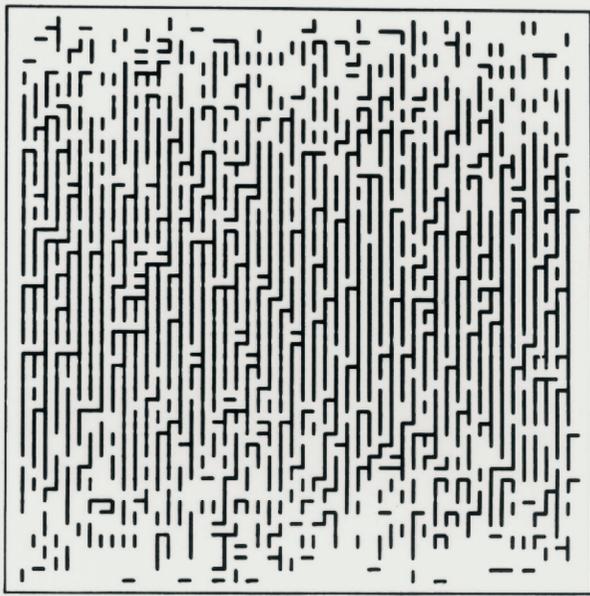
WALK THROUGH RASTER

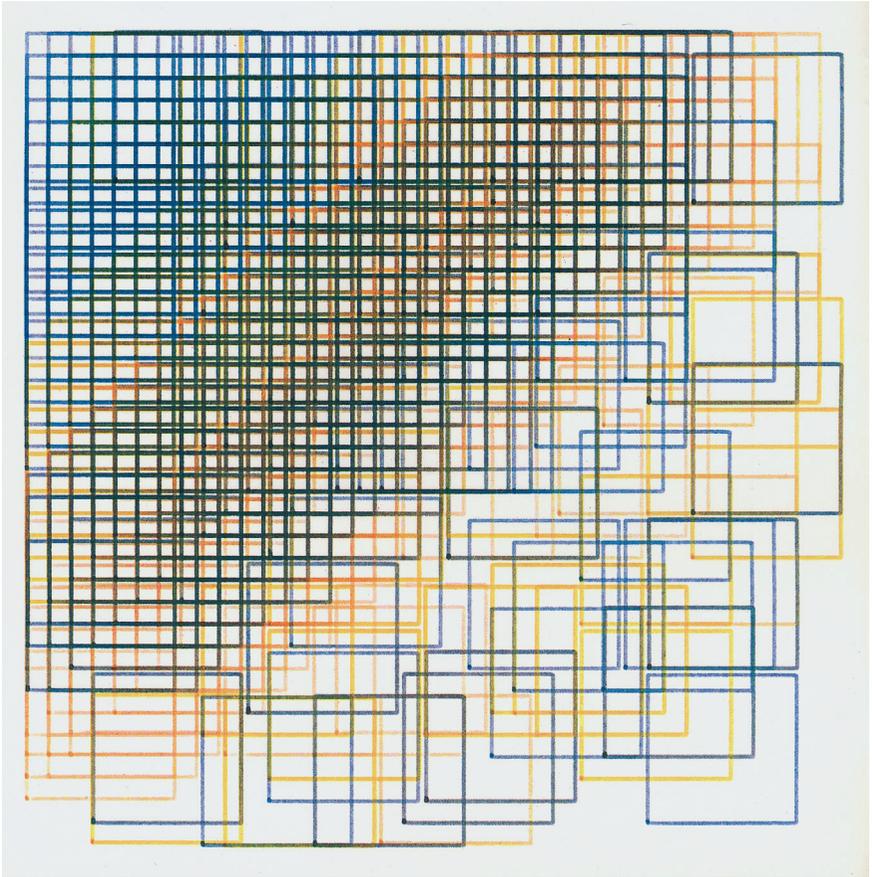
Serie 2.1.1. Computer-generierte

Zeichnung mit vier Teilen,

50 x 50 cm, Tusche auf Papier, 1966.

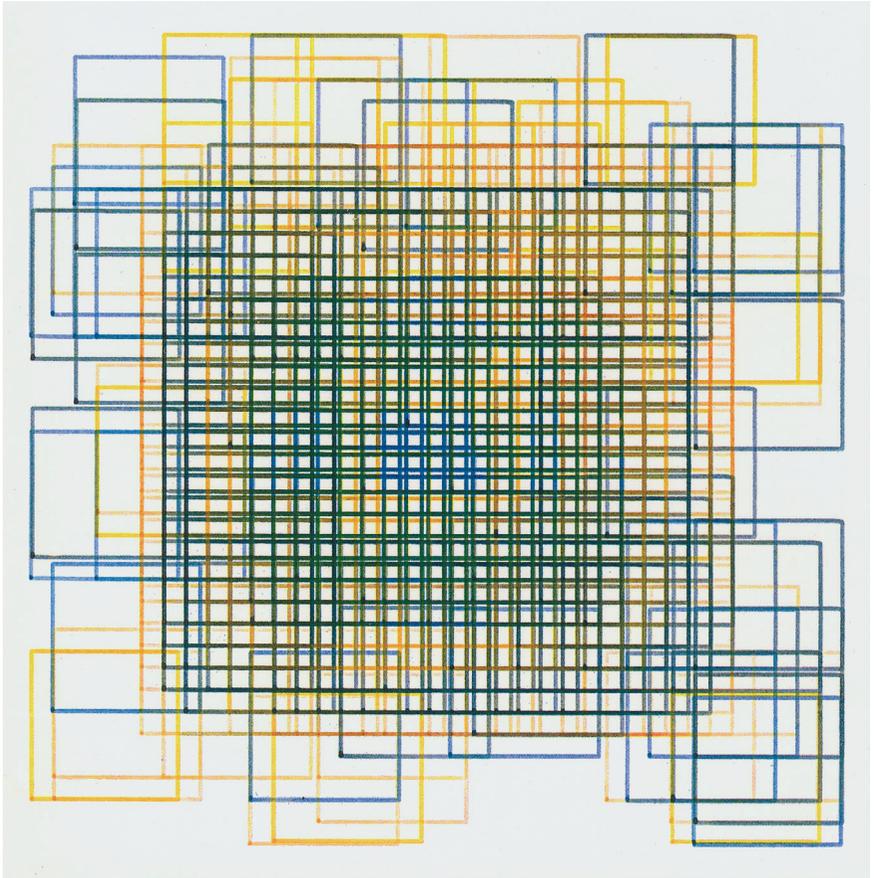






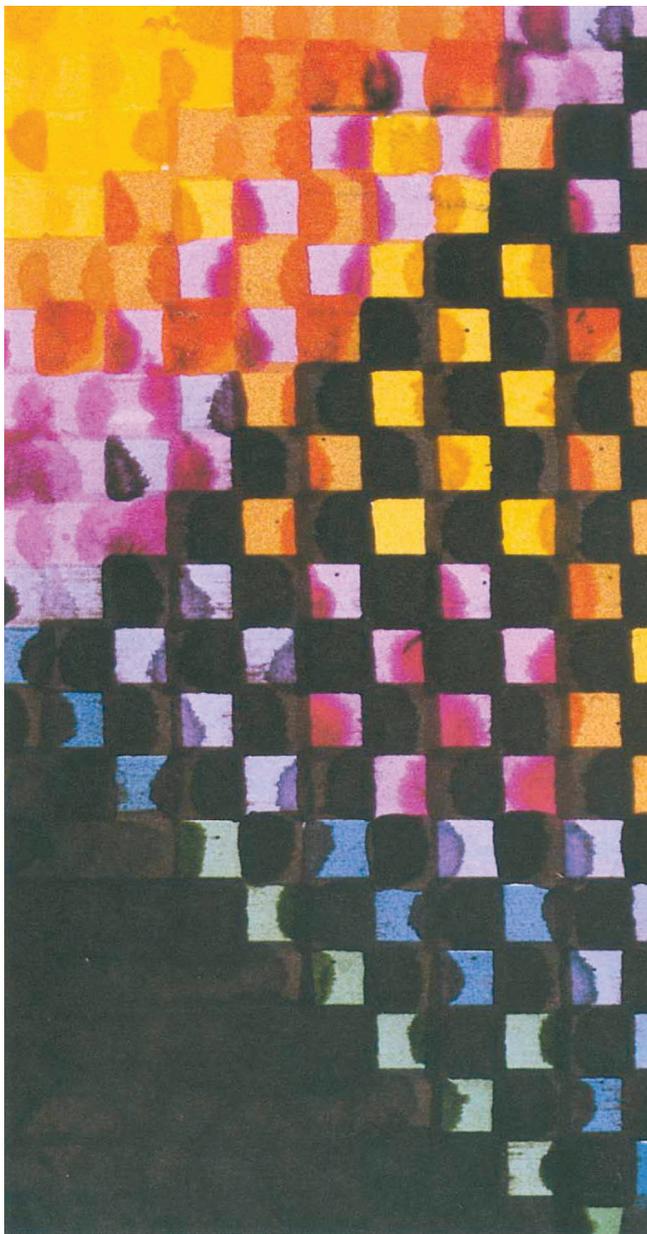
WALK THROUGH RASTER

Serie 7.1–3 und -6, Details. Computer-
generierte Zeichnung, je 50 × 50 cm,
Tusche auf Papier, 1966.



MATRIZENMULTIPLIKATION

Serie 31, Ausschnitt. Computer-
generierte Zeichnung, 50 x 50 cm,
Tusche auf Papier, 1967.

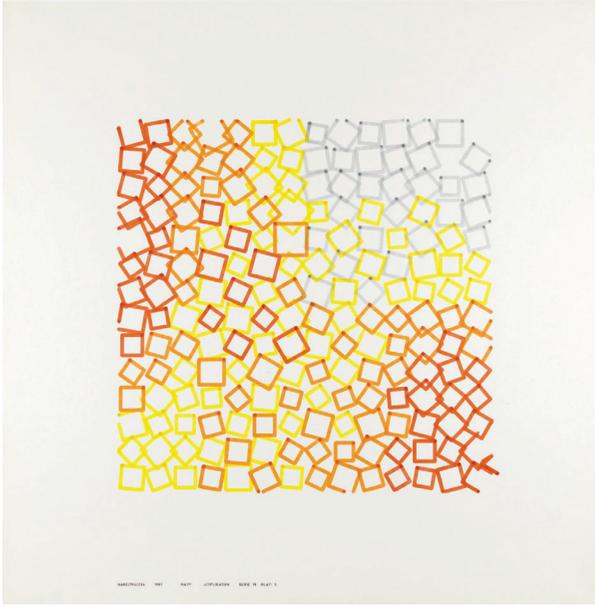


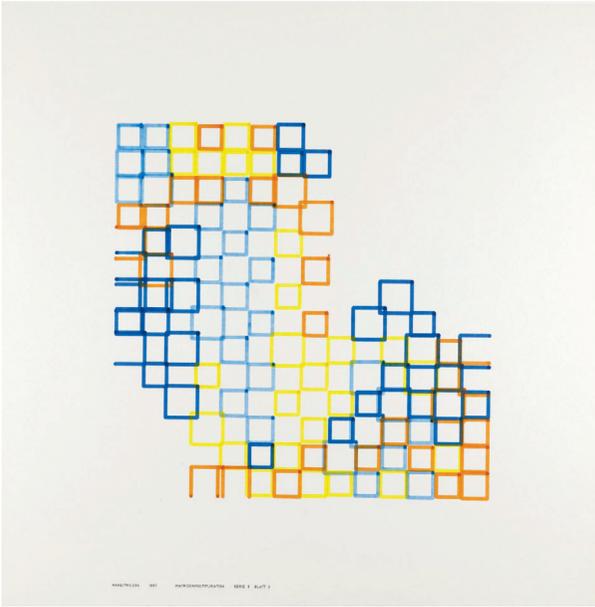


MATRIZENMANIPULATION

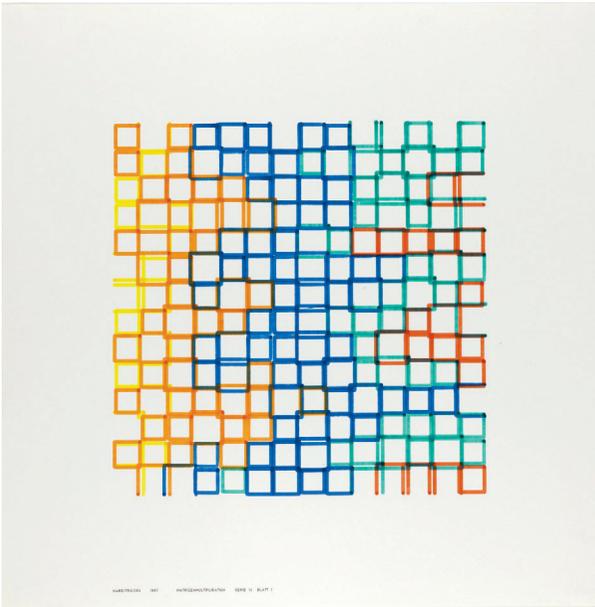
Serie 19-5. Computer-generierte
Zeichnung, 48 x 48 cm, Tusche
auf Papier, 1967 (Eigentum
der Tate Modern London).

Serie 19-2





Serie 9-3



Serie 14-1

*ausführung
rechenzentrums
ausstellung sommer 65*

computografien sind realisationen eines vorgegebenen schemas (programm, algorithmus), das an gewissen stellen deterministische und pseudozufaellige parameter enthaelt. eine einzelne computografie wird aus dem schema singularisiert durch konkrete wahl der parameter.

waeren die nicht-deterministischen parameter zufaellig (nicht pseudozufaellig), so waere das schema ein zeichen fuer saemtliche moeglichen computografien einer bestimmten art (naemlich der durch das schema bestimmten).

jede computografie hat (wie alles gegebene) einen physikalischen und einen aesthetischen seins-aspekt. solange das aesthetische sein einer computografie (wie das alles anderen gegebenen) nicht untersucht wird im rahmen eines auf axiomen beruhenden aesthetischen systems (auf numerische weise), solange sind die wertungen "schoen" und "nicht schoen" nur aussagen ueber das sein des betrachtlers, nicht ueber das der computografie.

MANIFESTO

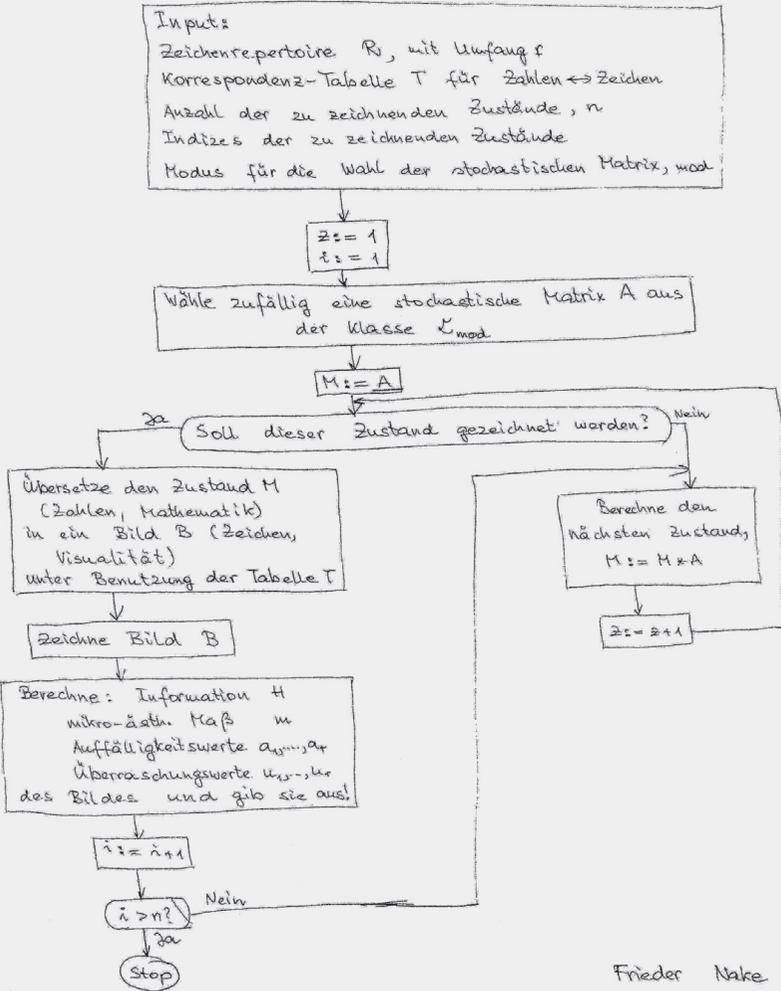
bei einer internen Ausstellung im
Sommer 1965 im Rechenzentrum der
Univ. Stuttgart. Computerausdruck
auf Fernschreiber-Papier, 1965

computografien sind aesthetische experimente, im gegensatz zu physikalischen. (experiment = durchfuehrung einer gegebenen versuchsanordnung). bei physikalischen experimenten geht es um die logischen werte "wahr" und "nicht wahr", bei aesthetischen experimenten um die aesthetischen werte "schoen" und "nicht schoen".

ein aspekt der herstellung von computografien ist: die industrialisierung (berechenbarkeit, massenproduktion, beduerfnisweckung) der erzeugung aesthetischer objekte. menschen (programmierer, designer, "kuenstler") sind bei der produktion von computografien beteiligt nur zur herstellung der schemata. anschliessend uebernehmen maschinen die produktion. dadurch wird es moeglich, dass "originale" auch nach dem tod eines designers entstehen koennen.

die hier gezeigten computografien zaehlen zur hoehlenmalerei der "kuenstlichen kunst".

GROßES FLUSSDIAGRAMM DES PROGRAMMS
"MATRIZENMULTIPLIKATION" 1967



Frieder Nake

GROBES FLUSSDIAGRAMM FÜR
DAS PROGRAMM „MATRITZEN-
MULTIPLIKATION“

1967



Bild

Zeichen ↘

Interface

Einleitung

Sophie Ehrmantraut

Spätestens mit der massenhaften Verbreitung von Computerhardware in Form von Mikrochips in den 1970er Jahren und der damit einhergehenden explosionsartigen Ausdifferenzierung von Softwareanwendungen haben Computer- und Werbeindustrie einschließlich der Nutzer*innen von Computertechnologie kontinuierlich daran gearbeitet, die materiellen Bedingungen der Digitalisierung und die Nutzung der Maschinen zu *naturalisieren*. Diese Etablierung von Maschinen bedeutete in diesem Zusammenhang, sie der Wahrnehmung zu entziehen.

Heute bekräftigen drahtlose Netze und Speicherwolken die Unsichtbarkeit, Immaterialität und Unmittelbarkeit der digitalen Welt. Smarte Technologien dienen Menschen als Körperextensionen; sie ermöglichen, über digitale Sensoren immer mehr Daten aus ihrer Umwelt zu erfassen und computertechnisch zu verarbeiten. Die Interaktion mit Computertechnologie kann dabei den Eindruck erzeugen, als handle es sich um individuelle Sinneswahrnehmungen.

Wessen Sinneswahrnehmungen, die der Menschen oder die der Computertechnologie? Damit steht auch die Frage nach der Kontrolle über die so erfassten Daten und die sie verarbeitenden Technologien im Raum. Dass die Menschen eng mit ihren Maschinen verbunden sind und Kunst mit ihnen technisch erzeugt werden kann, erscheint heute ebenfalls wie eine Selbstverständlichkeit. Diese aber ist eine historische Entwicklung↔

Vor diesem „natürliche[n] Hintergrund“ ↔ der „Maschinenwelt“ reflektiert Frieder Nake die Ästhetik der Digitalisierung. Dabei geht es ihm nicht um die Gegenüberstellung einer vor-, nicht-digitalen oder analogen Welt mit einer künstlichen oder digitalen. Ausgangspunkt für seine kritische Reflexion sind die unhintergehbaren materiellen Bedingungen und Prozesse, welche die Arbeits- und Lebensverhältnisse in der computerisierten Welt herstellen und bestimmen. Diese bilden in der digitalen Welt global vernetzte, informationstechnische Systeme aus Hardware und Software mitsamt all ihren Interfaces, Rechenzentren und Netzwerken aber auch Produktionsstätten, wissenschaftlichen Diskursen, Gesetzen und Interaktionen mit Computertechnologie.

02

Der Ausdruck *Maschinisierung von Kopfarbeit* ↔ ist daher im Kontext einer „Kritik der politischen Ökonomie der Informationsverarbeitung“ zu verstehen, die das „Verhältnis der Menschen zu ihren Maschinen“ zwangsläufig als historisch denkt. Die Kritik verknüpft Computertechnologie auf Engste mit dem kapitalistischen Gesellschaftssystem, in dem alle Arbeitsprozesse dem Regime der Rationalisierung und der Optimierung unterworfen sind. ↔ Die epochale historische Dimension des Computers liegt dann nicht nur in der konkreten, gebauten, rechnenden Maschine, sondern auch in der neuartigen und quasi unerschöpflichen Produktivität der universellen Turing-Maschine, mit der potentiell jedes berechenbare, d.h. formal als Algorithmus beschreibbare, Problem gelöst werden kann.

03

04

Jede (regelhafte algorithmische) Beschreibung eines Problems oder einer Handlung ist für Nake ein Produkt von *Kopfarbeit*. Zur *Kopfarbeit* kann prinzipiell auch kreative Arbeit und das Kunstwerk als ihre Objektivierung gezählt werden; und auch wenn *Kopfarbeit* in abstrakten Zeichenreihen dargestellt wird, sind die Gegenstände, auf die sie sich bezieht, sehr konkret.

Keinesfalls bedeutet dies, dass Computer selbsttätig arbeiten. Daher muss Nakes Formel ebenso im Kontext einer Kritik der Interaktion mit Computern gelesen werden. Nicht *der* Computer, sondern die in Programmen beschriebenen Prozesse legen die Bedeutungen und Wahrscheinlichkeiten fest, die eingegebenen Daten durch die computergestützte Informationsverarbeitung zugeschrieben werden. Der Informationsgehalt eines ästhetischen Objekts, das für den Computer nichts anderes als eine Sammlung von Daten ist, lässt sich

05 ausschließlich mit Programmen übertragen, lesen, bearbeiten und ausgeben, wie auch Claus Pias betont hat.↔

Intentionen oder Stimmungen irgendeines Individuums, das den Computer bedient, die nicht in Code übersetzt werden, werden vom Computer nicht mitgelesen oder erfasst. Das macht Computer präzise und effizient. Nake macht unmissverständlich deutlich, dass der „Grenzfall“, den die *algorithmische Determination* darstellt, nicht in der Unterscheidung von Natur und Kultur, Materie und Geist oder Mensch und Maschine zu finden ist, sondern im „Akt der Interpretation“ liegt.↔ Während der Mensch seine Selbstbestimmtheit in der potentiellen Freiheit der Interpretation und der intuitiven Fähigkeit zur Kreativität bestätigt sieht, besteht die Interpretationsleistung, die für den Computer geschriebene Programme erbringen, darin, dass sie *genau eine* mögliche Bedeutung bestimmen. Programme kennen, so ließe sich sagen, keine Ambivalenz.

07 Damit widersetzt sich Nake einer mit Turings *Imitation Game*↔ – auch in der Wissenschaft – weit verbreiteten Vorstellung von künstlicher Intelligenz, die seit Mitte des 20. Jahrhunderts das Science Fiction-Genre mit literarischen und filmischen Imaginationen des Computers als eigenständig handelndes Wesen anfüttert und die dialektische Dynamik eines utopischen Begehrens nach *Identität* und *Differenz* bewegt.↔

08 In *How We Became Posthuman* führt N. Katherine Hayles diese Dynamik auf die Trennung des Körpers als Informationsträger von der Information zurück, die mit dem durch die Theorie der Kybernetik geprägten Informationsbegriff begründet wird.↔ Information wurde dabei eine eigene materielle und ästhetische Qualität zugeschrieben. Die Konzepte Organismus (Teil) und Umwelt (Ganzes) schließen einander im systemischen Ansatz der Kybernetik als „logic of pure mechanism“↔ nicht aus, sie gehören demselben rekursiven Zeichensystem an. Die Unterscheidung von Organismus und Umwelt zeigt sich als begrifflich hergestellte.

10 Die Informationstheorie beschäftigte sich mit der Beobachtung der formalen Generierung und Manipulation oder Steuerung von Informationsmustern in rekursiven Systemen. So auch die *Informationsästhetik*, mit der sich Frieder Nake während seines Studiums bei Max Bense an der Technischen Hochschule Stuttgart (heute Universität Stuttgart) in den 1960er Jahren auseinandersetzte.

Eine weitere theoretische Grundlage für die Informationsästhetik war neben der Kybernetik die Zeichentheorie von Charles Sanders Peirce, nach der es Menschen nicht möglich sei, „ohne Zeichen zu denken“.↪ 11
 Das Projekt der *generativen Ästhetik* im Kontext der Informationsästhetik kann als Versuch verstanden werden, geistige Arbeit, wie den künstlerischen Schaffensprozess, als Form individueller Erkenntnisgewinnung nachzuahmen, indem statistisch abweichende Eigenschaften künstlich bzw. maschinell generiert wurden. Unter Rückgriff auf die Semiotik, die Kybernetik und die davon beeinflusste Medientheorie Marshall McLuhans betrachtet Nake die Mensch-Maschine-Interaktion auch als Kommunikationsprozess zur Übertragung von auf diese Weise generierten Informationen.

Jedes mit dem Computer erzeugte ästhetische Objekt – ein Bild, ein Video, eine akustische Sequenz, ein Text, ein Diagramm, eine Tabelle, eine Formel – ist notwendig Produkt eines formalen Zeichenprozesses und repräsentiert eine bestimmbare Menge von Daten, die in einer bestimmten und endlichen Folge von Operationen algorithmisch verarbeitet worden ist. Das digitale ästhetische Objekt ist sowohl Träger oder Medium des Zeichenprozesses als auch eines bestimmten Zustandes, der ästhetischen Information.

Dass bis heute *jeder* Mensch-Maschine-Interaktion eine semiotische Transformation zugrunde liegt, die alle ästhetischen Vorgänge und Dinge einer „Verdoppelung“↪ unterwirft, bildet für Nake das spezifische „Merkmal der Digitalität“.↪ Vor dem Hintergrund dieser Theoriebildung spricht Nake in Anlehnung an Mihai Nadin und Winfried Nöth „vom Computer als semiotische Maschine“.↪ Der pragmatische Ansatz eine objektive Theorie der Ästhetik zu schreiben, lässt sich retrospektiv auch als Versuch verstehen, in der deutschen Nachkriegsgesellschaft die Erfahrung eines politisch wie ästhetisch totalitären Regimes zu verarbeiten.↪ 12
13
14
15

Etwa zur selben Zeit beschäftigt sich die amerikanische Künstliche-Intelligenz-Forschung, von der Nake sich immer wieder abgrenzt, mit dem Begriff *augmentation*. Das Projekt *Augmenting Human Intellect* am Stanford Research Institute unter der Leitung von Douglas Engelbart war darauf ausgerichtet, Arbeitende mit einem bestimmten professionellen Profil (*intellectual workers*) dabei zu unterstützen, ihre bislang intuitiven Fähigkeiten mit Hilfe des Computers zu erfassen und individuelle Leistungsfähigkeit zu erhöhen.↪ 16

Nakes Kritik an der so verstandenen Mensch-Maschine-Interaktion kann den Ausgangspunkt für eine Kritik an der vermeintlichen Objektivität datengetriebener Algorithmen bilden, die auf Kategorien aufbauen, die immer Produkt von Abstraktionsprozessen sind. Und das bedeutet immer auch, dass sie *gemacht* sind.

- 17 Mit der Aussage „Wir *sind* unsere Sprache und wir *sind* unsere Zeichen“ ↪ verweist Nake nicht nur auf die Notwendigkeit der Formalisierung, mit der sich sowohl die Ästhetik als Theorie sinnlicher Wahrnehmung bzw. Anschauung als auch die Informatik als Theorie der Berechenbarkeit befassen. Er verweist auch auf die Produktivität und Performativität der semiotischen Maschine, die heute kaum zu übersehen sind, wie Wendy Huy Kyong Chun mit ihrer Kritik an
- 18 der Netzwerkanalyse deutlich macht. ↪ So kann die Netzwerkwerk- und Datenanalyse, aufbauend auf Kategorien – wie Klasse, *race*, Geschlecht – gesellschaftliche Ungleichheiten in noch nie dagewesener Präzision und Effizienz identifizieren. Im Namen der Funktionalität und der Prognostizierbarkeit werden vorhandene Diskriminierungsmuster aber mit derselben Effizienz reproduziert und verstärkt. Dass die Kategorien als soziale Konstruktionen der Regulierung und Normierung dienen, wird dabei so selbstverständlich, wie der Umgang mit der Computertechnologie.

In seinen Auseinandersetzungen mit der semiotischen Maschine, die der Computer ist, geht es Nake weniger um die ästhetischen Objekte, die mit Computertechnologie hergestellt werden. Wichtiger ist die Darstellbarkeit der Operationen, durch welche digitale Objekte generiert und die materiellen Bedingungen des Digitalen reflektiert werden können.

01↔

Dies macht eine Anekdote Frieder Nakes aus dem Jahr 1965 nur allzu deutlich. nachzulesen im Text „Information Aesthetics“ – in diesem Band ab S. 186.

02↔

Vgl. „Das algorithmische Zeichen und die Maschine“ (Herv. i. O.), in diesem Band ab S. 242.

03↔

Vgl. „Informatik und die Maschinisierung von Kopfarbeit“ in diesem Band ab S. 208.

04↔

Siehe „Schnittstelle Mensch – Maschine“ in diesem Band auf S. 213.

05↔

Vgl. Claus Pias: „Das digitale Bild gibt es nicht. Über das (Nicht-)Wissen der Bilder und die informatische Illusion“, in: *Zeitenblicke 2/1 (2002)*, <http://www.zeitenblicke.de/2003/01/pias/pias.pdf>.

06↔

Vgl. „Das algorithmische Zeichen und die Maschine“ in diesem Band ab S. 240.

07↔

Vgl. Alan M. Turing: „Computing Machinery and Intelligence“, *Mind* 49 (1950), 433–460.

08↔

Vgl. Frederic Jameson: *Archeologies of the Future. The Desire Called Utopia and Other Science Fictions*, London/New York 2005.

09↔

N. Katherine Hayles: *How We Became Post-human: Virtual Bodies in Cybernetics, Literature and Informatics*, Chicago 1999, 2 ff; vgl. auch Claude E.

Shannon, Warren Weaver: *The Mathematical Theory of Communication* [1949], Urbana, IL 1964; sowie Norbert Wiener: *Cybernetics: Or Control and Communication in the Animal and the Machine* [1948], New York 1961.

10↔

William Ross Ashby: *Design for a Brain: The Origin Of Adaptive Behavior*, London 1952, hier S. v.

11↔

Charles Sander Peirce: *Schriften I. Zur Entstehung des Pragmatismus*, Frankfurt/Main 1967, 186.

12↔

Siehe „Das algorithmische Zeichen und die Maschine“, in diesem Band S. 252.

13↔

Ebd.

14↔

Ebd. S. 255. Sowie Winfried Nöth: „Semiotic machines“ in: *Cybernetics & Human Knowing* 9 (2002), 5–22.

15↔

Vgl. „Information Aesthetics“, in diesem Band ab S. 188. Sowie Barbara Büscher, Hans-Christian von Herrmann, Christoph Hoffmann: *Ästhetik als Programm. Max Bense/ Daten und Streuungen*, Berlin 2004.

16↔

Vgl. Douglas Engelbart:
„Augmenting Human
Intellect. A Conceptual
Framework“ [1962], auf:
[https://web.stanford.edu/
dept/SUL/library/extra4/
sloan/mousesite/En gel-
bartPapers/B5_F18_Con-
ceptFrameworkPt1.html](https://web.stanford.edu/dept/SUL/library/extra4/sloan/mousesite/EngelbartPapers/B5_F18_ConceptFrameworkPt1.html)
(Zugriff 15.11.2017).

17↔

Vgl. „Das algorithmische
Zeichen und die Maschine“
(Herv. i. O.), in diesem Band
auf S. 243.

18↔

Vgl. Wendy Chun: *Updat-
ing to Remain the Same*,
Cambridge, MA 2016;
sowie Clemens Apprich,
Wendy Hui Kyong Chun,
Florian Cramer, and Hito
Steyerl: *Pattern Discrimina-
tion*, Lüneburg 2018.
Sara Ahmed: *The Cultural
Politics of Emotion*, London
2004, 145.

Über eine generative Ästhetik

01 *Man kann sagen, „dass die künstliche Erzeugung von einer Norm abweichender Wahrscheinlichkeiten durch Theoreme und Programme das zentrale Motiv der generativen Ästhetik“ ist (Max Bense↔).*

1

Hier soll über ein Computer-Programm berichtet werden, das mit obigem Zitat Ernst macht. Ein Programm, das die Häufigkeiten der Zeichen eines ästhetischen Objektes („Bild“) so bestimmt, dass eine Reihe von mikro-ästhetischen Vorschriften erfüllt werden, die der Benutzer beliebig vorschreiben kann. Die fundamentale Annahme, die unserer Betrachtungsweise zugrunde liegt, ist die der Informations-Ästhetik: Ästhetische Objekte sind in endlich vielen Schritten über einem gegebenen Repertoire diskreter Zeichen realisiert. Die Auswahl der Zeichen aus diesem Repertoire geschieht nach statistischen Gesetzmäßigkeiten. Diese sollen gerade von unserem Programm bestimmt werden.

2

In einem ersten Schritt will ich meinen Begriff von „analytischer“ und „generativer Ästhetik“ erläutern. Traditionelle Ästhetiken definieren mehr oder weniger vage den Wert „schön“ und mustern die Objekte einer gegebenen Klasse darauf hin durch, wie weit ihnen der

Wert „schön“ zukommt oder nicht zukommt. Formalisiert man dieses Verfahren ein wenig, so gelangt man zu folgender Definition einer „analytischen Ästhetik“↔:

02

Ist W ein Universum (eine Welt) von (ästhetischen) Objekten und C ein numerischer Raum von Kriterien, so heißt jede Abbildung $A: W \rightarrow C$ eine „analytische Ästhetik“.

Der Kriterienraum muss hierbei natürlich endlich-dimensional sein, da wir nur endlich viele Messungen an einem Objekt vornehmen können. Wollen wir zum Beispiel an den Bildern eines bestimmten Malers M , die dieser in den Jahren 1970–1972 herstellte, feststellen, welche Information sie haben, ob sie vertikal-symmetrisch sind, mit wie vielen verschiedenen Farben sie gemalt wurden, und wo die Mitte des Polygons liegt, das von den Schwerpunkten der einzelnen Farben gebildet wird, so haben wir: als W die Menge aller Bilder von M in der Zeit von 1970 bis 1972, als C einen fünf-dimensionalen Raum, dessen Achsen wir „Information“, „Vertikalsymmetrie“, „Farbenzahl“, „x-Koordinate der Mitte“, „y-Koordinate der Mitte“ nennen können. Die analytische Ästhetik A weist in diesem Beispiel jedem betrachteten Bild 5 Zahlen zu, die die Lage des Bildes im Kriterienraum C beschreiben.

Wenn wir etwas Ähnliches für ein ganzes Universum W tun, können wir hoffen, zu Aussagen (mindestens statistischer Natur) über die betrachteten Objekte zu kommen. Wir erwarten von einem solchen Vorgehen etwa, dass die Bilder einer Stilperiode eines Malers oder einer ganzen Epoche in der Geschichte der Malerei im Kriterienraum unterscheidbare „Klumpen“ bilden. Haben wir diese Aufgabe mit einigem Erfolg erledigt, so können wir z.B. Echtheitsfragen beantworten (mit einer bestimmten Fehlerrate).

Es ist nur natürlich, die eben kurz beschriebene Fragestellung umzukehren: Was passiert, wenn wir einen Punkt im Kriterienraum vorgeben und nach einem Objekt des Universums W fragen, das diesem Punkt entspricht? Wir wollen, mit anderen Worten, a priori Eigenschaften eines Bildes vorschreiben und dieses dann entsprechend konstruieren.

Dies ist die Frage nach der Umkehrabbildung von A . (Wenn wir A als Mengenfunktion auffassen, existiert diese Umkehrung immer). Wir werden so automatisch zu folgender Definition einer „synthetischen“ und „generativen Ästhetik“ geführt:

Ist $A: W \rightarrow C$ eine analytische Ästhetik, so heißt die Umkehrabbildung $S: W \rightarrow C$ (mit $A(S(x)) = x$ für alle x in C) „synthetische Ästhetik“.

Können wir einen Algorithmus G für die Abbildung S angeben, so heißt G „generative Ästhetik“.

„Kritik“, d.h. Anwendung einer analytischen Ästhetik A auf ein gegebenes Objekt w in W , liefert eindeutig einen Punkt im Kriterienraum C , den man seine „Bewertung unter A “ nennen könnte.

„Produktion“ oder „Generation“, d.h. Anwendung einer generativen Ästhetik G auf einen gegebenen Punkt in C , liefert dagegen im allgemeinen eine ganze Klasse von Objekten im Universum W . Das zeigt wiederum die Tatsache, dass eine exakte Ästhetik nur notwendige, keine hinreichenden Kriterien für „Schönheit“ liefern kann. Die Unterscheidung zwischen synthetischer und generativer Ästhetik ist notwendig, da die Umkehrabbildung S zwar existieren kann, aber nicht berechenbar (algorithmisierbar) sein muss. Wir haben erst dann eine generative Ästhetik vor uns, wenn wir eine Konstruktion angeben, die uns in endlich vielen Schritten ein ästhetisches Objekt liefert.

3

Eine spezielle analytische Ästhetik ist die Informations-Ästhetik. Das ist in unseren Definitionen natürlich nur so, falls wir explizit eine Reihe von numerischen Kriterien angeben, deren Messung an Objekten durch die Informations-Ästhetik festgelegt wird. Wir können sagen, dass die Methoden der Informations-Ästhetik zur Definition einer ganzen Serie von analytischen Ästhetiken führen oder beitragen.

Um das spezielle Programm zu beschreiben, das zu Beginn angekündigt wurde, wollen wir folgende analytische Ästhetik betrachten: W sei die Menge aller Bilder, die mit r verschiedenen, festen Zeichen hergestellt werden können. (Man sieht, dass auch das Zeichenrepertoire selbst als eine oder mehrere der Komponenten des Kriterienraums aufgefasst werden kann. Da wir die Charakteristiken der materialen Erscheinung der Zeichen außer Acht lassen, gilt unser Programm nicht für Bilder allein, sondern für beliebige ästhetische Objekte). Jedes Bild werde repräsentiert durch den Vektor (p_1, p_2, \dots, p_r) der relativen Häufigkeiten dieser Zeichen. Wenn ein solches

Bild aus insgesamt N Zeichen aufgebaut ist, so tritt also Zeichen $1 N \cdot p_1$ -mal auf, das Zeichen $2 N \cdot p_2$ -mal usw.

Mit Hilfe der relativen Häufigkeiten wurden folgende Begriffe definiert:

Durchschnittliche Information pro Zeichen:

$$H = -\sum p_i \cdot \log p_i$$

Information im Bild:

$$I = N \cdot H$$

Code-Redundanz im Bild:

$$R = 1 - H / \log_r$$

Ästhetisches Maß des Bildes \leftrightarrow (k ist ein Normierungsfaktor):

04

$$m = k \cdot R / H$$

Überraschungswert pro Zeichen \leftrightarrow :

05

$$u_i = -\log p_{i/H}$$

Auffälligkeitswert pro Zeichen \leftrightarrow :

06

$$a_i = u_i \cdot p_i$$

Wir wählen nun unseren Kriterienraum als den Raum mit den $n = 2r + 2$ Koordinaten, $I, m, u_1, u_2, \dots, u_r, a_1, a_2, \dots, a_r$.

Die so bestimmte analytische Ästhetik leistet folgendes: Sie bestimmt an jedem Bild, das über dem festen Zeichenrepertoire realisiert wurde, die Information I , das (mikro)ästhetische Maß m , die Überraschungswerte und die Auffälligkeitswerte und ordnet dem Bild diese Zahlen zu. Sie legt jenen Punkt im Kriterienraum fest, der dem Bild entspricht, in den das Bild „abgebildet“ wird, durch den es repräsentiert wird. Man kann schließlich sogar sagen: der Punkt im Kriterienraum „ist“ das Bild; denn bezüglich der gewählten Ästhetik A können alle die Bilder nicht unterschieden werden, die zu demselben Punkt führen. (Man bemerkt, dass unser Raum C unnötig viele Koordinaten hat. Alle Kriterien hängen nur von den relativen Häufigkeiten ab, so dass diese schon hinreichend sind, um das Bild in der Ästhetik A zu beschreiben. Da weiters die Summe der Häufigkeiten 1 sein muss, haben wir sogar einen nur $(r-1)$ -dimensionalen Unterraum von C als Kriterienraum. Die überflüssigen Koordinaten behalten wir aber bei, um direkt mit den angegebenen informations-ästhetischen Begriffen arbeiten zu können.)

4

Der eben definierten analytischen Ästhetik würde folgende generative Ästhetik entsprechen: Konstruiere ein Bild zu einem gegebenen Punkt im obigen Kriterienraum! Diese Aufgabe ist im allgemeinen nicht lösbar. Deswegen ändern wir sie etwas ab: Gegeben sei ein „rechteckiges“ Gebiet Q im Kriterienraum C , beschrieben durch insgesamt $2r+2$ Doppel-Ungleichungen der Form: „Information I zwischen a und b “, „Maß m zwischen c und d “ usw. (a, b, c, d sind dabei feste Zahlen). Dann soll ein Bild so konstruiert werden, dass es irgendeinem Punkt in dem Gebiet Q entspricht und außerdem das größtmögliche (oder kleinstmögliche) ästhetische Maß aller Bilder in Q hat.

Das Programm, von dem hier gesprochen wird, löst nun gerade diese Aufgabe in endlich vielen Schritten, ist also ein Algorithmus. Es ist nicht genau die generative Ästhetik zu der oben definierten analytischen Ästhetik. Aber wenn wir Q auf einen Punkt zusammenschumpfen lassen, arbeitet das Programm immer noch. Es ist eine Erweiterung der generativen Ästhetik, die wir suchen, und deswegen wollen wir es etwas ungenau auch eine generative Ästhetik nennen.

Der Benutzer schreibt dem Programm die Anzahl r der verwendeten Zeichen und den Umfang N des Bildes vor. Außerdem kann er eine beliebige Anzahl (zwischen 0 und $2r+2$) von Beschränkungen für die Information, das ästhetische Maß, die Auffälligkeitswerte, die Überraschungswerte vorgeben. Er kann weiterhin verlangen, dass dieses oder jenes Zeichen mit einer Mindest- oder Höchsthäufigkeit auftritt (was die maximale Anzahl der Vorschriften auf $3r+2$ erhöht). Schließlich wünscht er, ob ein maximales oder minimales ästhetisches Maß bestimmt werden soll. Dann liefert ihm das Programm den Vektor der relativen Häufigkeiten für die Zeichen des Objektes, falls eine Lösung überhaupt möglich ist. Existiert keine Lösung, so gibt das Programm eine entsprechende Mitteilung.

Je weniger Beschränkungen der Benutzer dem Programm auferlegt, desto mehr Freiheit hat dieses bei der Bestimmung einer Lösung. Falls zu viele der Beschränkungen die Form von Gleichungen haben, streicht das Programm nach einer Präferenz-Liste einige und versucht erst dann, eine Lösung zu finden. Ist eine Lösung überhaupt möglich, so ist es in der Mehrzahl aller Fälle eine große Anzahl. Das Programm sucht sich unter diesen dann eine aus, die dadurch

gekennzeichnet ist, dass möglichst viele Zeichen möglichst selten oder möglichst oft auftreten („auf dem Rand liegen“). Diese Strategie wirkt dem „Verschmieren“ entgegen. (Ein ästhetisches Objekt ist „verschmiert“, wenn alle Zeichen gleich häufig sind.) Das Programm macht intensiven Gebrauch von freien, „zufälligen“ Entscheidungen (man kann es einen „zufälligen“ Algorithmus nennen). Systematisch wird die Zahl der Freiheitsgrade herabgesetzt und zufällige Entscheidungen werden getroffen immer dann, wenn es möglich und nötig ist. Der Bereich aller möglichen Werte für die Information wird vorsichtig abgetastet in Richtung fallender bzw. steigender Werte, bis zum ersten Mal eine Lösung möglich wird. Von allen diesen wird dann eine ausgewählt. Das Programm ist in der Sprache PL/I geschrieben und benötigt auf einem Computer des Typs IBM 360/65 etwa 2 Sekunden für einen Durchlauf.

5

Die schwache Stelle dieser generativen Ästhetik ist, dass sie nur die Häufigkeiten der Zeichen benutzt und so auf der untersten Stufe einer Hierarchie von Zeichen-Komplexen stehen bleibt. Daraus folgt natürlich, dass wir nicht mehr erreichen können als mit Häufigkeitsbetrachtungen eben möglich ist.

Insbesondere ist die Makro-Ästhetik des Bildes völlig ausgeschaltet. Immerhin kann man aber schon den Frankschen Maximum-Effekt ausnutzen und Erkenntnisse über Mindest- und Maximal-Informationsgehalt. Verbesserungen werden vor allem in einer anderen Definition des ästhetischen Maßes zu suchen sein. ↪ Schritte in dieser Richtung werden unternommen. 07

Trotz seines etwas rudimentären Zustandes kann das Programm dazu dienen, systematisch Bilder gemäß vorher festgelegter Kriterien zu erzeugen. In Versuchsreihen kann überprüft werden, wieweit diese Kriterien für die Bewertung von ästhetischen Objekten relevant sind. In jedem Fall ist das Programm ein Schritt zur Verwirklichung des Benseschen Konzeptes einer generativen Ästhetik.

*Der Text erschien erstmals in: Elisabeth Walther, Ludwig Harig (Hg.):
Muster möglicher Welten. Eine Anthologie für Max Bense.
Wiesbaden 1970, Limes Verlag, 129–131.*

01↔

Max Bense: „projekte generativer ästhetik“, in: *rot 19* (Stuttgart 1965).

02↔

Frieder Nake: „Die Kunstproduktion als Entscheidungsprozess“, in: *bit international*, 2 (1968), 47–50; sowie Frieder Nake: „On the Inversion of Information Aesthetics“, in: *bit international*, 5 (1971), 59–66.

03↔

Helmar Frank: *Kybernetische Analysen subjektiver Sachverhalte*, Quickborn b. Hamburg 1964.

04↔

Rul Gunzenhäuser: *Ästhetisches Maß und ästhetische Information*. Quickborn b. Hamburg 1963; sowie Siegfried Maser: Über eine mögliche Präzisierung der Beschreibung ästhetischer Zustände, in: *Grundlagenstudien aus Kybernetik und Geisteswissenschaft*, GrKG Band 8, 1967, 101–113.

05↔

Frank 1964.

06↔

Ebd.

07↔

Maser 1967.

Information Aesthetics

An Heroic Experiment

Information Aesthetics was a short-lived but influential attempt to establish an aesthetic theory of mathematical rigor without subjective elements. It was based on information theory, semiotics, and communication theory. It was mainly developed in Germany and France during the 1960s. It not only gained some influence among designers and artists, but also among teachers of art. Its concepts turned out to be reductionist and schematic, which we argue led to its eventual disappearance, if not failure. We provide a retrospective of its assumptions and results, and draw conclusions for current attempts at algorithmically evaluating the aesthetic merits of a work of art.

1 Introduction

Information Aesthetics was a radical approach in Europe of the 1960s to establish a rational and objective theory of aesthetics. Its daring idea was to use the concept of statistical information as developed by Claude E. Shannon → as the mathematical basis of an objective measure of aesthetics.

An objective aesthetics should be like the thermometer we use to measure the temperature in a closed room. If in winter someone enters a room from the freezing cold outside, he may feel the air is overheated even if though those who had been inside for some time may feel a bit chilly. These contradicting and conflicting judgments are based on subjective feelings. The objective statement according to

the thermometer would indiscriminately be “21 degrees centigrade.” Who is right?

Information Aesthetics attracted artists, designers, architects, writers, composers, philosophers, teachers, mathematicians, psychologists, critics, and generally young intellectuals. It ventured into the threatening realm of totally objectified methods of evaluating aesthetic objects. This attempt was exciting and provocative. But it did not gain much recognition and ended by silently disappearing.

The term “information aesthetics” has recently come into use again, but with a completely different meaning. The same is true for related terms such as generative aesthetics, generative art, generative design, generative music, generative architecture, and more. “Information aesthetics” today is about the display of huge quantities of data (erroneously called “information”), and “generative design” is now about running a program on a computer with complex parameter settings. This fact may lend added interest to a retrospective presented here.

The movement of Information Aesthetics had two centres. One was the Institute of Philosophy and Theory of Knowledge at the University of Stuttgart, West Germany, whose well-known head was Max Bense. The other, not quite as influential, was at the Université de Strasbourg in France. Its leading figure was Abraham A. Moles, a fervent speaker and sharp thinker with doctoral degrees in physics and psychology.

Max Bense was one of the most radical thinkers and prolific writers of post-war Germany. Besides philosophy, his roots were in mathematics and physics, which gave him a head start towards a kind of extreme rational thinking that, for a decade or so, attracted a large and creative crowd of young intellectuals and artists of the region in the 1960s to study his essays and attend his lectures. They knew this privilege placed them in a group unparalleled elsewhere.

The excitement brought about by Bense’s way of doing philosophy came from his total presence and absolute immersion in the process of thinking. Aided only by some scribbles on the back of a package of cigarettes, he lived and demonstrated the mind in action. Things and ideas were all happening right here and now. Everything was authentic and exciting, and even if students did not understand a single argument, they knew they had witnessed philosophy as performance. At a time when C. P. Snow’s *Two Cultures*↔ were still stirring up controversy, Bense was demonstrating that you could almost

single-handedly bridge the gap between mathematics and poetry. You did not need much more for this than your own dedication plus semiotics and information theory.

In this article, I will recapitulate the basic assumptions and results of Information Aesthetics. In particular, the formulae for the aesthetic measure will be defined and discussed. I will also introduce the concept of generative aesthetics as defined by Bense, and discuss an early computer program capable of generating patterns of images according to prescribed aesthetic measures. I will then offer a critique of the approach by Bense and his disciples. I will hint at the reasons why, in retrospect, I believe the approach failed. My conclusion will connect our deliberations with the current revival of terms like information aesthetics, generative design and generative art.

The original publications of Information Aesthetics were in German or French and very few have been translated into English. I therefore apologize to the reader that most of my references are not in English.↵

03

2 Information aesthetics

Aesthetics is not art, and the subject matter of aesthetics is not restricted to art or to beauty or the beautiful. But works of art may be subject matter of aesthetics: in descriptive, evaluative, or interpretive modes.

In aesthetics, we consider objects of any kind from the perspective of sensual perception and with the goal of sensual cognition. This view of aesthetics is based in the modern foundation of the field as a separate philosophical discipline by Alexander Gottlieb Baumgarten in 1750/58.↵ He considered aesthetics as the discipline dual to logic insofar as both are concerned with human cognition. There is a division of labour between logic and aesthetics. Whereas logic studies discursive and rational cognition, aesthetics concentrates on holistic and sensual cognition (*cognitio sensitiva*).

04

This view of aesthetics does not place at the centre the question whether a given work is, or is not, beautiful. Value judgment is not avoided, but it can sensibly be raised only after it has become clear what the basis is for a judgment. That basis lies in cognition as we experience and practice it through our senses. Baumgarten suggests that besides the mind's *logical* cognition there is also a mode

of *sensual* cognition that is equally important but instead tied to our physical capacities and experience.

2.1 The Assumptions of Information Aesthetics

As Maser[↔] makes very clear, the basic assumption of information aesthetics is that there are general and objective features that characterize an object as an aesthetic object. Such an assumption is necessary for otherwise the search for aesthetic measures would be in vain. A feature is general if it can be detected in all objects irrespective of its particularities. Compare this to the fact that temperature can be measured for all physical objects.

05

A feature is objective if it does not change when another observer is judging it. The basic assumption and goal of Information Aesthetics is that objects are material carriers of aesthetic state, and such aesthetic states are independent of subjective observers. Information Aesthetics is an aesthetics of the object.

The second pillar upon which Information Aesthetics is founded is the idea that a particular kind of information is conveyed by the aesthetic state of the object (or process). This information is called aesthetic information insofar as it is contingent with the physical reality of the object, which it transcends. Aesthetic reality is *co-reality*, a mode of reality that comes with the material aspects of the object (or process). It functions in communicative processes and is realized by processes of selection.

The aesthetic object depends on a repertoire of elementary signs arranged as a complex supersign. Its elementary signs constitute the level upon which the statistical information (in the sense of Shannon) is measured.

Shannon (and Weaver) assume for their definition of the information content of a message that a source is selecting signs (better: signals) from a given repertoire of elementary signs according to given probabilities. If the repertoire is $\Omega = \{\sigma_1, \sigma_2, \dots, \sigma_r\}$ and the probability of σ_i being selected is p_i where $0 \leq p_i \leq 1$ and $\sum p_i = 1$ then the average information of a message sent by the source is

$$H = -\sum_{i=1}^r p_i \lg p_i.$$

06 (Here \lg denotes the logarithm to base 2.) A third and last precondition is borrowed from George D. Birkhoff.↔ In the 1930s Birkhoff studied a number of artifacts such as planar polygons or rotation-symmetric vases for their aesthetic merits. His general approach for defining an objective aesthetic measure was to take the degree of *order* relative to the degree of *complexity* in an object.

If a class of objects was given, the task therefore consisted of defining order (O) and complexity (C) as numeric quantities. The aesthetic measure according to Birkhoff was then given by

$$M = O/C.$$

Birkhoff extensively tested his method on a large set of polygons (with questionable results). We must keep in mind that this was an objective measure that said nothing about the subjective judgment by a given observer.

07/08 The mathematicians Helmar Frank↔ and later Rul Gunzenhäuser↔ wrote Ph.D. theses in which they interpreted, in different ways, Birkhoff's formula of order-in-complexity by transforming it into information-theoretic terms.

The simpler of the two ways, and a purely objective one, was Gunzenhäuser's suggestion to equate complexity with the average statistical information H , and order with the so called relative code redundancy

$$R = (H_{\max} - H) / H_{\max}.$$

The information content is maximal when all probabilities are equal, i.e. $p_i = 1/r$. We then formulate the aesthetic measure as

$$m = R/H = (1 - H/H_{\max}) / H = 1/H - 1/\lg r.$$

2.2 Results from Information Aesthetics

09 Bense↔ distinguishes two phases of the existence of the work (of art): the first phase being the generation of the artwork, and the second phase being its evaluation. Phase one is more or less the artist's activity, phase two is more or less the critic's activity.

In real life, these two phases cannot be treated separately because the artist, during his or her productive activity, is judging the current state of the work, and the critic, during his or her evaluative activity, is judging the current state of the critique. Besides, even if we assume the artist is working in isolation (an assumption not so often true anymore), the critical dimension is to a large extent a public event. All

sorts of activities, events, productions, distributions, and communications take place as part of the critical appreciation.↪ It is safe to say that the artist generates the work (only), whereas society may transform it into a work of art.

10

Max Bense points out that in phase one of the genesis of a work of art, the aesthetic object appears as adding to the world of pure being (*reine Seinsvermehrung*)↪. In phase two, the aesthetic object leaves the state of pure being and enters a state of pure theory. All aesthetic reality is of the mode of co-reality. That is to say, it “comes with” and, therefore, is neither independent nor self-contained. Thus the artist’s creative act is a first necessity without which the later activities of perception, critique, and appreciation cannot take place at all. Aesthetic perception appears as mediating between aesthetic generation and aesthetic appreciation.

11

As an aesthetics of the object, Information Aesthetics is forced to engage in a process of impossibility. For, if appreciation of an existing, and therefore generated work as possibly a work of art requires perception, a perceiving agent must first be in place. Only to the extent that we allow this agent to be non-human or machinic or algorithmic in nature, can we try, and hope for, an objective evaluation. This was the point of departure for Information Aesthetics.

Abraham A. Moles was the other founder of Information Aesthetics. Unlike the Stuttgart School, whose publications are almost exclusively in German, Moles’ main relevant work was translated into English ten years after its original publication in 1958.↪

12

As a physicist and psychologist, Moles did not entirely exclude the observer. Aesthetic information, in his theory, is the counterpart of semantic information. Semantic information is *what* appears in a message. Aesthetic information is *how* it appears. Semantic information is embedded into a universal logic, it can be articulated and translated, and it serves to prepare for action. Aesthetic information, on the other hand, can only be expressed the way it *is* expressed, i.e. it cannot be translated. It creates particular states of the mind and depends on the actual sender and receiver. Semantic information is directed towards action and, therefore, to external goals. Aesthetic information is directed towards states of the mind and, therefore, to internal goals. Semantic information is bound to conventional signs, aesthetic information to individual signs.

A frequent oversight in dealing with evaluation or appreciation of the work of art is mistaking *measure* for *value*, or vice versa. We measure an aspect of a phenomenon, if we have a device, an instrument, a technique, or method that, when applied to the phenomenon, yields a number. The number expresses the location of the chosen aspect of the phenomenon on a numeric scale. The scale, and the way measurements are taken, must be defined precisely. In the case of many of the measures of physics, agreements on the measurement method have been established internationally. Relative to such an agreement the measure appears as objective even though its origins may be arbitrary.

Abraham Moles draws a clear dividing line between measure and value. Value is based on judgment and is, therefore, depending on situation, context, or history, individual. Moles consider value judgment to be outside of scientific aesthetics whereas information measure is an issue of science.↵

13

In relation to the aesthetic information of an object (measure), Moles envisions the aesthetic judgment (value) to be low at the two extremes of information. That is, when the information is very low, redundancy is high, so we can make predictions about the work, and this should be reflected in a low value (“banal”). But when information is very high, approaching its maximum, redundancy is low, so we cannot predict anything; we then cannot discover any patterns and may feel lost. This should also be reflected in a low value, although for a different reason (“chaotic”).

In consequence, value judgment will reach a climax somewhere between banal and chaotic. The German-British psychologist Hans Jürgen Eysenck was one of the earliest authors who questioned Birkhoff’s formula, which as noted previously was based on little more than speculation. Eysenck’s empirical research↵ triggered a large number of experiments, many of which suggested that Birkhoff’s O/C formula was wrong.↵ The alternate formula $M = O * C$, as suggested by Moles, was a closer approximation to the behavior of value.↵

14

15

16

Max Bense was the first to use the concept of aesthetic information. (It appeared in print in the first of his four volumes on aesthetics that were published from 1954 to 1960, and later when they were published all together in one volume.↵ Abraham Moles used the term a bit later in 1958. From him it passed to Helmar Frank (1959).

17

While Gunzenhäuser was working on his interpretation of Birkhoff's formula in terms of information theory,↪ Frank went on to define some additional measures based on Shannon's quantitative and statistical theory of communication (and information).↪

18

19

Continuing Moles' conception of aesthetic and semantic information, Frank declared aesthetic information to be what remains in an arrangement of signs when their meaning is already known.↪ The statistical information is always calculated relative to a repertoire of signs. The primitive signs constituting a message are, however, not necessarily given explicitly. We can consider them as given in the case of a text, if we identify words or phonemes or morphemes as the elementary repertoire.

20

But even this is a problematic act. The problem is enhanced when the given work is of a continuous character such as a painting or drawing.

A continuous painting is a problematic case for information aesthetics insofar as the image must allow for the identification of discrete elementary signs. In this case, we can always surperimpose some grid (of one or more dimensions) on the work and then take as primitive signs those cells that are different with respect to the grid. Combining subsets of grid cells into larger units reduces the number of signs that must be counted, but this changes the repertoire of different signs. This process of building supersigns out of lower level signs by collapsing several of them (a process we call superisation), allows for a series of information measures. Maser describes such a process in a systematic way.↪

21

Frank attempted to use Moles' distinction of semantic and aesthetic information for a formal definition and determination of aesthetic information conveyed by a given work. Formally, given the work, we consider it relative to a sequence of repertoires $\Omega_1, \Omega_2, \dots, \Omega_n$. The repertoires are not totally arbitrary. Ω_i is derived from its predecessor, Ω_{i-1} , by a process of superisation. Each of the repertoires establishes the basis for a new calculation of the average statistical information: H_1, H_2, \dots, H_n . The difference $H_{i-1} - H_i$ between two consecutive measurements is an expression for the amount of information in Ω_{i-1} when Ω_i is already known.

If we now assume that our memory is organized according to short-term and long-term attention and perception and that, furthermore, the capacity of the short-term memory is known, we can define

a level of repertoire relative to such a capacity. Assume that $C^{(0)}$ (measured in bits) is that mysterious short-term memory capacity. We can then define a critical, or optimal, or interesting level k in the sequence of supersigns such that

$$H_k \leq C^{(0)} \leq H_{k-1}.$$

This level k (of our more or less subjective process of superisation) is characterized by the property that on level k the information H_k has dropped below the critical capacity $C^{(0)}$ for the first time, while at level $k-1$ the information H_{k-1} exceeds it for the first time. Whether or not $C^{(0)}$ actually exists is unimportant because we can arbitrarily assign a value for “capacity” and then study the situation relative to it.

As is the case with any formalization, the proposal doesn't say much more than that this is a way of, perhaps, getting a bit closer in an explicit way to conceptualizing something we know quite well from experience. If we consider a painting interesting, we spend more time looking at it. During the time we look at it, we let our view wander across the canvas. We also walk away a bit, and get closer again, which amounts to the activities of changing repertoires.

Information Aesthetics begins by considering the work (of art) as a complex sign. The work is structured in a multitude of ways and can be analyzed in terms of subsigns, and subsigns of subsigns, continuing on down to a lowest level (granularity). As a complex sign, the work gives rise to processes of communication and information. The concept of information is taken up as the central notion for an aesthetics that is oriented towards numeric values. Besides the interpretation of Birkhoff's measures of complexity, order as statistical information H , and code redundancy R , the information aesthetic approach allows for systematic measurements in a structured way. Apart from Maser and the author this option has not been further pursued. ↪

22

However, Helmar Frank [13] did suggest two other statistical measures: a measure of *surprise* per sign, and a measure of *penetration* per sign. ↪ A sign appearing in the work may surprise the observer. For example, he or she may have been listening to a musical composition, when suddenly a sound appears and disappears that before did not contribute to the flow of sounds. Frank suggests as a measure of that surprise the ratio of the particular sign's information and the average statistical information. Thus if sign σ_k has probability p_k of appearance and if

23

$$H = -\sum_i p_i \lg p_i$$

is the average information i content per sign, then the measure of surprise of sign σ_k is

$$ms_k = -\lg p_k / H.$$

For very small p_k this results in a large value, and for p_k approaching 1, it becomes 0. (Frank suggested the objective probabilities p_k , as controlling a source of signals, be replaced by subjective probabilities of the signs, i.e. probabilities expressing expectation.↔) In contrast, the measure of penetration per sign should go up if the sign appears relatively frequently but, at the same time, doesn't lose too much in the way of surprise. Formulated in an objective way (i.e. assuming the probabilities are good enough to express an observer's perception – which is questionable), the measure of penetration for σ_k is

$$mp_k = -p_k \lg p_k / H.$$

To summarize, Bense and Moles in the late 1950s had formulated their vision of an aesthetics based on Shannon's measure of information. Whereas Moles was interested more in sequences in time (music, language), Bense favored arrangements of signs in space (images, text). Both expected that a measure of aesthetic information could be found allowing for judgments of aesthetic objects as such. Moles was one of the first who predicted machines would soon generate aesthetic objects based on automatic decision making.

In Stuttgart, Rul Gunzenhäuser came up with his new interpretation of Birkhoff's aesthetic measure in terms of information and redundancy, and Helmar Frank refined and amended this approach. Frank, however, was not interested in measuring works for comparison with one another because he modeled the individual human observer – even though this was a rather passive and isolated character – as a set of parameters (adjusting personal preferences to probability distributions of a source).

Herbert W. Franke took a slightly different path by assuming that there are certain parameters governing human perception in terms of short and long-term memory.↔ Eventually, however, Franke gave up regarding the isolated aesthetic *object* as the most important subject matter. Instead, he considered the *process* of the human perceiver from a cybernetic perspective, i.e. as a feedback process by which the perceiver adapts his or her perception to the flow of signs (from a dynamic or static source). In this view, the aesthetics of a work

24

25

became a process of optimizing the granularity level of the repertoire to the capacities of human perception.

Bense had several students conduct specialized studies resulting in Ph.D. theses. To mention some of the ones more relevant to our discussion: Rolf Garnich analyzed in great detail hundreds of industrial design objects; ↪ Manfred Kiemle studied architectural façades; ↪ Hans Brög decided on ad hoc repertoires to measure woodcuts by Albrecht Dürer; ↪ Georg R. Kiefer was the first to concentrate more on surprise. Formulated in an objective way (i. e. assuming the probabilities are good enough to express an observer's perception – which is questionable), the measure of penetration for σ_k is semiotics than on numbers. ↪ Siegfried Maser expanded the methods to structures of measures and introduced the term of “numerical aesthetics”. ↪ This allowed Max Bense to gradually shift emphasis from a quantitative to a semiotic analysis. Thus semiotic aesthetics became more prominent, although it had always been the starting point.

3 Generative Aesthetics and Computer Art

The Stuttgart School was never a purely analytical undertaking. Bense himself wrote essays and poetry, in particular concrete poetry. During the decade of the 1960s and beyond, Stuttgart was a European center of concrete art and poetry. Some of the very first computer-generated texts originated here. ↪ Bense was an advisor to the 1968 Cybernetic Serendipity exhibition in London, and the author belonged to the international committee of the Tendencies 4 manifestation in Zagreb at the same time.

Computer art has a date of inception. On February 5, 1965, the first show devoted to computer art, where Georg Nees showed a dozen or so drawings, opened in the rooms of the Aesthetic Colloquium in Bense's Institute. This event marked a step of great importance in the history of Information Aesthetics precisely because it was about generating, and not analyzing, works that were meant to someday become art.

Nothing was particularly exciting about the show announced to open that day in February, 1965, except its title. No one whom I have asked about it, including the artist himself, seems to remember it. But it was clear that the computer played a role. Guessing only a bit, the announcement notice may have read “Computer-Grafik” or

“Computer-Bilder” or similar. Or it may also have been “Generative Computergrafik”. This is, indeed, quite likely because a little brochure (see *Figure 01*) was published for the occasion and this brochure uses the word, “generative aesthetics”. We have here the first use ever of this term.

In the 20th century, new art movements often began with a manifesto, a scandalous exhibition, and certainly a lot of fuss. This one was different, and the audience at the opening may not even have been aware of the sensation. To have drawings by computer shown in a gallery was certainly new. None of the participants had ever seen such. But people did not feel alienated. They were curious.

The brochure contained a small selection of the drawings (see *Figure 02*), short texts in a style of natural language pseudo-code (by Nees), plus a very brief essay by Bense (in German).↵ Its title was: *Projects of generative aesthetics.*↵

The opening passage that started the original German version, here translated into English, reads:

32

33

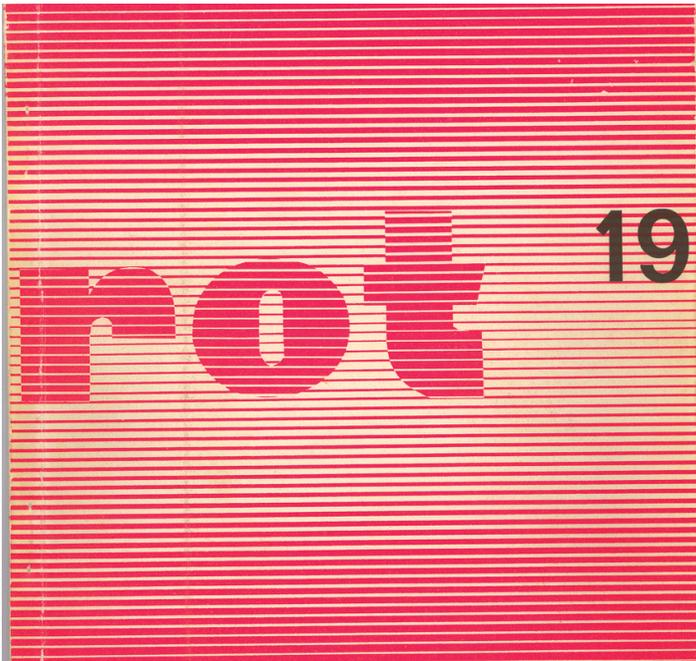


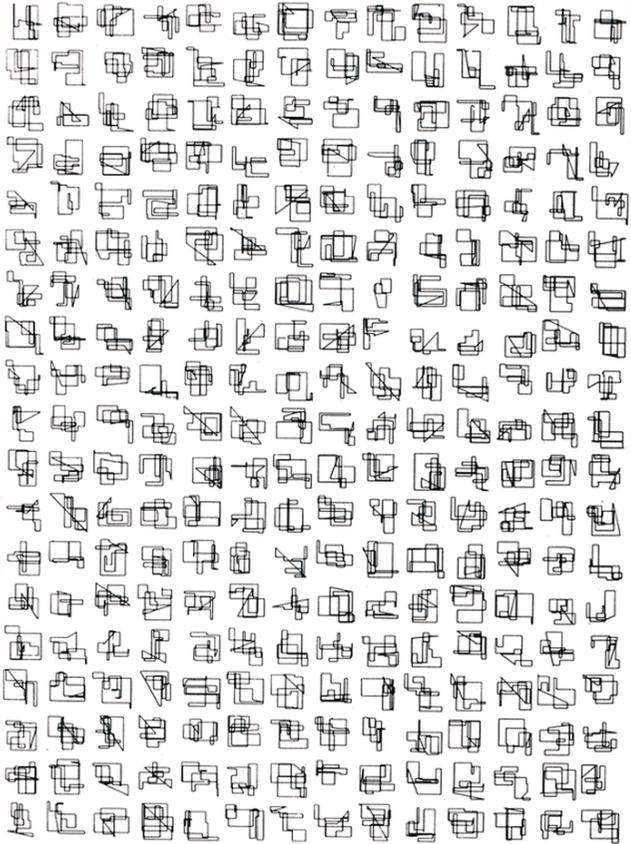
Fig. 01: Cover of the first publication of computer art: rot 19.

“Generative aesthetics therefore implies a combination of all operations, rules and theorems which can be used deliberately to produce aesthetic states (both distributions and configurations) when applied to a set of material elements.”

The remarkable step taken here is the step from aesthetics as a rigorously rational analytic aesthetics to a generative method. About the same time, a similar step had also been taken by Noam Chomsky in his attempt to identify the syntactics of natural languages. Bense continued by saying:

“Hence generative aesthetics is analogous to generative grammar ...”

Fig. 02: One of the drawings on display at Georg Nees' show *Generative Computer-Grafik*.



The interpretation that we traditionally expect from aesthetics gets changed into construction. The effort to rigorously define measures in order to evaluate certain characteristics of the work (of art), in the case of the model of Information Aesthetics is shifted to the opposite effort of algorithmically generating such works. Scientific and engineering methods break into the realm of the humanities – a provocation!

The story of what took place on a quiet and friendly afternoon in Stuttgart, Germany in 1965 has a footnote that may be worth telling. A group of well-known artists and designers from the Stuttgart Academy of Fine Arts was present as often, when Bense invited people to an opening. It seemed that this afternoon their number was a bit larger. After Bense talked about generative aesthetics, Nees gave some indications of what one had to do in order to make a computer calculate a drawing and actually control another machine to carry out the drawing. After he had ended, a professor of painting raised his hand to ask: “All very fine. But tell me: can you make your machine paint in the style I do?” (He used the typical German expression: *in meinem Duktus*, meaning the way he holds and draws and presses the brush against the canvas.) Nees’ answer was a classic, soon to become a general motto appropriate for many discussions about the relation of humans to their algorithmic machines. After a little pondering, he said, in a typical reduced engineering voice: “Oh yes, I can – if you tell me how you do it.”

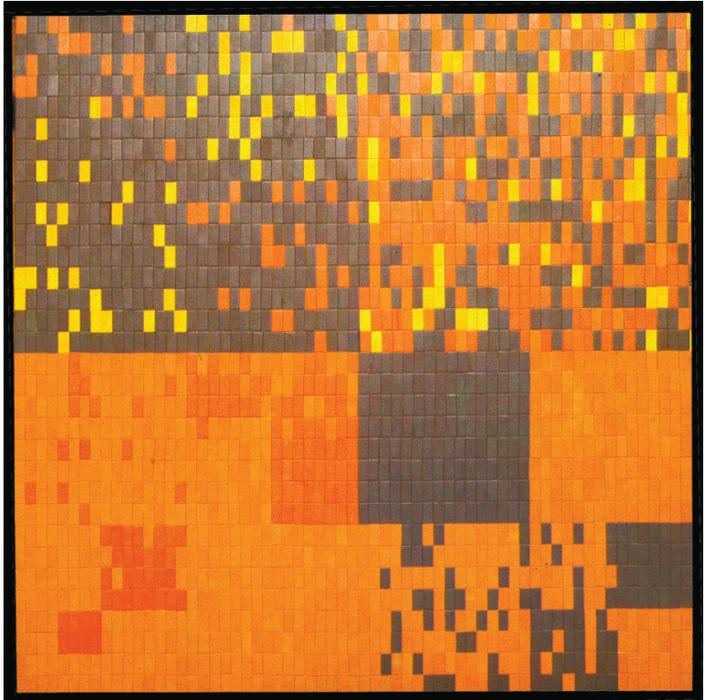
To make things explicit, to make them utterly clear and unambiguous, that’s the task one faces in programming.

In the case of art, we may tend to dislike this, but mathematical models to evaluate works (of art) are exactly about such a reduction to an algorithmic determination which usurps the place of the traditional open interpretation. Interpretation is open to contradiction and debate; determination allows for one correct case only.

Let me add to this episode about the first day ever devoted to generative aesthetics and computer art. Three years later I spent a year at the University of Toronto, equipped with a gracious stipend to do whatever I wanted to do. I decided to take generative aesthetics more seriously and developed a program that was fed with a vector consisting of all the aesthetic measures known to me. The program was supposed to come up with a work of art that would satisfy exactly those conditions.

A bit more precisely, the information content, the measures of surprise and penetration, and the relative frequencies were restricted, for each selected color, to arbitrarily chosen intervals. The aesthetic measure according to Gunzenhäuser was to be optimized. The problem was a non-linear optimization problem with non-linear constraints. The program determined whether a solution was possible at all, and if there was one, it tried to approximate an optimum. The solution to this task was, of course, only a probability distribution. People had not really been aware up to then that the information aesthetic method collapsed all works into equivalence classes where each class was represented by a probability distribution. Only the number of different primitive signs mattered. In fact, only their ideal frequencies mattered.

Fig. 03: Realization by hand of *Generative Aesthetics I's* patterns.



So, if the grand idea of prescribing certain aesthetic measures and having a machine generate an image accordingly should work at all, this image should be nothing but a probability distribution: an infinity of images. Therefore, another program had to take over and actually derive, from the calculated probability distribution, a geometric distribution (of colors in a grid). This turned out to be an interesting and exciting job. The end result was that I had learned a lot about mathematics, quadtree structures and algorithms. I also learned a lot about the high flying hopes of numerical aesthetics. And I gave up believing in them. In a material sense of the word, I realized only two of the many dozens of patterns generated by the program (as line printer output). One of them was thrown into the dust bin by my mother. The other one is kept at Museum Abteiberg in Moenchengladbach, Germany (*Figure 03*).

4 Flaws in Information Aesthetics

Algorithmic aesthetics is an aesthetics performed algorithmically, i. e. by computer. If we adopt the position that aesthetics is concerned with sensual cognition, algorithmic aesthetics must by necessity reduce sensual cognition to those aspects, or approaches, that are standard, common, or average within a population and do not depend on individual living persons. A model agent must be assumed as the target. To what extent such an average agent would be capable of cognition may be left open, as well as the question of how it could perceive sensually.

Aesthetics may justifiably be split into a generative and an evaluative perspective, an investigation against the horizons of production as well as of interpretation. Automating evaluation would exclude a living agent. It would make sense only in the context of automatic (machinic, algorithmic) production. Such purpose requires that we strive towards an advanced dynamic process of aesthetic generation. Today this would encompass interactive art, animation, net art, and software art – all forms of current aesthetic production that don't need automated evaluation, nor would they gain much from such.

In this article, I have chosen Information Aesthetics as the mathematical model of the aesthetic process because it made strong claims and pertained to production and evaluation alike. Information Aesthetics separates aesthetic production from critique of its

products. This allowed Bense to draw a clear line between the artificial and the natural, between the made and the given. During the first decade of Information Aesthetics, his efforts were mainly oriented towards the critical aspects.

34 However, we must not ignore that text production by computer had become a theme as early as 1958/59, and that Bense was a poet himself, though without taking his poetry to the realm of computers. With his Studien-Galerie, he provided a medium between artists and audience.↪ Thus evaluative theory came in touch with productive practice. The event of visual computer art dramatically opened the domain in 1964/65. In retrospect, Bense's "Projects of generative aesthetics" appears as the manifesto of this new art.

Any mathematical model must start from a suitable abstraction. In Information Aesthetics this is the work (of art) as a complex sign realized from a given repertoire of discrete material elements by processes of selection, combination, and distribution. Such complex signs realize aesthetic states both as process and as finished product. Such states carry aesthetic information which can (and must be) measured. The measuring procedure must be defined rigorously and can, therefore, be turned into algorithms. To allow for even richer kinds of evaluation, sets of measures were defined on different levels of repertoires.

Such a radically anti-subjective program for aesthetics must be understood as a reaction against the horrors of Nazi-Germany. For many intellectuals, it seemed to be impossible to allow for any irrational or emotional aspects in aesthetics. Too successfully had the Nazi regime used aesthetics (sensual cognition) in their manifestations of supremacy and power. One could predict that such a clear approach would come to its end because the historic and social conditions would change. The aesthetics of the object would come to its close.

But the anti-metaphysical basic assumptions, intriguing as they were at the time, were flawed. Shannon's measure of information content applies to a source that is permanently spewing out messages. The average amount of a quantitative characteristic of such a source is what the formula measures. It yields a statement about the source, not about the individual message. The elementary signs appearing in a message may well be counted to get at relative frequencies. Frequencies only approximate probabilities. By equating the two, as a matter of practice, a fundamentally wrong assumption slipped into all

further considerations: the neglect of the difference between infinite class and individual instance.

The aesthetic process involves at the very least the artist, the work, and the audience. We can certainly justify an analytic concentration on nothing but the work's objective and syntactic aspects. Interesting results will, however, become possible only for certain kinds of aesthetic processes. Any kind of participation, for example, is eliminated immediately.

The model of communication assumed by Information Aesthetics was the most trivial one: the purely technical model of a message being issued by a source and transmitted via a channel to a receiver under constant conditions. Along the channel, noise could mutilate the message. This simplistic model was good enough for the study of traffic over telephone lines, but it had no relevance for the study of human communication. The essence of art is of a totally different kind. It appears weird that the glamour of the concept of information (as it had emerged during World War II) was strong enough not only to be applied in art but in other domains of the humanities as well.

To try and measure a degree of aesthetic appeal as the quotient of order relative to complexity, as Birkhoff suggested, can only work in macro-aesthetics – a differentiation in aesthetic evaluation that was not known then, although for the practicing artist it had always existed if only subconsciously. Shannon's measure of information is based on statistics. As such it is a micro-measure. Gestalt, form, symmetry, neighbourhood, and the like, are not known to it. Thus, only micro-aesthetics could possibly gain anything. But on the elementary level, O/C simply does not make sense: order does not exist here.

Researchers of Information Aesthetics did not realize that they were effectively reducing the work to an *instance* or representative of a *class* of objects. Each class was characterized by the probability distribution according to which elementary signs were to be selected from the finite repertoire. The works, that the researchers studied, were really probability distributions. This flaw, although the most abstract, may be the final reason why none of the limited number of empirical studies came up with convincing results.

On the other hand, in the transgression from analytic to generative aesthetics this basic error amounted to an important insight for digital art. The individual work is here, indeed, reduced to one instance of an entire class, and since the sensual appearance of the work is

much more a process than a final product, this necessary distinction is not all that important. The audience is immersed in an interactive process for a while and then leaves. The work is much closer to the senses, and thus to the body than a piece of ink-on-paper could ever be. So, in a tricky way, the algorithm in digital art again stands more immediately for the work than it did in early computer art.

Algorithmic art programs can be extremely rich in terms of the complexity of the events, the signs, and the structures of the output that they are capable of creating. Therefore, the spectrum of works generated by a single program may be enormous. To accept the position that such a rich program stands for a vast collection of individual pieces, and that those individual pieces are not interesting by themselves, may stretch the argument to its limit. My program of 1966, *Walk through Raster*, required as its first parameter the abstract repertoire of signs that it was supposed to work on. I still believe this is a way to go – a way of double selection: the material elements first, the structures and neighbourhoods of chosen elements, their probabilistic distributions, second.

Algorithmic art was only the first phase of digital art as we now know it. The end of the story of Information Aesthetics seems to be that never before had such a rigorous effort been ventured at founding aesthetics on a solid, purely rational and mathematical fundament. This was heroic. It was an act at a time and place of historic uniqueness. It may also be the case that seldom was the result of an exciting scientific endeavor so flawed in its basic assumptions. Those who ventured out into the open ocean had a great vision. Their heroism may have blinded them against critique.

What remains in the end is the semiotic approach to aesthetics, not the numeric. But that's a completely different story.

Acknowledgement

Over half a century, I have discussed the concepts, the issues, and the shortcomings of information aesthetics with many of the authors whose works are mentioned in this essay. I appreciate how much they have helped shape my thinking. Max Bense stands out among them. – I am deeply indebted to the editor and anonymous reviewers for their countless suggestions to turn this text into readable form.

01↔

Claude E. Shannon, Warren Weaver: *The Mathematical Theory of Communication* [1949], Urbana, IL 1964.

02↔

Charles Percy: *The Two Cultures and the Scientific Revolution*, Cambridge 1959.

03↔

see, however, Claudia Gianetti's recent summary and critique online: Claudia Gianetti: "Cybernetic aesthetics and communication", http://www.medienkunstnetz.de/themes/aesthetics_of_the_digital/cybernetic_aesthetics/scroll/ am 17.05.2019.

04↔

Alexander Gottlieb Baumgarten: *Ästhetik* [1750/1758], 2 Bände, Latin/Deutsch, Hamburg 2007.

05↔

Siegfried Maser: *Numerische Ästhetik Neue mathematische Verfahren zur quantitativen Beschreibung und Bewertung ästhetischer Zustände*, Stuttgart/Bern, 1970.

06↔

Gerge David Birkhoff: "A mathematical theory of aesthetics", in: *The Rice Institute Pamphlet*, 19 (1932), 189–342.

07↔

Helmar Frank: *Informationsästhetik. Grundlagenprobleme und erste Anwendung auf die mime pure* [1959], Quickborn b. Hamburg 1968.

08↔

Rul Gunzenhäuser: *Ästhetisches Maß und ästhetische Information*. Quickborn b. Hamburg 1963.

09↔

Max Bense: *Aesthetica. Einführung in die neue Ästhetik*, Baden-Baden 1965; and Bense: *Einführung in die informationstheoretische Ästhetik*, Reinbek 1969.

10↔

Daniel Ellis Berlyne: *Aesthetics and Psychobiology*, New York 1971.

11↔

Bense 1965, 37.

12↔

Abraham A. Moles: *Information theory and aesthetic perception* [1958], Urbana, IL 1968.

13↔

Ibid. 160.

14↔

Hans Jürgen Eysenck: "The empirical determination of an aesthetic formula", in: *Psychological Review*, 48 (1941), 83–92; and "The experimental study of the ,good gestalt' – a new approach", in: *Psychological Review* 49 (1942), 344–364.

15↔

R. C. Davis: "An evaluation and test of Birkhoff's aesthetic measure formula", in: *Journal of General Psychology*, 15 (1936), 231–240.

16↔

Moles 1968; sowie Frieder Nake: *Ästhetik als Informationsverarbeitung*, Wien/New York 1974.

17↔

Bense 1965; and Bense 1969.

18↔

Gunzenhäuser 1962.

19↔

Helmar Frank: *Kybernetische Analysen subjektiver Sachverhalte*, Quickborn b. Hamburg 1964.

20↔

Ibid. 27.

21↔

Maser 1970.

22↔

Maser 1970; and Nake 1974.

23↔

Frank 1964.

24↔

Ibid. 66.

25↔

Helmar Frank, Herbert W. Franke: *Ästhetische Information. Eine Einführung in die kybernetische Ästhetik*, Berlin/Paderborn 1997.

26↔

Rolf Garnich: *Konstruktion Design Ästhetik*, Dissertation, Stuttgart 1967.

27↔

Manfred Kiemle: *Ästhetische Probleme der Architektur unter dem Aspekt der Informations-ästhetik*, Quickborn b. Hamburg, 1967.

28↔

Hans Brög: *Semiotische und numerische Analyse zweier Holzschnitte von Albrecht Dürer*, Dissertation, Stuttgart 1968.

29↔

Georg R. Kiefer: *Zur Semiotisierung der Umwelt. Eine exemplarische Erörterung der sekundären Architektur*, Dissertation, Stuttgart, 1970.

30↔

Maser 1971.

31↔

Theo Lutz: "Über ein Programm zur Erzeugung stochastisch-logistischer Texte", *Grundlagenstudien aus Kybernetik und Geisteswissenschaft*, 1 (1960), 11–16.

32↔

Georg Nees, Max Bense: "Computer-Graphik", in:

rot 19 (Stuttgart 1965).

33↔

The essay was later published in an extended English translation in, see Max Bense: "The projects of generative aesthetics", in Jasia Reichardt: *Cybernetics, Art and Ideas* (Hg.), London, 1971, 57–60.

34↔

Lutz 1960.

Fig. 01:

Cover of the first publication of computer art: *rot 19*, Stuttgart 1965. By permission of Elisabeth Walther and Georg Nees.

Fig. 02:

One of the drawings on display at Georg Nees' show *Generative Computer-Grafik*, February 1965. By permission of the artist.

Fig. 03:

Realization by hand of one of *Generative Aesthetics I's* patterns. Frieder Nake, Experiment 6.22, 1968/69, 128 × 128 cm, four colors. With permission by Sammlung Etzold, Museum Abteiberg Mönchengladbach.

Informatik und die Maschinisierung von Kopfarbeit

The Computer display screen is the new frontier of our lives. That such systems should (and will) be fun goes without saying. That they will also be a place to work may be less obvious...

Ted Nelson 1974

01 In diesem Beitrag→

Für viele anregende Stunden, in denen wir über den hier erörterten Ansatz diskutierten, danke ich meinen Mitarbeitenden Detlef Heinze, Doris Köhler, Wiebke Oeltjen, Heidi Schelhowe, Wolfgang Taube, Ludwig Voet.

vertrete ich die Behauptung, es gehe in der Informatik ganz wesentlich um die Maschinisierung von Kopfarbeit oder, anders ausgedrückt, um die Übertragung geistiger Momente der Arbeit→

Die ungeduldigen Lesenden, die sich bereits hier an Begriffen wie „Kopfarbeit“ oder „geistige Arbeit“ reiben, mögen ein wenig zuwarten, bis die Begriffe erklärt werden.

auf Computer. Diese Behauptung scheint nicht mehr als eine Selbstverständlichkeit zu sein. Niemand wird leugnen, dass wir es beim Computer und bei seiner Programmierung mit Technik zu tun haben. Dass Technik stets Objektivierung oder Vergegenständlichung von

Arbeit (und wem das lieber ist: vom tätigen Leben des Menschen) bedeutet, kann ebenso als Allgemeingut (zumindest der philosophischen Diskussion) unterstellt werden. ↪

03

Ich denke hier vorrangig an den technischen Teil der Technik. Die Beweistechnik oder die Atemtechnik als Verfahren, deren wir uns erst dann bewusst werden, wenn wir beim Beweisen oder Atmen nicht zu recht kommen, sind allgemeinere Mittel zu Zwecken.

Dass schließlich Computer zu den Maschinen und Maschinen zur Technik zählen, ist trivial. All das zusammengenommen bedeutet aber nicht mehr und nicht weniger, als dass die Informatik – als eine wissenschaftliche Disziplin, die es auf technische Hervorbringungen, nämlich Computer und Programme, abgesehen hat – Arbeit in Maschinen objektiviert. Es fragt sich lediglich, welche *besonderen* Momente von Arbeit sie sich vornimmt – oder, anders, für welche besonderen Bestandteile von Arbeit die Methoden und Verfahren der Informatik (und damit auch die Informatik selbst) entwickelt werden.

Wo und wenn es sich bei der Behauptung dieses Beitrages also um eine Selbstverständlichkeit handelt, so ist es erstaunlich, dass diese Behauptung Reaktionen hervorruft, die von Unverständnis bis zu Abwehr reichen. Dies ist der Anlass dafür, einen solchen Beitrag zu liefern.

Wenn wir in diesem Buch die Frage nach der Informatik stellen, so fragen wir nach Umschreibungen und Bezeichnungen, die das aus- und ansprechen, was Informatikerinnen und Informatiker ohnehin und ständig und ganz selbstverständlich tun. Das Selbstverständliche ihres täglichen Tuns findet sich – selbstverständlich – nicht unter allen Umständen im Selbstverständnis der Tuenden wieder. Es kann im Gegenteil das Selbstverständnis der Akteure weit weg vom Selbstverständlichen ihrer Aktion liegen. Solch eine mögliche und oft wirkliche Diskrepanz stellt allgemein, also auch in unserem Fall, den Anlass für die Frage nach Theorie dar.

Die Frage nach dem, was tägliche Praxis ganzer Scharen von Leuten ist *muss* nicht gestellt werden. Kommt solche Praxis jedoch in Zustände der Krise, der radikalen Veränderung, der Konkurrenz, so taucht die Frage nach dem Selbstverständnis auf. Immer setzt die

Frage nach dem Wesen eines Phänomens eine gewisse Reife des Phänomens voraus. Um es herauspräparieren zu können, muss das Phänomen Kontur und Umfang angenommen haben. Wenn wir also in theoretischer Absicht auf die Informatik blicken, so suchen wir nicht nach Definitionen. Vielmehr wollen wir dem Ausdruck verleihen, was von der Informatik bleibt, wenn wir von vielen ihrer eher zufälligen Erscheinungsformen abstrahieren. Was bleibt, ist je nach unserem Abstrahieren oft widersprüchlich, da der Realität entstammend. Definitionen für Disziplinen hingegen sind mehr oder weniger das Ergebnis von Komitee-Arbeit für den Zweck von Ab- und Ausgrenzungen, also oft forschungspolitisch motiviert. Darum aber kann es einer „Theorie der Informatik“ nicht gehen.

Auf eine sprachliche Kleinigkeit sei sogleich hingewiesen. Meine Behauptung lautet nicht, „Informatik *ist* die Maschinisierung von Kopfarbeit“.↔

Genauer müsste es ohnehin heißen „Informatik ist die *Wissenschaft* von der Maschinisierung der Kopfarbeit“. Dass es sich stets um die wissenschaftliche Seite der Angelegenheit handelt, wird stillschweigend unterstellt.

Das wäre solch eine Definition. Vieles an ihr wäre richtig, anderes überzogen. Die Definition behauptet abschließend, wie es sei oder sein solle. Sie grenzt andere Aspekte oder Facetten aus. Darum geht es hier aber nicht, sondern darum, was den Kern der Informatik ausmacht, im historischen und im systematischen Sinne.

Meine Behauptung lautet, es sei wiederholt, die Informatik habe es ganz wesentlich mit der Maschinisierung von Kopfarbeit zu tun. Wenn eine solche Behauptung wirklich selbstverständlich wäre, dennoch aber ablehnende oder gleichgültige Reaktionen hervorruft, so könnte das daran liegen, dass das Selbstverständliche hier nicht scharf genug benannt wird. Der gefundene Ausdruck mag dem einen zu allgemein sein, also zu viel umfassen; er mag dem anderen zu speziell sein, also zu wenig umfassen. Wir wollen sehen!

Ein Ausdruck für das Wesen einer Erscheinung muss stets aus einer gewissen Distanz gewonnen werden. Distanz zur Erscheinung müssen wir selbst aktiv schaffen. Weder erfassen wir das Wesen, wenn wir mitten in der Erscheinung steckenbleiben, noch auch dann,

wenn wir nie ihr Teil sind oder waren und stets nur aus der Ferne fragen.↪

05

Vielmehr erfassen wir das Wesen, indem wir nahe an, also bei seinen Erscheinungen sind, dennoch aber uns gleichzeitig von ihrer Unmittelbarkeit entfernen. Das Wesen der Erscheinung finden wir nur über die Kritik, nämlich Unterscheidung, der Erscheinung. Das Wesen liegt in der Bewegung, die der Erscheinung innewohnt, also in der Widersprüchlichkeit, durch die es zur Erscheinung kommt und die sich in der Erscheinung Form schafft. – Sehen wir also nach, was es mit unserer Selbstverständlichkeit auf sich hat!

Zeugen für das Selbstverständliche

All die berühmten Erfinder von Rechenmaschinen von Schickard über Pascal und Leibniz bis zu Babbage hatten im Kern ein Gleiches im Sinn: das Rechnen zu maschinisieren. Sie reduzierten dafür das Rechnen auf einige wohlverstandene, ja formal beschreibbare, elementare Operationen (z. B. die vier Grundrechenarten) und konstruierten Mechanismen, die für eine endliche Zahl von Fällen diese elementaren Operationen auszuführen gestatteten. Insofern das Multiplizieren zweier Zahlen als eine geistige Operation anzusehen ist (und wer wollte das leugnen angesichts der millionenfachen Mühen des Kopfrechnens?), insofern wurde also Kopfarbeit maschinisiert. Was eben noch der Mensch mit seinem Kopf, das konnte nun plötzlich auch die Maschine mit ihren Rädchen.

Wir begegnen an dieser Stelle übrigens bereits einer kleinen Besonderheit, die oft gegen die Verwendung eines Begriffes wie „geistige Operation“ (erst recht wohl gegen „geistige Tätigkeit“) angeführt wird. Ich meine die Tatsache, dass nur wenige Menschen ganz ohne Papier und Bleistift auskommen, wenn sie mit großen Zahlen rechnen. Den Bleistift aber führen wir mit der Hand. Ohne den Bleistift in der Hand kein Rechnen mit dem Kopf. Also, sagen die Einwände, gibt es keine Kopfarbeit.↪

06

Arne Raeithels viel subtilerer Einwand bleibt von dieser trivialen Bemerkung unberührt. Auf ihn komme ich später zurück.

Recht hat der Einwand, lässt sich dazu nur sagen. Denn *alle* menschliche Arbeit, ausnahmslos alle, verlangt *gleichzeitig* die Verausgabung von Muskeln, Nerven und Hirn. Alle Arbeit ist also sowohl Kopf- wie Handarbeit, verlangt nach beiden unseren Kapazitäten, vereint, was individuell nicht zu trennen ist. Der Unterschied liegt im Grade der Beanspruchung unserer verschiedenen Kapazitäten und im Zweck, für den wir die analytische Unterscheidung treffen. Das Rechnen ist – wie exotische Hochzüchtungen unter den Menschen zeigen, die gelegentlich im Fernsehen zu besichtigen sind – in gewissen Grenzen dennoch ohne die Hand möglich, ohne den Kopf aber nicht. *Das* macht den ersten, nämlich naheliegend individuellen Sinn des Begriffes *Kopfarbeit* aus: unsere Potenz, an vorgestellten Gegenständen Operationen zu vollziehen und die Ergebnisse solcher Operationen in äußerlich wahrnehmbarer Form wiederzugeben.↵

07

Was individuell untrennbar ist, Hand und Kopf bei jeder Tätigkeit und Operation, das kann aber gesellschaftlich getrennt werden. Dazu s. u. mehr.

Vorgestellt sind solche Gegenstände, d.h. sie sind da, aber nicht mit Händen greifbar, nur mit Gedanken.

Ein anderer Einwand wird an dieser Stelle auftauchen. Das Rechnen sei doch nicht gerade das Geistvollste, das uns möglich sei; und im übrigen rechne mit dem Computer auch kaum ein Mensch, die meisten spielten, texteten oder malten mit ihm. Der Einwand kann nicht erschrecken: in der Ahnenkette der Computer und bei seinen ersten Generationen geht es sehr wohl ums Rechnen. Und ansonsten liegt ja gerade in der Reduktion des Spielens oder Textens oder Malens oder auch viel ernsthafterer Tätigkeiten auf Rechenoperationen der Pfiff der Computerei. Haben Leute wie Turing nicht genau das vorgeführt? Die ganze Theoretische Informatik zeigt uns tagtäglich die Bedeutung und die Kraft des Rechnens.

Doch zurück zu einigen Zeugen für unsere Selbstverständlichkeit! Konrad Zuse hat oft genug darauf hingewiesen, dass er zu seinen „ersten Gedanken an ein maschinelles Rechnen angeregt“ wurde, als er während seines Studiums „die umfangreichen statischen Rechnungen kennenlernte, mit denen den Bauingenieurstudenten das Leben schwer gemacht wird“.↵ Die nüchternen Rechnungen, die Teil ihres Studiums, also ihres Arbeitens, damit auch Lebens waren,

08

mussten, so Zuse, von einem *Mechanismus* ausgeführt werden können, da sie, die Studenten, sich doch auf *mechanische* Weise damit herumzuschlagen gezwungen sahen. Wenn dieser Teil des Arbeitens darin bestand, sich als Mensch wie ein Mechanismus zu verhalten, dann musste es möglich sein, einen solchen Mechanismus *aufserhalb* des Menschen aufzustellen. Zuse schildert die Episode nach einer Reihe von launigen Hinweisen auf das lustige Studentenleben. Die Erfindung des Computers also als Lob der Faulheit, als grandioser Studenten-Jux?

Die These von der Maschinisierung der Kopfarbeit wurde Anfang der siebziger Jahre an der Technischen Universität Berlin und der Universität Bremen aufgestellt.↪

09

Diese These wurde in den Planungspapieren des Bremer Studiengangs Informatik entwickelt, die 1976 abschließend vorlagen.

Die ausklingende Studentenbewegung halte Ende der sechziger Jahre zu einer Wiederaneignung der Kritik der Politischen Ökonomie von Karl Marx geführt Gleichzeitig entstanden – unter Geburtshilfe durch die Bundesregierung – eigene Informatik-Studiengänge. Wenig später (1974) kam es zu einer größeren Krise des westdeutschen Kapitals. Rationalisierungswellen ergossen sich nun, nach der Fertigung in der Fabrik, auch über betriebliche und staatliche Verwaltungen. Computer und Software wurden zum maschinellen Hebel einer Umwälzung der technischen Basis nicht nur der Produktions-, sondern auch der Verwaltungsarbeit, tendenziell aller Arbeit.

Vor diesem realen politisch-ökonomischen Hintergrund kam es zur Rezeption der Gedanken von Alfred Sohn-Rethel, die – vielleicht nicht zufällig – gerade jetzt endlich in Buchform vorgelegt wurden.↪ Die Bedeutung des Taylorismus↪ für die Entwicklung der Produktivkräfte, speziell die Herausbildung abgesonderter Kopfarbeit, wurde erneut klar.↪ Es konnte keine Frage sein, dass auch sie sich in Maschinenform wiederfinden musste. Und das geschah tatsächlich! In ihrem 1981 erschienenen Buch mit dem bezeichnenden Titel „Der programmierte Kopf“ sagen Peter Brödner et al.: „Jahrhundertlang haben Werkzeuge und Maschinen den Zweck erfüllt, die *Handarbeit* des Menschen zu unterstützen und zu ergänzen – mit dem Computer aber wird die Mechanisierung von *Denkprozessen* angestrebt“.↪

10

11

12

13

Wie sehr „Denkprozesse“ – oder, sagen wir geistige Tätigkeiten, „Kopfgriffe“ – in maschinenhafter Weise organisiert werden konnten, selbst wenn die „Elemente“ einer solchen Arbeitsorganisation noch Menschen bleiben mussten, dafür ziehen Brödner et al. ein frappierendes Beispiel heran. Die Regierung im nachrevolutionären Frankreich hatte das Dezimalsystem eingeführt; im Zusammenhang mit der Ausdehnung staatlicher planender Tätigkeiten kam es zu einer Zunahme von Rechenprozessen. Sie mussten vereinfacht werden. Die Regierung beauftragte deswegen den Mathematiker Prony damit, Logarithmentafeln neu zu berechnen.

Prony ging nach dem Muster der Arbeitsteilung bei der Herstellung von Stecknadeln vor, das Adam Smith beschreibt. Wie Smith die Handarbeit fabrikmäßig geteilt hatte, so organisierte Prony die Kopfarbeit des Berechnens der Tafeln: Sechs Mathematiker waren damit beschäftigt, für die numerischen Berechnungen günstige Formeln aufzustellen. Eine Gruppe von acht Arithmetik-Spezialisten setzte in die allgemeinen Formeln die jeweils geforderten speziellen Zahlenwerte ein, bereitete Formblätter vor und kontrollierte die Personen der dritten Gruppe. Diese 80 Leute addierten und subtrahierten die Zahlen auf den Formblättern, die ein Rechner zum nächsten weiterreichte. Es heißt, dass die Rechnungen in zwei Strängen parallel liefen, so dass beim Vergleich der Endergebnisse Fehler mit hoher Wahrscheinlichkeit aufgedeckt werden konnten – ein Sicherheitsprinzip, das in moderner Technik wieder auftaucht.

Wir sehen bei Prony ein hervorragendes Beispiel dafür, dass Arbeit (oder auch allgemeiner: Tätigkeit), soll sie auf Maschinen übertragen werden, von Menschen bereits maschinenähnlich durchgeführt werden muss. Ob dies individuell oder kooperativ geschieht, ist eher

14 Nebensache. Das Prinzip haben Bammé et al. ausführlich erörtert.↪

Die „Teilung der geistigen Arbeit“ war für Babbage – fast ein Zeitgenosse Pronys in einem anderen fortgeschrittenen Land – eine Not-

15 wendigkeit der Ökonomie.↪

Marx zitiert Babbage im ersten Band des *Kapital* mehrfach mit Bemerkungen ökonomischer Art. Die Ader des als Computer-Vorläufer hochgeschätzten Babbage fürs profane Wirtschaften scheint unter Technologen nicht allzu bekannt zu sein.

Die Zergliederung geistiger Operationen musste vorausgehen, sollte eine geeignete Maschine konstruiert werden, auf die die geistige Operation übertragen werden konnte. ↪ Denn von vornherein ist klar, dass eine geistige Tätigkeit nicht in Gänze, sondern nur zum Teil, – dass jener Teil aber nur geteilt in wohldefinierte Operationen maschinisiert werden kann Babbage widmet dieser besonderen Arbeitsteilung ein Kapitel seines Buches und sieht den Vorgang getrennt von, aber ähnlich zu dem der Teilung „mechanischer“ Arbeit (so seine Bezeichnung für Handarbeit).

16

In seinem kenntnisreichen historischen Abriss der technischen Informationsverarbeitung spricht Rolf Oberliesen mehrfach von der Rationalisierung, der mechanischen Bewältigung oder der Automatisierung geistiger Arbeitsleistungen. ↪ Vorsichtig setzt er das Prädikat „geistig“ dabei konsequent in Anführungszeichen, vermutlich, um Begriffs-Attacken zu entgehen, die sich an dem Wort so leicht entzünden.

17

Um die Studierenden der Wirtschaftsinformatik auf das einzustimmen, was sie mit dem Computer anfangen können, führt Hans Robert Hansen sie in der Einleitung seines umfangreichen, weit verbreiteten Lehrbuches gedanklich in einen Tante-Emma-Laden. ↪ Sehr anschaulich stellt er dar, was Tante Emma dort alles an Tatsachen und Zahlen zu notieren und zu überprüfen hat. Ganz offensichtlich nimmt sie dafür wesentlich ihren Kopf zu Hilfe und ebenso offensichtlich handelt es sich um Arbeit; da Tante Emma selbständig ist, dreht es sich sogar um Arbeit am Abend, nach Ladenschluss.

18

Nebenan aber gibt es einen Supermarkt, wo vieles ganz anders abläuft, denn dort ist ein Computer im Einsatz. In friedlicher Konkurrenz (deren Ausgang freilich feststehen dürfte) strengen Tante Emma ihren Kopf und der Computer seine Elektronen parallel für die gleichen Zwecke an. Zusammenfassend stellt Hansen fest: „Der Rechner tut grundsätzlich auch nichts anderes als Tante Emma“ ↪ – nämlich: alle generell zu regelnden Routinearbeiten übernimmt die Maschine. ↪ Hansen betont dabei vielfach den Unterschied von Information und Daten. Letztere sind die Form, die Information annehmen muss, damit sie maschinell verarbeitet werden kann (s. dazu z. B. auch Luft, in diesem Buch). ↪

19

20

21

Ohne dass er von geistiger Arbeit oder von Kopfarbeit redet, ist doch deutlich, dass Hansen sie meint. Wie er, sprechen viele andere Autoren einführender Lehrbücher vom Computer als einer Maschine

22 zur Verarbeitung von Daten.↔ Die Programmierung ist die regelhafte Beschreibung zukünftig möglicher, wiederholbarer und i. d. R. parametrisierter Verarbeitungs-Prozesse. Solche Prozesse beziehen sich auf Objekte, die durch Daten repräsentiert werden, und stützen sich auf gegebene elementare Maschinen-Operationen. Was anderes können wir in einem Programm dann erblicken als die bestimmte Form, die geistige Arbeit annimmt, wenn sie auf Computer übertragen und dafür zunächst in berechenbarer Form beschrieben wird? Dass es sich um *Arbeit* handelt, steckt in der *Verarbeitung* wörtlich drin; dass es sich um *geistige* Arbeit handelt, liegt in den *Daten* verborgen Sie verweisen uns auf einen Zeichenprozess, von dem später die Rede sein wird.

Zwei letzte Hinweise mögen genügen, um die Behauptung von der Selbstverständlichkeit unserer These zu belegen. Mit Blick auf Babbage und Leibniz ist für Peter Scheffe der Ursprung der Informatik „in dem Bestreben, menschliche Tätigkeiten streng zweckrational zu analysieren und zu organisieren“ zu sehen.↔ Mit dem Computer konnte real werden, was für Leibniz noch Idee blieb: die „Algorithmisierung geistiger Arbeit“.↔ Und schließlich sagen Friedrich L. Bauer und G. Goos im geschichtlichen Anhang zu ihrem bekannten Lehrbuch, „dass die Informatik dort beginnt, wo erstmals die Mechanisierung sogenannter geistiger Tätigkeiten versucht wird“.↔ Das Wesen der Informatik sehen sie in der „völligen Ausgestaltung“ von Leibniz’ Idee, die Wahrheit und Falschheit aller logischen Aussagen in der mechanischen Behandlung solcher Aussagen zu suchen.

23

24

25

Wir sehen, dass die These von der Maschinisierung der Kopfarbeit, wenn auch in anderer Wort-Form, so selten nicht ist. Hin gemeinsamer Begriff muss hinter den verschiedenen Ausdrücken stecken. Ihn wollen wir genauer fassen, jedenfalls umschreiben.

Was ist mit „Maschinisierung“ gemeint?

Maschinisierung meint das Einrichten und Herrichten einer Maschine, nichts anderes als die Übertragung von Teilen der Momente der Arbeit auf eine Maschine. Maschinen gehören zu unseren Arbeitsmitteln. Arbeitsmittel sind eines der einfachen Momente des Arbeitsprozesses.↔

26

Die einfachen Momente des Arbeitsprozesses sind die zweckmäßige Tätigkeit oder die Arbeit selbst, ihr Gegenstand und ihr Mittel.

Jeder Arbeitsprozess als Hervorbringung eines bestimmten Produktes oder als Ableistung eines bestimmten Dienstes geht dadurch vonstatten, dass ein Mensch (oder auch mehrere) unter Ausnutzung seiner Arbeitskraft auf einen Gegenstand einwirkt und sich dabei eines Arbeitsmittels bedient.

Alle drei Momente des Arbeitsprozesses unterliegen geschichtlicher Entwicklung. Sie sind nicht fix und gegeben, sondern verändern sich, indem sie auf- und miteinander wirken. ↪ Die Entwicklung der gesellschaftlichen Produktivkräfte ist zu einem nicht unerheblichen Teil der Entwicklung der Arbeitsmittel geschuldet. Insbesondere in der Maschinerie werden die produktiven Kräfte des Menschen potenziert. Der entscheidende Schritt zur Entwicklung der modernen Maschine ist getan, wo sie das bis dahin vom Menschen geführte Werkzeug ergreift. Darin liegt die Befreiung des Werkzeugs von organischen Schranken des Menschen: „Die Anzahl der Werkzeuge, womit dieselbe Werkzeugmaschine spielt, ist von vornherein emanzipiert von der organischen Schranke, wodurch das Handwerkszeug eines Arbeiters beengt wird.“ ↪

27

28

Die Maschine führt selbstverständlich nicht nur solche Arbeit durch, die in ähnlicher Weise vorher Menschen verrichtet hatten. Vielmehr gewinnt sie innerhalb des Arbeitsprozesses eine relative Selbstständigkeit, indem sie im Laufe der Zeit auf die erfindungsreichste, nicht eben nur nachahmende, Weise zwischen Arbeitskraft und Material tritt und vermittelt. „Maschinisierung“ heißt deswegen vor allem Einsaugen von Arbeit, Vergegenständlichung vergangener Arbeit in der Maschine. Jede Maschine steht da als Monument verausgabter, in ihr geronnener lebendiger Arbeit. Doch ist das Herumstehen als statisches Monument nicht der Zweck der Maschine. Der liegt vielmehr in ihrer Fähigkeit, in Gang gesetzt zu werden und sich bewegen zu können. Unter der Kontrolle menschlicher Arbeit (die von durchaus anderer Art und Beschaffenheit ist als die in der Maschine objektivierte Arbeit) „verrichtet“ die Maschine nunmehr Arbeit – so jedenfalls will es erscheinen.

Tatsächlich ist und bleibt sie Arbeitsmittel, ein Arbeitsmittel jedoch, das im Vergleich zu einem Werkzeug erstaunlich viel

gegenüber der anwendenden Arbeitskraft gewonnen hat und bald auch als aktives Element der Arbeit erscheint. Gehen wir bei der Entwicklung einer Maschine zunächst von einem gegebenen Arbeitsprozess aus, analysieren diesen Arbeitsprozess, um maschinisierbare (mithin routinisierte oder routinisierbare) Momente darin zu identifizieren, und setzen ihn dann neu zusammen – so schafft die geeignet entworfene Maschine im weiteren Entwicklungsgang Arbeitsprozesse und somit auch Arbeit, die vorher gar nicht bekannt waren. Die Maschinisierung einmal in Gang gesetzt, findet sich im weiteren Verlauf der Angelegenheit deswegen auch nicht nur solche Arbeit in der Maschine wieder, die *vorher* nachweislich von Menschen verrichtet wurde. Vielmehr auch solche Arbeit, die erst durch die Existenz, sprich den Gebrauch, der Maschine notwendig wird.

Das also meinen wir mit „Maschinisierung“. Das Wort selbst ist mit Bedacht gewählt. „Mechanisierung“ schränkt zu stark auf eine bestimmte Sorte von Maschinen ein, eben die mechanischen. Computer aber sind keine mechanischen Maschinen, wenngleich sie mechanische Geräte steuern oder in mechanische Anlagen eingebaut sein mögen. „Automatisierung“ mag als alternative Bezeichnung in den Sinn kommen. Doch Automatisierung eines Arbeitsvorganges bedeutet, dass er gänzlich an Maschinen abgetreten wurde – was übrigens bereits auf der Stufe der mechanischen Produktion in Grenzen möglich war. Nicht alle Arbeit jedoch, die auf Computer übergeht, wird dadurch auch schon automatisiert – vor allem gibt es keinen Zwang dazu; → dennoch sind Computer Mittel der Automatisierung.

Wenn ich beim Wort „Maschinisierung“ bleibe, so will ich einen allgemeineren Begriff als „Mechanisierung“ und auch als „Automatisierung“ benutzen. Mechanisierung und Automatisierung sind spezielle Maschinisierungen. „Computerisierung“ wäre vom Sinn her richtig, aber wiederum zu eng.

Ohne näher darauf eingehen zu können, sei angemerkt, dass Maschinisierung ein allgemein beobachtbarer historischer Prozess zu sein scheint. Welche Arbeit wann und wo unter dem Aspekt der Vergegenständlichung von Teilen ihres Ablaufs oder Gegenstandes betrachtet wird, ist nicht vorhersagbar. Und sicherlich ist die Maschinisierung historisch aufs engste mit dem Kapitalismus verbunden. Sie muss also nicht sein und kann auch anders sein. Wir

können uns die Gesamtarbeit einer Gesellschaft aber nicht mehr ohne Maschinen vorstellen.

Was ist mit „Kopfarbeit“ gemeint?

„Kopfarbeit“ ist eine analytische Kategorie. Mit ihr bezeichnen wir die geistigen Anteile der Arbeit. In dem strengen Sinne einer Arbeit, für deren Verrichtung nichts als der Kopf gebraucht würde, gibt es keine Kopfarbeit. Dass wir dennoch an sich getrennt von den körperlichen Anteilen der Arbeit denken können, hat eine zweifache Ursache. Zum einen erfahren wir an uns selbst, dass wir einen Plan für eine kommende Arbeit fassen, dass wir eine laufende Arbeit unterbrechen und über ihren Fortgang nachdenken und dass wir uns schließlich eine beendete Arbeit noch einmal „durch den Kopf gehen“ lassen können. Zum anderen wissen wir, dass Planung, Leitung und Kontrolle von Arbeitsprozessen in beträchtlichem Umfang von diesen Prozessen selbst getrennt sind und von besonderen Arbeitenden durchgeführt werden. Kopfarbeit ist uns also als Teil unserer individuellen, wie immer auch sonst gearteten Arbeit bekannt; wir kennen sie aber auch als Arbeit, die die Arbeit anderer betrifft, bestimmt, vorherplant oder nachsieht.

Um dem beliebten Einwand gegen die Verwendung des Begriffs „Kopfarbeit“ zu begegnen, sei noch einmal angemerkt, „dass es selbstredend überhaupt keine menschliche Arbeit geben kann, ohne dass darin Hand und Kopf zusammen tätig sind. Arbeit ist kein derartig instinktives Tun, sondern ist absichtsvolle Tätigkeit, und die Absicht muss die körperliche Bemühung, welcher Art diese auch sei, mit einem Minimum von Folgerichtigkeit zu ihrem bezweckten Ende lenken.“ ↪

30

Wenn es also eine völlig absurde Unterstellung ist, hinter „Kopfarbeit“ zu vermuten, ein einzelner Mensch könne mit seinem Kopf allein, quasi körper- oder wenigstens handlos arbeiten, so ändert die Tatsache der biologischen Einheit von Hand- und Kopfarbeit beim einzelnen Menschen doch nichts an ihrer gesellschaftlichen Trennung als einer historischen Form der Arbeitsteilung. Martin Resch legt dar, wie die „Stufe der Trennung von Kopf- und Handarbeit ... erreicht (wird), wenn nicht nur die Planung anhand von äußeren Mitteln vorgenommen, sondern auch das Resultat der Planung in äußerer Form dargestellt wird.“ ↪

31

Der einzelne arbeitende Mensch, an den wir denken, plant und kontrolliert seine eigene Arbeit selbst und bedient sich dabei in gehörigem Umfang seines eigenen Kopfes. Es käme uns nicht in den Sinn, von seiner Arbeit als Hand- oder als Kopfarbeit zu sprechen: seine Arbeit ist seine Arbeit. Bezogen auf einen umfassenderen, gesellschaftlichen Arbeitsprozess müssen wir uns aber sehr wohl fragen, „in wessen Kopf das bezweckte Resultat des Arbeitsprozesses ideell vorhanden ist“.

32

Wenn das bezweckte Resultat eines Arbeitsprozesses „ideell“ bereits zu Anfang vorhanden ist, so meint das natürlich nicht, es sei in allen Einzelheiten unverrückbar in irgendeinem Kopf. Erstens nicht in einem, sondern eher in einer Sammlung von Köpfen. Zweitens nur ideell, also mit Fehlern, Ungenauigkeiten, Offenheiten usw. – wie halt Planung ist.

Im Laufe der Geschichte nun differenzieren sich die Funktionen der Planung, Leitung und Kontrolle von Arbeitsprozessen in besonderen Tätigkeiten und Berufen als „Kopf des Gesamtarbeiters“. Dieser Kopf wird gespielt von lebendigen Menschen, die Arme, Beine, Kopf und Körper haben und deren Arbeit wie die aller anderen in der Verausgabung von Nerven, Muskeln, Hirn besteht. Bezogen auf ihren individuellen Arbeitsprozess leisten diese Menschen körperliche *und* geistige Arbeit. Bezogen auf den Gesamtprozess aber leisten sie Kopfarbeit.

Der Begriff „Kopfarbeit“ erweist sich also beim zweiten Blick als ein durch und durch gesellschaftlicher. Bezogen auf einen einzelnen macht er wenig Sinn. Denken wir an die Arbeit eines einzelnen und wollen sie auffächern, so ist es sinnvoller, von geistigen Operationen zu sprechen.

33

Walter Volpert weist mich auf die lesenswerte Arbeit von Resch (1988) hin. Dort wird ebenfalls zwischen der individuellen und gesellschaftlichen Ebene unterschieden, wenn der historische Prozess der Trennung von Hand- und Kopfarbeit betrachtet wird. Resch bezeichnet jedoch mit „Kopfarbeit“ den geistigen Anteil jeder menschlichen Arbeit, mit „Handarbeit“ ihren manuellen Anteil. Den durch

gesellschaftliche und innerbetriebliche Arbeitsteilung entstandenen Gegensatz von Hand- und Kopfarbeit fasst er in den Begriffen körperliche und geistige Arbeit. Resch stellt also die gleichen Begriffe wie wir hier dar, allerdings bei gerade umgedrehter Wortwahl. Ich möchte dennoch von Hand- und Kopfarbeit auch beim einzelnen reden, ohne damit die Einsicht aufzugeben, dass der historische Prozess sie zu gesellschaftlichen Kategorien hat werden lassen. Soll der individuelle Aspekt betont werden, so rede ich von geistigen bzw. manuellen Operationen.

Lassen wir Marx noch einmal zu Wort kommen, der bei der Erörterung der produktiven Arbeit sagt:

„Soweit der Arbeitsprozess ein rein individueller, vereinigt derselbe Arbeiter alle Funktionen, die sich später trennen. In der individuellen Aneignung von Naturgegenständen zu seinen Lebenszwecken kontrolliert er sich selbst. Später wird er kontrolliert. Der einzelne Mensch kann nicht auf die Natur wirken ohne Betätigung seiner eigenen Muskeln und Kontrolle seines eigenen Hirns. Wie im Natursystem Kopf und Hand zusammen gehören, vereint der Arbeitsprozess Kopfarbeit und Handarbeit. Später scheiden sie sich bis zum feindlichen Gegensatz.“ ↔

34

Der Prozess der systematischen, wissenschaftlich begründeten Trennung von Hand- und Kopfarbeit ist eng mit dem Namen von Frederick W. Taylor verbunden. Ganz zu Recht ↔

35

... auch wenn der eigentliche Vollender der maschinisierten Arbeitsteilung Henry Ford heißt. Im Fließband tritt uns der Plan als maschinisierte Organisation ganz ähnlich entgegen wie in der Guillotine die rächende Hand des Henkers.

stellt er sich doch explizit die Aufgabe, den Arbeitern in der Werkhalle die geistigen Anteile ihrer Arbeit zu entreißen und sie in einem Büro der Arbeitsvorbereitung und -überwachung auch örtlich von ihnen zu trennen und als besondere Arbeit anderer Individuen zu konzentrieren. ↔ Erst durch diesen Riss kommen wir überhaupt in die Lage, statt von *einer* – ob nun individuellen oder gesellschaftlichen – Arbeit von den *beiden*, Handarbeit und Kopfarbeit, sprechen zu können. Nicht waren beide als verschiedene schon da und mussten nur

36

voneinander getrennt werden. Vielmehr wurde die individuelle Einheit der Arbeit (in *dieser* Hinsicht) in einem Prozess gesellschaftlicher Arbeitsteilung aufgehoben: Geistige Operationen individuell ganzheitlicher Arbeit wurden herausgezogen und zur neuen Arbeit besonderer Arbeitender gemacht: der „Kopfarbeiter“ Zurück bleibt ein „Handarbeiter“, der sich vor allem dadurch auszeichnet, dass seine Tätigkeit stofflich-reale Gegenstände, die eigentlichen Zwecke der Produktion, herstellt. Der „Kopfarbeiter“ hingegen stellt Gegenstände von symbolischer Realität her, deren Bezugspunkt jene anderen, „realen“ sind.↵

37

Entgegen allen Beteuerungen zum Gegenteil halten wir also fest, dass es Kopfarbeit gibt, dass es sie aber gibt und geben muss als eine gesellschaftliche Teilarbeit. Der einzelne Kopfarbeiter arbeitet dennoch mit Leib und Seele, wenn er Glück hat.

38

Arne Raeithel weist uns darauf hin, dass es im Anschluss an Marx günstig ist, *leibliche von körperlicher* Tätigkeit zu unterscheiden.↵ Leibliche Aktivität ist die rein organische Tätigkeit eines Menschen, wohingegen die körperliche Tätigkeit auch soziale und technische Mittel und Beziehungen einschließt, ohne die wir wirklich gar nicht arbeiten, die wir uns quasi „einverleibt“ haben. Diese körperliche Arbeit umfasst selbstredend auch geistige Arbeit, weswegen beide nicht gegeneinander gestellt werden können. Diese Bemerkung widerspricht nicht der gesellschaftlichen Teilung eines Arbeitsprozesses in Kopf- und Handarbeit und damit auch nicht der Formulierung, die hier gewählt wird (wenngleich zuzugeben ist, dass die unterschiedlichen Sprachregelungen zu Verwirrung Anlass geben können).

Kopfarbeit in unserem Sinne schlägt sich weitgehend in Plänen, Schemata, Anweisungen, Zeichnungen, Statistiken, Messprotokollen, allgemein gesprochen in Beschreibungen nieder. Die unterschiedlichsten Zeichensysteme werden benutzt, um die Gegenstände, Prozesse und Verhältnisse darzustellen, um deren Planung und Leitung es geht. Kopfarbeit bezieht sich also auf stoffliche Dinge und Vorgänge, ohne jedoch diese Dinge und Vorgänge selbst schon zu verändern. Gegenstand von Kopfarbeit werden sie quasi auf Probe, als Vorwegnahme oder Nachvollzug. Sie müssen, um Anlass für Kopfarbeit zu werden, zunächst in Zeichen überführt werden, müssen eine doppelte Existenz erhalten: Ding *und* Zeichen sein.

Zeichen besitzen natürlich stets auch eine stoffliche Seite, sie sind nicht nur gedanklich vorhanden. Sie stehen aber nicht für sich allein, sondern primär, ihrer Bestimmung nach, für andere Dinge und Vorgänge. Sehr äußerlich betrachtet, wirkt Kopfarbeit auf solche Zeichen ein, also auf *Repräsentationen* der Dinge und Vorgänge: auf die Akte, die Zeichnung, den Plan und nicht auf die Personen, Gebäude und Abläufe, die damit gemeint sind (Resch unterscheidet deswegen zwei Handlungsfelder von Kopfarbeit, die er das Referenz- und das faktische Handlungsfeld nennt. → Doch diese Äußerlichkeit kann uns nicht darüber hinwegtäuschen, dass bei der Ausübung der Kopfarbeit das Zeichen selbstverständlich nicht nur in seiner syntaktischen Dimension gegenwärtig ist. Vielmehr ist es als Ganzes da und wird als Ganzes bearbeitet, oder besser: Es gibt Anlass für einen Arbeitsvorgang, in dem der Arbeitende an all das denkt, was das Zeichen in ihm wachruft und auf das er seine Aufmerksamkeit richtet. Deswegen redet der Sachbearbeiter im Büro auch von „diesem Antragsteller da“ und nicht von den Schwärzungen auf dem Antragsformular, die den Namen des Antragstellers darstellen.

39

Die Arbeitsgegenstände der Kopfarbeit weisen eine merkwürdige Schichtung auf. Zunächst begegnen sie uns als Papier, Buch, Akte, Liste, Ordner etc., in ihrer stofflichen Form mit Schwärzungen, Linien etc. Dann aber kommt es vor allem darauf an, die auf diesen Trägern notierten Zeichen (Namen, Preise, Größen) zu unterscheiden und zu erkennen und neue Zeichen zu produzieren. Dabei spielen wiederum die Bedeutungen der Zeichen, die Gegenstände also, für die die Zeichen stehen (Personen, Waren, Gebäude), und die Verfassung des Arbeitenden eine wesentliche Rolle. Selten einmal wird der Arbeitende „rein schematisch“ nach Aktenlage vorgehen, in Wirklichkeit interpretiert er immer.

Mag es manchmal so erscheinen, als sei die Kopfarbeit wegen des Zeichencharakters ihrer Gegenstände „abstrakt“, so sind ihr in Wirklichkeit ihre Gegenstände sehr konkret, so konkret, wie für jeden sonst auch seine Arbeitsgegenstände (und übrigens auch seine Arbeitsmittel) sind. Denn Zeichen sind nicht als solche abstrakt. Es kommt auf die Art des Umgangs mit ihnen und auf ihr Verhältnis zu ihren Bedeutungen an. Je ferner zur Arbeit die bezeichneten Dinge selbst sind, um so konkreter werden die Zeichen zu den Dingen der Arbeit.

Natürlich sind die Sprache und die Sprachbegabung des Menschen Voraussetzungen für die Zeichengebung. Mit der Sprache gibt der Mensch den Dingen Namen. Die Namensgebung unterbricht die Unmittelbarkeit der Anschauung indem er mit den Namen und Zeichen Distanz zwischen sich und die Dinge bringt, wenn man so will: etwas verliert, gewinnt der Mensch doch gleichzeitig die Möglichkeit, die Dinge gegenwärtig zu haben, obwohl sie nicht hier oder auch gar nirgends sonst sind. Hierauf weist Habermas in seiner Auseinandersetzung mit den drei dialektischen Beziehungen hin, die je verschieden, aber gleichzeitig Subjekt und Objekt, Inneres und Äußeres, Ich und Welt vermitteln: die symbolische Darstellung (Sprache), der Arbeitsprozess (Werkzeug) und die Interaktion (Familie).↔ Und die Sprache ist auch die Mitte, in der Odysseus den listigen Plan bildet, der ihm und seinen Gesellen das Entkommen aus der zyklischen Gefangenschaft ermöglicht, nicht ohne sich – als Kopfarbeiter – der entscheidenden Handarbeit des Zyklopen ein letztes Mal zu versichern.↔

Wir halten also als geschichtliche Tatsache fest, dass es im Zuge der Entwicklung der Produktivkräfte zur Abtrennung besonderer Arbeiten kam, die Planung, Leitung und Kontrolle von Arbeitsprozessen zum Gegenstand haben. Wir nennen sie Kopfarbeit. Kopfarbeit geht unmittelbar und vorrangig mit Dingen um, die Zeichencharakter haben. Über die Zeichen bezieht sie sich auf andere Arbeit.

Was ist mit „Maschinisierung von Kopfarbeit“ gemeint?

Mit „Maschinisierung von Kopfarbeit“ meine ich den Vorgang, durch den Kopfarbeits-Anteile aus einem (gegebenen oder vorgesehenen) Arbeitsprozess separiert und auf eine Maschine übertragen werden. Damit sind auch solche Arbeitsanteile gemeint, die bisher vielleicht noch nie ein Mensch gemacht hat und die auch keiner zu Lebzeiten zu Ende führen könnte. Auch sind hier mit „Kopfarbeit“ nicht allein Arbeiten des geistigen Gesamtarbeiters, also der gesellschaftlich oder betrieblich abgetrennten Kopfarbeit gemeint, sondern auch individuell vollbrachte oder vollbringbare geistige Tätigkeiten (wie das Rechnen oder Schachspielen oder Lösen eines großen Gleichungssystems und viele andere mehr).↔

Dazu zählen insbesondere viele Tätigkeiten, die beim ersten Hinsehen nicht als geistige erscheinen, denen aber im Laufe ihrer Maschinisierung neben einem Werkzeuganteil auch eine Reihe geistiger Operationen entzogen worden sind. Das „Zeichnen“ oder „Malen“ mit Computerhilfe ist ein solches Beispiel: hier treten durch die Maschinisierung der Werkzeugseite sogar geistige Operationen erstmals auf, die vorher gar nicht relevant waren, ja, nicht einmal existierten: die Operationen, die aus einem kontinuierlichen Strich mit einem Bleistift eine Menge von Pixeln machen. Den glatten Bleistiftstrich zieht die Hand, während der Kopf sie aufs heftigste steuert. Die Menge von Pixeln, die auf den Bildschirm geworfen werden soll, ist der Hand völlig fremd. Hier tritt Kopfarbeit sofort in maschinisierter Form auf, weil Handarbeit maschinisiert wird. Der geistige Anteil des Zeichnens war so weitgehend in den Muskeln und dem kontrollierenden Auge konzentriert, dass auch intelligente Leute leugnen, es handle sich überhaupt um eine Tätigkeit mit geistigem Anteil.

Historisch bezieht maschinisierte Kopfarbeit zunächst Fälle der geistigen Produktion (das ist der Bereich der Wissenschaft unter anderem) und der gesellschaftlich oder betrieblich abgeteilten Kopfarbeit ein. Im Bereich geistiger Produktion begegnen uns Programme und Computer bei der Lösung von Differentialgleichungen oder Gleichungssystemen, beim Berechnen von Funktionstabellen oder ähnlichem. Im Bereich der Kopfarbeit treten sie frühzeitig zur Verwaltung von Personaldaten und Material oder Warenbewegungen auf (Lohnabrechnung, Versandhandel). In beiden Fällen ist der Zeichencharakter der bearbeiteten Gegenstände augenfällig. Er macht eben auch das Besondere an jener Tätigkeit aus, die wir hier mit „Kopfarbeit“ meinen. Als Planung, Leitung und Kontrolle in arbeitsteiliger Form hat Kopfarbeit notwendigerweise einen Zeichenprozess zur Voraussetzung. Zeichenprozesse kommen aber auch in individueller gegenständlicher Tätigkeit vor – ob diese nun zur (gesellschaftlich getrennten) Kopf- oder Handarbeit, Planung oder Produktion gehört.

Es kommt in dem Begriff also auf geistige Anteile einer gegenwärtigen oder künftig möglichen, individuellen oder gesellschaftlichen Tätigkeit an. Sofern solche identifiziert und soweit formalisiert

werden können, dass sie in algorithmischer Form beschreibbar sind, können sie maschinisiert werden. Technisch können wir sagen, dass höchstens die berechenbaren Funktionen maschinisierbar sind. Dies bezieht sich auf unseren Stand des Wissens, wonach Computer in heutiger Form den Kern der Maschinerie darstellen, an die wir hier zu denken haben.

Wir hatten gesehen, dass Kopfarbeit nach einer weitgehenden *Semiotisierung* ihrer Gegenstände verlangt. Soll nun Kopfarbeit maschinisiert werden, so muss sie selbst – als lebendige Tätigkeit, als körperlicher Prozess – semiotisiert werden. In aller Regel, das zeigen viele Autoren in jüngster Zeit, kann solche Repräsentation nur als Reduktion gelingen. Maschinell werden kann eine geistige Tätigkeit nur in explizit repräsentierter Form; umgekehrt erlaubt jede maschinelle Tätigkeit eine explizite Repräsentation. (Letzteres gilt in Grenzen, solange die Eigenständigkeit der Maschine sich nicht allzu sehr entfalten konnte.↔) Geistige Prozesse, die stets eine wesentlich formale Seite besitzen, sich aber materiell noch nicht niedergeschlagen haben, außerhalb der Subjekte zu realisieren, ist die zentrale Aufgabe des Computers.↔ Formale Systeme als Träger des allgemeinen, nicht durch das einzelne Subjekt eingeschränkten Denkens nehmen dabei maschinelle Form an.

Bei der Maschinisierung geistiger Tätigkeiten haben wir also einen zweifachen Prozess der Semiotisierung zu bewältigen. Dabei treten uns Zeichen in zwei Weisen entgegen: als Repräsentationen für die *Gegenstände* der zu maschinisierenden Tätigkeit sowie als Repräsentationen für die *Abläufe* dieser Tätigkeit. Mit einer gewissen Vergrößerung läuft das erste auf die Daten, das zweite auf die Programme der Computerisierung hinaus.↔ Die zweifache Entfernung aus der stofflich-energetischen Welt in die der Zeichen charakterisiert den Umgang mit und die Anwendung von Computern. Ohne dass die Dinge mit einer Zeichenhaut überzogen worden wären, gäbe es keine Kopfarbeit.↔

Was legen wir über die Wirklichkeit, wenn wir etwas überlegen?

Und ohne dass die Zeichenhaut der Kopfarbeit selbst noch einmal – und zwar in berechenbarer Gestalt – übergezogen wäre, gäbe es nicht deren Maschinisierung.

Wir kommen an in einer „künstlichen Welt“, die zum postmodernen Zentralthema zu werden scheint. Über ihre Maschinisierung gewinnt die zeichenvermittelte Kopfarbeit solch feste Gestalt, dass sie die stoffliche Welt hinter Simulationen verschwinden lässt. Erscheint in der Informatik die erste konstruktive postmoderne Wissenschaft?

Wenn ich von der Maschinisierung von Kopfarbeit spreche, so geschieht das im jetzigen Zusammenhang ohne Ansehung der (positiven oder negativen) Wirkungen auf die Arbeitenden selbst oder jene Menschen, die über Produkte oder Interaktionen von solcher maschinisierten Arbeit berührt werden. Hegel schon – und ganz anders motiviert Marx – hatte darauf hingewiesen, dass der Mensch in der Maschine seine noch mit dem Werkzeug verbundene Tätigkeit aufhebt Er „lässt sie ganz für ihn arbeiten“. Doch die Natur rächt sich für den Betrug, den der Mensch mittels Maschine an ihr verübt: die Notwendigkeit des Arbeitens hebt der maschinenbewehrte Mensch nicht auf, das Arbeiten wird nur hinausgeschoben, von der Natur entfernt. „... das Arbeiten, das ihm übrigbleibt, wird selbst maschinenmäßiger“ zitiert Habermas Hegel. ↩

47

Hegel äußert sich vor dem historischen Hintergrund der mechanischen Maschinerie der Textilarbeit. Sie wird im Computer überwunden. Ist es ein bloßer Zufall, wenn Marx uns auf dem Höhepunkt der Entwicklung des mechanischen Maschinensaals darauf hinweist, dass nunmehr die Kontrolle zur vorrangigen Aufgabe der Arbeiter wird? Auf ihre aufmerksamen Augen und Ohren kommt es mehr an als auf ihre geschickten Hände, wenn sie ganze Ansammlungen von Webstühlen zu überwachen haben. In dem Augenblick also, wo ein Großteil der stofflichen Bearbeitung des Materials an die Maschine übergeht, tritt die Kontrolltätigkeit als separate Arbeit auf den Plan. ↩

Die Maschinerie verallgemeinert und objektiviert Aspekte der stofflichen Bearbeitung, also der Handarbeit; sie lässt damit Aspekte der informationellen Bearbeitung, also der Kopfarbeit, die davor nur verborgen und integriert waren, hervortreten und im weiteren Verlauf sich entwickeln.

48

Der Gegenstand der Informatik

Wir haben den Begriff der Maschinisierung von Kopfarbeit umschrieben. Ausgangspunkt war die Behauptung, die Informatik habe es ganz wesentlich gerade mit ihr zu tun, Informatikerinnen und

Informatiker maschinisierten also geistige Arbeit, wenn sie Informatik betreiben. Wie steht es nun damit?

Der Stachel für die Entwicklung der Arbeitsmittel ist die Entwicklung der Arbeit selbst, mithin die Entwicklung der Bedürfnisse, die durch Arbeit befriedigt werden sollen. Aller menschlichen Arbeit durch die Geschichte hindurch scheint eine Tendenz zur Vergegenständlichung in Arbeitsmitteln (Werkzeuge, Maschinen, Anlagen) und in verfestigten Formen der Organisation innezuwohnen.↔

Darin stimmen die entferntesten Autoren überein, z. B. Arnold Gehlen: *Der Mensch*, Berlin 1940 und Marx 1970.

Wenn Arbeit in der Form von Arbeitsmitteln gerinnt, so dient ihr das zu ihrer eigenen Potenzierung.

Nachdem die gesellschaftliche Scheidung von Arbeit in Handarbeit und Kopfarbeit einmal geschichtliche Tatsache geworden war, war prinzipiell die Möglichkeit gegeben, Teile dieser Kopfarbeit nun selbst der Vergegenständlichung zu unterwerfen. Die reale Entwicklung dieser Trennung fand (und findet) im Rahmen des Industrialismus statt. Für ihn besteht aber sogar ein Zwang zur immer fortgesetzten Maschinisierung und Automatisierung.↔ Sobald mit dem Computer eine geeignete Maschine gefunden war, kam deswegen auch die Kopfarbeit unter Maschinerungs-Druck.

Computer können berechenbare Funktionen auswerten. Handlungen, die als berechenbare Funktionen beschrieben sind, können mithin an Computer übergehen. Arbeitsvorgänge, die zwar nicht in Gänze berechenbar sind, in die aber berechenbare Operationen als Teile eingebettet sind, können als interaktive Benutzung eines Computers organisiert werden.↔

Hieran können wir solche Arbeiten, die bereits stark mathematisiert waren (z. B. gewisse Steuer- und Regelvorgänge), von solchen unterscheiden, für die das nicht der Fall war (viele Büroarbeiten). Es scheint, dass die mangelnde Mathematisierung bei letzteren durch *Partizipation* überbrückt wird. Die mathematisierten Arbeiten lassen sich dagegen durch *Antizipation* kennzeichnen!

Zielpunkt der Arbeit von Informatikerinnen und Informatikern sind Computer als Systeme aus Hardware und Software. Dies gilt immer, auch für theoretisch Arbeitende, die nicht Software oder Hardware konstruieren, sondern vielleicht Aussagen über Algorithmen oder Programmiersprachen in Form von Theoremen gewinnen.↪ Jede konkrete Informatik-Tätigkeit ist auf berechenbare Funktionen, auf Algorithmen, auf interaktive Benutzung orientiert, auch wenn dies aus der Ferne theoretisierender Betrachtung geschieht.

52

Der Computer ist Zielpunkt der Arbeit auch solcher Informatikerinnen und Informatiker, die das ausdrücklich leugnen oder ablehnen. Nicht wenigen sind ja die Wirkungen des Computereinsatzes auf viele Bereiche der modernen Welt so sehr zuwider, dass sie nicht fragen, *wie* computerisiert werden solle, sondern *ob das* überhaupt geschehen soll. Manche gehen soweit, in normativer Setzung den Menschen selbst zum Gegenstand der Informatik zu machen. Dies mag zwar ein sympathischer Zug solcher Leute sein, doch ändert er nichts an der Berechenbarkeits-Schranke und letztendlichen Maschinisierung alles dessen, was die Informatik anfasst. Wäre der Mensch ihr Gegenstand, so hieße das, richtig gewendet, es ginge der Informatik um den berechenbaren Anteil des Menschen oder die Maschinisierung des Menschen. Da erscheint mir die Maschinisierung von Kopfarbeit, weil selbst schon nur aus der Entwicklung von Arbeit und Technik verständlich, doch historisch und systematisch genauer und fassbarer.

Selbstverständlich hat es die Informatik mit dem Menschen zu tun. Nichts anderes behaupte ich mit der These von der Maschinisierung von Kopfarbeit. Aber nie wird es die Informatik mit dem *ganzen* Menschen zu tun haben, es sei denn, wir ließen uns auf die überholten Modelle vom informationsverarbeitenden Monstrum ein. Wenn die Informatik auch keine Humanwissenschaft ist oder wird, so steht ihren Trägern und Trägerinnen eine humanistische Gesinnung dennoch gut zu Gesichte. Das ist aber eine andere Geschichte.

Nehmen wir nun beides zusammen, die Orientierung der Arbeit von Informatik-Treibenden auf die Maschinenklasse Computer und die Eigenschaft der Computer als Maschine für Kopfarbeit, so erweist sich die Maschinisierung von Kopfarbeit als wesentlicher Gegenstand der Informatik.↪

53

In der Präzisierung, die das zunächst so selbstverständlich erscheinende Wort im Verlauf der Darlegung erlangt haben sollte, erweist es sich als trennscharf gegenüber anderen Maschinisierungen, also Ingenieurarbeiten im Allgemeinen.

Das aber hatte ich eingangs angekündigt. Geistige Arbeit an der Kopfarbeit anderer, um letztere in maschineller Form zu verdinglichen und später wieder verflüssigen zu können – das ist das Geschäft der Informatik.

Abschließend wende ich mich kurz den zwei Sichtweisen der Informatik als Wissenstechnik bzw. als Gestaltungswissenschaft zu, um sie ins Verhältnis zur Informatik als Wissenschaft von der Maschinisierung von Kopfarbeit zu setzen.

Wissensverarbeitung und Gestaltungswissenschaft

Eingangs hatte ich vermerkt, dass es wenig Sinn mache, eine wissenschaftliche Disziplin erschöpfend definieren zu wollen. Es kann stets nur um eine mehr oder minder zutreffende Umschreibung, nicht eine exakte Festlegung gehen. Habe ich selbst aber nicht gerade das versucht? Mit dem Begriff der „Maschinisierung von Kopfarbeit“ liegt kein Definitionsversuch der Informatik vor, sondern lediglich eine genauere Benennung ihres Gegenstandes.↔

54

Zur Charakterisierung der Informatik als Wissenschaft müssten Aussagen über ihre Methoden hinzukommen.

Dieser Gegenstand wird hier nicht normativ festgelegt oder politisch gefordert. Er wird vielmehr analytisch festgestellt.

Zwei Positionen, die auch in diesem Buch zu Wort kommen, rühren unmittelbar an unseren Gegenstand: die Kennzeichnung der Informatik als Wissenstechnik bzw. als Gestaltungswissenschaft. Fraglos berühren sich Kopfarbeit und Wissen sowie Maschinisierung und Gestaltung. Denn in der Kopfarbeit geht es u. a. um Wissen, und in der Maschinisierung nimmt etwas Gestalt an. Ich möchte deswegen kurz auf beide Positionen eingehen.

Alfred Luft sieht die Informatik als eine (oder die) Wissenstechnik an. Er ist dabei vorsichtig genug, die *Darstellung* von Wissen und nicht das Wissen selbst zum Ausgangspunkt solcher Technik zu nehmen.

Solches Wissen, das aus dem vielleicht nur empfundenen oder geglaubten Bereich seiner Gültigkeit herausdestilliert und in eine äußere Form gebracht worden ist, gilt es zu formalisieren, wenn es zum Gegensund technischer Prozesse werden soll. In Schemata oder Kalkülen etwa können Darstellungen von Wissen formalisiert werden.

Wissenstechnik hat es dann mit der Implementierung und Nutzung formalisierter Darstellungen von Wissen zu tun aber selbstverständlich auch mit dem Entwurf und der Entwicklung dafür geeigneter technischer Systeme. Bis auf den anders gelagerten Ausgangspunkt – hier die Arbeit, dort das Wissen – scheinen sich beide Auffassungen recht nahe zu kommen. Beide betonen jedenfalls die Explizitheit, die Zeichenhaftigkeit, die Formalisierung von Arbeitsvorgängen bzw. von Wissen.

Dass nun mit der Trennung von Hand- und Kopfarbeit im Vorgang der Taylorisierung entscheidend war, den Arbeitern ihr „stilles“ Wissen zu entlocken und es in Schernau und Gerätschaften ihnen entgegenzustellen, das beschreibt F. W. Taylor selbst aufs anschaulichste. Insofern die Methoden Taylors in vielleicht abgewandelter Form Pate bei der Algorithmisierung von Kopfarbeit stehen, ist diese auf etwas wie Wissenstechnik angewiesen. Alfred Luft betont, dass es ihm bei der Wissenstechnik um mehr als die Arbeit gehe, um alle Bereiche der Kultur nämlich. Wenn „Kultur“ nun vor allem auf den Bereich der Sprache abheben sollte, so ist mit Hegel und Habermas zu entgegnen, dass Werkzeug und Sprache *zwei* Seiten des Humanen sind, von denen zu *einer* hier etwas gesagt wurde. Diese eine Seite betrifft mehr die instrumentale Seite des Verhältnisses von Menschen zur Welt, während die Sprache die symbolische Seite meint. Zu ihr wären ähnliche Überlegungen anzustellen. Keinesfalls aber kann die Sprache der Arbeit entgegengestellt werden. Beide gibt es nebeneinander.

Wenn aber mit „Kultur“ die gesellschaftlichen Verkehrsformen der Menschen ganz allgemein gemeint wären, so ist darauf hinzuweisen, dass auch sie. Arbeit und Verkehrsformen („Interaktion“), dialektisch aufeinander bezogen sind und nicht gegeneinander ausgespielt werden können. Der Streit um Arbeit *oder* Kultur als Hintergrundfolie der Informatik lohnt also kaum.

Ist der Gegenstand der Informatik mit „Maschinisierung von Kopfarbeit“ gut umrissen, so beinhaltet er auch Maschinisierung von

Wissensdarstellungen. Die Darstellungen von Wissen sind jedoch etwas ganz anderes als das Wissen selbst. Sie verweisen auf Wissen, evozieren es vielleicht, *sind* selbst aber kein Wissen. Denn Wissen kommt nicht abgefüllt in Kübeln daher, die herumstehen, auch wenn manche meinen, Bücher und ähnliche Speicher seien solche Kübel. Wir können uns Wissen nicht anders als mit dem lebendigen Menschen denken.↪

55

Selbst Autoren wie Flusser können kaum leugnen, dass das in Speichern dargestellte Wissen nicht das Ganze des Wissens ist.

Wissen ist so fein mit ihm, seinem Sein in dieser Welt, verwoben, dass es ohne wesentliche Reduktion keine äußere Form annehmen, also als Wissen auch nicht *verarbeitet* werden kann.

Das also, was „Wissen“ eigentlich meint, passt nicht auf einen Computer. Und das, was auf ihn passt, schwingt in der Kopfarbeit, in ihren berechenbaren Teilen nämlich, mit „Wissenstechnik“ wäre danach Teil der Informatik. Nähmen wir explizit dargestelltes Wissen aber zum ersten Anlass informatischen Fragens und Tuns, so verlören wir ganz wesentliche Momente dieses informatischen Tuns sofort aus den Augen. Unserem Verstehen dessen, was Informatik will, kämen wir so nur wenig näher. Wir blieben stehen bei der Hypothese von der Symbolverarbeitung. Das aber wollen wir uns nicht freiwillig antun Deswegen der Ausgang bei der Arbeit!

56

Würde die Auffassung von der Wissenstechnik in die Enge führen, so tritt im Gegensatz dazu z. B. Arno Rolf für eine sehr weite Auffassung von Informatik ein. Er will sie als Gestaltungswissenschaft verstehen. Gestaltung, so legt er im Anschluss an Winograd und Flores überzeugend dar,↪ hat es mit dem Zusammenspiel von Verstehen und Herstellen zu tun. Sie lässt die schlichte (oder vielleicht schlicht erscheinende) „Konstruktion“ der alten Ingenieursdisziplinen hinter sich. Gestaltung, so fasst Arno Rolf Aussagen von Pelle Ehn zusammen, vollzieht sich im Schnittpunkt von Politik und Ökonomie, von Kunst und Technik. Bewusst beide Momente menschlicher Erkenntnisfähigkeit gleichberechtigt gelten zu lassen, das Konstruieren (Herstellen) und das Interpretieren (Feststellen). ist ein mutiges Unterfangen.

Wie Arno Rolf, so haben mehrere Autoren während der letzten Jahre die Informatik auf eine Analogie zur Architektur hingewiesen. Dort wie hier geht es um einen Entwurf und um eine Konstruktion, deren Startpunkt keine präzise Beschreibung von Anforderungen und Eigenschaften messbarer Art ist. Vielmehr werden Anforderungen erst während des Prozesses des Entwerfens deutlich, ja sie ändern sich auch über dem allmählichen Verfertigen des Gegenstandes.↔

57

Wem käme hier nicht Kleists kluger Aufsatz von der „allmählichen Verfertigung der Gedanken beim Reden“ in den Sinn?

Ohne in den Fehler verfallen zu wollen, die Vorzüge präzisen Konstruierens mit dem Bades des zu kühlen Formalismus auszukippen, ohne also zu behaupten, es ginge bei den Architekten und ähnlichen Kreativen ganz anders zu als bei den Ingenieuren, lässt sich hier doch eine interessante Differenzierung festmachen. Die Differenzierung bezieht sich aufs Gestalten und Konstruieren.

In der fertigen Gestalt kommt stets eine Unsicherheit, eine Entscheidungsfreiheit jener Situation zum Ausdruck, die vor der Gestalt war. Das *Gestalten* ist demnach das Herstellen mit Ungewissheit, das unsichere Herstellen. Das Herstellen mit einer Gewissheit will ich im Gegensatz hierzu die *Konstruktion* nennen, ganz wie – im Bereich der Sprache – das Feststellen mit Gewissheit der *Beweis*, das mit Ungewissheit die *Interpretation* zu nennen wäre. Zwischen Konstruktion und Beweis liegen *Gestaltungen* und *Interpretationen*. Die Gestalt, einmal für beendet erklärt, hat an sich, dass sie in jedem ihrer Momente auch anders sein könnte, aber nicht anders ist. Gelungen ist sie, wenn wir nicht wollen, dass sie anders wäre.

Auf einen unsicheren Prozess des Herstellens sich einzulassen, weil das, was hergestellt werden soll, keine sicheren, insbesondere keine formalen Randbedingungen, Voraussetzungen, Zielsetzungen oder Eigenschaften hat, dies macht Gestaltung zu etwas anderem als Konstruktion. Ein anderer Ausdruck für Gestaltung im Sinne von „Verstehen-und-Herstellen“ von den Vorgängen der Software-Entwicklung her gedacht, ist Gestaltung als „Entwickeln-und-Benutzen“. Ist im klassischen (ein wenig idealisierten) Gang der Ingenieurarbeit die Konstruktion↔

58

Ich werfe Entwicklung und Konstruktion hier in eins.

von der Benutzung, die Technik also von der (Anwendungs-)Arbeit getrennt, so zeichnen sich konstruktive Bereiche wie die Architektur und (Teile der) Arbeitswissenschaften durch ein tendenziell gleichzeitiges Eingehen auf beide Seiten, die objektive und die subjektive, aus. Die Informatik muss dies auch tun! Sie wird damit zu einer Gestaltungswissenschaft, zu einer Wissenschaft, die es mit Gestaltung in einem begrenzten Bereich zu tun hat.

Der Ort der Maschinisierung von Kopfarbeit liegt also zwischen der Wissenstechnik und der Gestaltungswissenschaft. In der Informatik als Wissenstechnik erscheint der objektivierende Wille des Ingenieurs und Formalisten. Er reduziert über Gebühr. In der (umfassenden) Gestaltungswissenschaft erscheint der subjektivierende Wille des Künstlers und Holisten. Er mutet der Informatik zu viel zu. Die Informatik hat es ständig mit den Formalisierungen der Berechenbarkeit zu tun. Wären diese ihr immer schon vorgegeben, so hätte sie die Grenzen des Berechenbaren akzeptiert. In der Unterwerfung unter diese würde sie zur Ingenieurdisziplin, zur Wissenstechnik. Würde sie hingegen die Notwendigkeit der Formalisierung ständig leugnen, so zerflösse ihr ihr eigener „Stoff“ unter den Fingern, in der Leugnung der Grenzen würde sie zur Humandisziplin, zur allgemeinen Gestaltungslehre.

Ihr wirklicher Widerspruch liegt in der Möglichkeit, die Grenzen des Berechenbaren zu transzendieren, und in der Notwendigkeit, sie zu akzeptieren. Im Begriff der „Maschinisierung von Kopfarbeit“ wird dieser *Grenzcharakter* der Informatik angesprochen.

Geben wir uns aber keiner Illusion hin: der Architekt Le Corbusier hatte stets den Menschen im Sinn bei seinen Gestaltungen von Gebäuden zum Wohnen. Und doch hat er diesen – so human gemeinten Gebäuden – selbst den Namen „Wohnmaschine“ verliehen.

Der Text erschien erstmals in: Wolfgang Coy, Frieder Nake, Jörg-Martin Pflüger, Arno Rolf, Jürgen Seetzen, Dirk Siefkes, Reinhard Stransfeld (Hg.): Sichtweisen der Informatik, Braunschweig 1992, 181–201.

01↔

Kommentar im Text.

02↔

Kommentar im Text.

03↔

Kommentar im Text.

04↔

Kommentar im Text.

05↔

Kommentar im Text.

Vgl. Günther Anders: *Der Blick vom Turm. Fabeln*, München 1968.

06↔

Kommentar im Text.

Vgl. Arne Raeithel: „Ein kulturhistorischer Blick auf rechnergestützte Arbeit“ in: Wolfgang Coy, Frieder Nake, Jörg-Martin Pflüger, Arno Rolf, Jürgen Seetzen, Dirk Siefkes, Reinhard Stransfeld (Hg.): *Sichtweisen der Informatik*, Braunschweig 1992, 125–140.

07↔

Kommentar im Text.

08↔

Konrad Zuse: *Der Computer, mein Lebenswerk*, München 1970, 14.

09↔

Kommentar im Text.

Im Beitrag (Frieder Nake: *Ästhetik als Informationsverarbeitung*, Wien, New York 1974.) zur ersten deutschen Tagung über „Informatik und Gesellschaft“ gibt sie den Titel ab. In den Aufsätzen Frieder Nake: „Schnittstelle Mensch-Maschine“, in: *Kursbuch* 75 (1984), 109–118; ders.: „Die Verdoppelung des Werkzeugs“, in: Arno Rolf (Hg.): *Neue Techniken alternativ*. Hamburg 1986, 43–52; ders. „Dialogisieren mit dem Computer – Anmerkungen zu Entwicklung, Begriff und Technik der Dialogsysteme“ in: E. Nullmeier, K.-H. Rödiger (Hg.): *Dialogsysteme in der Arbeitswelt*, Mannheim 1987, 16–46; gehe ich auf besondere Aspekte ein. Eine erste Ausarbeitung der These lag mit der Diplomarbeit W. Griephan, K. Wieber: *Voraussetzungen, Methoden und Auswirkungen der Maschinisierung von Konstruktionsarbeit*, Diplomarbeit Studiengang Elektrotechnik/Kybernetik, Universität Bremen, Mai 1976. Darüber drang sie in die Arbeit von M. Kuhn:

CAD und Arbeitssituation, Berlin, Heidelberg, New York 1980; sowie A. Rolf: *Zur Veränderung der Arbeit in Büro und Verwaltung durch Informationstechnik*, Münster 1983; ein.

10↔

Alfred Sohn-Rethel: *Geistige und körperliche Arbeit*, Frankfurt/Main 1972. (Revidierte und ergänzte Neuauflage: Weinheim 1989).

11↔

Frederick W. Taylor: *Die Grundsätze wissenschaftlicher Betriebsführung*, Weinheim, Basel 1977.

12↔

Interessant z. B. in *Kursbuch* 1976 nachzulesen: K.-M. Michel, H. Wieser (Hg.): *Arbeitsorganisation – Ende des Taylorismus*. *Kursbuch* 43, Berlin 1976. Von den vielen Texten, die in popularisierter Form auf den Taylorismus vom Gesichtspunkt der Computerentwicklung aus eingehen, sei nur auf W. Volpert: *Zauberlehrlinge. Die gefährliche Liebe zum Computer*, Weinheim, Basel

1985, verwiesen; er ist besonders gut lesbar und anregend.

13↔

Peter Brödner, Detlef Krüger, Bernd Senf: *Der programmierte Kopf. Eine Sozialgeschichte der Datenverarbeitung*, Berlin 1981.

14↔

Arno Bammé / Günter Feuerstein / Renate Genth / Eggert Holling / Renate Kahle / Peter Kempin: *Maschinen-Menschen. Mensch-Maschinen. Grundrisse einer sozialen Beziehung*. Reinbek 1983; und Peter Brödner: *Der überlistete Odysseus: über das zerrüttete Verhältnis von Menschen und Maschinen*, Berlin 1997.

15↔

Kommentar im Text.

16↔

Charles Babbage: *Über Maschinen- und Fabrikwesen* [1832], Berlin 1833.

17↔

Rolf Oberliesen: *Information, Daten und Signale. Geschichte technischer Informationsverarbeitung*, Reinbek 1982.

18↔

Robert Hansen: *Wirtschaftsinformatik I*, Stuttgart 1986.

19↔

Ebd. 20.

20↔

Ebd. 24.

21↔

Alfred L. Luft: „Wissen‘ und ‚Information‘ bei einer Sichtweise der Informatik als Wissenstechnik“, in: Coy/Nake u. a. 1992, 49–71.

22↔

So, um nur einen herauszugreifen, Wolfgang Coy: „Aus diesen Entwicklungen stammt die Bezeichnung *Computer*, wo adäquater von einer Datenverarbeitungsanlage gesprochen werden sollte“, Wolfgang Coy: *Aufbau und Arbeitsweise von Rechenanlagen*, Braunschweig, Wiesbaden 1988, 31, Hervorhebung im Original.

23↔

Peter Scheffe: *Informatik – eine konstruktive Einführung*, Mannheim 1985, 21.

24↔

Ebd. 24.

25↔

Friedrich L. Bauer, g. Goos: *Informatik. Eine einführende Übersicht*, erster und zweiter Teil, Berlin, Heidelberg, New York, Tokio 1971, 174.

26↔

Kommentar im Text. Vgl. Karl Marx: *Das Kapital, Band I*, MEW Bd. 23, Berlin 1972, 193.

27↔

Vgl. Arne Raeithel: *Tätigkeit, Arbeit und Praxis. Grundbegriffe für eine praktische Psychologie*. Frankfurt/Main, New York 1983.

28↔

Karl Marx: *Das Kapital, Band I*, MEW Bd. 23, Berlin 1972, 394.

29↔

Vgl. Heinz Züllighofen: „Umgang mit Software oder: Software als Werkzeug und Material“ in: Coy/Nake u. a. 1992, 141–156.

30↔

Sohn-Rethel 1972, 125.

31↔

Martin Resch: *Die Handlungsregulation geistiger Arbeit*, Bern, Stuttgart, Toronto 1988, 15.

32↔

Kommentar im Text.
Sohn-Rethel 1972, 125.

33↔

Kommentar im Text.

34↔

Marx 1972, 531.

35↔

Kommentar im Text.

36↔

Vgl. dazu z. B. Taylor 1977, Brödner et al. 1981, sowie Harry Braverman, *Die Arbeit im modernen Produktionsprozess*, Frankfurt/Main 1980.

37↔

Vgl. Resch 1988, 25f..

38↔

Vgl. Raeithel 1992.

39↔

Resch 1988, 48.

40↔

Jürgen Habermas: „Arbeit und Interaktion“, in ders.: *Technik und Wissenschaft als „Ideologie“*, Frankfurt/Main 1968, 9–47.

41↔

Eggert Holling und Peter Kempin interpretieren die alte Sage sehr anregend: *Identität, Geist und Maschine. Auf dem Weg zur technologischen Zivilisation*, Reinbek 1989.

42↔

Kommentar im Text.

43↔

Vgl. Griephan/Wieber 1976; Reinhard Budde, Heinz Züllighofen: *Software-Werkzeuge in einer Programmierwerkstatt*. Berichte der GMD 182, München 1990.

44↔

Holling/Kempin 1986, 111.

45↔

Vgl. hierzu:
Züllighofen 1992.

46↔

Kommentar im Text.

47↔

Vgl. Habermas 1968, 28.

48↔

Marx 1970, 395.

49↔

Kommentar im Text.

50↔

Sohn-Rethel 1972.

51↔

Kommentar im Text.

52↔

Vgl. hierzu die Bemerkung von Arne Raeithel 1992 über die Gegensatzung von Hardware und Software.

53↔

Kommentar im Text.

54↔

Kommentar im Text.

55↔

Kommentar im Text.

Vilém Flusser: „Gedächtnisse“ In: Ars Electronica (Hg.): *Philosophien der neuen Technologie*, Berlin 1989, 41–55.

56↔

Winograd/Flores 1986.

57↔

Kommentar im Text.

58↔

Kommentar im Text.

Das algorithmische Zeichen und die Maschine

Gibt es Platz zwischen Mensch und Maschine? Passt etwas zwischen sie? Welch überflüssige – um nicht zu sagen: dumme – Frage, wird sogleich einer antworten: Menschen machen die Maschinen und verwenden sie, wenden sie an, wenden auch, so ist es doch, andere Menschen mit Hilfe der Maschine an, geben, so heißt es vielleicht, Menschen Arbeit dadurch, dass sie Maschinen hin- und jene anderen Menschen dranstellen. Wo soll da Platz sein für ein Dazwischen?

01 Schon in solchen Formulierungen kündigt sich an, was andere vielleicht drastischer, zumindest aber wortspielend ausgedrückt haben: dass es merkwürdige Übergänge und Zusammenhänge von der Maschine zum Menschen, vom Menschen zur Maschine gibt.↔ Und wo besser als im *Kapital* des alten Meisters Karl Marx würden wir, auch heute, über die Maschinerie lernen, die stets eine historische ist.

Das sagt sich so leicht dahin, *historisch!* Wenn wir jedoch darauf bestehen, ein Phänomen ausdrücklich auch als historisches zu betrachten, so rufen wir damit sein Werden, sein Gewordensein, also auch seine Veränderung, mithin sein Verschwinden auf. *Die* Maschine, sagen wir dann damit, gibt es nicht. *Den* Menschen, fügen wir fast schon im Kleingedruckten hinzu, offensichtlich aber auch nicht.

Und doch lässt sich auch darauf beharren, dass Phänomene wie diejenigen, die wir „Maschine“ nennen und „Mensch“, gewisse gleich bleibende Merkmale aufweisen können, dass sich Begriffe an ihnen festmachen lassen, die die Zeitläufe und Gesellschaftsformen unbeschadet zu überstehen scheinen. Sie scheinen in unseren Gedanken

untrennbar mit dem betrachteten Phänomen verknüpft zu sein, zumindest dann, wenn wir uns getrauen so zu denken, wie wir es eigentlich stets tun müssten in der Universität und als Intellektuelle: radikal, ohne Ende, eine Frage in die nächste überführend.

Gar nicht erst besonders zu erinnern brauche ich wohl an die Maschinenauffassung der einstigen Künstlichen Intelligenz, die uns allen das Fürchten beibringen konnte, sollte und wollte, recht eigentlich aber nur zur Erheiterung führte und zur beruhigenden Gewissheit, dass man mit Unsinn berühmt und schließlich auch wieder zurechtgestutzt werden kann. „Es entsteht eine neue Produktionsstruktur, die ... als maschineller Organismus mit programmierter und damit gespeicherter Intelligenz zu automatischer Gütererzeugung fähig ist ... In dieser höheren Entwicklungsstufe wird die Fabrik Maschinenintelligenz benötigen.“↩

02

Gibt es also Platz zwischen Mensch und Maschine? Ich möchte von diesem Verhältnis handeln, in aller Bescheidenheit, die ein Beitrag wie der vorliegende sich angedient sein lassen muss. Ich möchte dem Verhältnis des Menschen zu seinen Maschinen eine Ecke besonderer Begrifflichkeit ablauschen. Selbstverständlich werde ich nicht das Verhältnis der Menschen zu ihren Maschinen selbst zum Gegenstand der Betrachtung machen. Die Psychologie oder Ökonomie, die Soziologie oder Ontologie haben dieses Verhältnis hinlänglich oft und tief behandelt. Ich könnte und dürfte dazu gar nichts sagen. So bekannt und großartig sind die Werke hierzu, dass ich sie noch nicht einmal aufführen mag.

Vielmehr will ich über dieses vielleicht – neben dem der Geschlechter – aufregendste Verhältnis, in dem Menschen sich ständig gefangen wiederfinden, in seinen wichtigen Zügen und in gebührend vorurteilsbehafteter Form stillschweigend alles als bekannt unterstellen. Ich kann und will insbesondere unterstellen, dass ein Leben nach heutigem europäischem Maße ohne Maschinen nicht möglich und nicht denkbar ist. Noch nicht einmal der extrem-individualistische Flüchtling, den es zurück in die Wälder zieht, lebt wirklich ohne Maschine, ohne Bezug zur Maschinerie.

Ich kann unterstellen, dass wir alle täglich, stündlich und minütlich vom Funktionieren einer riesenhaften Maschinenwelt abhängen und in allen unseren Lebensäußerungen von ihr profitieren, dass wir, selbst dann, wenn wir Vorbehalte gegen eine allzu euphorische Sicht und allzu emphatische Begrüßung der Maschine hegen,

uns zumindest mit einer gewissen Behaglichkeit in der Welt der Maschinen eingerichtet haben, in einer Welt also, unserer Welt, die unser Leben bestimmt oder die wir mit unserem Leben schaffen.

Ich kann, ohne auf irgendein Detail einzugehen, stillschweigend davon ausgehen, dass es ein Leben ohne Maschine heute nicht mehr gibt, dass die Maschinenwelt der *natürliche* Hintergrund und fruchtbare Humus aller unserer Lebensäußerungen geworden ist und dass umgekehrt jene romantischerweise herbeigesehnte und so genannte Natur ein *Konstrukt* des gestrigen Geistes ist. Ein Wunschbild, längst entschwunden in häuslichen Topfpflanzen und industriellem Gemüse. Die Maschine als das heute Natürliche zu sehen, die Natur aber als das Konstruierte zu sehen, mag zwar eine Verkehrung der wahren Gegebenheiten genannt werden – die Sicht entspricht dennoch dem Stand der Dinge.

Von einer tiefgreifenden Verkehrung von technischer und natürlicher Welt also kann und will ich ausgehen, die nicht in Frage gestellt, nicht kritisiert, noch nicht einmal nur mit den Zähnen knirschend hingenommen, sondern als eine fraglose und mithin fast schon notwendige Erscheinungsform des menschlichen Lebens akzeptiert ist. Gibt es da also Platz, ist dort Raum zwischen den Menschen und ihren hervorragenden Artefakten, den Maschinen? Sind nicht beide so heftig miteinander verwoben und ineinander verschlungen, dass die Frage nach dem Platz dazwischen auch nur zu stellen nichts anderes signalisiert, als nun doch klammheimlich eine Distanz einzuführen, eine Distanz durch die Hintertür rückständigen Denkens wieder hereinzulassen, die mit grandios zukunftssträchtiger Gebärde eben erst durch die Vordertür hinausgeworfen worden war?

Nein, wird die Antwort vermutlich lauten, so will ich das nicht sehen, ich schreibe ja sonst diesen Aufsatz nicht. Nein, keine heimliche Distanz. Und doch: ja, da besteht Platz und also auch Bewegung, und eben der soll – auf arg abstrakter Ebene – identifiziert werden. Der Platz zwischen den Menschen und ihren Maschinen wird keinen breiten stofflich-geometrischen Raum einnehmen, er wird wohl eher schmaler gedanklich-topologischer Art sein. Dort werden Wesen hausen, die von beider Art sind: stofflich und gleichzeitig gedanklich. Sie werden gewöhnlich die *Zeichen* genannt. Von einer besonderen solchen Art also will ich hier schreiben.

Ich stelle meine Überlegungen zu dem Anlass an, dass Peter Brödner aus jener Welt verabschiedet wird, wo die Maschinen sind,

und sich in die vielleicht andere Welt begibt, sich noch mehr als bisher schon dorthin begibt, wo sie nur noch den Hintergrund markieren. Solch ein Anlass gibt Gelegenheit, einen Augenblick der Langsamkeit zu widmen, sich brödnersch mit großartig ausholender Geste des Armes zurückzulehnen, wach in die Runde zu blicken, klar und gesetzt die versammelten Menschen anzusprechen und auf keinen Fall ohne ein Lachen die Rede zu beenden. Solch ein Augenblick gibt Gelegenheit, die reichhaltige Welt der Zeichen vor dem eigenen inneren Auge erscheinen zu lassen, die Peter Brödnerns imposanter Auftritt stets hervorgebracht hat: jene Zeichen, die er *ist*. Denn so verhält es sich: wir *sind* unsere Sprache↪

03

So hat das Mihai Nadin ausgedrückt.

und wir *sind* unsere Zeichen. Wir sind nicht nur *in* unserer Sprache. Auch nicht nur *durch* sie, so eindrucksvoll Wittgensteins Hinweis auf die Grenzen auch war.↪

04

Gemeint ist Ludwig Wittgensteins Reden von den Grenzen meiner Sprache, die die Grenzen meiner Welt bedeuten.

Wir befassen uns vielleicht – wie Peter Brödner – ein Leben lang mit Maschinen, Arbeit, Technik und Menschen und mit ihren Verhältnissen zueinander. Am Ende kommen wir als Zeichen beim Zeichen an.

Ich möchte also diesen Beitrag zu nicht mehr als dazu nutzen, auf den Begriff eines *algorithmischen Zeichens* aufmerksam zu machen. Ich will ihn erläutern und sagen, wozu er nützlich sein und was er insbesondere über unser Verhältnis zu den Maschinen ausdrücken mag.

In die weitere Welt wissenschaftlicher Betrachtung will ich die Notiz durch einen mitzudenkenden Bezug zur vermeintlichen, wohl auch tatsächlichen Unterscheidung zweier Geisteshaltungen und Kulturen stellen. Gemeint ist die längst ad acta gelegte, in den letzten zehn Jahren aber wieder aufkommende Debatte um die sog. Zwei Kulturen: die der Geistes- und Sozialwissenschaften einerseits, die der Natur- und Ingenieurwissenschaften andererseits. Oder, anders ausgedrückt, die literarische und die szientifische Kultur.↪ Vieles deutet darauf hin, dass die von Charles P. Snow 1959 konstatierte Kluft zwischen den beiden großen Traditionen wissenschaftlicher

05

- (also westlicher) Auseinandersetzung mit der Welt überbrückt, wo nicht überwunden werden könnte.↔ Solche Überwindung aber könnte nicht aus einem voluntaristischen Kraftakt entspringen. Vielmehr gäbe es, so meine Einlassung, Gründe für das allmähliche Verschwinden der Kluft in der Entwicklung der Maschinen selbst.↔ Der Begriff des algorithmischen Zeichens soll uns dabei helfen.

Kein Bereich aktueller Wissenschaftlichkeit, der sich nicht wappnen müsste für das digitale Medium, der also nicht beitrüge zu einem Brückenschlag zwischen literarischer und szientifischer Kultur.

Das Aufkommen des Computers

- Wir reden hier von Maschinen und denken doch fast ausschließlich an Computer, an informationstechnische Systeme also. Zweifellos ist der Computer zunächst einmal als ein Mitglied der Maschinenwelt anzusehen. Er scheint aktuelle Gesellschaftlichkeit so stark zu prägen, dass er zum Inbegriff, zur umfassenden Metapher für das Maschinelle schlechthin geworden ist. Das Reden von der Universalmaschine Computer legt Zeugnis davon ab.↔

- Wir stellen am Computer fest, dass er in der Lage ist, vorgegebene abstrakte Bewegung zu wiederholen.↔ An der Eigenschaft der strengen Wiederholung einer (eventuell komplexen) gleichbleibenden Bewegung jedoch wollen wir das systematische Moment der Maschinenartigkeit festmachen.

- Ihr historisches Moment liegt auf der Hand. Der springende Punkt, an dem die Maschinenwelt zum Computer fortschreitet, ist der Augenblick, als Frederick W. Taylor die Handarbeit systematisch von der Kopfarbeit trennt und damit eine spezialisierte Art von Arbeit entwickelt, die Arbeit an der Arbeit anderer ist, in purer Rationalisierung ihren Zweck hat und die selbst im Verlauf ihrem eigenen Regime unterworfen werden muss, eben dem der Rationalisierung (dem wir flugs ein „kapitalistische“ anfügen müssen, weil so die Verhältnisse sind).↔

Viele andere Verwurzelungen des Computers in der Maschinenwelt lassen sich aufzeigen: die Babbageschen Konstruktionen von rechnenden Maschinen, von denen Marx gewisse Kenntnis bekam, die Begriffsbildung der abstraktesten Maschine durch Turing, auf die wir

zurückkommen werden, die Erfindungen der frühen Computerbauer wie Zuse, Aiken, Eckert, Mauchly u. a. ↩

11

Der Computer entsteht in der Maschinenwelt. Seine Zeit ist die Zeit des zweiten Weltkrieges. Abstrakt ist er in der Mathematik vorbereitet, er soll die Maschine zum Rechnen werden, erste mechanische Konstruktionen zum Rechnen liegen jedoch lange davor, und auch die besondere Art des Umgangs mit Maschinen, das Programmieren, gibt es schon. Konkret aber entsteht der Computer dann, als in der zuge-spitzten Situation des Krieges eine Erscheinung und Form von Materie wesentlich für die Praxis der kriegerischen Menschen wird, die nicht sofort und ausschließlich mit gewohnten physikalischen Kategorien von Masse und Energie abzutun ist.

Die *Information* tritt auf den Plan und beansprucht auch sogleich, ein drittes zu sein. Uns interessiert hier nicht der Streit darum, ob mit Norbert Wiener zu Recht davon gesprochen werden darf, dass Information eine prinzipiell andere Wesenheit besäße als Masse und Energie. Uns genügt es, davon zu sprechen, dass die Materialität der Welt einen stofflichen, einen energetischen und eben auch einen informationellen Aspekt aufweist.

Letzterer trifft sehr rein während des Zweiten Weltkrieges auf, als es darum geht, aufgefangene Funksignale zu entschlüsseln. Solche Signale, da materiell, existieren selbstverständlich nur durch ihre Stofflichkeit und Energie. Jedoch interessieren an ihnen gerade nicht diese Aspekte. Interessant werden Signale lediglich insofern, als in ihnen Botschaften enthalten sind, die zu verstehen wesentlich für die Einleitung bestimmter, eventuell überlebenswichtiger Handlungen sein mag.

Im Signal weist Materie über sich selbst hinaus. Seine Physik kann nicht wesentlich aus der Betrachtung seiner selbst gewonnen werden, sondern erst relativ zu anderem. Oder, anders ausgedrückt ↩:

12

Denn die Physik auch des Signals wird schon aus seiner materiellen Gegebenheit bestimmt, sie erweist sich nur als nicht besonders interessant.

Der Informationsgehalt eines Signals und eines Signalkomplexes ist erst aus dem Verhältnis des Signales zu anderen möglichen Signalen zu bestimmen.

Die Situation des Krieges also führte zu einem höchsten Interesse daran, Zustände der Materie zu beherrschen und kontrollieren zu können, die Shannon, Weaver und Wiener als „Information“ bezeichneten,↪ die es zu entschlüsseln und zu knacken galt, deren Knacken sich als vielleicht kriegsentscheidend erweisen sollte. Ein Code musste gebrochen, also eine Zuordnung zwischen Zeichen zweier Systeme bestimmt werden.

Diese Aufgabe musste in solch kurzer Zeit nach dem Auftreten eines Signales geschehen, dass mit Aussicht auf Erfolg eine Gegenmaßnahme gegen jene feindliche Aktion ergriffen werden konnte, von der das Signal Kunde überbrachte. Solch eine extreme Anforderung verlangte nach maschineller Unterstützung. Nach einer dafür geeigneten Maschine zu suchen, konnte aber auch mit Sicherheit zum Erfolg führen. Denn dem zu knackenden Code mussten, damit er seine ursprüngliche Funktion erfüllen konnte, berechenbare Prinzipien zugrunde liegen. Der Code war ein Schema in einer Welt der Endlichkeit, frei von kontingenter Interpretation, also maschinell berechenbar.

Die Turingsche Maschine

Hatte also – worauf Brödner, Krüger und Senf in ihrer damals die Augen öffnenden Schrift „Der programmierte Kopf“ so schön aufmerksam machten↪ – Prony in Frankreich für die Belange der revolutionären Regierung Rechenverfahren entwickelt, die mechanistisch geregelt, jedoch von Menschen durchgeführt wurden,↪

In Pronys Verfahren des Berechnens von Funktionstabellen werden Ketten von menschlichen Kalkulatoren so organisiert, dass die einzelne Instanz stets und wiederholt eine Operation durchführt. Die Rechnerarchitektur wird vorausgenommen. Maschinen können nur das übernehmen, was Menschen bereits maschinenartig tun.

und hatte Charles Babbage sich schon bald danach (1832) in England um den Bau einer mechanischen Maschine zum Rechnen bemüht, so war durch sie und andere das Prinzip der Teilung von geistiger Arbeit in die Welt gesetzt worden, bevor es von Taylor im ökonomischen Maßstab zur Trennung von Kopf- und Handarbeit entwickelt wurde.

Diese sind nicht als individuelle, sondern stets nur als gesellschaftliche Phänomene zu verstehen.↔

16

Deswegen die Unterscheidung, im Wort, von geistiger Operation (individuell) und Kopfarbeit (gesellschaftlich).

Die Hintergründe, aus denen die Maschine Computer im Zuge der zugespitzten Situation des Zweiten Weltkrieges in mehreren Varianten an mehreren Orten auftaucht, sind zusammengenommen folgende:

- die Möglichkeit der Teilung geistiger Arbeit zum Zwecke ihrer sichereren Durchführung,
- die Abbildung komplexer Zeichensysteme auf einfachere↔, 17

Hier denken wir zuerst an das duale Zahlensysteme, auf das, der einfacheren Rechnerei wegen, das dezimale Zahlensystem zunächst, dann aber alle endlichen Alphabete, abgebildet werden. Die Möglichkeit, alle rationalen, überhaupt maschinisierbaren Operationen auf Rechnen zu reduzieren, beruht darauf.

- die Konstruktion von Bauelemente, die zur stabilen Speicherung von wenigstens zwei Zuständen in der Lage sind und zu größeren Strukturen kombiniert werden können,
- die geschichtliche Notwendigkeit der Mechanisierung und Automatisierung von Rechenverfahren.

Dem letzten Schritt zur Konstruktion des Ingenieurproduktes Computer ging kurz vorher (1936) eine geistige Großtat voraus: Turings Beschreibung eines geistigen Konstrukts, das er „Maschine“ nannte, das aber lediglich die abstrakteste Fassung aller möglichen Berechnungen darstellte. Zwar gab es um dieselbe Zeit herum von anderen Autoren andere Vorschläge zur Lösung der Frage nach der exakten Fassung des Berechenbaren. Wie konnte das Berechnen von Funktionen so formuliert werden, dass sogar eine Maschine es ohne jedes Zaudern und in gnadenlos treuer Wiederholung ausführen könnte? Obwohl, das ist heute wohl bekannt, die Formulierungen von Church, Post, Thue der Turingschen und untereinander äquivalent

18 sind, glänzt die Turingsche Formulierung in ihrer Simplität und unmittelbaren Einsehbarkeit↔.

Weizenbaum beschreibt den Mechanismus unter Verwendung einer Rolle Klopapier und ist dabei, nebenbei gesagt, exakter als manch anderer Autor.

19 Der besondere Gag der Turing-Maschine nun ist folgender. Die Operationsfolgen, die eine konkrete Turing-Maschine ausführen können soll, werden in einer Tabelle festgehalten↔.

Diese Tabelle wird später „das Programm“ genannt.

In einer solchen Turing-Tabelle wird zu einem erreichten Zustand der Maschine und einem vorliegenden Eingabesignal festgelegt, welche elementare Operation die Maschine ausführen soll, in welchen Zustand sie übergehen soll und welche Bewegung eines Speicherbandes sie ausführen soll.

Stecke ich nun eine bestimmte solche Funktionstabelle in eine Turing-Maschine, so lege ich eine *spezielle* Turing-Maschine fest. Ich könnte viele solche hinstellen, der Tendenz nach unendlich viele, zu jedem Zeitpunkt jedoch selbstredend nur endlich viele. Die Bauer solcher Maschinen hätten alle Hände voll zu tun. Arbeit in Hülle und Fülle hätte sich eingefunden.

20 Nun kann aber der generelle Mechanismus der Turing-Maschine von der speziellen Funktionstabelle getrennt werden. Die Tabelle aber kann der allgemeinen Maschine als die Beschreibung des Verhaltens der besonderen Maschine (bzw. der speziellen Funktion) gegeben werden.↔

Man führe sich das vor Augen! Die Tabelle ist erstens Bauelement (denken wir vielleicht an eine Karte) für eine spezielle Maschine. Diese Auffassung ist aber, zweitens, gleichwertig damit, dass einer allgemeinen Maschine die Beschreibung einer anderen zum Zwecke deren Simulation mitgeteilt wird. Die Maschine wird zur Beschreibung. Wir müssen sie nicht mehr als Draht und Blech oder Elektronik bauen, wir müssen sie nur codieren. In der Welt der Zeichen, die offenbar beim ersten Gedanken an einen

modernen Computer betreten wird, geht es sofort so zu, wie es die Zeichen eben mit sich bringen: rekursiv. Einmal gedacht, und zwar fern ab der heroischen Versuche tüftelnder Ingenieure, gibt es kein Halten mehr. Dass die Ingenieurskunst dann, nachdem sie vorab auf ihren Begriff gebracht worden ist, doch sehr handfest aufgerufen werden muss, versteht sich dennoch von selbst. Auf einem der Höhepunkte des 20. Jahrhunderts, bald nach Wittgenstein und Gödel, auch nach Einstein und Picasso oder Joyce, blüht die Postmoderne auf.

Die allgemeine Maschine zusammen mit der Beschreibung einer speziellen verhält sich dann berechnenderweise genau so, wie sie es tun müsste, wenn sie jene spezielle Maschine wäre, deren Tabelle sie interpretiert. Ich brauche nun nur eine Maschine, in ständiger Wiederholung, hinzustellen.↔

21

Dass dieses Prinzip, weiter in die Praxis überführt, dann vielleicht doch an praktische Grenzen stößt, dass der berühmte PC sich vielleicht als eine Sackgassentechnologie herausstellen wird, wie z.B. Mark Weiser hellsehend Anfang der 90er Jahre vorausahnte, das mag so sein, steht jedoch auf einem anderen Blatt.

Das läuft auf folgende Beobachtung hinaus. *Eine* spezielle Turing-Maschine kann so eingerichtet werden, dass sie *alle* Turing-Maschinen nachahmen kann. Die spezielle wirkt als universelle Maschine.

Die Turingsche Kränkung des Menschengeschlechtes

In der Welt der Berechnung mathematischer Funktionen, die ungeheuer reichhaltig ist, ist mit der universellen Turing-Maschine ein abstrakter Endpunkt erreicht worden, der Endpunkt absoluter abstrakter Berechenbarkeit. Was sich überhaupt berechnen lässt, lässt sich Turing- berechnen, können wir sagen. Fällt uns da nicht ein, „Was sich überhaupt sagen lässt, lässt sich klar sagen“.↔ Mithin erfüllt die gedankliche Konstruktion der Turing-Maschine das Verdikt des jungen Wittgenstein, 18 Jahre vorher ausgesprochen.

22

Jeder anfassbare Computer ist dann eine Annäherung der universalen Turing-Maschine.

Deren Konstruktion – wenn wir ihre Idee so nennen dürfen – ist in zweifacher Hinsicht für das zwanzigste Jahrhundert und die Zeit danach von größter Bedeutung. Zum einen hat die Turingsche Kränkung des Menschengeschlechtes zu beliebigen Wucherungen der

23 Fantasie geführt.↔

Davon, es ist bekannt, ist die Welt in Druckwerken aller Art voll gestellt worden. Der radikal rationale Geist scheint für die Menschen noch immer so unerträglich, dass sie sich die präzisen Vergnügen (Bense) lieber nicht, dafür aber mystische Wucherungen antun wollen.

Zum anderen verlässt die Ingenieurskunst mit Turings Maschine die Welt der klassischen Maschinen und betritt die semiotische Dimension. Über letztere reden wir hier.

Die Turingsche Kränkung fügt den Verschiebungen des Menschen aus den Mitten, in denen er sich wähnt, eine weitere hinzu. Ursprünglich befand er sich im Zentrum der Welt schlechthin. Aus ihr wurde er von Kopernikus vertrieben. Die Erde war ein Planet unter vielen geworden.

Auf der Erde jedoch immerhin war der Mensch einmalige Mitte unter den Lebewesen, bis Darwin ihn mit der Behauptung kränkte, es gäbe Zusammenhänge dieser Lebewesen und ihre Evolution. Sie seien nicht so, wie sie waren, geschaffen und fertig. Sie entwickelten sich vielmehr fort, eine Gattung aus der anderen, ein Ende kaum absehbar. Es blieb dem Menschen nun immerhin seine Seele, durch die er sich Gott, dem Zentrum, weiter und nun erst recht, verbunden fühlen durfte. Die Freudsche Kränkung reduzierte aber auch sie, und zwar auf ziemlich ordinäre Triebe der Lust und des Leides.

Das augenblicklich herrschende Maß voll machte dann Turing. Mit seiner Kränkung verloren wir die Einmaligkeit des Denkens an die Maschine.

Hier nimmt die Spekulation der Künstlichen Intelligenz ihren Ausgangspunkt. Wenn Maschinen rechnen können, dann können sie denken und werden, weil nicht von Gefühlen etc. gestört, uns in kurzer Zeit in allen Belangen überlegen sein. Falsch daran ist fast alles. Zwar ist Rechnen ohne Zweifel eine geistige Tätigkeit.

Ein Rechenprozess, ganz bei sich betrachtet, beruht auf einer Folge elementarer Rechenoperationen. Die geistige Tätigkeit des Rechnens wurde entlarvt. Eine Maschine kann heute längst alles nachvollziehen, ohne zu ermüden, zu vergessen oder Fehler zu machen, was wir Rechnen nennen würden.

Aber nicht alle geistige Tätigkeit lässt sich auf solches Rechnen reduzieren. Selbst unter den mathematischen Funktionen gibt es solche, die sich zwar präzise formulieren, aber nicht effektiv berechnen lassen.

Das Erstaunen der Turingschen Kränkung der Menschen wird nun aber im devoten Staunen armer Menschen vor der Macht der Maschine ganz schräg gewendet. Angebracht wäre doch ein heiter freudiges Erstaunen darüber, dass es Menschen gelingen konnte, das Rechnen so genau zu verstehen, es so stark zu reduzieren, es so gnadenlos von all seinen daseinszufälligen Merkmalen zu lösen, dass es anschließend aus der Maschine als neue Art der Komputation herauschimmert. Kein Mensch rechnet so und keiner wird jemals so rechnen wie der Turingsche Dämon. Und doch enthält dieser alle Möglichkeiten berechenbarer Rechnungen.

Was die Menschen hier als Kränkung empfinden und worauf sie, als Intelligenzia des Artifizialen etwa, mit stumpfer Begeisterung vor der Maschine reagieren, ist im Gegenteil Triumph des menschlichen Geistes über die Natur bei gleichzeitiger sehr genauer Formulierung der Grenzen dieses Triumphes. Das Feld, das sich geöffnet hat mit der rechnenden Maschine, ist viel weniger das Feld der Abdankung des Geistes, sondern vielmehr ein Ort der Grenze, ein Ort also, an dem hier und dort, diesseits und jenseits gleichzeitig zu bedenken sind.

Die Grenze bewusst zu erfahren, ist gerade nicht, zu glauben, sie könne ständig verlegt werden und das Jenseits schrumpfe. Vielmehr ist der bewusste Umgang mit der Grenze einer, der das Berechenbare nicht ohne das Nicht-Berechenbare denkt, denken kann und denken will. Für jeden Sieg des Menschen über die Natur, vermerkte Engels in der *Dialektik der Natur*, rächt diese sich doppelt. Für jede Verwandlung von Lebensvorgänge in berechenbare rächen die nicht-berechenbaren sich, können wir mystifizierend weitersagen.

Der Fehler in der Auffassung des Geschehens, so scheint mir, ist der klassische *pars pro toto* Schluss. Er liegt hier allerdings sehr nahe. Denken wir jedoch an obige Analogie Wittgensteins.

- 24 Bei ihm heißt es gegen Ende seiner Jugendschrift: „Es gibt allerdings Unausprechliches. Dies *zeigt* sich, es ist das Mystische.“ ↪

In die semiotische Dimension

- 25 Wichtiger jedoch ist uns hier der Eintritt der Maschine in die semiotische Dimension. Zweifellos haben Computer es mit geistigen Operationen zu tun, das war schon erwähnt worden. Sie sind die Maschinerie für die Maschinisierung von Kopfarbeit. Darin liegt ihre epochale gesellschaftliche Bedeutung. ↪

- Die Spuren, die Kopfarbeit schafft, und die Gegenstände, auf die sie sich bezieht, sind von semiotischer Art. Generell hat Kopfarbeit es mit Deskriptionen zu tun: mit Texten über Personen, Dinge und Vorgänge, nicht mit den Personen, Dingen und Vorgängen selbst; mit Tabellen, Listen, Formeln, Diagramme, Zeichnungen, Fotografien, Tonaufzeichnungen und mit manchen anderen Formen von Deskriptionen noch. Welche Form auch immer wir nehmen, in der Welt der Produktion, der Distribution oder der Unterhaltung macht sich der von Programmen gesteuerte und interaktiv verwendete Computer dadurch bemerkbar, dass die Gegenstände, die er ergreift, einer Verdoppelung unterliegen. Sie sind und bleiben einerseits das, was sie sind und waren, bevor sie dem Computer unterworfen werden, bzw. was sie werden, nachdem diese Unterwerfung geschieht. Andererseits jedoch, einmal im Computer gespeichert und bearbeitet, existieren die Dinge auch noch in einer zweiten Form. Diese Verdoppelung aller Vorgänge und Dinge ist geradezu als das Merkmal der Digitalität anzusehen. Alles, was der digital-algorithmischen Bearbeitung unterliegen soll, muss durch eine semiotische Transformation gepresst werden. Diese zieht dem Ding oder Prozess eine Zeichenhaut über, die dasjenige Substrat ist, mit dem der Computer (die Software) etwas anfangen kann. ↪
- 26

Kein Ding geht so, wie es ist, in den Computer ein. Es bleibt im Gegenteil außen existent, so als sei nicht geschehen. Es ist jedoch „gescannt“ worden: ein Apparat hat das Ding abgetastet und Daten daraus abgezogen (die Zeichenhaut, um in der Metapher zu reden). Die Daten müssen nicht unbedingt durch einen maschinellen Scannvorgang gewonnen werden. Das Scannen kann auch durch die geistige Anstrengung einer Modellierung bewerkstelligt werden.

Insofern aber, als nur das dem Computer verfallen kann, was semiotisch transformiert worden ist, erscheint es gerechtfertigt, mit Mihai Nadin und Winfried Nöth vom Computer als semiotische Maschine zu sprechen. Diese Kennzeichnung nun wollen wir noch genauer betrachten.↔

27

Das Zeichen

Wir haben Zeichen vor uns, wenn wir Dinge und Prozesse dem Computer zuführen wollen. Jene Zeichen aber verlieren gerade die Essenz ihres Zeichen-Seins, wenn sie den Computer betreten. Was macht ein Zeichen aus?

Mit Charles S. Peirce fassen wir das Zeichen als eine Relation auf, die drei Aspekte von Welt in einen Zusammenhang stellt.↔ Ein Erstes steht im Zeichen für ein Zweites, und sie beide zusammen bedeuten ein Drittes. Das Erste nennt Peirce das Repräsentamen. In ihm allein präsentiert sich das Zeichen. Hiermit ist es stofflich und also sinnlich wahrnehmbar.

28

Das Zweite nennt Peirce das Objekt. Es ist jener Gegenstand der Welt, der im Zeichen mit Hilfe des Repräsentamen repräsentiert wird. Für ihn steht das Repräsentamen, er wird bezeichnet. Die zweistellige Bezeichnungsfunktion des Zeichens, die hiermit angesprochen ist – die Subrelation von Repräsentamen und Objekt – ist allen Semiotiken gemeinsam (*aliquid pro aliquod*).

Das Dritte nennt Peirce den Interpretant. Er steht für die Bedeutung, die Interpretation, die ein Beobachter (der Interpret) aus der Tatsache der Zuordnung von Repräsentamen und Objekt zieht. Umgekehrt betrachtet, ist der Interpretant die Absicht, die Idee, die ein Zeichengeber in einem Repräsentamen und einem Objekt auszudrücken versucht.

Es sei betont, dass der Interpretant nicht die Instanz ist, die Person, die die Interpretation leistet. Die Gegenwart dieser Person – nennen wir sie den Zeicheninterpreten – ist absolut notwendig, damit es zum Zeichen kommen kann. Kein Zeichen ohne menschliches Bewusstsein, ohne Interpretieren. Kein Zeichen ohne den Vorgang der Interpretation. Zeichen sind unsere Mittel der Kommunikation, sind die Knotenpunkte unseres fortwährenden, unaufhörlichen Interpretierens.

Vieles gäbe es im Anschluss hieran zu kommentieren. Das muss unterbleiben. Eines jedoch ist anzumerken. Wollen wir den Interpretanten tatsächlich fassen, wollen wir ihn selbst wieder aus unserem gedankenverlorenen Betrachten oder Gestalten herausholen – wollen wir von ihm nicht nur wissen, sondern ihn auch ausdrücken: so bleibt uns nichts als der Griff zum Zeichen. Den Interpretanten fassbar zu machen, heißt, ein Zeichen zu setzen. Nur im (erneuten) Zeichen kann der Interpretant erscheinen. Der Peircesche Zeichenbegriff erweist sich als *rekursiv!*

Dies ist, von unserer Warte der Informatik aus betrachtet, schlicht sensationell. Die Rekursivität des Peirceschen Zeichen besteht darin, dass ich es nur beschreiben und erfassen kann, indem ich ein weiteres Zeichen schaffe, das seinerseits nach einem weiteren Zeichen drängt usf. ad infinitum. Der Begriff des Zeichens birgt eine Prozessualität in sich. Das Zeichen ist Nicht-Ding im doppelten Sinne: es ist Relation, so hatten wir es eingeführt. Es ist aber darüber hinaus Prozess ohne Ende.

Diese Eigenschaft macht den Zeichenbegriff von Peirce für den aktuellen Kultur- und Mediendiskurs so eminent bedeutsam. Diese Eigenschaft der ihm innewohnenden Rekursivität macht den Zeichenbegriff von Peirce zum, wie mir scheint, grundlegenden Begriff einer Theorie der Informatik, also eines Verstehens des Computers und des digitalen Mediums.

Denn im Computer haben wir die Maschine der praktischen Rekursivität vor uns. Um das zu sehen, müssen wir lediglich wissen, dass berechenbare Funktionen auch rekursive Funktionen genannt werden. Die Theorie der Berechenbarkeit ist die Theorie der abstrakten Rekursivität.

Das algorithmische Zeichen

Der Peircesche Zeichenbegriff muss nur gering erweitert werden, um das Geschehen am Computer noch genauer fassen zu können. Wir hatten gesehen, dass es sich um ein durch und durch semiotisches Geschehen handelt. Praktisch gesprochen benutzt man derzeit den Computer *interaktiv*. Das bedeutet nichts anderes, als dass zwei lose mit einander gekoppelte Zeichenprozesse stattfinden. Einer dieser Zeichenprozesse findet bei uns statt, in uns, den Benutzenden des Computers. Der andere ist im Computer. ↔

Der erste, *unser* Zeichenprozess, wird von unseren Interpretationen, Empfindungen, Absichten, Interessen, Haltungen etc. geprägt. Er ist Zeichenprozess im vollen Sinne des Wortes. Als gesättigt dreistellige Relationen fungieren die Zeichen in ihm. Der andere Zeichenprozess hingegen, der im Computer stattfindet, ist im genauen Sinne gar kein Zeichenprozess. Er ist jedenfalls ganz für sich betrachtet, als technischer Prozess, gar nicht in der Lage, ein Prozess von Zeichen als dreistelligen Relationen mit Bedeutung zu werden. Denn es fehlt im Computer drinnen der Interpret, der die Magnetisierungen interpretieren könnte. In welchem Sinne ich ihn dennoch als Semiose auffassen möchte, sei im Folgenden erklärt.

Dinge der Welt unterliegen einer *semiotischen* Transformation – so hatten wir gesagt – bevor sie Dinge der Computerwelt werden können. Sie unterliegen jedoch noch weiter einer *syntaktischen* Transformation und einer *algorithmischen* Transformation, bevor der Computer tatsächlich mit ihnen umgehen kann.

In der syntaktischen Transformation, die auf eine Formalisierung hinausläuft, wird das Zeichen seines Interpretanten beraubt. Es wird auf ein *Signal* reduziert. Das ist eine Zeichenklasse, bei der Repräsentamen und Objekt zusammenfallen. Das, was bezeichnet, ist identisch mit dem, was bezeichnet wird. Nehmen wir ein Signal wahr, so können wir es selbstverständlich interpretieren. Wir tun dies auch, da wir gar nicht anders können, sobald wir wahrnehmen.

Bleibt das Signal jedoch rechnerintern, so scheint es auf den ersten Blick keinen Interpretanten, keine Zuschreibung von Bedeutung zu geben. Nun wissen wir aber, dass die elektromagnetischen Zustandsänderungen im Rechner, die Daten, die aus dem Speicher in der CPU eintreffen, dort durchaus eine Wirkung hervorrufen. Die Bauteile des Computers sind so eingerichtet, dass etwa die Zeichenfolge „a+b“ dazu führt, dass die Zahlenwerte von a und von b aufgesucht und addiert werden. Der Prozessor des Computers nimmt also eine Operation vor, er führt einen Akt durch, den der Addition der Werte zweier Variablen. Genau diese Bedeutung messen wir konventionell einem Repräsentamen wie „a+b“ zu (falls es sich bei a und b um die Namen von Objekten handelt, die Zahlwerke annehmen können, oder für die „+“ definiert ist.) In dem Wert, den der Computer angesichts von „a+b“ produziert, erscheint der *Sinn* dieser Zeichenfolge (der Sinn für den Computer; er ist wunderbarer- und glücklicherweise auch der Sinn für uns.

Ich will nun diesen Akt, den der Computer unter der Regie des laufenden Programms ständig vornimmt, eine Interpretation nennen. Es muss sich, stelle ich mich auf diesen Standpunkt, um eine besondere Art der Interpretation handeln. Sie zeichnet sich dadurch aus, dass sie keine Wahlfreiheit besitzt, nicht den Funken davon. Wenn der Akt der Interpretation beim Menschen gerade darin besteht, eine von vielen möglichen (vermutlich jedoch nicht explizit bekannten) Interpretationen vorzunehmen, so liegt die maschinelle Interpretation darin, die eine und einzig mögliche Bedeutung zu bestimmen. Zu „a + b“ soll der Computer sich nichts anderes einfallen lassen als den Wert der Summe. Wir verlangen das und bestehen darauf und können uns mit Recht darauf berufen, dass der Computer eine Maschine sei und wohin kämen wir denn wohl, wenn Maschinen Interpretationsfreiheit besäßen? Wir würden sie schlicht nicht bauen lassen, nicht einsetzen.

Der Akt der Interpretation, den der programmierte Computer vornimmt, ist also der Grenzfall, in dem es einen einzigen Interpretanten gibt. Dieser ist zu bestimmen. Er ist determiniert. Diese Grenze der Interpretation ist eine *Determination*. Wir erweitern also nun den Begriff des Zeichens zum *algorithmischen Zeichen*. Dieses besitzt zwei Interpretanten. Wir nennen sie *intentionaler Interpretant* und *kausaler Interpretant*. Den kausalen Interpretanten könnten wir vielleicht auch „Determinant“ nennen ↔.

30

Der kausale Interpretant kann maschinell deshalb bestimmt werden, weil das Zeichen ein Signal ist, bei dem nach Definition Repräsentamen und Objekt zusammenfallen. Da sie nicht verschieden sind, gibt es einen Anlass zur Interpretation lediglich aus dem *Auftreten* des Signals heraus, nicht schon aus der Differenz von Repräsentamen und Objekt.

Algorithmische Zeichen sind also Zeichenpaare: ein interpretables Zeichen ist mit einem determinablen Signal gekoppelt. Die Koppelung findet über das gemeinsame Repräsentamen statt. Formalistisch beschreiben wir das algorithmische Zeichen A als $A = (z, s)$ mit $z = (R, O, I_{\text{int}})$, $s = (R, R, I_{\text{caus}})$.

Darin bedeutet A das *algorithmische Zeichen*, das als ein Paar aus dem Zeichen z und dem Signal s erscheint. Weiter steht R für *Repräsentamen*, O für *Objekt* und I für *Interpretant*. Der Index int bedeutet *intentional*, während caus für *kausal* steht. Als Redeweise können wir verabreden, dass im algorithmischen Zeichen zwei Interpretationsakte

parallel stattfinden, die durch ein R ausgelöst werden. (Es versteht sich, dass selbst dies nicht ganz korrekt ist. Denn das stoffliche Substrat R, das wir z. B. auf dem Bildschirm wahrnehmen als Lichterscheinung, ist nicht identisch mit dem stofflichen Substrat R', das im Speicher des Computers für diese Lichterscheinung Anlass gibt.)

Der Platz ist eng geworden

Im algorithmischen Zeichen nun kehren wir zu unserer Frage nach dem Platz zwischen Mensch und Maschine zurück. Die Maschine ist uns längst zum Computer geworden, zur semiotischen Maschine also oder zum instrumentalen Medium. ↪ Die semiotische Maschine aber lässt auf Grund ihrer Eigenart nicht viel an Raum zwischen sich und uns. Der Grund hierfür liegt darin, dass sie unser Mittel der Maschinisierung von Kopfarbeit ist. Wir haben es mit unseren ureigenen Fähigkeiten zu tun, wenn wir die semiotische Maschine dazu verführen wollen, dem semiotischen Tier (das sind wir) beizustehen. ↪

Dieses Bild stammt vom Mathematiker Felix Hausdorff, der es unter seinem literarischen Pseudonym Paul Mongré geprägt hat. Max Bense hat darauf aufmerksam gemacht.

Wie eng der Raum zwischen semiotischer Maschine und semiotischem Tier ist, versuche ich im Begriff des algorithmischen Zeichens auszudrücken. So eng, wie die beiden Interpretanten bei einander liegen, die das algorithmische Zeichen konstituieren, so eng stellt der Raum zwischen Maschine und Mensch heute dar. In leichter Vergrößerung können wir sagen, dass beide Instanzen, Mensch und Maschine, sich desselben Anlasses bemächtigen, um ihn zu interpretieren. Das geschieht zum Nutzen des Menschen, und hier setzt die Unsymmetrie wieder ein. ↪ Die Enge braucht uns nicht zu schrecken. Ist sie erst einmal gewonnen und wird sie nicht nur erlitten, so weitet sich gerade in der semiotischen, der Dimension der Flüchtigkeit alles Tun und Lassen: Gestaltung und Ästhetik, Spiel und Freude.

In der Welt der rekursiven Maschinen kommt es aber auch und fast zwangsläufig dazu, dass die überbordend spekulative Interpretation der Maschine durch manche Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler und andere Zeitgenossen dazu führt, den Menschen selbst in der Maschine zu entdecken. Die Eigenheit dieser Maschine,

nämlich ihre Fähigkeit der Zeichenmanipulation – zwar nur beschränkt, wie sie nun mal ist –, bringt die verstiegenste Spekulation mit sich.

„Was sich überhaupt sagen lässt, lässt sich klar sagen.“ Ich bilde mir ein, dies hier getan zu haben. Der Versuch, das aktuelle Verhältnis des Menschen zu seinen Maschinen zu bestimmen, lässt wenig an Raum. Und das ist ganz anders als bei der klassischen Maschine.

Bleibt schließlich aber etwa nichts mehr übrig als Melancholie, die Heiterkeit der Vergeblichkeit?

*Der Text erschien erstmals in: Hansjürgen Paul, Erich Latniak (Hg.):
Perspektiven der Gestaltung von Arbeit und Technik. Festschrift für Peter
Brödner, München 2004, Rainer Hampp Verlag, 203–223.*

01↔

Norbert Wiener: *Mensch und Menschmaschine. Kybernetik und Gesellschaft* [1950, en]. Frankfurt/Main 1966; sowie Arno Bammé / Günter Feuerstein / Renate Genth / Eggert Holling / Renate Kahle / Peter Kempin: *Maschinen-Menschen Mensch-Maschinen. Grundrisse einer sozialen Beziehung*. Reinbek 1983; und Peter Brödner: *Der überlistete Odysseus: über das zerrüttete Verhältnis von Menschen und Maschinen*, Berlin 1997.

02↔

Günther Spur: „Über intelligente Maschinen und die Zukunft der Fabrik“, in: *Forschung – Mitteilungen der DFG*, 3 (1984), I–VIII; zitiert nach Peter Brödner: *Fabrik 2000. Alternative Entwicklungspfade in die Zukunft der Fabrik*, Berlin 1985.

03↔

Kommentar im Text.

04↔

Kommentar im Text.

05↔

Helmut Kreuzer (Hg.): *Die zwei Kulturen. Literarische und naturwissenschaftliche Intelligenz*. C. P. Snows *These in der Diskussion*, München 1987.

06↔

John Brockman (Hg.): *The third culture. Beyond the scientific revolution*, New York 1996.

07↔

Kommentar im Text.

08↔

Ludwig Wittgenstein: *Tractatus logico-philosophicus*, Frankfurt/Main 1963.

09↔

Reinhard Budde, Heinz Züllighoven: *Software-Werkzeuge in einer Programmierwerkstatt*. *Berichte der GMD 182*, München 1990.

10↔

Frederick W. Taylor: *Die Grundsätze wissenschaftlicher Betriebsführung* [1913, en], Weinheim 1995.

11↔

Brian Randell (Hg.): *The origins of digital computers*, Berlin 1973.

12↔

Kommentar im Text.

13↔

Wer lustig ist, mag die kürzliche Wiederherausgabe, auf Deutsch, vgl. Claude Shannon: *Ein Ausgewählte Schriften zur Kommunikations- und Nachrichtentheorie*, Berlin 2000.

14↔

Peter Brödner, Detlef Krüger, Bernd Senf: *Der programmierte Kopf. Eine Sozialgeschichte der Datenverarbeitung*, Berlin 1981.

15↔

Kommentar im Text.

16↔

Kommentar im Text.

17↔

Kommentar im Text.

18↔

Kommentar im Text.
Vgl. Joseph Weizenbaum:
*Die Macht der Computer
und die Ohnmacht der Ver-
nunft*, Frankfurt/Main 1978.

19↔

Kommentar im Text.

20↔

Kommentar im Text.

21↔

Kommentar im Text.

22↔

Ludwig Wittgenstein: *Trac-
tatus logico-philosophicus*,
Frankfurt/Main 1963, 7.

23↔

Kommentar im Text.

24↔

Wittgenstein 1963, 115.

25↔

Frieder Nake: „Informatik
und die Maschinisierung
von Kopfarbeit“, in:
Wolfgang Coy, Frieder
Nake, Jörg Martin Pflüger,
Arno Rolf, Jürgen Seetzen,
Dirk Siefkes, Reinhard
Stransfeld (Hg.):
Sichtweisen der Informatik,
Braunschweig/Wiesbaden
1992, 181–201.

26↔

Frieder Nake: „Von der
Interaktion. Über den ins-
trumentalen und medialen
Charakter des Computers“,
in ders. (Hg.) *Die erträgliche
Leichtigkeit der Zeichen.
Ästhetik, Semiotik, Infor-
matik*, Baden-Baden 1993,
165–189.

27↔

Winfried Nöth: „Semiotic
machines“ in: *Cybernetics &
Human Knowing* 9 (2002),
5–22.

28↔

Charles Sanders Peirce:
*Phänomen und Logik der
Zeichen*, Frankfurt/Main
1983.

29↔

Diese Verhältnisse habe ich
in Nake 1993 darzulegen
versucht, später in: Frieder
Nake, Susanne Grabowski:
„Human computer interac-
tion viewed as pseudo com-
munication“, in: *Knowledge
Based Systems*, 14 (2001),
441–447.

30↔

Den Begriff des algorith-
mischen Zeichens kann
man in Frieder Nake: „Das
algorithmische Zeichen“,

in: Kurt Bauknecht, Wilfried
Brauer, Thomas Mück (Hg.),
*Informatik 2001: Wirt-
schaft und Wissenschaft
in der Network Economy –
Visionen und Wirklichkeit*,
Tagungsband der GI/OCG
Jahrestagung in Wien 2001,
Konstanz 2001, 736–742,
nachlesen.

31↔

Heidi Schelhowe: *Das
Medium aus der Maschine*,
Frankfurt/Main, New York
1997.

32↔

Kommentar im Text.

33↔

Siehe hierzu im Vergleich
auch Ulrich Mill, (1998):
*Technik und Zeichen: Über
semiotische Aktivität im
technischen Kontext*,
Baden-Baden 1998.



Bild

Zeichen

Interface ↘

Einleitung

Jan Distelmeyer

Die Texte, die dieser Band in den Rubriken „Bild“, „Zeichen“ und „Interface“ versammelt, unterlaufen immer wieder diese Einteilung. Sie zeigen, Argumentationen als kleiner Grenzverkehr, wie eng ihre Themen miteinander verbunden sind. Eben diese Zusammenhänge und damit auch die Beziehungen zwischen (Computer-)Technologie, Kultur und Gesellschaft zu betonen und zu befragen, ist vielleicht eine der wichtigsten Leistungen der Arbeiten von Frieder Nake.

Um ein paar Eckpunkte zu nennen, die in der Rubrik „Interface“ besonders offensichtlich werden: Interfaces wirken bei jeder Produktion und Wahrnehmung einer Bildlichkeit, an der Computer beteiligt sind. Was auf den Oberflächen der *User Interfaces* Zeichen ausbildet, wirkt zugleich signalhaft von und nach innen. Frieder Nake spricht von algorithmischen Zeichen, weil sie auf jenen zwei Ebenen Wirksamkeit entfalten, die als die eines menschlichen und eines computertechnischen Umgangs unterschieden werden können. Damit ist eine grundsätzliche Verbindung zwischen „Bild“, „Zeichen“ und „Interface“ im Spiel, die Frieder Nake immer wieder (sowohl der Informatik als auch der Medienwissenschaft) vor Augen geführt hat: Im Sinne des algorithmischen Zeichens hat Software einen semiotischen Charakter. Sie gibt nicht nur uns als Programmierende oder Nutzende – die „Unterscheidung zwischen beiden ist ein Softwareeffekt“ ↔ –, sondern auch dem Computer Zeichen und Signale. Darum sind Computer für Frieder Nake semiotische Maschinen.

Der, um es mit einer angemessen widersprüchlichen Formulierung zu sagen, prozessuale Kern dieser Verhältnisse ist jene Verdoppelung, die im Konzept des algorithmischen Zeichens beschrieben ist. Diese Verdoppelung, die in den Texten dieser Rubrik wichtig wird, ist in „Vilém Flusser und Max Bense des Pixels angesichtig werdend“ knapp und klar beschrieben: „Computerdinge“ existieren insofern „doppelt“, als dass „sie eine uns sinnlich zugängliche und eine uns sinnlich nicht zugängliche Seite aufweisen“↔. *Surface* und *subface*: Die letztgenannte Seite ist jene, die der Computer intern und programmatisch bewältigt und dann, dank seiner Vernetzung, an andere Computer und von ihnen gesteuerte Apparate eines Internet of Things oder einer Smart City weitergeben kann.

02

Damit arbeitete Frieder Nake schon Mitte der 1980er Jahre jene Idee aus, die eineinhalb Jahrzehnte später bei Lev Manovich als Prinzip des „transcoding“↔ prominent wurde: Die Unterscheidung zwischen kultureller (bei Nake vor allem: gesellschaftlicher) Ebene, mit der das menschliche Diesseits der Wahrnehmung und Anleitung von Computerleistungen gemeint ist, und der entscheidungssicheren Computerebene, die bei Nake u. a. als Speicherinhalt und als Verarbeitungsfunktion bezeichnet wird. Zwischen diesen beiden Ebenen – auch dies taucht bei Manovichs „transcoding“ wieder auf – verlaufen komplexe Wechselwirkungen und Einflussnahmen, deren Verhältnis gleichwohl auf der technisch-semiotischen Ebene recht klar zu unterscheiden sind, wie Nake in „Das algorithmische Zeichen“ angemerkt hat: „Was eben, ‚draußen‘, beim Menschen noch Zeichen (dreistellig) ist, ist sofort nach Durchgang durch die Schnittstelle, ‚drinnen‘ im Computer nur noch Signal (einstellig).“↔

03

04

Die Frage, wie diese komplexen Wechselwirkungen und Einflussnahmen auf der Grundlage der Verdoppelungen zu denken, zu beschreiben und – Frieder Nake spricht immer auch als Informatiker – zu machen sind, prägt die Texte. Und es liegt auch an dem ausgeprägten Interesse an gesellschaftlichen Verhältnissen und dem Einfluss marxistischer Theorie und Diskursgeschichte, dass hier gerade das Verhältnis von Mensch und Computer und damit also auch *User Interfaces* einen Schwerpunkt bilden.

Dabei ist jedoch nicht jene Unterschätzung (irre-)führend, die Florian Cramer und Matthew Fuller 2008 zu Recht als ein langjähriges Versäumnis der Medienwissenschaft kritisiert haben:

05 Interface-Prozesse, die zwischen „Software und User“ laufen („symbolic handles, which, [...] make software accessible to users“ ↔), mit dem komplexeren Interface-Begriff und seinen anderen Facetten zu verwechseln. Vielmehr werden die Interface-Überlegungen Frieder Nakes vom Wissen um die weiteren und miteinander verbundenen Interface-Ebenen und -Prozesse motiviert, die außerdem zwischen Hardware und Hardware, Hardware und Software, Software und Software sowie zwischen Hardware und Nutzenden/Programmierenden vermitteln. Sie kommen zur Sprache, wenn z. B. interaktive Computersysteme über Tastaturen, Zahlen und Buchstaben *bedient* werden (vgl. „Schnittstelle Mensch-Maschine“), die Objekt-Orientierung der Programmierung verhandelt wird (vgl. „Subjekt & Objekt“), die Rede vom Computer als Werkzeug mit der Hardware-Gestaltung des Apple-Macintosh 1984 verbunden (vgl. „Pinsel, Bleistift, Schere, Lasso und der ganze Werkzeugkasten“) und Software als „in technische Funktionsmechanismen gegossene Arbeitsorganisation“ (vgl. „Schnittstelle Mensch-Maschine“) diskutiert wird.

Für aktuelle Diskussionen haben diese zwischen 1984 und 2009 veröffentlichten Texte somit vielleicht vor allem zweierlei zu bieten: Einerseits grundsätzliche Überlegungen zum Verhältnis zwischen Mensch und Computer(isierung) und andererseits konkrete Fragen, denen angesichts der fortschreitenden Ausbreitung, Einbettung, Diversifizierung und Autonomisierung von Computertechnologie neue Relevanz zukommt. Meilensteine in der Entwicklung der Computerkultur wie die *Graphical User Interfaces* beim *Xerox Star* 1981 und *Apple Lisa* 1983 werden hier ebenso verhandelt wie Fragen der Begriffsarbeit, die aktuell bei der Entwicklung von „Künstlicher Intelligenz“ und maschinellem „Lernen“ neue Brisanz entfalten.

06 So entwickelt „Schnittstelle Mensch-Maschine“ bereits 1984 den Grundgedanken, dass sich Informatik und Computer in besonderer Weise mit der Maschinisierung von Kopfarbeit befassen. Hier wird, so folgert Nake mit Marx, lebendige Arbeit in „tote geistige Arbeit überführt“ – als eine Maschinisierung, die das Gerinnen von ehemals lebendiger Arbeit zu toter Arbeit als ein „Einsaugen von Arbeit“ versteht. ↔ Damit drängen sich mindestens zwei Verbindungen zur Geschichte und Gegenwart auf:

Die eine führt zur Etablierung von Software als Automatisierung und Maschinisierung jener Programmierarbeit, die durch Frauen wie Betty Jean Jennings oder Grace Hopper zu Beginn der

Computergeschichte in den 1940er Jahren geleistet wurde. Was Nike unter ‚Einsaugen‘ und ‚Gerinnen‘ versteht, spricht Wendy Chun in ihrer wegweisenden Verzahnung von Fragen zu Software, Gender und Ideologie als ‚Begraben‘ und ‚Einkapseln‘ an.↪ Die andere Verbindung führt zu der Arbeit des Crowd- und Clickworking für die Trainings- und Optimierungsphasen des *Machine Learning*. Hier ‚gerinnt‘ Arbeit im Sinne der Maschinisierung, indem Menschen massenweise z. B. Bilder beschriften oder Texte vorlesen, damit die trainierte Software entscheidende Muster bei der menschlichen Sprach- und Bilderkennung herausarbeiten und später (teilselbstständig) anwenden kann.

07

Neben diesen Bezügen öffnet „Schnittstelle Mensch-Maschine“ auch ein Feld, das in der Medienwissenschaft insbesondere seit Mitte der 2010er Jahre neu erschlossen und bearbeitet wird: Interface-Kritik als Auseinandersetzung mit Erscheinungsformen und Bedingungen der Computerisierung sowie insbesondere mit *User Interfaces*.↪ Indem der Aufsatz auf die „Automatisierung der Büroarbeit“ hinweist und mit den ersten, von Xerox PARC inspirierten *Graphical User Interfaces* beim „System namens *Lisa*“ zu der Frage inspiriert, wie sich die „Herrschaft über die eingekaufte Arbeitskraft“ eigentlich zur „Gestaltung dieser ‚Schnittstelle‘“ verhält, leistet „Schnittstelle Mensch-Maschine“ Pionierarbeit.↪ Dies dürfte der erste deutschsprachige Text sein, der das Erscheinen graphischer *User Interfaces* mit Fragen von Ästhetik, Gesellschaft, Kultur und auch Macht verbindet.

08

09

Darauf wird – mit anderer Begründungsgeduld – „Pinsel, Bleistift, Schere, Lasso und der ganze Werkzeugkasten“ 2009 zurückkommen. Die Medialität eines Programms zu untersuchen, bedeutet hier, seine Interface-Inszenierung zu analysieren, was zu einer dichten Beschreibung von *Adobe Photoshop* führt. In dieser Auseinandersetzung, dessen Grundannahmen zu den Begriffen „Medium“ und „Instrument“ reichlich Anlass für weiterführende und grundsätzliche Diskussionen geben, werden mehrere Punkte spannend. Dazu gehören die Beziehung zu Pelle Ehn und der Geschichte des „Participatory Design“, der Bezug zum Konzept der Wissensgesellschaft sowie die ideologischen Aspekte von Software und Interface-Inszenierungen. Nebenbei wird hier eines der basalen Elemente im Mythos „des Digitalen“ – die Vorstellung einer verlässlichen Immaterialität – so identifiziert, dass Software als „Zustand

von Materie“ gilt, „bei dem die besonderen Eigenschaften ihrer *Materialität* nachgeordnet sind“, wohingegen „die besonderen Eigenschaften ihrer *Funktionalität*“ besonders betont und „übergeordnet“ werden.↪

10

Weitere Gründe und Ansatzpunkte, sich kritisch mit sowohl historischen als auch aktuellen Formen von Interfaces, ihren Inszenierungen wie auch ihren (vergleichsweise unsichtbaren) Prozessen und Bedingungen zu befassen, bietet „Die Verdoppelung des Werkzeugs“ von 1986 an. Hier weist Nake einmal mehr auf die gesellschaftliche Ebene der technischen oder algorithmischen Machbarkeit hin; z.B. in der Frage, inwiefern Programme und darin eingebundene Ausrichtungen auf Zwecke die Fähigkeit besitzen, sich in der Gestaltung von Mensch-Maschine-Schnittstellen gleichsam selbst zu erklären. Überhaupt kommt dem Zweck hier große Aufmerksamkeit zu. Und das Insistieren auf der Bedeutung von Zwecken könnte darum auch anregen, die Verabschiedung dieser Frage in jüngeren techno-ökologischen Ansätzen der Medientheorie zu überdenken.

11

Im Gegensatz zur „Sinnverschiebung des Ökologischen“↪, bei der die Technosphäre durch „twenty-first-century or ‚atmospheric‘ media“↪ als „Explosion umweltlicher Handlungsmacht“ nunmehr „das absolute Jenseits allen Zwecks“ offenbare↪, verweist Nake auf die Vielfalt der Zweck-Ebenen: „Vielmehr wird ‚der‘ Computer geplant, entwickelt, konstruiert und angewandt. Damit ist ‚er‘ – das heißt immer: die ganze Maschinerie, die sich hinter diesem Klassennamen verbirgt – in Zwecke eingebunden, also gestaltbar.

12

Gestaltbar nämlich im Rahmen *gebener* Zwecke, aber auch für

13

andere Zwecke.“↪ Dazu gehört heute seine Vernetzung, seine Ausstattung durch die Welt ermessende Sensoren, seine automatisierte Selbstoptimierung als *Machine Learning* und – noch immer grundsätzlich – die von Wolfgang Coy 1994 betonte „programmierbare Zweckbestimmung“ aller elektronischen Digitalcomputer, nach der es ihre „einschneidende“ Eigenschaft und ihr „umfassender Zweck“ ist, zu rechnen, „weil diese semiotische Maschine im Prinzip alles berechnen kann, was im mathematischen Sinne berechenbar ist“.

14

Die Frage nach Zweck und Nutzen – noch ein Marx-*Déjà-vu* – führt zu zwei weiteren, zusammenhängenden Scharnieren der folgenden Texte. Das eine besteht in der Bedeutung der skandinavischen

15

„Participatory Design“-Bewegung der 1970er und 80er Jahre, das in vielen Texten anklingt und 2003 in „Subjekt & Objekt“ explizit verhandelt wird. Das andere Scharnier ist die Denkfigur, dass alle vermeintlich rein technischen Formen der Beziehungen zwischen Menschen und Computern (verstanden als Vielheit der vernetzten, eingebetteten und zunehmend zur Selbstbestimmung bestimmten Maschinen) zugleich und zutiefst soziale Beziehungen sind. Der Grund dafür liegt im Wirken menschlicher Interessen beim Entwerfen, Konstruieren, Programmieren, Ausbilden, Betreiben und Pflegen von Infrastrukturen, die Computer(-Netzwerke) ermöglichen und auch im Sinne jener Prozesse anlegen, die dann als *Machine Learning* und „Künstliche Intelligenz“ entsprechenden Systemen Handlungsmacht einräumen. In diesem Sinne kann Frieder Nakes Betonung, der Ausdruck und das Konzept von „Mensch-Maschine-Kommunikation“ erweise sich „als hilflose Formel für einen zutiefst gesellschaftlichen Prozess“, für heutige Debatten anregend und hilfreich werden.↔

16

Dies gilt nicht zuletzt für eine kritische Aufmerksamkeit gegenüber den Begriffen, mit denen die Prozesse des Computers und der Computerisierung beschrieben und realisiert werden. Frieder Nake begründete seine Kritik am Sprachgebrauch bereits 1984 mit den „einschneidenden Umwälzungen von Arbeit und Leben“↔ durch die Fortschritte der Informatik und eine dadurch herausgeforderte, angemessene Begriffsbildung. Darum weist er in „Subjekt & Objekt“ die Formulierung/Denkweise zurück, der Computer interpretiere: „Seine Interpretation aber ist treffender als eine *Determination* zu sehen. Der Computer bestimmt, was er aus dem einlaufenden Signal machen soll. Das Signal führt parallel zur offenen Interpretation durch uns und zur geschlossenen Determination durch den Prozessor.“↔

17

18

Was, das wären Folgefragen, geschieht mit den Begriffen Intelligenz und Lernen, wenn sie aus der Logik des *Machine Learning*, aus dieser Form der „Künstlichen Intelligenz“ abgeleitet werden? Welche Aspekte von Lernen gehen dem Begriff verloren, wenn er auf das programmatische und widerspruchsfreie Trainieren und Wirken von Computern reduziert wird, bei dem „Muster und Relationen in den beobachteten Daten ausgenutzt und als Regeln extrahiert werden“↔? Was verschwindet aus dem Intelligenzbegriff,

19

wenn „Künstliche Intelligenz“ für die muster-gültige Hochrechnung von Vergangenheit als Regel für die Zukunft zuständig ist?

Darum passt es ganz gut, wenn Frieder Nake den letzten Text dieser Rubrik mit der Frage beginnt, warum es bei Perspektiven der Informatik nicht auch etwas essayistisch zugehen könnte. Max Bense, einer der wichtigsten Bezugspunkte für Frieder Nake, hatte 1952 dazu notiert: „Essayistisch schreibt, wer experimentierend verfaßt, wer seinen Gegenstand nicht nur hin und her wendet, sondern diesen Gegenstand während des Schreibens, während der Bildung und während der Mitteilung seiner Gedanken findet oder erfindet, befragt, betastet, prüft, durchreflektiert und zeigt, was unter den ästhetischen und ethischen manuellen und intellektuellen Bedingungen des Autors überhaupt sichtbar werden kann.“ ↪ Damit, mit dem experimentierenden Befragen und Betasten, könnte das Nachdenken über und mit Computerisierung heute mehr denn je anfangen.

01↔

Wendy Hui Kyong Chun: „Über Software, oder: Die Beharrlichkeit visuellen Wissens“, in: Kathrin Peters, Andrea Seier (Hg.): *Gender und Medien Reader*, Zürich/Berlin 2017, 279–302, hier 296.

02↔

In diesem Band S. 24.

03↔

Lev Manovich: *The Language of New Media*, Cambridge 2001, 45–48.

04↔

Frieder Nake: „Das algorithmische Zeichen“, in: Kurt Bauknecht, Wilfried Brauer, Thomas Mück (Hg.): *Informatik 2001. GI/OCG Jahrestagung 2001. Bd. II*, Konstanz 2001, 736–742, hier 740.

05↔

Florian Cramer, Matthew Fuller: „Interface“, in: Matthew Fuller (Hg.): *Software Studies: A Lexicon*, Cambridge 2008, 149–152, hier 149.

06↔

In diesem Band S. 275.

07↔

Chun 2017, 286–287.

08↔

Vgl. dazu Florian Hadler, Alice Soiné, Daniel Irrgang (Hg.): *Interface Critique Journal 1*, Heidelberg 2018; Jan Distelmeyer: *Machtzeichen. Anordnungen des Computers*, Berlin 2017; Christoph Ernst, Jens Schröter (Hg.): *Medien, Interfaces und implizites Wissen* (Navigationen – Zeitschrift für Medien und Kulturwissenschaften 17, 2), 2017; Teresa Martínez Figuerola, Jorge Luis Marzo (Hg.): *Interface Politics. 1st International Conference 2016*, Barcelona 2016; Christian Ulrik Andersen, Søren Pold (Hg.): *Interface Criticism. Aesthetics Beyond Buttons*, Aarhus 2011.

09↔

In diesem Band S. 278.

10↔

In diesem Band S. 330 (Herv. i. O.).

11↔

Erich Hörlt: „Die Ökologisierung des Denkens“, in: *Zeitschrift für Medienwissenschaft 14* (2016), 33–45, hier 44.

12↔

Mark B. N. Hansen: *Feed Forward. On the Future of Twenty-First-Century-Media*, Chicago 2015, 21.

13↔

Hörll 2016, 44.

14↔

in diesem Band S. 290. (Herv. i. O.).

15↔

Wolfgang Coy: „Aus der Vorgeschichte des Mediums Computer“, in: Norbert Bolz, Friedrich Kittler, Christoph Tholen (Hg.): *Computer als Medium*, München 1994, 19–37, hier 19.

16↔

In diesem Band S. 341.

17↔

In diesem Band S. 283.

18↔

In diesem Band S. 312.
(Herv. i. O.).

19↔

Christoph Engemann:
„Rekursionen über
Körper Machine Learning-
Trainingsdatensätze als
Arbeit am Index“, in:
Christoph Engemann,
Andreas Sudmann (Hg.):
*Machine Learning. Medien,
Infrastrukturen und Tech-
nologien der Künstlichen
Intelligenz*, Bielefeld 2018,
247–268, hier 251.

20↔

Max Bense: „Über den
Essay und seine Prosa“,
in: ders.: *Plakatwelt. Vier
Essays*, Stuttgart 1952,
23–37, hier 28.

Schnittstelle Mensch – Maschine

- 01 Einer der Päpste der Künstlichen Intelligenz, Edward Feigenbaum, meint, die Maschinen der Fünften Generation ↪ seien nicht nur möglich, sondern unausweichlich. Computer werden nach seiner Meinung die Bedeutung des geschriebenen Wortes übernehmen. Er sieht eine Zukunft, wo Wissen höchster Qualität, nicht bloße Information, für jedermann an jedem Ort zu jeder Zeit zugänglich sein wird. In Anspielung auf Adam Smith, so kann man unterstellen, sagt seine Mitarbeiterin Pamela McCorduck: „It is a future, where
- 02 knowledge is the new wealth of nations“ .↪

Es kann dahingestellt bleiben, wie Feigenbaum sich das Verhältnis von Wissen und Wohlstand und vermittelnder Arbeit vorstellt, worin er den Unterschied zur klassischen Mehrwertproduktion sehen mag. Eines scheint sicher: es geht entscheidend um die Maschinisierung der Kopfarbeit. Das japanische Projekt kann nur verstanden werden als epochaler Angriff auf jetzt noch lebendige geistige Arbeit. Vielleicht bricht über diesem Angriff und der Vision der allgegenwärtigen Logik-Computer der klassische Begriff von Arbeit und Arbeits-Gesellschaft zusammen, vielleicht nicht. Jedenfalls ahnt man, dass die Kritik der politischen Ökonomie für die Informationsverarbeitung immer dringlicher wird. Ist die Verarbeitung der Information schon so weit entfaltet, dass diese Kritik geleistet werden kann? Oder müssen wir uns noch mit Bruchstücken zufrieden geben?

Höhere Sprachen und niedere

Die Informatik scheint zur Agrikultur der Kopfarbeit zu werden. So wie Produktivitätssteigerungen hier den Wert der Arbeitskraft überall sonst senken, so wird der Wert der Kopf-Arbeitskraft sinken bei Produktivitätssteigerungen der Programmierarbeit. Jedenfalls in dem Maße, wie der Einsatz von Computern unverzichtbares Element der Kopfarbeit wird.

Die Anwendung von Computern und Programmen bedeutet stets eine Übertragung geistiger Arbeit auf eine Maschine. Lebendige wird in tote geistige Arbeit überführt, Kopfarbeit wird maschinisiert. Während einer Zeitspanne von nur 40 Jahren ist dieser Prozess gewaltig fortgeschritten. Anfangs musste ein Programmierer eine Formel, deren Wert zu berechnen war, in eine Folge einzelner Operationen (Addition, Multiplikation etc.) auflösen. Damit nicht genug: die Operationen selbst musste er verschlüsseln (also statt „+“ vielleicht „I5“). Den Größen, auf die die Operationen anzuwenden waren, musste er bestimmte Plätze im Speicher des Computers zuteilen. Die Nummern („Adressen“) dieser Speicherplätze musste er stellvertretend für die gespeicherten Größen einsetzen. Aus dem leicht verständlichen Ausdruck „a+b“ wurde so vielleicht die Befehlsfolge

```
0100 10 („hole die Zahl in Speicherplatz 100“)
0102 15 („addiere die Zahl in 102“).
```

Kam es ganz schlimm, so musste der Programmierer ausrechnen, wo auf einem Magnettrommelspeicher er die Befehle unterbringen wollte, um die Ausführungszeiten der Befehle und die Umdrehungszeiten der Trommel zu synchronisieren.

Man stelle sich die Erleichterung des Programmierers vor, als er unmittelbar „a+b“ schreiben konnte, den Ausdruck, um den es ging. Auch der Kapitalist, der die Arbeitskraft unseres geplagten Programmierers anwandte, wird Erleichterung verspürt haben, allerdings anderer Natur.

Möglich wurde dies durch „höhere Programmiersprachen“. Sie sind Mittel zur Maschinisierung solcher geistiger Tätigkeiten wie der erwähnten: Aufbrechen von Formeln, Zuteilen von Speicherplatz, Optimieren von Befehlsfolgen. Compiler übersetzen Programme

höherer Programmiersprachen in Programme niederer Programmiersprachen und sind selbst Programme. Nichts anderes also als die geronnene Form all jener Kopfarbeit, die in den angedeuteten Übersetzungsvorgang eingeht. Das Beispiel einer mathematischen Formel reicht nicht hin, will man den Produktivitätsfortschritt veranschaulichen, um den es derzeit geht. Bleiben wir aber bei einem simplen mathematischen Fall. Soll eine quadratische Gleichung $a \cdot x^2 + b \cdot x + c = 0$ nach x aufgelöst werden, so muss auf der Stufe traditioneller Compilersprachen eine Reihe von „Zuweisungen“ aufgeschrieben werden, die in einen passenden Ablauf zu ordnen sind. Das könnte in einer Sprache wie PASCAL so aussehen:

```
d := sqrt(b) - 4*a*c;
if d ≥ 0 then begin x1 := (- b + sqrt(d))/(2*a);
                  x2 := (- b - sqrt(d))/(2*a)
                end
else write („Keine reelle Lösung möglich“)
```

Es kommt darauf an, zu sehen, dass noch einiges an vielleicht merkwürdigem Detail notwendig ist, um den einfachen Vorgang in einer höheren Programmiersprache zu beschreiben. Beschrieben wird mehr das „Wie“ des Vorgangs als das „Was“, mehr die sprachgerechte Form als der problemgerechte Inhalt.

Um dies zu ändern soll es nun ausreichen, nur Beziehungen anzugeben, die zwischen den beteiligten Größen bestehen, und die Berechnung einer der Größen zu verlangen.↵

Dem eingeweihten Leser wird nicht entgangen sein, dass dies in „funktionalen“ Sprachen heute schon möglich ist. Der darauf aufbauende weitere Schritt ist mit der logischen Programmiersprache PROLOG eingeleitet. Sie wurde 1975 von dem Franzosen Colmerauer vorgelegt. Die Fünfte Generation beginnt mit der Konstruktion von PROLOG-Maschinen, deren Prototyp 1984 fertig werden soll.

Etwa:

$$a \cdot x^2 + bx + c = 0$$

Compute x

Der Maschinisierung der Kopfarbeit im allgemeinen eilt immer wieder die Maschinisierung der Programmierarbeit voraus. Sowohl die Methodik des Programmierens, letztlich die Organisation solcher Arbeit, als auch ihre Mittel (z.B. Sprachen) wurden in den letzten Jahren tiefgreifend verändert. Endpunkte sind jeweils formalisierte, verallgemeinerte, auf Maschinen übertragene Tätigkeiten.

Anders betrachtet: Das Problem, auf das ein Computer angesetzt werden soll, erfordere für eine adäquate Formulierung eine sprachliche Ebene E1. Mit dem Computer ist eine maschinensprachliche Ebene E0 gegeben (sie liegt tief, da sie viel Detail verlangt). Die Maschinisierung der Kopfarbeit besteht nun zum Teil darin, dass eine Zwischenebene E (höhere Programmiersprache) gezogen wird. Die Übersetzung von E auf E0 wird mit dem Compiler maschinisiert; die von E1 nach E muss „von Kopf“ geschehen. Fortschritt äußert sich im Anheben von E. Obiges Beispiel zeigt es.

Automatisierte Büroarbeit und Star

Wenden wir uns einer aktuellen Anwendung der Informatik zu, der Automatisierung der Büroarbeit. Nicht die Folgen der Umwälzung der technischen Basis der Büroarbeit stehen dabei im Mittelpunkt unserer Betrachtung. Vielmehr wollen wir einen Blick auf Vorstellungen werfen, die bei Entwicklern solcher Systeme aktuell sind.

Der Büroangestellte hat es, allgemein gesprochen, mit dem Aufbereiten und Gestalten von Texten und Formularen sowie dem Ordnen, Ablegen, Vervielfältigen, Fortschreiben, Auswerten und Übermitteln der erhaltenen Informationen zu tun. Solche Arbeiten können einzeln und isoliert automatisiert werden, führen dann aber auch zu isolierten Systemen, die vielleicht nicht miteinander verträglich sind. Ihre wahre Aufgabe sehen Büro-Automatisierer darin, solche isolierten Systeme zu umfassenden zu integrieren. Dadurch hoffen sie die Komplexität der „Schnittstelle“ des Systems zum Benutzer zu verringern.↔

04

Drei Problemkreise treten auf: verteilte Computersysteme für Büroarbeit, d.h. vernetzte Computer, die erst als Netz ihre volle Effizienz entfalten können; einfache und dennoch vollständige „Mensch-Maschine-Schnittstellen“; „wissensbasierte“ Systeme.

Das System *Star* des Xerox Palo Alto Research Center gilt derzeit als das fortgeschrittenste Produkt der Büro-Automatisierung auf

05 dem Markt. ↪ Sein Preis (etliches über 100 000,- DM) scheint seiner Verbreitung Grenzen zu setzen. Die Firma Apple bietet ein System namens *Lisa* mit ganz ähnlichen Eigenschaften und bedeutend niedrigerem Preis (ca. 30 000,- DM) an, das Mitglieder des Xerox-Entwicklungsteams bei Apple in kurzer Zeit heraus brachten.

Man benutzt *Star*, indem man auf kleine ikonische Darstellungen auf dem Bildschirm deutet und gelegentlich Text tippt. Der Benutzer soll keine Kommando-Folgen memorieren müssen; er soll jederzeit durch das, was das System über sich selbst zeigt, informiert sein über seine Möglichkeiten. Will er etwas drucken lassen, so zeigt er auf das Bild eines Druckers, will er rechnen, so deutet er auf das Bild eines Taschenrechners. Tippt er auf das Bild eines Dokumentes und anschließend auf das eines Papierkorbes, so verschwindet das Dokument.

06 Etwa 30 Mann-Jahre hat sich Xerox die Entwicklung dieser „Benutzer-Schnittstelle“ kosten lassen. ↪ Ziel: „Einfache Dinge sollen einfach sein; komplexe sollen möglich sein.“ Oder: mit einem System wie *Star* zu arbeiten, kann eine Freude sein; gleichzeitig senkt es die notwendige Qualifikation und macht Arbeitsplätze überflüssig. Bei einer Hamburger Bank allerdings sollen höhere Chargen damit hantieren, heißt es.

Wo steckt das Wissen?

Eingeleitet ist die reelle Subsumtion der Kopfarbeit unter das Kapital. Bei der Automatisierung der Büroarbeit stößt es dabei an Grenzen seiner Herrschaft über die eingekaufte Arbeitskraft. Wie zu Taylors Zeiten, jedoch auf höherer Stufe, müssen Manager und Ingenieure der Automatisierung feststellen, dass sie nichts wissen. Zu ihrem Leidwesen entdecken sie, dass Büroarbeit nur intuitiv und informell beschrieben werden kann; die für Automatisierung vorauszusetzende Formalisierung existiert nicht.

07 Schlimmer noch: amerikanische Untersuchungen deuten darauf hin, dass das Wissen über die Büroarbeit auch nicht in einzelnen Köpfen zu finden ist, sondern sich auf mehrere Leute verteilt. ↪ Nicht nur die Büroarbeit selbst ist mehr oder weniger gesellschaftlich, sondern auch das Wissen über sie. Die von Taylor untersuchten Arbeiten waren immerhin noch dem einzelnen Arbeiter bekannt,

bevor Taylor ihm dies Wissen entlockte. Im Büro aber scheint sich das Kapital mit der ganzen Mannschaft anlegen zu müssen.

Beispielsweise führen erfahrene Büroangestellte Neulinge gelegentlich sehr indirekt in die Besonderheiten ihrer Arbeit ein. Wenn sie Nachlässigkeiten beobachten, verbessern sie diese im lockeren Gespräch, in Form von Witzen oder von Nebenbemerkungen. Auch bei Angestellten gleicher Hierarchie Stufe wird informelle Kommunikation über Probleme beobachtet. In manchem Büro existiert eine lose, aber ständige Konversation zwischen einzelnen Schreibtischen, die sich nicht auf private Geschichten beschränkt, sondern gerade auch auf die zu bearbeitenden „Fälle“ bezieht. Eine Form von Problemlösung wird kultiviert, die auf unmittelbar gesellschaftliche Arbeit wesentlich angewiesen ist.

Automatisierung solcher Arbeit sucht bestehende komplexe soziale Zusammenhänge in formalen Spezifikationen und Typisierungen zu fassen und zerreißt sie dabei. Die Maschinisierer stellen erschreckt fest, dass es schwieriger wird, die Effizienz des Büros aufrecht zu erhalten, die doch gesteigert werden sollte. Es wird behauptet, außer im Bereich der Textbearbeitung habe deswegen noch kein System die informellen Strukturen aufgehoben.

Mensch-Maschine-Schnittstelle

Von der „Schnittstelle“ zwischen Mensch und Maschine (Computer) zu reden, setzt eine systemtheoretische Betrachtungsweise voraus. Systeme sind Zusammenfassungen von Elementen (Komponenten), zwischen denen Beziehungen bestehen. Die Komponenten können wieder Systeme sein. Wirkliche Systeme werden durch Abstraktion zu systemtheoretischen Systemen. Bei einem gegebenen, z.B. natürlichen System heißt das, dass die Komponenten erst als solche identifiziert werden müssen. Sie werden herausgeschnitten. Es entstehen Flächen des Schnittes, Schnittstellen« zu benachbarten Komponenten. Die Schnittstelle beschreibt jene Beziehung, die zwischen den getrennten Komponenten trotz der Trennung weiterhin betrachtet werden soll. Technische Systeme werden konstruiert. Sie können damit aus vorgefertigten Komponenten zusammengesetzt werden. Das erfolgreiche Zusammensetzen verlangt, dass die Stellen genau definiert, eventuell genormt sind, entlang derer zusammengesetzt werden darf.

Systeme, in denen Menschen und Maschinen vorkommen, sind Zwitter. Notwendigerweise ist der Mensch darin reduziert auf ein paar Funktionen, ein Funktionenbündel. Die Automatisierer, kann man sich denken, kümmert das wenig. In der Tat ist die Systembetrachtung ein wesentlicher Schlüssel ihres Vorgehens. Das umstandslose Reden von der Mensch-Maschine-Schnittstelle belegt das. Zum Glück gibt es auch andere. Wer käme schon auf den Gedanken, die Bedienungsanleitung seines Autos als die Beschreibung einer Mensch-Auto-Schnittstelle zu lesen?

Machen wir es uns jedoch nicht zu einfach. So komplex ein Auto in den Einzelheiten sein mag, seine Funktion ist simpel im Vergleich mit einem etwa gleich teuren Computer. Das Auto ist eine Maschine zur Umwandlung von fossiler Energie in Bewegung, durch die die Last und die Maschine selbst ihren Ort verändern. Der Bediener muss dabei mitkommen, da er den ganzen Vorgang überwacht und steuert und jederzeit abbrechen und verändern kann. Sehen wir von Bedienungsfehlern und äußeren Einflüssen ab, so ist diese Maschine unter totaler Kontrolle ihres Bedieners.

Der Computer jedoch kann durch entsprechende Programmierung dazu hergerichtet werden, jede praktisch berechenbare Funktion (das heißt für uns: formalisierbare geistige Tätigkeit) zu verrichten. Im Bereich formalisierbarer geistiger Tätigkeiten ist er universell. Nach einem gegebenen Programm wandelt er Daten beliebig um. Nur der Bediener, der auch Programmierer ist und das System kennt, kann an totale Kontrolle denken. Für jeden anderen hält die Maschine Überraschungen bereit.

Der Gegenstand geistiger Tätigkeit wie der ihr entsprechenden Programme ist Information (nicht Energie oder Stoff). Ist das Programm interaktiv – d.h. hat es offene Stellen, bei denen das Programm sich selbst unterbricht, vom Benutzer Informationen verlangt und erst dann fortfährt, wenn diese vorliegen-, so wird es interessant an der „Schnittstelle“. Ihre Offenheit gibt dem Bediener die Möglichkeit der Kontrolle. Nur scheinbar?

Die Gestaltung dieser „Schnittstelle“ ist zentrales Thema der weiteren und weiten Verbreitung der Computer. Die Maschinisierung wird ins Stocken geraten, wenn die „Schnittstelle“ nicht robust, klar, einfach verständlich und doch reichhaltig ausgeformt wird. Die Funktion der „Schnittstelle“ ist kommunikativ: was Mensch und Computer über sie austauschen, ist Information. Doch der Austausch

erweist sich bei näherem Hinsehen als höchst unsymmetrisch: was auf der Seite des Menschen Informationen, sind auf der Seite des Computers nur noch Daten.

Zu erinnern ist an den Begriff des „Zeichens“ als einer dreistelligen Relation von Mittel, Bezeichnetem und Interpreten. Das Zeichen setzt ein bezeichnendes Mittel in Bezug zu einem bezeichneten Gegenstand oder Sachverhalt für einen interessierten Interpreten. Syntaktik, Semantik und Pragmatik untersuchen die einzelnen Aspekte des Zeichens.

„Daten“ sind in diesem Sinne Zeichen als Mittel, in computeradäquater Form, codiert und gespeichert. „Informationen“ werden aus Daten erst durch Interpretation gewonnen, durch Zuordnung objektiver wie subjektiver Bedeutung. Information kommt nur an Daten gebunden vor, aber Daten bar jeder Information sind uninteressant.

Wenn der Mensch als Bediener eines interaktiven Computersystems über eine Tastatur Zahlen und Buchstaben eingibt, so haben die dabei anfallenden Daten für ihn in erster Linie Bedeutung, sind insofern Informationen. Im Augenblick, wo sie die „Mensch-Maschine-Schnittstelle“ durchdringen, verlieren sie für ihren neuen Interpreten, den Computer, diese Informationen. Sie werden reduziert auf ihren Daten-Kern. Der Computer unter Regie des Programms nutzt die Daten für Eintragungen bzw. Entscheidungen. Letztere „bedeuten“ nichts anderes als Verzweigungen im Programm. Erstere „bedeuten“ nichts anderes als Zuordnungen von Werten zu Parametern. In diesem – aber keinem anderen – Sinn gewinnen die Daten auch im Computer Bedeutung. Sie ist eine andere, jedenfalls engere als die, die für den Bediener gilt. Dass die Daten innerhalb des Computers diese Bedeutung erlangen, ist vom Programmierer vorab so und nicht anders festgelegt worden. Die „Schnittstelle“ erweist sich als ein Ort des Spurwechsels von breiter auf schmale Spur. Dies ist ihre zwar kommunikative, aber eben einengende Funktion.

Kommunikation zwischen Mensch und Maschine?

Jedes Programm ist eine statische (nämlich textliche) Beschreibung einer Klasse dynamischer Prozesse (deren Besonderheit in der Verarbeitung von Informationen auf dem reduzierten Niveau von Daten liegt). Der einzelne Prozess wird aus seiner Klasse durch

Festlegung von Parameterwerten ausgewählt. Er läuft ab, indem ein Computer das Programm samt der Werte der Parameter interpretiert. Was der Programmierer in die Beschreibung dieser Klasse dynamischer Prozesse aufgenommen hat und nicht aufgenommen hat, das legt die Bedeutungen fest, die Eingaben im Rahmen des interaktiven Programm-Laufs erlangen können.

Die Partner, die über die kommunikative Schnittstelle in Verbindung treten, sind viel weniger der Computer und sein Bediener als der Bediener und der Programmierer. Mittel ihrer Kommunikation ist der Computer mit Programm. Dieses Mittel gibt der Kommunikation den verdrehten Schein der „Mensch-Maschine-Kommunikation“.

Der Vorgang ist einfach genug und wird auch immer häufiger so oder ähnlich gesehen. Umso mehr muss erstaunen, dass gerade führende Vertreter der Zunft nicht müde werden, ihn in anthropomorphisierende Formen zu packen. Bei einigen hat man den Eindruck, sie täten es, um so an Forschungs-Millionen heranzukommen.

Da ist die nicht tot zu kriegende „Mensch-Maschine-Kommunikation“, gelegentlich schlicht MMK genannt. Als „Symbiose“ zwischen Mensch und Maschine↔ oder gar als „symbiotisches Werkzeug“↔ taucht sie auf. Fragt sich, wo da der Nutzen liegt, den das Werkzeug sich erhofft. Harmlos, geradezu technisch nimmt sich dagegen das „selbsterklärende Werkzeug“ aus.

Von „konvivialen Werkzeugen“ ist die Rede,↔ in schöner Vereinfachung eines auf die Gesellschaft geprägten Schlagwortes von Illich.↔ Und was einerseits Werkzeug, ist andererseits oder auch gleichzeitig wieder Partner, der ein inneres Modell nicht nur von sich selbst sein eigen nennt, sondern auch über den Menschen, seinen Partner, aufbaut.↔ Der Computer wird aufgefordert, das Prinzip „Do what I mean, not what I say“ zu befolgen. Wohl in der Einsicht des Benutzers, dass er sich ohnehin nicht klar ausdrücken kann, ganz anders als Wittgenstein sich das vorstellte.↔

Dabei schweige ich ganz von jenen Sorten von Intelligenz, die aus den Schnittstellen hervorbrechen, und von dem unmerklichen Übergang von Daten und Datenbanken zu Wissen und Wissensbanken, der – ahnt man es? – vielleicht auf der Jagd nach Forschungsgeldern beim Schielen nach Japan entsteht.

Ich halte Kritik an solchem Sprachgebrauch nicht für müßig. Begriffsverwilderung geht der Begriffslosigkeit voraus, die durchaus mit gewaltigen Worten daherkommen mag und doch nicht

besser wird. Wenn eine Wissenschaft wie die Informatik zu derart einschneidenden Umwälzungen von Arbeit und Leben beiträgt, wie sich das abzeichnet, und wenn sie dabei einen so lässigen Umgang mit ihrer Begriffsbildung duldet oder gar fördert, so dient das – gewollt oder nicht – der Verschleierung wirklicher Verhältnisse und Veränderungen. Betrachten wir deshalb die „Mensch-Maschine-Kommunikation“ noch einmal.

Es scheint relativ leicht zu sein, die Wurzel des falschen Bewusstseins auszumachen, das sich in der schiefen Begriffsbildung ausdrückt. Kommunikation scheint eine sehr frühe Errungenschaft der Menschheit zu sein. Mumford geht so weit, ihre Bedeutung für die Menschwerdung höher als die der Werkzeug-Herstellung und -Benutzung anzusetzen. ↪ Der Dialog ist die Elementarform der Kommunikation. Das heißt nicht, dass er auch geschichtlich zuerst auftritt. Er weist jedoch alle Merkmale auf, die für Kommunikation notwendig sind. Er zeichnet sich ursprünglich durch eine Einheit von Ort, Zeit und Beteiligten aus. Schon durch das erste Mittel der Kommunikation, die Stimme, ist das bedingt.

14

Die Entwicklung der Kommunikation ist nun für sich betrachtet die Entwicklung ihrer Mittel, insbesondere ihrer technischen Mittel. Sie reißen die ursprüngliche Einheit in vielfacher Hinsicht auf, drängen sich zwischen die Beteiligten. Die Schrift hebt die Einheit der Zeit auf und ermöglicht eine zwar eingeschränkte Form der Kommunikation sogar mit vergangenen Generationen. Das Telefon hebt die Einheit des Ortes auf und erweitert die Kommunikationsmöglichkeiten potentiell auf alle Lebenden. Vielfach anders noch werden Ort und Zeit der Kommunikation erweitert.

Der Computer als vorläufig letzte Stufe der Entwicklung der technischen Mittel der Kommunikation hebt auch die Einheit der Beteiligten auf: sie werden verteilt, an ihrer Stelle wird „gedacht“, statt ihrer wird „kommuniziert“. Möglich ist dies durch die spezifische Eigenschaft des Computers, die Verarbeitung von Informationen in der Form von Daten. Das Mittel der Kommunikation ist hier nicht beschränkt auf die Weitergabe der Information bei konstantem (im wesentlichen konstantem) Informationsträger, sondern es ist in der Lage, eben diesen Träger, die Daten, zu verändern. Dies führt bei entsprechend fortgeschrittener Programmierung zu dem Eindruck, dass das Mittel der Kommunikation selbständig geworden, dass es selbst der Partner der Kommunikation geworden sei.

Der Vorgang besteht in Wahrheit aber darin, dass in der Regel ein Kommunikationspartner („Benutzer“) in einen mehrfach gebrochenen Dialog mit einer ganzen Gruppe von Partnern tritt. Diese wissen nichts von der konkreten Kommunikation. Sie haben in der Form von Programmen und Systemen von Programmen Fragen vorformuliert und Antworten als Daten oder algorithmisch gespeichert. Der Benutzer ruft sozusagen nur die eine oder andere Antwort aus einer eventuell großen Vielfalt, die unendlich sein mag, von Dialogen ab. Die Auflösung der Einheit der Beteiligten zeigt sich dabei auch darin, dass die Programmierer diese Dialoge nur als Teile vorhergeplant haben, nicht als ganze Verläufe.

„Mensch-Maschine-Kommunikation“ erweist sich als hilflose Formel für einen zutiefst gesellschaftlichen Prozess.

15 Zu Recht weist Michael Paetau darauf hin, dass die „Einschaltung des Computers in die zwischenmenschliche Kommunikation zunächst einmal eine durch ein neues Medium hervorgerufene Formveränderung der Kommunikation“ ist.↪ Die Kommunikationsformen unterliegen historischen Veränderungen, die vom Entwicklungsstand der Produktivkräfte geprägt werden. Betrachtet man die Sache so, gewinnt man einen vernünftigen Zugang zum Prozess der Mensch-Maschine-Kommunikation und kann sie dann auch so nennen.

Oder sehen diejenigen eben doch weit voraus in eine lichte Zukunft, in der Arbeit im wesentlichen Kommunikation bedeutet und der Reichtum aus dem Wissen entspringt, – diejenigen, die anscheinend begrifflos Begriffe prägen? Blicken sie in eine Zukunft, wo Arbeit nur noch von Maschinen verrichtet wird und wo der Mensch sich dadurch reproduziert, dass er eine Maschine anleitet zu produzieren und zu diesem Zwecke ganz unverkrampft und natürlich mit ihr kommuniziert?

Stößt die Maschine vielleicht ihre Daseinsweise ab, Erscheinung fixen konstanten Kapitals zu sein, die Daseinsweise also, in der sie entstanden ist und in der wir sie erleben? Emanzipiert sich die Maschine als Informationsmaschine von ihrer Kapitalform und führt den staunenden Arbeiter in eine Zukunft, die er nicht schaffen konnte?

Verrückte Gedanken, denkt man an die gleichzeitig stattfindende Debatte über die neue Analyse des Verhältnisses zwischen Produktivkräften und Produktionsverhältnissen, an die Frage, ob die

Produktivkräfte zum Teil vom Kapital unauslöschlich durchdrungen sind. Es gibt auch keinen wirklichen Grund, solchen Gedanken zu folgen. Denn Software (Programme) ist ihrem Charakter nach (Beschreibung informationsverarbeitender Prozesse) nichts anderes als „in technische Funktionsmechanismen gegossene Arbeitsorganisation“.↪ In ihr lässt sich also leichter als in anderer Maschinerie der hineingewobene Herrschaftsanspruch aufspüren.

16

André Gorz weist darauf hin, da „die Automatisierung an sich gesellschaftlich ambivalent“, dass „die Mikroelektronik eine offene Technologie“ sei.↪ Die Vergesellschaftung der Arbeit ist bei der Maschinisierung der Kopfarbeit zum Greifen nahe. Auch der Widerspruch, in dem sie zu den kapitalistischen Eigentumsverhältnissen steht. Die „Mensch-Maschine-Kommunikation“ entfernt den Produzenten noch weiter von seinem Produkt, das für ihn nur noch als Beschreibung existiert. Gleichzeitig öffnen sich durch diese Abstraktion bisher unerreichbare Arbeitsbereiche für ihn. Ist die Vergesellschaftung der Produktionsmittel eigentlich nicht überfällig?

17

01↔

Vgl. Pamela McCorduck: „Introduction to the fifth generation“, in: *Communications of the ACM*, 26, 9 (Sept. 1983), 629–630. – Über eine Konferenz (1981) zur internationalen Verkündigung des Projektes hat die North-Holland Publishing Co., Amsterdam, die Proceedings herausgegeben.

02↔

Ebd. 630.

03↔

Kommentar im Text.

04↔

Vgl. die Darstellung von C. A. Ellis and G. J. Nutt: „Office Information Systems and Computer Science“, in: *Computing Surveys* 12 (1980), 27–60.

05↔

N. Meyrowitz, A. van Dam: „Interactive Editing Systems“, *Computing Surveys* 14 (1982), 321–416, hier 373.

06↔

Daniel E. Lipkie et al.: „Star Graphics. An Object-Oriented Implementation“,

Computer Graphics 16, 3 (July 1982), 115–124.

07↔

Ellis/Nutt 1980, 53 f.

08↔

Z. B. C. Berner: „Die neue Symbiose: Mensch und Multiterminal“, in: *Computer Magazin* 4 (1981), 58–63.

09↔

Gerhard Fischer: „Intelligente Benutzerschnittstellen“, in: *Proceedings des GACM Tutorials Intelligenztechnologie*, Leipzig 1983, 116–133.

10↔

Gerhard Fischer, „Computer als konvivielle Werkzeuge“, in: *Proceedings der Jahrestagung der Gesellschaft für Informatik*, Berlin, Heidelberg, New York 1981, 409–416.

11↔

Ivan Illich: *Selbstbegrenzung*, Reinbek 1980.

12↔

Zur Kritik dieser häufig anzutreffenden Position vgl. Ingbert Kupka, Susanne Maaß, Horst Oberquelle: „Kommunikation – ein Grundbegriff für die Informatik“, in: *Bericht FBI-HH-M-91/81*, Fachbereich Informatik, Universität Hamburg, 1981, 50.

13↔

Ludwig Wittgenstein: *Tractatus logico-philosophicus*, Frankfurt/Main 1963.

14↔

Lewis Mumford: *Mythos der Maschine*, Frankfurt/Main 1977.

15↔

Michael Paetau: „Soziologische Dimensionen computergestützter Bürokommunikation“, in: *Arbeitspapiere der Gesellschaft für Mathematik und Datenverarbeitung* 18 (März 1983), 15.

16↔

Ebd. 43.

17↔

André Gorz: *Wege ins Paradies*, Berlin 1983, 49.

Die Verdoppelung des Werkzeugs

„Werkzeug“ ruft freundliche Assoziationen wach: Nähe, Geschicklichkeit, Befriedigung, Beschaulichkeit, Zuhause. Obwohl er ganz offensichtlich kein Werkzeug ist, wird der Computer doch immer häufiger so bezeichnet. Im Extrem geht das bis zum Computer als einer Art Bleistift.↔

01 Für Ivan Illich ist Werkzeug „jeder Gegenstand, der als Mittel zu einem Zweck eingesetzt wird“. Das reicht vom Kugelschreiber über das Elektrizitätswerk bis zur gesellschaftlichen Einrichtung der
 02 Forschung.↔ Dieser völlig geschichtslosen, wenn in ihren Folge-
 03 gegengesetzt ist die von Bernd Wingert.↔ Computersysteme als Werkzeuge zu bezeichnen oder, schwächer, das Arbeiten mit ihnen einem Werkzeuggebrauch zu vergleichen, hält er für falsch. Denn die Handhabungen sind so stark voneinander verschieden, dass die Verwendung des alten Begriffes nur falsche Assoziationen wecken kann.

Die wechselnde Einschätzung des Computers

04 Gleich nach dem Zweiten Weltkrieg tritt der moderne Computer ins öffentliche Bewusstsein. Petri und nach ihm Genrich↔ haben die Schwankungen der öffentlichen Einschätzung des Computers wie in *Abb. 01* dargestellt.

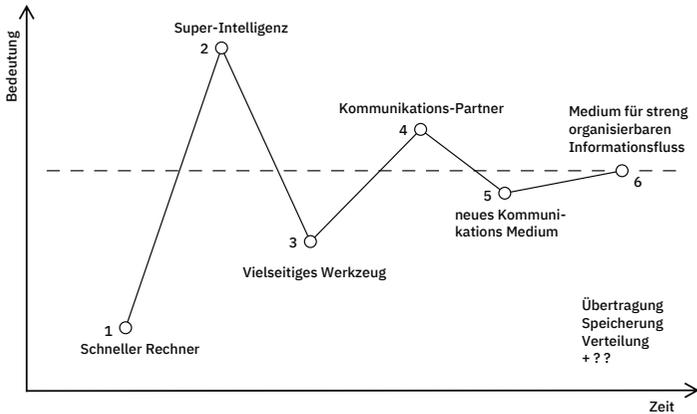


Abb. 01: Einschätzung der Bedeutung des Computers.

Nach dieser Auffassung ist die wirkliche Aufgabe des Computers der streng organisierbare Fluss von Informationen zwischen Instanzen. Die subjektiven Einschätzungen schwanken um diesen medialen Charakter des Computers, sehen ihn einmal als Werkzeug, das andere Mal als Partner, nähern sich aber der „richtigen“ Einschätzung.

Eine Hamburger Gruppe um Kupka hat die Auffassung Petris noch weiter als formale Kommunikation gefasst. → „Formal“ bedeutet dabei „berechenbar“ im Sinne der Theorie der Berechenbarkeit.

05

Denkt man an die heute massenhaft vorhandenen Heim- und Arbeitsplatzrechner und an die alle Vorstellungen übersteigenden Supercomputer, so springt eine Schwäche der Darstellung allerdings ins Auge: Wollte man die Linie fortsetzen, so müsste man sie in Zweige aufspalten.

Informationsflüsse, die den unterschiedlichsten Interessen dienen, müssten erfasst werden. Die strenge Regelbarkeit, das Algorithmische wären ihnen gemeinsam. Doch einmal ist der heimlich beobachtete Arbeiter oder Demonstrant die Quelle, das Management bzw. der Verfassungsschutz das Ziel des Informationsflusses; das andere Mal dagegen regelt ein Jugendlicher die Informationsflüsse, die er für sich selbst benötigt.

Es kann kaum verwundern, dass die Wahrnehmungen der früher oft als „kybernetische“ apostrophierten Maschinerie eine derartige Aufspaltung zeigen. Alle Maschinerie der großen kapitalistischen Industrie ist Mittel zur Senkung gesellschaftlich notwendiger Arbeitszeit, mithin zur Steigerung der Produktivität der Arbeit – aber

06 gleichzeitig auch Mittel zur Kontrolle der Arbeit durch das Kapital, mithin zur Herrschaft des Managements im Betrieb.↔

Bevor ich versuche, dieser generellen Aufspaltung der Funktion des Computers an einem besonderen Aspekt genauer nachzugehen, sei auf eine Unterstellung der obigen Darstellung hingewiesen. Die im mittleren Bereich angedeutete Linie suggeriert dem Betrachter eine Bedeutung „des“ Computers, die von vornherein vorhanden sei und von der die öffentliche Wahrnehmung nur mehr oder weniger stark abweiche, der sie sich aber zielstrebig annähere. So aber liegen die Verhältnisse nicht!

Vielmehr wird „der“ Computer geplant, entwickelt, konstruiert und angewandt. Damit ist „er“ – das heißt immer: die ganze Maschinerie, die sich hinter diesem Klassennamen verbirgt – in Zwecke eingebunden, also gestaltbar. Gestaltbar nämlich im Rahmen *gegebener* Zwecke, aber auch für *andere* Zwecke.

07/08 Da ein und dieselbe Basistechnologie zur Konstruktion von Supercomputern wie zu der von Taschenrechnern benutzt werden kann, haben wir es mit einer Bauelemente-Technologie zu tun. Ullrich↔ und Gorz↔ haben darauf hingewiesen. Aus Bauelementen lassen sich aber unterschiedliche Gestaltungen gewinnen. Die Frage nach der Richtung der Gestaltung ist aufgeworfen.

Die Werkzeugperspektive

09 Wohl nicht zufällig spielt die Frage nach der Werkzeug-Ähnlichkeit des Computers oder von Programmen in den letzten Jahren eine Rolle.↔ Für viele Softwaretechniker ist „Programm“ schon fast synonym zu „Werkzeug“ geworden. Das Buch von Kernighan und Plauger↔ mag stellvertretend für diese Strömung stehen.

11 Thomas Herrmann↔ greift die Darstellung von Petri auf und kommt zu dem Schluss, dass mit „Werkzeug“ zu wenig, mit „Partner“ aber zuviel über den Computer gesagt sei.

12 Interessant ist, dass ein hervorragender Praktiker wie Nievergelt↔ sich der Sicht des Computers als Medium der Kommunikation anschließt. Sherry Turkle↔ beschreibt den Computer als Werkzeug *und* als Partner und drückt damit dessen doppelte, teilweise widersprüchliche Funktionalität aus. Nicht „ob Maschinen jemals so denken werden wie Menschen“ sei die wichtige Frage, sondern „ob Menschen immer so gedacht haben wie Maschinen“.

Der ähnlich gestellten Frage gehen auch Bammé et al. ↪ nach. Ehn et al. ↪ verschieben die Fragestellung noch weiter in die Richtung, die uns hier interessiert. Ihr Anliegen ist die Gestaltung von Hardware und Software im Interesse von Arbeitnehmern. Dafür propagieren sie eine „Werkzeugperspektive“, die sie der „Systemperspektive“ entgegensetzen.

14

15

Die Systemperspektive entspricht dem Blick auf die Arbeit von oben, vom Management aus. Die Organisationsstruktur ist formal zu beschreiben; ihre Elemente sind Menschen und Maschinen in funktionaler Austauschbarkeit als informationsverarbeitende Systeme. Arbeit muss reduziert werden auf den Ablauf von Algorithmen. Normalerweise wird das sog. „stille Wissen“ eingesaugt und tritt dem Arbeiter in objektivierter Form als Maschine-plus-Programm entgegen.

Die Werkzeugperspektive richtet den Blick nicht auf die abstrakte Arbeit in ihrer bloßen Funktionalität, vor der ihre Form als maschinelle oder personelle Arbeit zurücktritt, sondern auf die konkrete Arbeit. Ehn und Kyng weisen darauf hin, dass eine solche Perspektive insbesondere dann angebracht ist, wenn es um die Maschinisierung geistiger Anteile der Facharbeit geht. Systeme lassen sich nicht mehr einfach von außen definieren, wenn Computer in die tägliche Facharbeit eindringen. Die funktionale Beschreibung als Informationsverarbeitung, als Ein-/Ausgabe-Verhalten muss von zu vielen Facetten der konkreten Arbeit abstrahieren, als dass der erhoffte Produktivitätsgewinn sich dann auch in gewünschter Höhe einstellte.

Diese Beobachtung leuchtet überall dort ein, wo die Arbeit noch nicht soweit erfasst wurde (oder vielleicht auch gar nicht erfasst werden kann), dass „Schnittstellen“ zu anderen Arbeiten zu Tage träten. Die Systemsicht verlangt notwendigerweise derartige Schnittstellen, da diese als logische Begrenzungen der Systeme und Teilsysteme mit eben den Systemen und Teilsystemen untrennbar verbunden sind. Die Perspektive der Werkzeuge kann dagegen mit weniger Formalisierung auskommen. Sie braucht nur in geringem Grade die Organisation der gesamten Arbeit zu erfassen, kann sich auf die einzelne Arbeitsverrichtung konzentrieren.

Einem möglichen Missverständnis sei vorgebeugt. Schickt man sich an, einen Arbeitsprozess aus der Werkzeugperspektive zu betrachten, um Möglichkeiten eines sinnvollen (nämlich die Arbeit

erleichternden) Einsatzes von Computer und Programm aufzufinden, so bedeutet das nicht gleichzeitig, den Computer oder das Programm selbst als Werkzeug zu bezeichnen. Die Perspektive zielt darauf, dem Computer bzw. Programm *Werkzeugcharakter* zu verleihen. Das müsste heißen, wesentliche Merkmale der Handhabung klassischer Werkzeuge bei der Konstruktion transklassischer Werkzeuge zu erhalten.

Befreiung des Werkzeugs von der Hand

Spätestens seit Marx wissen wir, dass das Werkzeug zuerst historisch zu begreifen ist. Als Arbeitsmittel ist es einer bestimmten Entwicklungsstufe der Produktion angemessen. Historisch findet diese ihren Ausdruck in der Manufaktur. Die weitere Entwicklung der Produktivkräfte „befreit“ das Werkzeug von den Beschränkungen der menschlichen Hand, indem es von der Maschine ergriffen wird. Erhellend der Hinweis von Marx auf Versuche, den Arbeiter beim Spinnen gleichzeitig zwei Spindeln betreiben zu lassen. Die Logik, die beide Arme und Beine des Menschen zu einer ungefähren Verdoppelung der Produktivität der Spinnarbeit zu nutzen versuchte, scheiterte kläglich an physischen und psychischen Beschränkungen: „die Spinnvirtuosen, die zwei Fäden gleichzeitig spinnen konnten, waren fast so selten wie zweiköpfige Menschen“.¹⁶

Indem das Werkzeug der stofflichen Einwirkung auf den Arbeitsgegenstand an die Werkzeugmaschine übergeht, geschieht der konkreten Arbeit zweierlei. Sie verliert einen Großteil der unmittelbaren Bearbeitung des Werkstücks und richtet ihre Aufmerksamkeit gleichzeitig auf die Überwachung der Maschinerie. Während die Hand als Organ der Arbeit zurücktritt, steigt die Bedeutung des Auges. Während die Aspekte der stofflichen Bearbeitung der Materie in Maschinerie verallgemeinert und objektiviert werden, können Aspekte der informationellen Bearbeitung sich entwickeln.

Die „Befreiung“ des Werkzeuges von der Hand unterwirft den Arbeiter stärker der Verfügung des Kapitalisten. Der nämlich nutzt die neue Freiheit seinerseits zur verschärften Aussaugung der Arbeitskraft und reduziert den Arbeiter zum Anhängsel der Maschine. Will man die emanzipatorischen Möglichkeiten für die Arbeiter hervorkehren, muss man am Gebrauchswert von Produkten und Arbeitskraft ansetzen. Folgerichtig erscheint deswegen als

oberste Zielsetzung in dem skandinavischen „Utopia“-Projekt für die Gestaltung informationstechnischer Arbeitsmittel des Zeitungsumbruchs die Forderung, dass die Qualität der Arbeit wie des Produktes steigen muss.↔ In einem kleinen Projekt zur integrierten Erstellung von Dokumenten verfolgen wir in Bremen die gleichen Ziele. 17

Selbsterklärende Werkzeuge

In dem Maße, wie Computer-Laien täglich mit Computern als Arbeitsmitteln umgehen müssen, wurde die Gestaltung interaktiver Systeme zu einem zentralen Thema. Es erscheint als Frage nach der „Mensch-Maschine-Schnittstelle“ oder „Benutzer-Oberfläche“. Ein Aspekt dieser Gestaltung ist die Fähigkeit von Programmen, sich selbst zu erklären.↔ Gemeint ist folgendes. Die Eingaben, die ein Programm vom Benutzer verlangt, sollen so formuliert werden, dass sie für sich sprechen, ihre Bedeutung also selbst enthüllen. Wo dies nicht gelingt, soll der Benutzer durch Nachfrage vom Programm (oder dem umgebenden System) selbst weitere Erklärungen erhalten können. 18

Die Gestalter solcher „Schnittstellen“ nähern sich der Frage auf zwei prinzipiell unterscheidbaren Wegen. Während die einen ihre Systeme durch Auslagerung von Wissen aus den Köpfen der Menschen in Datenbanken hinein „intelligent“ machen wollen,↔ streben andere ausdrücklich eine intelligente Benutzung des Systems durch den Menschen an.↔ Ich werde zum Schluss dieses Beitrages hierauf zurückkommen. 19 20

Zunächst soll eine grundsätzliche Bemerkung entwickelt werden, die die Selbsterklärung als Möglichkeit eines Werkzeuges – was ja überraschen mag – beleuchten soll.

Das klassische Werkzeug enthüllt seine Funktionalität, die Möglichkeiten seiner Verwendung beim Gebrauch. Weizenbaum↔ sieht das Werkzeug deswegen immer auch als pädagogisches Instrument, das sich im Gebrauch selbst erkläre. Es ist bei ihm darüber hinaus „Modell für seine eigene Reproduktion“↔ und kann zum Symbol seiner selbst werden und sich selbst darin transzendieren: wenn es nämlich in andere Gesellschaften, auf andere Entwicklungsstufen transportiert wird und dort die Möglichkeiten seines praktischen Gebrauchs erst wieder preisgeben muss. 21 22

Bei Werkzeugen des täglichen Gebrauchs scheint es noch relativ einfach zu sein, ihre beabsichtigte (und damit in der Regel auch

optimale) Funktion durch diesen Gebrauch selbst, unterstützt durch eine gewisse Anleitung erfahrener Personen, zu entdecken und ausüben zu lernen. Bei der überwiegenden Zahl der Werkzeuge ist jedoch umfangreiche Übung Voraussetzung für die Handhabung oder man benötigt Spezialistenkenntnisse, um überhaupt die eigentliche Funktion des Werkzeuges kennenlernen zu können.

Die Selbsterklärung des klassischen Werkzeuges mag also durchaus in ihm selbst liegen und sich im Gebrauch offenbaren. Doch ist „Gebrauch“ hierbei in einem weiten Sinne zu verstehen, der das soziale Gefüge umfasst, in dem es überhaupt zum Gebrauch des Werkzeuges kommt. Soweit es selbsterklärend wirken kann, lässt sich diese Funktion vom klassischen Werkzeug nicht abtrennen. Soweit sie abgetrennt ist, liegt sie in Gebrauchsanweisung u. ä. ganz außerhalb als Fremderklärung vor. Eine Zange lässt sich in bescheidenem Maße durchaus als Hammer benutzen oder auch zum Drehen von Schrauben. Die Mühseligkeit solchen Gebrauches der Zange deutet darauf hin, dass es erstens andere Werkzeuge für den verfolgten Zweck geben muss und dass zweitens der Zweck der Zange in etwas anderem liegen muss. Die Zange selbst gibt aber keine Mitteilung („Fehlermeldung“) darüber ab. Im folgenden soll dargestellt werden, wie das transklassische Werkzeug sich hiervon unterscheidet.

Die Verdoppelung

Der Mensch scheint sich aus der Tierwelt durch zwei Besonderheiten zu differenzieren: durch die Entwicklung der Sprache und die der Herstellung und des Gebrauchs von Werkzeugen. Hier ist nicht der Ort, einer dieser Positionen gegenüber der anderen den Vorzug zu geben. ↪

23

Für unsere Zwecke gehen wir vom Werkzeug wie von der Sprache als kennzeichnenden Merkmalen des Menschen aus. Wiewohl bei der Benutzung sowohl Hand wie Kopf betreffen, können wir beim Werkzeug ein Primat der Hand, bei der Sprache umgekehrt eines des Kopfes feststellen. Die Hand ergreift das Werkzeug und wird dabei vom Kopf gesteuert. Der Kopf bemächtigt sich der Sprache und wird dabei von der Hand geführt.

Wir beobachten dann die Entwicklung des Werkzeuges zur Maschine und zum Maschinensystem, das durch Vereinseitigung der informationellen Aspekte der Steuerung und Kontrolle den Automaten

und Computer hervorbringt. Diesen aber können wir erneut durch Werkzeug wie Sprache kennzeichnen!

Denn einerseits benutzen wir den Computer als Rechner, als Instrument zur Lösung einer numerischen Aufgabe etwa, also als Werkzeug, Wir wirken dabei recht unmittelbar auf den Gegenstand (die partielle Differentialgleichung, um im Beispiel zu bleiben) ein und tun dies in Verfolgung eines bestimmten Zweckes. Dies aber sind typische Eigenschaften des klassischen Werkzeuges. Der Computer (das Programm) tritt uns in seiner *Verarbeitungsfunktion* entgegen. Er zeigt sich von seiner konkreten Seite als Mittel der Einwirkung auf einen informationell gefassten Gegenstand. Insofern eine bestimmte Differentialgleichung gelöst wird, erscheint uns der Computer als Werkzeug.

Gleichzeitig aber erscheint er auch als Medium, das über sprachliche *Interaktion* eine Verbindung zu sich selbst (oder seinem Programm) herstellt. Die Interaktion ist natürlich nur möglich durch bestimmte Verarbeitungsschritte. Doch interessiert den Benutzer diese Interaktion als solche nicht, er bezweckt über sie etwas anderes. Der Computer (mit Programm) kehrt als Medium der Interaktion also seine abstrakte Seite hervor, die Möglichkeit nämlich, sich im Prinzip auf alle konkreten Verarbeitungsprogramme zu beziehen. In dem Maße, wie hierbei sprachliche Mittel die Ein- und Ausgabe prägen, erscheint der Computer (mit Programm) als Partner.

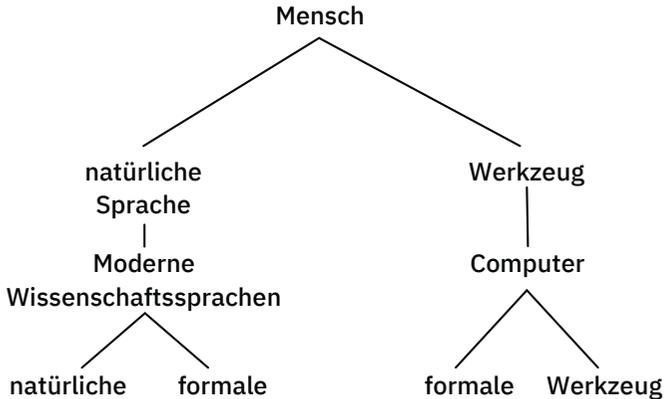
Auf der anderen Seite führt die Entwicklung der menschlichen Sprache schon relativ früh und in moderner Zeit verstärkt zu einer Abspaltung formaler Sprachen. Wir wollen sie fassen als Aufspaltung der Sprache in („natürliche“) Sprache und formale Sprache. In formalen Sprachen werden objektivierbare Teile der Sprache ausgeschwitzt, solche Teile also, die durch geschlossene Regelwerke beschreibbar und damit an Maschinen übertragbar sind. Schematisch deutet *Abb. 02* den Sachverhalt an.

Die eher subjektive Seite der frühen Menschheit, die Sprache, sondert auf später Entwicklungsstufe einen objektiven Teil ab, die formalen Sprachen. Die eher objektive Seite, das Werkzeug, bemächtigt sich eines vorher nur subjektiv gesehenen Teils der Sprache. Möglich wird diese merkwürdige Annäherung auf jener Stufe der Entwicklung der Produktivkräfte, auf der die informationelle Seite der Materie zum abgesonderten Gegenstand industrieller Arbeit

wurde. Auf dieser Stufe wurde sie – wie wir wissen in der Mitte dieses Jahrhunderts – auch wirklich.

Im Computer sind nun Verarbeitungsfunktion (Werkzeug) und Interaktion (Sprache) nicht prinzipiell zu unterscheiden, sondern immer nur unter Berücksichtigung des jeweiligen Zweckes. Denn beide sind informationell gefasst. Darin gründen die widersprüchlichen Sichten des Computers als Werkzeug und als Partner. Sie erscheinen als zwei Aspekte des gleichen Sachverhaltes. Wir können in diesem Sinne davon sprechen, dass sich im Computer das Werkzeug als Werkzeug und als Beschreibung seiner selbst *verdoppelt* wiederfindet. Indem es auf seinen pädagogischen Begriff kommt, geht es über sich selbst hinaus.

Abb. 02: Die Verdoppelung des Werkzeugs.



In diesem erweiterten Sinn soll vom „Computer als Werkzeug“ die Rede sein. Ich schließe mich damit nicht jenen an, die im Computer „nur ein Werkzeug“ sehen. Ich umgehe vielmehr die Frage, ob der Computer dieses oder jenes sei (im klassischen Sinn ist er *kein* Werkzeug). Denn wichtiger ist es, seine Besonderheiten zu kennzeichnen.

24

Eine wichtige Besonderheit ist die folgende. Die getrennte Bearbeitung der informationellen Seite der Materie wird nur dadurch möglich, dass Information auf Daten reduziert wird.↪ Wenn das transklassische Werkzeug sich selbst erklärt, so geschieht das daher nur eingeschränkt: es gibt Daten über sich her. *Nur* Daten,

möchte ich betonen. Zu Informationen werden diese erst wieder bei Interpretation durch den Menschen.

Es mag gelingen, Parallelen dieser Reduktion zu jener Reduktion auf Werte festzustellen, der bei entfalteter Warenproduktion die Waren unterliegen. Die Frage der Gestaltung läuft dann immer auf eine Orientierung an der Gebrauchswertseite hinaus. In unserem Zusammenhang muss das heißen, eine Orientierung an den Informationen, die aus den maschinell bearbeiteten Daten erst gewonnen werden.

Gestaltung als widersprüchlicher Prozess

Den Gebrauch von Werkzeugen zu erlernen ist klassisch ein vielschichtiger sozialer Prozess. Vielerlei Einflüssen ist der Lernende ausgesetzt, meist ist er sich seiner Rolle als „Lernender“ gar nicht bewusst. Zum Teil ist dieser Prozess gesellschaftlich organisiert und umfasst formale Stufen, die Berechtigungen aussprechen (Prüfungen).

In Büchern, Muskeln, Kopf, Institutionen liegen Beschreibungen, Anweisungen, Erfahrungen der Benutzung der Werkzeuge außerhalb der Werkzeuge vor. Die informationelle Seite des Werkzeuges ist teilweise nur durch unmittelbaren Kontakt mit dem Werkzeug erfahrbar, teilweise liegt sie in *anderen* Werkzeugen getrennt vor. Der Prozess des Erlernens des Werkzeuggebrauchs gelingt bei Vereinzelung nur verstümmelt.

Demgegenüber ist das Erlernen des Gebrauchs eines transklassischen Werkzeuges zwar auch eingebettet in einen sozialen Prozess, hat aber eine Tendenz, isoliert und individuell stattzufinden (der Benutzer vor dem Bildschirm). Das Werkzeug hat seine Bedienungsanleitung eingesaugt: im Werkzeug selbst konzentrieren sich der Gebrauch für einen aktuellen Zweck und der gesellschaftliche Lernprozess. Durch die Transformation auf die informationelle Ebene ist das Werkzeug Medium zur Anleitung seines eigenen Gebrauchs wie Instrument dieses Gebrauchs geworden. Der Arbeiter wird zum Benutzer, der individuell den gesellschaftlichen Vorgang „abrufen“ Aus dem transklassischen Werkzeug heraus tritt dem Individuum – lebendiger, noch „unbehauener“ Teil des Prozesses – die Gesellschaftlichkeit des Vorgangs entgegen. In diesem Werkzeug erscheint dem Individuum die Gesellschaft umgestülpt. Wie seine eigene Benutzung, so kann das Werkzeug auch die Organisation der

25 Arbeit einsaugen. Zu Recht ist der Computer deswegen als Maschine der Arbeitsorganisation bezeichnet worden. „Werkzeug“ ist er hier nur noch in der Hand des Managements, aus der Systemperspektive, für die Kontrolle. ↪ Während Ziel des Umgangs mit dem klassischen Werkzeug das Erringen von Autonomie gegenüber diesem Werkzeug ist, bleibt im transklassischen Fall unter herrschenden Verhältnissen nur das Dreinschicken in die Gegebenheiten des Systems.

Gestaltung bedeutet dann stets zweierlei: erstens Gestaltung des Computers als Werkzeug, damit tendenziell Gewinnung von Autonomie der Arbeitenden gegenüber ihrer Arbeit. Auf der erreichten Stufe der Produktivkräfte kann dies nur eine kollektive Autonomie sein. Zweitens aber Gestaltung des Computers als Medium der Herrschaft, damit Fortbestand und Festigung der herrschenden Verhältnisse. Auch sie sind gesellschaftlich. Sozialverträgliche Gestaltung kann dann nur heißen, die Herrschaftsfunktion zurückzudrängen zugunsten der Werkzeugfunktion, die Gebrauchswertseite, die Seite der konkreten Arbeit zu betonen. Die Frage ist keine rein technische, aber doch *auch* eine technische. In der Verdoppelung des Werkzeugs zeigt sich ihre Widersprüchlichkeit.

Selbstanpassend oder anpassbar

An einer konkreten Frage, die sich beim Entwurf interaktiver Systeme stellt, soll das Gesagte abschließend konkretisiert werden. Soll ein solches System ein Modell des Benutzers beinhalten oder soll umgekehrt der Benutzer ein Modell des Systems erwerben müssen?

Verfügt das System über ein Modell des Benutzers, jedenfalls von Benutzerklassen, so lassen sich einige Bequemlichkeiten programmieren. Etliche allgemein vernünftig erscheinende Eigenschaften lassen sich auf unterschiedliche Weise, differenziert für Laien bzw. Experten einbauen. Der Benutzer muss einer Benutzerklasse zugeordnet werden, entweder durch eigene Angabe oder durch Beobachtung. Notwendigerweise bedeutet dies ein gewisses Maß an Kontrolle. Derart konstruierte Systeme tragen den Stachel nach zusätzlicher Kontrolle des Benutzers in sich.

Im anderen Falle muss vom Benutzer ein zumindest grundlegendes Verständnis für das Funktionieren des Systems verlangt werden. Auf unvorhergesehene Situationen muss er vorbereitet sein, für

viele Entscheidungen muss er selbst sorgen. Seine Ausbildung und Fortbildung muss offenbar gründlicher sein.

Sozial verträgliche Gestaltung muss m. E. den zweiten Weg gehen. Sie muss den Inhalt der Verarbeitungsalgorithmen betonen, muss aus der Sicht des Werkzeuges konstruieren. Die reine Interaktion – so bedeutsam sie für eine bequeme Handhabung der Programme ist – darf nicht im Zentrum der Konstruktion stehen. Denn sie betont das Medium, verschüttet damit eventuell die Verarbeitungsfunktionen, verbirgt deren Effekte zugunsten einer glatten Oberfläche, deren Glitzern nach Akzeptanz schießt, um Überwachung zu bewirken. Die Selbsterklärung kann man soweit treiben, dass das System zwar sich selbst erklärt, es sonst aber nichts zu erklären gibt. Man kann soweit gehen, selbsterklärend einzugreifen, wenn das System auf Grund seines Modells vom Benutzer „glaubt“, diesem etwas erklären zu müssen. Aktive Hilfe nennt sich das.↔

26

Anders noch ließe sich die Gestaltungsrichtlinie formulieren: nicht selbstanpassende Systeme, sondern anpassbare Werkzeuge zu schaffen.

01↔

Vgl. Seymour Papert: *Kinder, Computer und Neues Lernen*, Basel, Boston, Stuttgart 1982, 252.

02↔

Ivan Illich: *Selbstbegrenzung*, Reinbek 1980, 51.

03↔

Bernd Wingert hat sich hierzu mehrfach im Rahmen der Arbeitstreffen „Mensch-Maschine-Kommunikation“ geäußert. Vgl. dazu das Sonderheft von Office Management 1983. – Eine dichte Darstellung geben B. Wingert, U. Riehm: Computer als Werkzeug. Anmerkungen zu einem verbreiteten Missverständnis, in: *Technik und Gesellschaft*, Jahrbuch 3, Frankfurt/Main 1985, 107–131.

04↔

H. J. Genrich: „Belästigung der Menschen durch Computer“, in: *GI – 5. Jahrestagung der Gesellschaft für Informatik*, Berlin, Heidelberg, New York 1975, 94–105.

05↔

Ingbert Kupka, Susanne Maaß, Horst Oberquelle: *Kommunikation – ein Grundbegriff für die Informatik*, in: Bericht FBI-HH-M-91/81, Fachbereich Informatik, Universität Hamburg, 1981.

06↔

Karl Marx: *Das Kapital, Band I*, MEW Bd. 23, Berlin 1972. – Aus moderner Sicht vgl. Harry Braverman, *Die Arbeit im modernen Produktionsprozess*, Frankfurt/Main 1980.

07↔

Otto Ullrich: *Weltniveau*, Berlin, 1979.

08↔

André Gorz: *Wege ins Paradies*, Berlin, 1983.

09↔

Eine Stockholmer Tagung war der Frage gewidmet *Is the Computer a Tool?* Tagungsband herausgegeben von Bo Sundin, Uppsala 1980.

10↔

B. W. Kernighan, P. L. Plauger: *Programmierwerkzeuge*, Berlin, Heidelberg, New York, 1980.

11↔

Thomas Herrmann: *Rationalität und Irrationalität in der Mensch-Computer-Interaktion*, Magisterarbeit. Universität Bonn und Gesellschaft für Mathematik und Datenverarbeitung, Dezember 1982.

12↔

Jürg Nievergelt: „Die Gestaltung der Mensch-Maschine-Schnittstelle“, in: *GI – 13. Jahrestagung der Gesellschaft für Informatik*, Berlin, Heidelberg, New York 1983, 41–50.

13↔

Sherry Turkle: *Die Wunschmaschine. Vom Entstehen der Computerkultur*, Reinbek 1984.

14↔

A. Bammé, G. Feuerstein, R. Genth, E. Holling, R. Kahle, P. Kempin, *Maschinen-Menschen, Mensch-Maschinen*, Reinbek, Rowohlt, 1983.

15↔

Pelle Ehn, Morten Kyng: „A tool perspective on design of interactive computer support for skilled workers“, in: *Report of the Seventh Scandinavian Research Seminar on Systemeering*, Helsinki 1984.

16↔

MEW Bd. 23, 394.

17↔

The Utopia Project. On training, technology and products viewed from the quality of work perspective, Stockholm 1982. Siehe auch: *Alternatives in text and image*, Graffiti no 7 (December 1984).

18↔

Vgl. hierzu: Entwurf zu DIN 66234 Bildschirmarbeitsplätze, Teil 8: Grundsätze der Dialoggestaltung vom 20.3.1984.

19↔

Vgl. neben anderen z. B. G. Fischer: „Intelligente Benutzerschnittstellen“, sowie ders., „Wie intelligent können und sollen Computersysteme sein?“ beide in: *Intelligenztechnologie*, Stuttgart 1983.

20↔

Am deutlichsten vielleicht Nievergelt 1983.

21↔

Joseph Weizenbaum: *Die Macht der Computer und die Ohnmacht der Vernunft*, Frankfurt/Main 1978, 35.

22↔

Ebd. 36.

23↔

Die Extreme lassen sich z. B. bei Friedrich Engels: *Dialektik der Natur*, MEW 20, Berlin, Dietz-Verlag, 1975, und bei Lewis Mumford: *Mythos der Maschine*, Frankfurt/Main 1977 nachlesen. In gewisser Weise vermittelnd ist Oskar Negt, Alexander Kluge: *Geschichte und Eigensinn*, Frankfurt/Main 1981.

24↔

R. Lindner, B. Wohak, H. Zeltwanger: Planen, Entscheiden, Herrschen. Vom Rechnen zur elektronischen Datenverarbeitung. Reinbek 1984, 40f., 219. – Frieder Nake: „Schnittstelle Mensch-Maschine“, in: *Kursbuch 75* (1984), 109–118.

25↔

Zum Kontrollaspekt vgl. auch Herbert Kubicek, A. Rolf: *Mikropolis. Mit Computernetzen in die Informationsgesellschaft*, Hamburg 1986.

26↔

G. Fischer, A. Lemke, Th. Schwab: „Knowledge-based helpsystems“, in: *Proceedings of the ACM Conference on Human Factors in Computing Systems*, New York 1985, 161–167.

Abb. 01:

Einschätzung der Bedeutung des Computers. Quelle: Petri nach Thomas Herrmann: *Rationalität und Irrationalität in der Mensch-Computer-Interaktion, Magisterarbeit*. Universität Bonn und Gesellschaft für Mathematik und Datenverarbeitung, Dezember 1982.

Abb. 02:

Die Verdoppelung des Werkzeugs. Quelle: *Arno Rolf (Hg.): Neue Techniken alternativ*, Hamburg: 1986, 43–52.

Subjekt & Objekt

Participatory Design & Object-oriented Design.
Eine Reflexion

Dem Anlass dieses Aufsatzes entsprechend, will sich der Autor einen Stil genehmigen, wie er im wissenschaftlichen Rahmen nicht immer gern gesehen sein mag. Warum auch, so frage ich mich als einer, der das Glück hat, oft zwischen den Welten zu wandern – warum auch sollte, wenn es um *Perspektiven der Informatik* geht, nicht ein Quentchen essayistischer Stilistik zugelassen sein?

Wolfgang Hesse hatte, seiner Neigung zum Philosophischen folgend, nach solchen Perspektiven der Informatik gefragt, die objekt-, subjekt- oder handlungsorientiert genannt werden könnten. Besehen wir die Frage etwas enger, so werden daraus wohl doch Perspektiven der Software-Entwicklung werden. Ich will deswegen in diesem Beitrag zunächst kurz sagen, wie ich das Verhältnis beider zueinander sehe.

Um der Perspektive des *Subjekts* zu ihrem Recht zu verhelfen, möchte ich einen – naturgemäß subjektiv gefärbten – Blick auf die aus Skandinavien gekommene partizipative Software-Entwicklung werfen. Davor gibt es eine Seitenbemerkung zum Verhältnis von Entwicklung und Design, die nicht nur der Sprachregelung, sondern auch des Inhalts wegen notwendig ist. Die Perspektive des *Objektes* kommt dann – in objektivistischem Gestus – zu ihrem Recht in der Behauptung einer Notwendigkeit objektorientierter Programmiersprachen.

Eine skeptische Betrachtung zur Art der Objekte, die die Informatik hervorbringt, soll sich anschließen. Ich werde die Objekte als

Zeicheneiner besonderen Art kennzeichnen, die ich explizieren werde. Es trifft sich, dass, was bei Christiane Floyd und Michaela Reisin „autooperationale Form“ genannt wird, hier als „algorithmisches Zeichen“ erscheint. Auch bei Jay David Bolter finden wir es bereits im Jahre 1991. ↩

01

Dirk Siefkes weist mich darauf hin, dass seine hybriden Objekte ebenfalls das Gleiche meinen.

Die *Handlung* als die dritte hier nachgefragte Perspektive der Informatik spare ich aus. Nicht, dass sie mir unwichtig wäre. Im Gegenteil: sie muss mir gar nicht wichtig werden, da sie es immer ist. Wie sollten Informatiker und Informatikerinnen ihr Geschäft, die Kopfarbeit zu maschinisieren, betreiben, wenn sie nicht auf die Handlungen der Arbeitenden – allgemeiner: der Tätigen – achteten? Die Hessesche Frage will uns also zweifellos vor die Alternative stellen, statt des Objekts oder Subjekts die Handlung selbst ins Zentrum der Anstrengungen um Begriffe, Techniken und Methoden zu stellen.

Das dürfte auf folgendem Schema aufsetzen. Der tätige Mensch existiert, indem er als arbeitendes *Subjekt* verändernd auf ein bearbeitetes *Objekt* einwirkt und indem dieses Verhältnis eine *Handlung* darstellt. Die Handlung erscheint dabei als die mittlere Ebene einer arbeitspsychologischen Differenzierung im ökonomischen Begriff der Arbeit ↩.

02

Die Differenzierung besteht in der Schichtung von umfassender Tätigkeit, aktuell betriebener Handlung und kontextarmer Operation im Detail. Die Activity Theory geht solcher Differenzierung nach. Walter Volpert, Yngve Engeström, Arne Raeithel, Susanne Bødker, Bonnie Nardi u.v.m. haben dazu im Gefolge der russischen Pioniere Wygotski, Leontjew, Luria in den letzten Dekaden kräftige Impulse gesetzt. Die skandinavische und Teile der US-Szene der Software-Entwicklung sind geprägt hiervon.

Arbeit geschieht danach als eine *Tätigkeit*, die umfassend auf ein Bündel von Zielen ausgerichtet ist und den Menschen über einen ausgedehnten Zeitraum hin gefangen nimmt. Solche umfassende Tätigkeit findet als Struktur von *Handlungen* statt, die hinter- oder

nebeneinander ausgeführt werden und von denen jede ein der Tätigkeit untergeordnetes Teil-Ziel besitzt, das seinen weiteren Sinn erst aus dem Ziel der Tätigkeit selbst gewinnt. Jede Handlung wiederum besteht aus einzelnen *Operationen*, den kleinsten unterschiedenen Aktivitäts-Bestandteilen.

Die hier angesprochene Sinn-Einheit der Handlung mag das Stichwort für Wolfgang Hesses dritte Alternative gegeben haben. In Subjekt und Objekt erscheinen Operationen und Handlungen. Ohne Subjekt- und Objekt-Bezug wäre Handlung nicht zu fassen. Sie ist deutlich von relationaler Art, während Subjekt und Objekt (naiv gesehen) durchaus als Einzelinstanzen, als *Gegenstände*, gedacht werden können.

Informatik und Software-Entwicklung

Wenden wir uns dem Verhältnis von Informatik und Software-Entwicklung zu. Naiv stehen sie wie der prinzipielle und der ökonomische Zugang zu einem Phänomen zu einander.

Das Phänomen ist das der Existenz von Computern, Netzen, Datenverarbeitung, algorithmischen Modellen, kurz: einer technischen Infrastruktur, die die Grundlagen der Industriegesellschaft so heftig durchzogen und umgewälzt hat, dass ihr bis hin zum Begriff ihrer selbst alles abhanden gekommen ist, was sie ausmachte. Sie nennt sich selbst gern Informationsgesellschaft und hat zur Verstärkung dieser Entwicklung die Wissenschaftsdisziplin Informatikkreiert und ein Bündel von beruflichen Tätigkeiten der Software-Technik hervorgebracht.

- 03** *Informatik* ist in dieser Sichtweise die wissenschaftliche Beschäftigung mit der Konstruktion von Software.↔ Ihre Orte sind die Universität, die Konferenz, die Zeitschrift. Man betreibt sie in eher theoretischer Absicht, will Prinzipien solcher technischen Artefakte, ihrer Schaffung und ihrer Verwendung identifizieren und sie so fassen, dass ihre Befolgung Auswirkungen auf die gesellschaftliche Praxis erlangen kann. Die Informatik bezieht sich ohne Frage auf die Maschinisierung von Kopfarbeit, was zu erläutern hier der Platz fehlt.
- 04** ↔ *Software-Entwicklung* hingegen erscheint als jener Bereich gesellschaftlicher Praxis, der der Hervorbringung von Software unter ökonomischen Schranken gewidmet ist und Verwertungsbedingungen beachten muss. Ihre Orte sind Industrieunternehmen, Start-up Firma,

High-Tech-Schmiede, die Messe. Wo der Informatiker rückhaltlos fragen darf und soll, ist es der Software-Entwicklerin bei Androhung von Konventional-Strafen untersagt, Termin- und Mittelschranken zu überschreiten.↔

05

Selbstverständlich zeichne ich ein idealisiertes Bild. Es soll der raschen Verständigung über Begriffe dienen. Gerade im Feld der Software ist es faszinierend zu registrieren, in welchem hohem Maße theoretische Fragestellungen unmittelbar aus praktischer Not entstehen, und theoretische Ergebnisse direkt in Techniken und Produkte überführt werden. Karl Marx würde vom Zustand der Wissenschaft als *unmittelbarer* Produktivkraft sprechen und damit das Verhältnis von Informatik und Software-Entwicklung auf den Begriff bringen.

Nur erwähnt sei, dass der Begriff Software als Ansammlung von Programmteilen und deren Strukturen, von Daten und ihren Strukturen, von grafischen Präsentationen und Interaktionsstrukturen den Begriff des *Systems* evoziert. Damit muss heute die Dialektik von System und Umwelt gemeint sein, eine Perspektive, der ich hier nicht nachgehen kann.

Entwicklung, Design, Gestaltung

Man spricht von der *Entwicklung* von Software und meint damit einen Prozess, der Beschreibungen ineinander überführt↔. An seinem Anfang steht eine Beschreibung, die man oft „Anforderungsdefinition“ nennt. Gern wird diese erste Vorgabe als Szenario formuliert. Am Ende des Prozesses steht eine Beschreibung, die „Programm“, „Implementierung“, „ausführbarer Code“ o. ä. genannt wird. Hat die erste Beschreibung reine Textgestalt (mit Skizzen, Diagrammen, Tabellen etc.), so ist die letzte Text in der Form maschineller Lesbarkeit.

06

Wie jeder und jede weiß, sind die beiden Pole der Kette vom Menschen wie vom Computer lesbar, jedoch ergeben sie für diese zwei Interpreten – wenn solch gemeinsame Benennung gestattet ist – unterschiedlichen, wenngleich verwandten *Sinn*. Ich beeile mich zu versichern, dass es Sinn für den Computer gar nicht geben kann, dass er „Sinn“↔

07

Sinn und „Sinn“ (mit Anführungszeichen) markieren verschiedene Begriffe.

aber durchaus feststellen mag – ja, dazu gezwungen ist, dies zu tun, damit die erwähnte Beschreibung tatsächlich zu dem führen kann, zu dem sie führen soll – nämlich zu einer Operationenfolge.

Die Entwicklung von Software ist also die *Entwicklung* einer Beschreibung, die zu Beginn höchsten Grad an Lesbarkeit für den Menschen, jedoch niedrigsten für die Maschine besitzt. Am Ende dieser Entwicklung verhält es sich gerade umgekehrt. Der Mensch, durchaus in der Lage, das Programm zu lesen, tut dies nicht allzu gern und ist häufig noch nicht einmal geschult, es zu tun. Die Maschine hingegen fühlt sich nun – ich anthropomorphisiere aufs Schamloseste – geradezu in ihrem eigentlichen Element. Denn wenn sie die anfänglichen Beschreibungen zu kaum etwas anderem nutzen konnte als festzustellen, dass es sich um eine Kette von Zeichen handelte, so gewinnt sie nun aus dem Programmtext Anlässe dafür, effektiv etwas zu tun, so richtig als Maschine also in Erscheinung zu treten. ↩

08

Ob das effektive maschinelle Operieren nach menschlichem Maße auch effizient ist, ist eine andere Frage.

„Lesbarkeit“ bedeutet hierbei die Möglichkeit einer Sinnzuschreibung. Zeichentheoretisch betrachtet, ist solch eine *Zuschreibung* von Sinn aus Anlass einer *Beschreibung* nichts anderes als jener Vorgang, durch den einem *Repräsentamen* (einem Signalangebot), das (sichtbar) wahrgenommen wird, ein *Objekt* und diesen beiden zusammen ein

09 *Interpretant* zugeordnet wird. ↩

Ich verwende die semiotische Terminologie von Charles Sanders Peirce.

Die gegebene Beschreibung führt zur Erzeugung einer neuen, die den enthaltenen Sinn (Objekt) und seine Bedeutung (Interpretant) expliziert.

Kurz gesagt, ist das Objekt bei Peirce das, was *bezeichnet* wird. Der Interpretant ist das, was *bedeutet* wird. So jedenfalls will ich es mit Max Bense halten. Über die Wirkungsweise jedes Zeichens – eines steht für ein anderes – hinaus eröffnet diese dreistellige Begrifflichkeit eine Differenzierung, die die Einbettung in eine Kultur von den individuellen Besonderheiten des lebendigen Handelnden zu trennen

erlaubt. Die *Bezeichnung* nämlich besitzt relative Allgemeingültigkeit für eine Gruppe oder Gemeinschaft oder Kultur. Die *Bedeutung* dagegen kann nur vom anwesenden Interpreten, von demjenigen also hergestellt werden, der jetzt und hier einem Signalangebot (bei Peirce: Repräsentamen) ausgesetzt ist, es wahrnimmt und durch eine Bedeutungszumessung das Zeichen erst zum vollen Zeichen macht.

Die drei Begriffe der Überschrift dieses Abschnitts machen darauf aufmerksam, dass die Arbeit des Spezifizierens, Entwerfens, Implementierens, Testens von Software nicht immer „Entwicklung“, sondern oft „Design“ genannt wird.↔ Im Deutschen auch: „Gestaltung“.

10

Klingt im Wort „Design“ im Englischen eine sehr breite Bedeutung an, die nicht mit dem deutschen „Gestaltung“ gleichzusetzen ist, so ist doch die Nähe zum Entwerfen als einem kontext- und situationsbasierten, in Alternativen denkenden und nicht auf beste Lösungen zielenden Prozess unverkennbar.↔ Design zielt auf Artefakte, die eher zu bewerten, zu deuten, dem Geschmacksurteil auf Erfahrungsgrundlage zu unterwerfen sind. Entwicklung dagegen zielt auf Artefakte, die zu bemessen, zu begreifen, dem Korrektheitsurteil auf formaler Grundlage zu unterwerfen sind. Design geht von der Dialektik der Situation aus, die durch Design verändert wird, Entwicklung von ihrer Optimierung. Design bettet die Artefakte, die erst entstehen, in Sinnzusammenhänge ein, sieht Software-Entwicklung als einen situierten Prozess wechselseitigen Lernens in veränderlichen, offenen Kontexten. Systeme sind bestenfalls Approximationen, während sie dem entwickelnden Ingenieur als Objekte ständiger Vervollkommnung erscheinen.

11

Für Gestaltung, die der ästhetischen Dimension, der Schönheit, dem Schein und der Kunst einen Schritt näher kommt, gilt alles Gesagte um so entschiedener. Die Gestalt ist die aktuelle, in einer Art von Balance befindliche äußere Form einer inneren Vorstellung. Sie ist die schwebende Dialektik von Vorstellung und Herstellung. Gestaltung zielt auf sie.↔

12

Arno Rolf wird nicht müde, die Informatik als eine Gestaltungswissenschaft zu begreifen. Unrecht hat er nicht.

Partizipative Software-Entwicklung

Zu Beginn der 80er Jahre griffen Anwendungen des Computers über die industrielle Arbeit und die Großverwaltung hinaus; die Informationstechnik tauchte im Alltag des Büros auf. Bald war deutlich, dass die informellen Kontexte nicht abstrakt am Programmierisch in Software verwandelt werden konnten.

Die Maschinisierung von Kopfarbeit verlangte plötzlich danach, die sog. Betroffeneneinzubeziehen. Das sind mögliche spätere Benutzende eines erst in Entwicklung befindlichen Software-Systems. In Pilotprojekten, angesteckt von Beispielen wie dem skandinavischen UTOPIA Projekt, wurde Software *partizipativ* entwickelt. Kommende Benutzende wurden vor allem in frühen Phasen der Entwicklung sowie vor Inbetriebnahme gehört. In Teams wurden neuartige Entwurfsmethoden erprobt. Formales, auf sicher scheinendem Boden stehendes Vorgehen wich einem interpretierenden und konfliktreichen Aushandeln und Probieren. Für das traditionelle Konstruieren technischer Systeme ein Affront, der oft mit Kopfschütteln und Unverstand abgetan wurde (und noch immer wird?).

- Die Skandinavier öffneten einen Weg, der vermutlich größere Nachhaltigkeit aufweist als der Streit um die richtige Abfolge der Phasen der Software-Entwicklung erzielen konnte.↔ Denn das Prinzip der partizipativen Entwicklung von Systemen für Büro oder Arztpraxisführte im Grunde die ästhetische Dimension in die Gestaltung von Software ein. Sie wurde zum nur gering kontrollierbaren, dennoch aber technisch bestimmten Artefakt, das zwar zunächst noch ganz der Arbeitswelt verhaftet blieb, bald aber den Sprung hinaus in die gesamte Gesellschaftlichkeit, in die Kultur tat.↔

In der BRD brachte diese Bewegung die Software-Ergonomie hervor, den Versuch, mit traditionellen Mitteln zu reagieren, unbewusst sich gegen das Eindringen der Ästhetik zu wehren. Das ist gescheitert, hat aber gewirkt.

Spätestens jetzt war der traditionelle Zugang zu dieser Art technischer Artefakte verbaut. Die mediale Zeit der Software brach an, die Zeit, die schließlich zur *Open Source* Bewegung führte. Eine unvorstellbare Tatsache, dass Software über Kontinente und lange Zeitenhinweg von

riesenhaften, wechselnden Teams mit Erfolg und von manchmal besserer Qualität entwickelt wurde als von Professionellen. Von Teams, die nach klassischer Vorstellung gar keine waren, da sie sich weder kannten, noch zusammen arbeiteten, noch gemanaget wurden.

Nicht dass Professionalität ihre Bedeutung generell verloren hätte! Es gibt stets Bereiche, wo ihr Vorgehen günstiger ist als das der Open Source Bewegung. Was aber in die Weltgekommen ist und im partizipativen Design ↩

15

Hier sei zur Zweisprachigkeit des Aufsatz-Titels vermerkt, dass in seinem deutschen Teil die Reflexion und Philosophie, im amerikanischen hingegen die Tat und Technik anklingen sollen. Auch die freiwillige Aufgabe der eigenen Sprache, die die Deutschen so sehr pflegen.

der 80er Jahre seine Wurzeln besitzt, ist ein anarchistisch-demokratisches Element hohen Engagements, das eine noch unbekannte Sprengkraft besitzen könnte. Mit entsprechenden Argus-Augen wird mit Sicherheit beobachtet, was sich da am Rande der Höhle des Löwen tut.

So unfassbar die ästhetische Dimension uns oft erscheint, so unfassbar ist auch das Phänomen, von dem die Open Source Bewegung abhängt: die stillschweigende Übereinkunft, sich aus konvergierendem Interesse heraus an Prinzipien zu halten, die nicht per Sanktion eingeklagt werden können. Die Jagd nach der Bewältigung der Komplexität findet nicht statt. Die Beteiligten bilden rhizomartige Geflechte und spotten der Wurzelbäume.

Objektorientierung als Prinzip

Kaum jemand, der nicht seit mehreren Jahren – kommt es zur Frage nach der bevorzugten Methode der Software-Entwicklung – von der Objekt-Orientierung schwärmte. Deren für bestimmte Situationen günstige Möglichkeiten werden bei Verallgemeinerung zu einer Methode tendenziell der notwendigen Betrachtung von Situation und Kontext entzogen. ↩

16

Dabei können wir – wenigstens für die Programmiersprachen – behaupten, dass der Orientierung am Objekt eine logische Zwangsläufigkeit innewohnt. Das sei kurz ausgeführt.

Wir gehen davon aus, dass die Funktion eines Computers sich aus einer Folge von Basisschritten ergibt. Jeder Schritt ist die Anwendung einer Operation auf ein Objekt. Objekt und Operation können komplex strukturiert sein. Die lineare Folge der Schritte wird aktual aus dem Lauf eines nichtlinear notierten Programms gewonnen, das auf Eingabedaten angewandt wird. Programmierung besteht darin, in Programmen Kontrollstrukturen als Steuerungen zu schreiben. Die Beschreibung wird mit Mitteln einer Programmiersprache ausgedrückt.

Programmiersprachen müssen folglich Möglichkeiten eröffnen, Objekte und Operationen sowie Abläufe zu beschreiben. Zwei Extreme werden dabei möglich. Erstens der Verzicht auf Reichhaltigkeit des Ausdrucks bei den Objekten. Zu nur einer Sorte von Objekten (alleswird Liste!) werden Operationen reichhaltig definiert: das ist funktionale Programmierung; Lisp ist ihr paradigmatischer Fall.

Das andere Extrem verzichtet auf Reichhaltigkeit bei den Operationen. Zu nur einer Art von Operation (alles wird Nachrichtenaustausch!) werden Objekte reichhaltig definierbar: das ist objektorientierte Programmierung; Smalltalk ist ihr paradigmatischer Fall.

Das Zwangsläufige der Extreme liegt darin, dass sie in der ange deuteten Vorstellung vom Programmieren enthalten sind. Die meisten verbreiteten Sprachen liegen, als prozedurale, zwischen den Extremen. Sie mischen Ausdrucksstärke bei Operationen und Objekten.

In der Welt partizipativer Systementwicklung wurde die Objektorientierung oft besonders begrüßt. Der Grund ist in der Art der Anwendung wie im methodischen Vorgehen zu suchen. Partizipation trägt in sich das Ziel, die Kontrolle über die Abläufe und die Arbeitsschritte selbst bei den Akteuren zu belassen. Die Gegenstände hingegen, auf die ihre Arbeitsich erstreckt – die ominösen Dokumente aller Art – mögen sehr wohl informatisiert werden. Denn greifbar sind die Vorteile der Aktualisierung, Korrektur, Vervielfältigung, Formgebung. Lokal separierte Operationen am Objekt – die Stärke der Objektorientierung – spielen partizipativer Entwicklung in die Hände. Auf die fachlich-sachliche Diskussion dessen, was Objekt, Attribut, Wert und Klasse sein soll, kann ich mich

einlassen, ohne befürchten zu müssen, dass diese Rationalisierung gleich meine ganze Arbeit schluckt.

In der partizipativ geförderten lokalen Betrachtung von Arbeitsgegenständen (Materialien) gelingt es, elementare Funktionen („Werkzeuge“) zu identifizieren, die ständig auf viele Objekte parallel anzuwenden sind. Hier treffen sich, vielleicht in einem zufälligen Augenblicksoziotechnischer Entwicklung, Partizipation und Objektorientierung. Aus dem Erfolg heraus die generell gegebene Situiertheit von Software zu leugnen, kann nur zum Scheitern führen.

Objekte, so einfach?

Es wird manchen wundern, dass das Objekt bei den Informatikern eine prominente Rolle zu einer Zeit erlangte, als die Philosophie es gerade abschaffte. Der Versuch, es zu fassen, führte das postmoderne Denken zu seiner Auflösung. Eine tumbe Nachlässigkeit der Informatik?

Die Gegenstände der Welt, ob Ding oder Prozess, sind ihrer Stofflichkeit zu berauben, wenn sie der Software verfallen. Als ausgedehnte Materie geht nichts durch das Nadelöhr der Eingabekanäle in den Computer ein. Der einzige Weg hierzu ist die Verwandlung der Dinge in Zeichen. Das Ding draußen bleibt, was es ist, unabhängig von der Meinung der Philosophen. Sein Zeichen aber kann drinnen *Movens* beliebiger algorithmischer Prozesse werden.

Was die Informatiker und Software-Praktiker *Objekt* nennen, ist Objekt nur im abstraktesten Sinne. Jede Dinglichkeit hat es verloren. Es entspricht dem, was es vertritt, nur insoweit, als die in die Bezeichnung eingehenden Attribute und ihre Werte reichen. Wie jeder maschinelle ist auch dieser Zugang zur Welt ein reduzierender, standardisierender, filternder. Wie jeder maschinelle Zugang öffnet aber auch dieser, erst einmal gewonnen, Bewegung, die vorher nicht zu denken war.

Das algorithmische Zeichen

Drinnen im Computer wird alles zu *Datum*, ob es nun Programm oder Daten herkömmlicher Art war. Von den abstrakten, unsichtbaren Daten, ihren Eigenschaften und Veränderungen im Inneren der

Maschine erhalten wir Kunde erst wieder, wenn sie in stoffliche, wahrnehmbare Form rückverwandelt werden und so an der Peripherie der Maschine erscheinen. Die sichtbare Form als Bild oder Text herrscht dabei vor, gelegentlich gibt es auch Klang.

Diese erscheinenden Formen von Software treffen als Signale auf unsere Sinne. Indem wir sie *wahrnehmen* und folglich interpretieren, machen wir die Signale zu Zeichen. Denn ohne die erscheinenden

17 Signale als Entitäten↔

Ein Philosoph könnte sagen: als Etwase.

zu nehmen, die für anderes stehen, ohne ihnen eine Einbettung in unsere Situation zu geben, können wir sie nicht wahrnehmen. Wir interpretieren permanent und schaffen so ständig Zeichen.

Diese besitzen in unserem Fall die Merkwürdigkeit, dass sie nicht nur draußen von uns, sondern auch drinnen, vom Computer, interpretiert werden. Seine Interpretation aber ist treffender als eine *Determination* zu verstehen. Der Computer *bestimmt*, was er aus dem einlaufenden Signal machen soll. Das Signal führt parallel zur offenen Interpretation durch uns und zur geschlossenen Determination durch den Prozessor. Dem Signal wachsen zwei Interpretanten zu. Den externen (human-bedingten) nennen wir den *intentionalen Interpretanten*, den internen (computer-bedingten) den *kausalen Interpretanten* (oder Determinanten).

Wir nennen das semiotische Gebilde, das hier entsteht, *algorithmisches Zeichen*. Es ist nicht allein Wahrnehmungsangebot, sondern auch Anlass zur Kalkulation. Es kann in Bewegung gesetzt, d.h. 18 ausgeführt werden.↔ In ihm gewinnen wir den adäquaten Begriff für Software. Software zu gestalten heißt, komplexe algorithmische Zeichen und deren Prozesse zu gestalten. Hier erscheint die Nähe zum Design zwingend. Sie bleibt nicht zufällige Laune.

Wir sehen insgesamt, dass der flüchtige semiotische Charakter von Software ihre Entwicklung dem konsekutiven, logik-orientierten Zugriff des Ingenieurs teilweise entwindet und dem alternativen, ästhetik-orientierten des Designers zuführt. Vermutlich wird die Zukunft in der Begegnung beider Kapazitäten und Haltungen zu 19 suchen sein.↔

In einer Schrift arbeiten Peter Bøgh Andersen und der Autor dies genauer heraus.

Schluss

Software ist komplexe Funktion, komplexe Benutzung, komplexe Entwicklung. Ihr semiotischer Charakter hat sie aus der Welt der stofflich-energetisch geprägten Artefakte hervortreten, ja: herausbrechen lassen. Die Methoden ihrer Entwicklung sind deswegen immer wiederumgestülpt worden. Dies wird oft zur Verkündung eines neuen Paradigma überhöht, in deutlicher Verkennung dessen, was ein Paradigma ausmacht.↔

20

Eines der neuen Prinzipien tritt mit erstaunlich humanem Credo auf: das eXtreme Programming.↔ [Lippert et al. 02] In ihm schlingt sich eine Form partizipativer Systementwicklung in die Programmiermethodik hinein. Objektorientierung erscheint als selbstverständlich, wenn gebraucht. Kooperatives Handeln im Team und nach außen prägt das Vorgehen.

21

Es könnte sein, dass sich eine Abkehr von dogmatisierenden Verkrustungen abzeichnet, dass Glaubenssätze über die neueste und schon wieder beste Methode ingenieurartiger Software-Entwicklung durch Haltungen abgelöst werden, die geeignet sein könnten, ihrer eigenen Verhärtung zu widerstehen. Stattdessen könnten sie heiterer Gelassenheit soviel Raum geben, dass die Komplexität der Aufgabe als bewältigbar erkannt würde. Bewältigung würde im günstigen Fall nicht dadurch erreicht werden, dass tatsächlich die immer wieder erhofften, alles umfassenden Systeme mit ökonomisch vertretbarem Aufwand auf dem Markt erschienen. Vielmehr dadurch, dass die als notwendig behauptete Komplexität von Softwaresystemen als der Popanz erkannt würde, zu dem sie regelmäßig aufgeblasen wird. Die Haltung und Herangehensweise des eXtreme Programming scheint, soweit sie Haltung bleibt und nicht zur Methode stilisiert wird, solches Potential in sich zu tragen.

So genannte sichere Systeme entwickeln zu wollen, dürfte mit Sicherheit↔

22

Pun intended.

der falsche Weg sein. Unter den lebendigen Menschen hingegen die Einsicht zu stärken, dass es darauf ankomme, mit dem *Bruch* umgehen zu lernen, der bei rhizomartig durch die Infrastrukturen der Gesellschaft wuchernden technischen Systemen notwendigerweise auftritt, verspricht mehr. Die Fragilität der technischen Existenz,

von der Max Bense sprach, hat uns in der Software, also der semiotischen Dimension, mit solcher Heftigkeit erreicht, dass ihr mit Vorgehensweisen der fortschrittsgläubigen traditionellen Natur- und Technikwissenschaften nichtmehr begegnet werden kann. In der Hinwendung zur Dialektik von handelndem Subjekt und behandeltem Objekt treffen sie auf Erfahrungen der hermeneutischen und gestaltenden Disziplinen. Sollte uns dies nicht Anlass zu heiterer Gelassenheit in eher trübseliger Zeit geben?

Beitrag zum Interdisziplinären Symposium „Objekt-, subjekt- oder handlungs-orientiert? Perspektiven der Informatik“ der Fachgruppe EMISA der Gesellschaft für Informatik (GI), FB Mathematik und Informatik, Universität Marburg 10.–11. Juli 2003, in: EMISA Forum, Jahrgang 23, Heft 2, 2003.↵

01↔

Kommentar im Text.
Vgl. Jay David Bolter: *Writing space. The computer, hypertext, and the history of writing*, Hillsdale, NJ 1991.

02↔

Kommentar im Text.
Vgl. Arne Raeithel: „Ein kulturhistorischer Blick auf rechnergestützte Arbeit“ und Walter Volpert: „Erhalten und gestalten – von der notwendigen Zähmung des Gestaltungsdrangs“ in: Wolfgang Coy, Frieder Nake, Jörg-Martin Pflüger, Arno Rolf, Jürgen Seetzen, Dirk Siefkes, Reinhard Stransfeld (Hg.): *Sichtweisen der Informatik*, Braunschweig 1992, 125–140.

03↔

Man mag hierfür die sehr anregende Sammlung Peter Schefe, Heiner Hastedt, Yvone Dittrich, Geert Keil, Margaret Boden (Hg.): *Informatik und Philosophie*, Mannheim 1993, zur Informatik als Disziplin konsultieren.

04↔

Wer nachlesen möchte, sei auf Frieder Nake: „Informatik und die Maschinisierung

von Kopfarbeit“, in: Coy/ Nake u. a. 1992, 181–201, sowie in diesem Band, S. 210–241 aufmerksam gemacht.

05↔

Die Sammlung Jörg Desel (Hg.): *Das ist Informatik*, Berlin 2001, enthält auch Aufsätze zum Verhältnis von Informatik und Software-Erstellung.

06↔

Aus der reichhaltigen Literatur zur Software-Entwicklung sei nur an zwei wichtige Äußerungen vom Rande her erinnert: Frederick P. Brooks Jr.: *The mythical manmonth. Essays on software engineering*, Reading, MA 1975; Tom DeMarco, Timothy Lister: *Wien wartet auf Dich! Der Faktor Mensch im DV-Management*, München/ Wien 1991.

07↔

Kommentar im Text.

08↔

Kommentar im Text.

09↔

Kommentar im Text.

10↔

Hierzu gibt es im englischen Sprachraum eine Explosion an Literatur, auch an reflektierender. Ich verweise aus zufälliger Vorliebe auf: Subrata Dasgupta: *Design theory and computer science*, Cambridge, MA 1991; Christiane Floyd, Heinz Züllighoven, Reinhard Budde, Reinhard Keil-Slawik (Hg.): *Software development and reality construction*, Berlin 1992; Terry Winograd: *Bringing design to software*, Reading, MA 1996. Eine Brücke zur skandinavischen Tradition schlagen: Pelle Ehn, Lone Malmborg: „The Design Challenge“, in: *Scandinavian Journal of Information Systems* 10, 1&2 (1998), 211–218.

11↔

Vgl. Floyd et al. 1992, 94.

12↔

Kommentar im Text.

13↔

S. zusammenfassend knapp etwa William Newman, Michael Lamming: *Interactive system design*, Reading, MA 1995; und breiter Joan Greenbaum,

Morten Kyng (Hg.): *Design at work*, Hillsdale, NJ 1991; kritisch Randall Whitaker, Ulf Essler, Olov Östberg: *Participatory business modeling*, Research Report TULEA 1991:31, Luleå University, Schweden, 1991.

14↔

Kommentar im Text.

15↔

Kommentar im Text.

16↔

Ohne den kritischen Seitenhieb siehe Heinz Züllighoven: *Das objektorientierte Konstruktionshandbuch nach dem Werkzeug & Material-Ansatz*, Heidelberg 1998 als eine nicht dogmatische Einführung.

17↔

Kommentar im Text.

18↔

Die Verhältnisse sind in Frieder Nake: „Das algorithmische Zeichen“, in: Kurt Bauknecht, Wilfried Brauer, Thomas Mück (Hg.): *Informatik 2001. Wirtschaft und Wissenschaft in der Network Economy – Visionen und*

Wirklichkeit, Tagungsband der GI/OCG Jahrestagung in Wien 2001, Konstanz 2001, 736–742 ausführlicher dargestellt.

19↔

Kommentar im Text.

20↔

So jedenfalls, wenn man Thomas Kuhn in der Verwendung des Begriffes Paradigma folgt: Thomas Kuhn: *Die Struktur wissenschaftlicher Revolutionen*, Frankfurt/Main 1973.

21↔

Martin Lippert, Stefan Rook, Henning Wolf: *Software entwickeln mit eXtreme Programming*, Heidelberg 2002.

22↔

Kommentar im Text.

23↔

<http://sunsite.informatik.rwth-aachen.de/Societies/GI-EMISA/index.php?n=Main.EmisaForum2003-2;>

Pinsel, Bleistift, Schere, Lasso und der ganze Werkzeugkasten

Instrument als Medium

Es kann ja keine Frage sein: ein Programm wie *Adobe Photoshop* ist zunächst einmal ein *Instrument*: ein Mittel zum Zweck. Sein instrumentaler Charakter wird dadurch verstärkt, dass es einen Quasi-Standard der algorithmisierten Bearbeitung von bildlichen Vorlagen darstellt.

Kaum eine Frage kann es aber auch sein, ob Photoshop nicht auch *Medium* sei: ein Vermittler zwischen meiner Absicht und meiner Tat. Mit Programmen wie Illustrator, InDesign, Director, Flash und ähnlich komplexer Software teilt es solche mediale Eigenschaft.

Stünden diese Feststellungen nun in Widerspruch zu einander? Oder gerade nicht? Ist Medium nicht immer auch Instrument und umgekehrt Instrument nicht immer auch Medium? Eine weitgehende Verwandtschaft von Instrument und Medium rechtfertigen zu wollen, wäre die schlimmste Aufgabe nicht. Und doch ist es nützlich, in unserem Zusammenhang den Unterschied zu betonen. Auf der naiven Ebene, die wir uns hier einleitend gestatten wollen, soll *Instrument* ein Mittel sein, mit dessen Hilfe ich auf einen Gegenstand einwirke, um ihn zu verändern. *Medium* hingegen soll ein Mittel sein, durch das ich mit einem Anderen in Verbindung trete. Die mediale Verbindung lässt die beiden Verbundenen intakt, die instrumentale Veränderung überführt den einen der beiden in einen veränderten Zustand.

In diesem Zusammenhang möchte ich das Instrument als Medium betrachten. Mit einem Instrument – wie z.B. Hammer oder Saxophon – geht einer in dem Maße kompetent um, in dem er lange und

intensiv genug geübt hat. Der kompetente Umgang entsteht aus lang andauerndem, wiederholt und in immer neuen Situationen geübtem Umgang. Solche Übung ist notwendig, um Kompetenz zu erlangen. Ist das Instrument, an das ich denke, ein Hammer, so sagen wir ohne Umschweife meist „Werkzeug“. Ist es hingegen ein Saxophon, so sagen wir „Musikinstrument“. Die Werkzeuge der Musik werden also gewöhnlich fremdländisch „Instrument“ genannt. Die Instrumente des Handwerks heißen dafür „Werkzeug“.

Doch das alles ist oberflächliche Semantik, ohne Erkenntnisgewinn. Unsere Betrachtung soll deswegen die vertraute Dimension handwerklichen oder jedenfalls manuellen Umgangs mit handfesten, stofflichen Instrumenten verlassen, die ich hart und fest und schwer in der Hand wiegen kann. Wir wenden uns einem Bereich zu, wo die Instrumente immaterieller Art zu sein scheinen: sie liegen nicht schwer in der Hand, vielleicht jedoch im Geiste. Sie wiegen nichts, sagen aber vielleicht, worum es beim Wiegen geht. Diese Instrumente existieren als *Zeichen*. Nicht materieller Art ist ihre Natur, sondern semiotischer.

Wir wollen uns im Verlauf – selbst auf die Gefahr hin einer leichten Langeweile – zum Gewinn einer geistigen Kompetenz relativ ausführlich mit einem bestimmten Fall befassen. Die Betrachtung des Einzelfalls soll der Genauigkeit und Konkretheit nutzen.

Wir nehmen uns also das Programm Photoshop vor. In ihm greifen wir zu der aus Übung und Gewöhnung hinlänglich bekannten Ansammlung von „Werkzeugen“, zum ganzen Werkzeugkasten, wie er hier und in vielen ähnlichen Programmen existiert. Wir betrachten den Umgang mit einzelnen Werkzeugen des Werkzeugkastens, um daraus Schlüsse allgemeiner Art zu ziehen. Wir fragen uns:

- Wie ist der Umgang mit virtuellen Werkzeugen zu kennzeichnen?
- In welchem Sinne lässt sich bei Software von „Werkzeug“ reden?
- Wie stehen Werkzeug, Medium und Zeichen zueinander in Beziehung?

Das Feld der Erörterung

Die algorithmische Revolution (Peter Weibel) hat alltägliche Vorgänge in maschinell berechenbare Vorgänge verwandelt. Alles, was mit allgemeiner gesellschaftlicher Wirkung geschieht, muss im Zuge der algorithmischen Revolution in den Horizont der Berechenbarkeit gebracht werden. Gesellschaftlich wirksam sind tendenziell nur noch solche Prozesse, die solcher Umformung unterworfen werden oder aus ihr hervorgehen. Wir kennen das aus vielen Service-Situationen, wo etwas nicht wie gewohnt klappt und die mehr oder minder hilflos dreinschauende Person auf den Computer verweist, der *down* sei oder repariert oder *upgedatet* werde.

Die Subjekte kennen die Situation, merken dabei, dass die Transformation eine Reduktion bewirkt, erfahren den Wandel ihrer Wirklichkeit jedoch kaum einmal ausdrücklich als *algorithmische* Transformation. Es scheint ihnen umgekehrt so zu sein, dass alles schlicht und einfach und schon immer berechenbar *ist* und nicht erst in diese Form gebracht werden muss, oft genug zwangsweise und zwanghaft. Als Verwaltungsreform tarnt man das gern, als Verbesserung der Dienstleistungsqualität.

Die tiefgreifende und gleichzeitig so wohligh anmutende Umwälzung der gesamten technischen Infrastruktur der Gesellschaft können wir sehr einfach bei einem Gang durch eine fast beliebige Straße einer Großstadt bemerken. Man kann wetten, dass mit wenigen Ausnahmen beim Blick durch ein beliebiges Fenster fast immer mindestens ein Computer im Inneren des Raumes sichtbar wird. In jedem Wagen eines ICE Zuges sitzt mindestens ein Passagier hinter seinem Notebook. Die Maschinen der Berechenbarkeit sind allgegenwärtig geworden. Ohne sie geht nichts.

Wir werden zum Schluss dieses Essays auf die angesprochene Veränderung zurück kommen. Für den Augenblick geht es lediglich um die Perspektive auf den Computer, die die eben schon so genannte Maschine der Berechenbarkeit zum Medium erklärt (oder verklärt?). Lange schon haben wir uns angewöhnt, vom Computer als Medium zu sprechen. Bald nach seiner allgemein nachvollzogenen und in der Öffentlichkeit genüsslich ausgebreiteten Mutation zum Werkzeug nämlich wandelte er sich flugs zum „Werkzeug *und* Medium“.↪ In Schulen, bei Lehrern war das besonders beliebt. Eventuell kommt es bei der Medien-Rede zum viel sagenden Zusatz „digital“.↪

01

02

Reizvoll wäre es, einen Einschub zu diesem Attribut digital zu machen. Kaum eine Sichtweise verschiebt so nachhaltig vom Kern (der Berechenbarkeit) auf die Peripherie (die digitale Codierung)

Dieser Redeweise geht es so wie vielen anderen auch: sie sagt wenig und wird doch laufend verwendet, z. B. auch von mir.

Oft neigen wir in Interpretation der um uns herum den Atem raubenden Umstürze dazu, die digitalen Medien allgemein – oder kürzlich noch die „Neuen Medien“, die rasch wieder verschwanden ↔ – für vieles, das uns zusagt oder im Gegenteil misshagt, verantwortlich zu machen. Beide, die instrumentale wie die mediale Seite gesellschaftlicher Transformation, spielen auch eine tragende, insbesondere eine frühe Rolle bei der Durchdringung gesellschaftlicher Gewebe mit neuen technischen Kanälen der Kommunikation. Doch einen kulturell dauerhaften Wandel bewirkt das Medium *als* Medium nicht. Zwar zweifeln wir nicht daran: *The medium is the message* ↔ – doch wir setzen ein wenig skeptisch hinzu: anfangs. Anfangs seiner noch ungewissen Entwicklung ist das Medium selbst auch schon die Botschaft, indem es nämlich gestattet, Altes auf neue Weise darzubieten und zu vermitteln, wobei die neue Form der Mitteilung den Inhalt jener Mitteilung gern überstrahlt. Seht her, ich kann's auf neue Weise sagen. Die strahlend neue Form reicht anfangs oft schon hin.

03

04

The mediated message takes command – sagen wir, letztlich. Denn gelingt es mit den neuen Mitteln nicht, ihnen angemessene Inhalte zu erobern und auszudrücken, so verschwindet das Medium oder, häufiger Fall, wird ganz anders verwendet als zunächst gedacht oder gewünscht. Was sagen soll, dass die frühe Begeisterung der Technophilen oft erste Bahnen bricht. Doch dann geht es auf diesen Bahnen nicht weiter, und das neue Medium enthüllt im Laufe der Zeit, für welche neuen Inhalte es besonders und vor allem taugt. Wir wollen dem am Beispiel harmloser Einzelheiten der Leistung des Programms Photoshop nachgehen.

Photoshops Werkzeugkasten

In *Abb. 01* sehen wir einen Werkzeugkasten. Er enthält elf Paare von Werkzeugen, 22 also in der Summe. Er enthält weiteres, was uns hier

nicht kümmern soll, und wir finden auch anderswo im Programm Photoshop noch Möglichkeiten, auf die Werkzeuge Einfluss zu nehmen.

Wollen wir das Mediale eines Programms (wie etwa Photoshop) untersuchen, so müssen wir sein *Interface* untersuchen. Denn im *Interface* begegnet uns das Programm: hier suchen wir den Anschluss, hier findet die Vermittlung statt. Im Falle von Photoshop (und heute in vielen ähnlichen Programmen) geschieht dies als eine große, komplexe Sammlung von Instrumenten.

Was wir herausarbeiten wollen: zu zeigen, dass die stark metaphorierte Redeweise ihre Berechtigung besitzt (die Rede vom Programm als einer Sammlung von Instrumenten), dass uns das *Interface* aber auch zu neuen und neuartigen Vorstellungen dessen führt, was wir hier tun und womit wir es zu tun haben.

Die 22 Werkzeuge im Werkzeugkasten von Photoshop besitzen Namen wie Auswahlrechteck-Werkzeug, Verschiebe-Werkzeug,



Abb. 01: Photoshop Werkzeugkasten.

Abb. 03: Optionenleiste des Werkzeugs Pinsel.

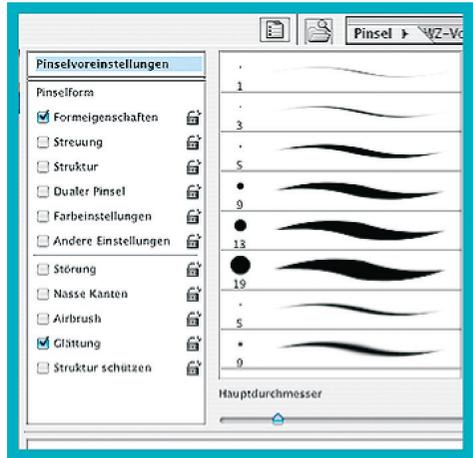


Abb. 02: Optionenleiste des Werkzeugs Pinsel, linker Teil.



Lasso-, Zauberstab-, Freistellungs-, Slice-, Reparatur-Pinsel-, Pinsel-, Kopierstempel-, Protokollpinsel-, Radiergummi-, Verlaufs-, Weichzeichner-, Abwedler-, Pfadauswahl-, Horizontales Text-, Zeichenstift-, Linienzeichner-, Anmerkungen-, Pipette-, Hand- und Zoom-Werkzeug.↵

05

Nicht, um den Leser zu ermüden, habe ich all diese Namen notiert, sondern um sie einmal gegenwärtig zu haben in ihrer merkwürdigen Mischung von Vertrautheit und Fremdheit, von Tradition und Transzendenz, um mit Pelle Ehn zu reden.↵ Was ein Stempel ist, weiß ein jeder. Bei einem Kopierstempel darf das bezweifelt werden: wie soll ich mit einem Stempel kopieren können? Dass ein Pinsel etwas ist, mit dem sich Farben auf eine Fläche auftragen lassen, wird jedermanns Erwartung sein. Was aber ein Text- oder ein Pfadauswahl-Werkzeug sein mag, dürfte bei erster Begegnung offen sein.

06

Nun ist dem ungeübten Heimwerker beim ersten Blick in einen gut gefüllten Werkzeugkasten der mechanischen Art auch längst nicht jedes Werkzeug darin vertraut. Und im übrigen ist es Zeit, dass wir unsere eigene Sprache kritisieren. „Wir sehen einen Werkzeugkasten“, hatte ich eingangs notiert. Was für ein Schmarren! Wir sehen keinen Werkzeugkasten. Es handelt sich um Licht in Färbung und Formung auf dem Bildschirm, das ist alles. Hier auf dem bedruckten Papier sehen wir reflektiertes Licht. Wir haben uns im Umgang mit Software aber seit mehr als dreißig Jahren daran gewöhnt, kräftige Metaphern zu verwenden, ständig. Seit gut zwanzig Jahren ist die metaphorische Redeweise zur einzigen geworden, die wir uns noch genehmigen. Die jungen Leute wachsen klaglos in sie hinein. Die Bedeutung eines Wortes ist sein Gebrauch, hatte uns Wittgenstein notiert, als er weise wurde. Wir wollen uns daran halten, auch wenn die noch ganz andere Geste des jungen Philosophen Wittgenstein in ihrer Radikalität erfrischend war.↵

07

Jedes Instrument in Photoshop zeigt eindringlich und einfach auf seine mediale Seite: es ist Medium eines Sprachgebrauchs. *Hier spricht man so*, sagt es uns, *halte Dich dran*. Den prinzipientreuen Metaphern-Kritiker trifft Hohn. Der Pinsel? Gebongt. Der Zeichenstift? Abgehakt. Das Lasso? Merkwürdig, beim Zeichnen eigentlich unüblich. Es wird einiges zu lernen geben, schließen wir. Mit dem Lasso fängt man Kühe oder Pferde. Es wird ums geschickte Fangen gehen, würde der Gebrauch der Metapher uns nahe legen.

Wir entdecken in den kleinen Kästchen der Werkzeuge in ihren rechten unteren Ecken kleine schwarze Pfeile. Wenn unsere Hand ruhig und genau genug positionieren kann, öffnet sich beim Klick auf diesen Varianten-Pfeil eine Anzeige weiterer Werkzeuge. Beim Linienzeichner etwa sind es fünf weitere: Rechteck-, Abgerundetes-Rechteck-, Ellipse-, Polygon-, Eigene-Form-Werkzeug. Jedes von ihnen kann nach „oben“ im Werkzeugkasten geholt werden, sodass es im Kasten selbst schon erscheint, nicht erst verborgen.

Sobald wir eines der Werkzeuge auf einem „Blatt Papier“ verwenden, werden wir rasch vielerlei wundersamer weiterer Umstände gewahr. Da unser Zweck hier keine Einführung in die schier unerschöpflichen Möglichkeiten und Geheimnisse von Photoshop sein kann, wollen wir diese Schilderung jedoch nicht viel weiter ausdehnen→.

08

Leidvoll wird die Leserin die fetten Schinken kennen, die sich in Buchläden türmen. Sie kündigen an, dass man mit ihnen eine Software wie Photoshop spielend meistern kann. Froher Kinderglaube.

Ein Stückchen aber müssen wir doch in dieser Art fortfahren. Unsere Absicht dabei ist es, in konkreten Gegebenheiten des algorithmischen Zeichnens nahe an das Prinzip heran zu kommen, das dem algorithmischen Zeichen (ohne „n“) zugrunde liegt, unserem Thema im letzten Abschnitt. Das augenblickliche tutorielle Vorgehen wird den geduldigen Leser schließlich doch belohnen. Unser Ziel, es sei daran erinnert, ist es, das Instrument als ein Medium zu sehen.

Wir verschaffen uns also ein neues Stück Papier (auf dem Bildschirm). Wir wählen das Pinsel-Werkzeug aus. Sogleich erhalten wir am oberen Rand des Bildschirms (falls das Fenster „Optionen“ angegeben ist) in einer horizontalen Leiste Auskünfte. Von links nach rechts in jener Leiste (*Abb. 02*) sehen wir das Zeichen „Pinsel“, das für das aktuell ausgewählte Werkzeug steht; eine Anzeige der Form und Breite des Pinsels; einen Modus (wohl für den Farbauftrag); die Deckkraft zwischen 0 und 100 %; etwas über „Fluss“, ebenfalls von 0 bis 100 % einstellbar, wie wir entdecken können; eine alternative Werkzeug-Wahl „Airbrush“. Weiter rechts entlang dieser Leiste können wir eine große Liste von Formen mit Durchmessern und etlichen

zusätzlichen Modifikationen aufschlagen (*Abb. 03*), die sich auf Eigenschaften des ausgewählten Pinsels beziehen.

Wenn wir nur wenige Striche mit dem Pinsel zeichnen, erkennen wir das grandiose Prinzip, das hier herrscht und an das Millionen von Menschen sich bestens gewöhnt haben, die von Informatik in einem engeren Sinne nichts oder fast nichts ahnen. All die Einstellungen, sagt das Prinzip, von Form, Farbe, Deckkraft und manchem *Parameter* mehr noch, die wir vornehmen, definieren zusammen eine zeichnerische Interpretation. Das Programm – oder der Algorithmus –, das wir als „Pinsel gewählt haben, ohne dabei an ein Programm zu denken, dieses heimliche und versteckte, als Pinselbildchen getarnte Programm interpretiert jede unserer einigermaßen unbeholfenen Bewegungen der Maus gemäß der Setzungen von Parametern im Einstellungs- oder Modifikationskomplex.

Wir können beim Zeichnen mit dem Photoshop-Pinsel weit entfernt von allem sein, was man ein auch nur notdürftig geschicktes, geübtes, kompetentes Zeichnen nennen könnte. Unsere Tätigkeit setzt sich aus einer mentalen Vorleistung und einer manuellen Operation zusammen. Vorab leisten wir all die Einstellungen von Parametern, deren Einzelheiten zu verstehen und damit dann gezielt effektiv einsetzen zu können, uns einiges im Umgang mit dem Programm abverlangt: eine Übungstätigkeit, die der bei Meister Itten am Bauhaus nicht nachstehen, ja: die sie eher übertreffen dürfte.↵

09

Johannes Itten war einer der ersten Bauhaus-Meister, der mit dem von ihm geschaffenen Vorkurs die ersten Jahre der Lehre dort prägte.

Die Effekte, die wir durch die Voreinstellungen des algorithmischen Pinsels erzielen können, sind von solch alles überstürmender Vielfalt und Komplexität, dass schon der Pinsel, unser erstes Instrument bloß, unmerklich unter der Hand zu einem wahren Arsenal von Pinseln und Meta-Pinseln wird.

Es handelt sich eben nicht, müssen wir konzedieren, um das harmlose Instrumentchen Pinsel aus Holz, Metall und Borsten, das in einer geschickten Hand seine erstaunliche Wirkung entfalten kann. Es handelt sich vielmehr um eine mächtige Maschine, die arg verniedlichend noch immer „Pinsel“ genannt wird. In Wahrheit hingegen will

sie geistig bewältigt und durchdrungen sein, soll ein auch nur andeutungsweise gewollter Effekt erreicht werden.

Die bewegende Operation der Hand, das einzige Überbleibsel einst gefeierter körperlicher Kunstfertigkeit, gibt schließlich und nichts als den geometrischen Pfad vor, entlang dessen die algorithmische Interpretation der Hand-Maus-Bewegung mittels der eingestellten Werte wirksam wird. „Zeichnen“ wir schnell genug, kann es eintreten, dass die Zeichnung erst nachklappend zu unserer Handbewegung sichtbar wird, weil es kurz zu einem Schlucken des Programms oder der Maschine kommt. In solchem Augenblick spüren wir – wegen unserer Ungeduld beim Warten gar körperlich –, dass hier tatsächlich gerechnet wird, berechnet wird.

Die Redeweise vom „Pinsel“ (wie die vom Stift, vom Radiergummi und halt auch vom Lasso) ist verharmlosend, verschoben, altertümelnd, schlicht falsch, gleichzeitig aber sehr erfolgreich, eingängig, lehrreich. Sie fördert die Intuition und Imagination. Die begleitenden Bildchen stärken dieses Verständnis oft noch, wenn auch nicht immer. Oft geben sie Rätsel auf. Solche höchst widersprüchliche Beobachtung, die wir zu Hauf machen können und die wir nur in einer winzigen Variante angeführt haben, macht uns auf den ganzen Zauber, auf die Verzauberung aufmerksam, die mit Photoshops Pinsel in die Welt gekommen ist.

Jedem Menschen, auch dem kläglichsten Zeichner, steht nun ein Megasuperpower-Pinsel zur Verfügung: eine gewaltige algorithmische Maschine, die zusammengezurrut wird in einem einzigen harmlosen Metaphern-Pinselchen, das es zu schwingen gilt, um allein mit ihm bereits überraschende Bilderwelten herstellen zu können.

Wir ahnen – so weit in einer ersten Übung vorgedrungen – welche gewaltige automatische Maschine auch nur in der harmlosesten Anwendung des sog. Pinsel-Werkzeuges beherrscht werden will, soll bei der bekannten hektischen Fummelei mit den Massen von Parameter-Einstellungen klug, gezielt, gestaltend umgegangen werden. Die Übungen, die die Bauhaus-Meister ihren Studierenden im ersten Jahr der Grundlehre abverlangten, waren harmlose Zumutungen im Vergleich mit dem, was im *digitalen Bauhaus*↔ verlangt werden muss.

10

Zur Eröffnung der School of Art and Communication der Universität Malmö hatte Pelle Ehn sehr bewusst vom digitalen Bauhaus gesprochen.

Instrument und Medium begegnen wir. Wir sehen das Instrument als Medium – den Pinsel nämlich, an den ich denken mag, wenn ich die Maus (oder vielleicht doch, etwas eleganter, einen Stift auf einem Zeichengrund) bewege, deren Bewegung ich als ein Bildereignis auf dem elektronischen Papier (Bildschirm) erscheinen sehe, ein Bildereignis, zu dem Monet oder van Gogh eventuell eine halbe Stunde des Probierens benötigt hätten.

Ich singe hier nicht das Hohe Lied der Computertechnik, da sei mir mancher gute oder böse Geist davor. Dann aber, ist einzuräumen, singe ich es doch. In welchem Sinne nämlich? In dem Sinne, dass es nun, nach der Dauer von etwa einer ganzen Generation, die seit Beginn der 1970er Jahre verflossen ist, an der Zeit ist, allenthalben zur Kenntnis zu nehmen, was mit dem algorithmischen Prinzip der Berechenbarkeit in der Gesellschaft bleibend umgestürzt worden ist. Der Unterschied zwischen Werkzeug und Medium ist geschmolzen. Das eine kommt als das andere daher. Es kommt nicht mehr darauf an, was es *ist*, das wir da betätigen. Wir wissen ja, was das ist: der Computer, gesteuert durch ein Programm. Eine übermächtige Maschine, so miniaturisiert, dass die Maschine selbst uns nicht mehr zu entdecken gelingt.

Wir verlassen die konkrete Betrachtung hier, um in den folgenden Abschnitten eine theoretische Interpretation des andeutungsweise praktisch Erfahrenen anzubieten.

Das Software-Werkzeug

In den 1980er Jahren hatte es in der Informatik, an jenen ihrer Ränder, genauer gesagt, an denen sich enttäuschte 68er tummelten, die ihre Liebe zur Software-Ergonomie oder zur Mensch-Maschine-Kommunikation entdeckt hatten, eine gelegentlich recht heftige Diskussion um das „Werkzeug“ gegeben ↔. Alles schien *tool* geworden zu sein, die Amerikaner, so sagte man sich augenzwinkernd, hatten aber geringe Ahnung von Begriffen. Für sie war einfach jedes Stück Programm ein *tool* und mehr interessierte sie nicht. Die Unix-Welt exerzierte den Gebrauch von *tools* exzessiv vor ↔.

11

12

Martin Heidegger hatte sich über Maschine, Werkzeug und Technik anregende oder krause Gedanken gemacht, so wurde man aus den USA durch ein seither immer wieder erwähntes Buch belehrt ↔. Der große Abtrünnige der *Artificial Intelligence* Forschung, Winograd,

13

- war vom MIT nach Stanford gewechselt. Dort begegnete er Hubert Dreyfus, dem US Philosophen der Hermeneutik. So fand erstmals
 14 eine philosophische Strömung↔

Unterschlagen wir aber keinesfalls, dass in der BRD seit Beginn der 1970er Jahre eine diametral andere Philosophie in der Informatik anwesend war: der Marxismus, bekämpft und verspottet.

- bewusst und über gelegentliche Anmerkungen hinaus wirksamen Einfluss auf informatische Forschung, ein denkwürdiger Augenblick.
 Längst aber gingen links und gewerkschaftlich orientierte Menschen in Skandinavien ihren besonderen, rasch auch internationalen Einfluss gewinnenden Weg der Software-Entwicklung. Mit Pelle Ehns
 15 Dissertation↔ wurde Heidegger erneut zu einem geistigen Grundpfeiler einer allmählich zu einem Begriff ihrer selbst hindrängenden Informatik. Wittgenstein und Marx – Sprache und Arbeit also, Dialektik – waren Ehns weitere Stützen.↔
 16

In fröhlich-kindlicher Naivität war 1984, in jenem literaturträchtigen Jahr, der junge Macintosh als Werkzeug und Werkzeugsammlung auf den Markt gesprungen. Mit ihm wurde es schlicht lächerlich, eine kleine Kiste, ungefähr vom Gewicht einer Schreibmaschine, die man mit einer Hand spielend leicht aufnehmen und wegstören konnte, noch großspurig „Maschine“ zu nennen. Den Lehrern war es mehr als recht! Wie die Künstler zwanzig Jahre vorher schon konnten sie vom „Computer als Werkzeug“ reden – meist mit dem verdächtigen Wörtchen „nur“ garniert: *nur* ein Werkzeug sei der Computer doch, sähe man nur genau hin.

Von besonderer Bedeutung dürfte gewesen sein, dass die Welt des Design auf die neue Maschine – *the computer for the rest of us* – ansprang. Bis heute kann man darauf setzen, dass Designer eine deutlich höhere Affinität zu den Macintosh-Maschinen als zu den Windows-Kisten haben. Denn sie kommen in vieler Hinsicht ästhetischen Bedürfnissen entgegen, sowohl was die schlichte Wahrnehmung angeht, wie die nach wie vor unübertroffenen Schnittstellen und die Leistungen der zuerst speziell für Macintosh entwickelten Software.

Ausdrücklich also in vielen Belangen für einen allgemeinen Markt wurden hier Maschinen höchster Komplexität in einfachster Form

und Verwendung konstruiert: die Instrumente werden zu Medien, zu Medien nämlich einer neuen Synthesis der Gesellschaft. Sie wird in der Regel die Informationsgesellschaft, aber auch Wissensgesellschaft genannt. Es ist in Wahrheit die Gesellschaft, die sich auf ihre immer schon vorhandenen Zeichenströme und -prozesse gründet und die diese Semiosen mit dem Computer zu berechenbaren macht. Die Gesellschaft der semiotischen Maschine der Berechenbarkeit.

Eine harmlos ausschauende ideologische Nebelwand nach der anderen wurde in die software-ergonomischen Diskurse und die technische Ausstattung der Schulen geblasen. Wenn diese Maschine, gegen deren Verwendung für Zählungen des Volkes und Registrierungen der Bürger gerade noch das Verfassungsgericht angerufen werden musste↔, jedoch andererseits nicht nur Kindern zugänglich war

17

Das Urteil des Bundesverfassungsgerichtes zur Volkszählung, das einer breiten demokratischen Volksbewegung Recht gab und die große liberale Tradition der BRD weiter festigte.

und Freude bereitete, sondern auch Lehrern (inklusive Lehrerinnen, also sogar in der Grundschule und gerade auch im Kunstunterricht), dann konnte nichts Abstoßendes und Gefährliches von den spiegelnden Bildoberflächen ausgehen. Wie denn auch?

Ihre ideologisch verunklärnde Rolle spielte die Werkzeug-Debatte erfolgreich, auch wenn es hier und da Hinweise gab, die sich auf Hegels Anstrengung des Begriffes beriefen↔ und wohl schon deswegen folgenlos bleiben mussten. Seinen deutschen einsamen Höhepunkt fand der Diskurs in einer ganz erstaunlichen Dissertation, die allein deswegen sensationell war, weil sie von zwei Autoren gemeinsam kam, Reinhard Budde und Heinz Züllighoven. Ihr vollständiger Titel lautet: *Software-Werkzeuge in einer Programmierwerkstatt. Ansätze eines hermeneutisch fundierten Werkzeug- und Maschinenbegriffs*. Sie ist bei Oldenbourg als GMD-Bericht Nr. 182 im Jahr 1990 erschienen und auch heute noch zu erstehen.

18

Diese Arbeit enthält auf ca. 100 Seiten eine Rezeption der für den Umgang mit Maschine und Werkzeug wichtigen Begrifflichkeit aus *Sein und Zeit*, wie sie mir ähnlich tiefgehend sonst nicht bekannt ist. Buddes und Züllighovens Rezeption ist auf heutige Anwendungen in der Informatik gerichtet. Sie geht also nicht wie ein philosophischer

Diskurs vor, sondern versucht durchaus, die Begriffe bis hinein in definitorische Sprachregelungen zu fixieren. Ein gewiss problematisches Unterfangen, wird man sagen, aber ein lohnendes allzumal, falls wir uns einem solchen Versuch einmal anzuvertrauen bereit sind. Bei Budde und Züllighoven also lesen wir über den *Werkzeugcharakter* von Software:

19 „Software-Werkzeuge erschließen uns im Umgang unseren Arbeitsgegenstand, das Programmiermaterial. Sie werden so zum Erkenntnismittel.“↔

Software *ist* nicht Werkzeug. Im Umgang mit Software allerdings erscheint sie *wie* Werkzeug. Das aber geschieht auch nur dadurch, dass andere Aspekte von Software wie Material erscheinen. Software ist Software – eine tautologisch triviale Notiz, die einen Zustand von Materie benennt, bei dem die besonderen Eigenschaften ihrer *Materialität* nachgeordnet sind und lediglich Trägerrollen spielen. Gleichzeitig sind die besonderen Eigenschaften ihrer *Funktionalität* hingegen übergeordnet und erlangen für uns Bedeutung und Sinn.

Software in Funktion, die durch unseren Umgang mit ihr ausgelöst wird, erscheint uns dann im historischen Vergleich *wie* Werkzeug & Material oder, mit Marx zu sprechen, wie Arbeitsmittel & Arbeitsgegenstand. Historisch ist dieser ansprechende Vergleich, weil wir in die produktive Geschichte der Menschheit zurückblicken, auf die handwerkliche und manufaktuelle Zeit der gesellschaftlichen Produktion. Der Begriff „Werkzeug“ entstammt jener Epoche und kann später stets nur übertragen oder gar metaphorisch verstanden werden.

Das algorithmische Zeichen

Schließen möchte ich mit einem mir wichtigen Begriff, dem vom *algorithmischen Zeichen*. Es ist geeignet, zwischen Werkzeug (Instrument) und Medium in der Domäne der Berechenbarkeit zu vermitteln.

20 Medien werden nicht mehr fertig↔. Sie sind nicht mehr nur so etwas wie Produkte, die wir kaufen, als Buch, Schallplatte oder DVD. Sie *sind* vielmehr Prozesse, die wir leben. Etwas zurückhaltender formuliert: sie sind vielleicht nicht bereits, schlankweg, Prozesse; doch sie *werden* das. Ihre – als Medien – immer schon vorhandene Prozessualität tritt stärker und beschleunigt in den Vordergrund. Sie überspielt die Produktseite. Dynamik steht über Statik.

Das Buch, gewiss ein Medium, aber zunächst halt doch ein Produkt, das ich im Laden als ein Stück Materie mit Form, Gewicht, Geruch und sonst was noch erstehe wie einen Salatkopf oder einen Hering, dieses Buch ist zunehmend nur so etwas wie der Zugang zu einer Ecke im Internet. Erst kam es mit einer dazu gepackten CD-ROM. Das war der technisch unbeholfene, aber wichtige Schritt des Buches zu einem Medium neuer Art. Heute enthält es einen Hinweis auf mehrere URLs, denen man nachgehen soll. Dort wird das Buch laufend weiter geschrieben, eine Diskussion findet statt zu Aspekten, die auf dem Papier als Druckerschwärze zu sehen sind, die sich nun aber – ihrer schwerfälligen, aber gut riechenden Materialität entkleidet – entfalten können. Der Autor gibt eine Email-Adresse bekannt und lädt freundlich dazu ein, ihm alles mitzuteilen, was gefällt und missfällt.

Aber gut – der Hinweis auf das Buch, das ein Produkt ist, wenngleich es als ein Medium klassifiziert wird, dieser Hinweis bedeutet nichts anderes, als dass das Buch zu einem jener Apparate wird, wie wir sie stets brauchen, um überhaupt erst Zugang zu einem der vielen Medien zu erlangen, die uns umgeben. Wir können am Medium *world wide telephone* nicht teilhaben, ohne einen Telefonapparat zur Verfügung zu haben. Dieser ist offensichtlich nicht das Medium. Er ist ein harmloser Apparat, ein *device*, den wir kaufen, herumtragen etc. Ohne den Apparat („Endgerät“) gibt es das Medium für uns nicht, und ohne das Medium ist der Apparat nutzlos für uns.

Noch mal: die auch im Buch angelegte Dynamik, die seit langen Zeiten eine zunächst individuell kognitiv-emotionale ist und eine sozial ausgedehnte, wird zur technischen Dynamik. Das Buch wird zum Endgeräte-Zugangsteil zu einer Prozessualität, die es ohne Technik nicht gäbe. Diese Prozessualität hat vielerlei Seiten. Um nur eine zu erwähnen: Sie treibt viele Buchläden in den Bankrott.

Man sagte, die Wirklichkeit verschwände allmählich mit der aufkommenden Virtualität. Viele beklagten das, keiner so schön wie der Reformpädagoge Hartmut von Hentig[→]. Auf Seiten der Begriffe ist jedoch zuerst eine Verwirrung zu beseitigen. Sie rührt aus der Informatik und umlagernden Gebieten her, wo man flugs bei der Hand war, eine harmlose technische Einrichtung, genannt *virtual reality*, der „Wirklichkeit“ entgegen zu stellen. Nichts abgeschmackter als das!

Denn tatsächlich ist die virtuelle Wirklichkeit so wirklich, also wirksam, spürbar, real, vorhanden, und nicht eingebildet, vorgestellt, fantasiert, unspürbar, wie viele andere Abteilungen der Wirklichkeit

auch. Sie hat gewisse Defizite aufzuweisen, die sich benennen lassen. Wenn Wirklichkeit, ohne philosophisch werden zu wollen, sich dadurch auszeichnet, dass wir ihre Phänomene mit dem ganzen Körper, allen Sinnen, unserer gesamten Existenz spüren, empfinden, wahrnehmen, so weist deren virtuelle Abteilung das Defizit auf, hier oder da eingeschränkt zu sein. Sie mag z. B. nur sichtbar, aber nicht zu schmecken, zu riechen und zu hören sein.

Tatsächlich also hat sich die Wirklichkeit aufgespalten in zwei Abteilungen: das Aktuelle und das Virtuale. Am Computer, der Informationstechnik, den digitalen Medien macht sich tatsächlich und von Anfang an ein Trend der Immaterialisierung fest. Die Debatte um den ontologischen Status von Software ragte aus der westdeutschen neuen Marx-Rezeption ab 1968 in die 1970er Jahre hinein. Sie führte schon damals zu einer vorläufigen Klärung, die später auf den Begriff gebracht werden konnte. Bei Software handelt es sich um Gegenstände der *semiotischen Maschinerie*, um *algorithmische Zeichen*. So lautet mein Begriff hierfür. ↪

22

Medien, digital, als Maschinen und Träger, als Realisatoren der Virtualität, der Wirklichkeit also im Zustand ihrer technischen Ermöglichung, digitale Medien also werfen die Frage auf nach unserem Umgang mit dem, was ist, als flüchtig und flüchtig, als sinnlich äußerst präsent und gleichzeitig nicht gut an die Wand zu hängen, abzuheften, einzustellen. In der Welt der Metaphern kann in jedem Augenblick alles anders werden, bleibt nichts das, was es zu sein scheint, ist flugs schon wieder ein Anderes geworden, sich selbst jedoch auch gleich geblieben. Ein Chamäleon in einer Welt des Flusses. Rasender Stillstand.

Im algorithmischen Zeichen haben wir ein neues kulturelles Phänomen vor uns. In ihm erscheint die neue, trotz rascher Ausbreitung noch immer der Gewöhnung bedürftige Tatsache, dass viele unserer alltäglichen Tätigkeiten einen zweiten Beobachter gewonnen haben: den Computer als semiotische Maschine. Vieles dessen, was wir sinnlich wahrnehmen und infolgedessen auch interpretieren, wird vom Computer (einem seiner Programme) der gleichzeitigen Be- und Verrechnung zugeführt. Der Prozess der Berechnung bestimmt ein Ergebnis, das wir als den Interpretanten auffassen müssen, den die semiotische Maschine dem Zeichen im Prozess der Zeichenbildung zuordnet. Die Berechnung durch das Computerprogramm ist im semiotischen Sinne formal der Interpretation durch

den interessierten Menschen gleichgestellt. Die Betonung liegt dabei auf „formal“. Denn wahrhaft interpretieren kann der Computer nicht. Seine Interpretation führt zu einem und nur einem Ergebnis. Sie ist eine Determination.

Wesentlich hieran aber ist, dass das algorithmische Zeichen zwei Interpretanten neben einander aufweist: einen kausalen im Computer, einen intentionalen im Menschen. Formal gleichrangig, sind sie inhaltlich fremd. Wahrnehmung prägt den einen, Berechnung den anderen.

Der beklagte Verlust des Wirklichen erweist sich als Gewinn der Wirklichkeit im Fluss. Verloren geht, zu Teilen, die feste, abpackbare Seite der externen Wirklichkeit. Das ist das Aktuelle. Trost ist angebracht. Denn da wir essen müssen und wollen und auch noch Kleider und Schuh dazu brauchen, werden wir ohne diese aktual stofflichen Seiten der Wirklichkeit uns nicht sonderlich lange bei der Feier der virtual semiotischen Seiten allein aufhalten können. Auch ist die schlichte Leibeslust in anderen Formen nicht zu verachten.

Medien, digital, werfen aber auch die Frage nach dem Raum neu auf. Im Diskurs der digitalen Medien ist das mit Händen zu greifen. So reden wir doch darüber: Wir „gehen ins Internet“, wir „stellen dort etwas rein“, wir haben dort „Orte und Verbindungen“. Der Link kennzeichnet den Computer als digitales Medien, ihn so von sich selbst abhebend.

Zeichen, Flüchtigkeit, Raum, Unvollendung – das sind Begriffe um die digitalen Medien herum, um das Phänomen der Kultur herum also.

Das Programm der generellen Semiotisierung von Welt hat in den digitalen Medien seine maschinelle Form erreicht. Prozesse der Bildung und des Lernens können sich dem nicht verschließen. Sie tun es auch nicht, im Gegenteil: Sie werfen sich dem Neuen in schierer Angst vor dem eigenen Versagen und Abgehängtwerden in die Arme. Teleteaching, e-Learning, virtuelles Klassenzimmer, Notebook University und ähnliche Worte werden herumgereicht. Der Medienunverstand feiert sich selbst, wenn Professoren ihre „Vorlesungen“ auf Video aufzeichnen und „ins Netz stellen“ lassen.

Ich möchte aber nicht von der Höhe des Begriffs in die Niederungen unsäglich mieser Didaktik absteigen. Keine Frage, angesichts der digitalen Medialität löst vieles dessen sich in Prozessen auf, das wir als Raum gewohnt sind zu erfahren, all die Pflichtkurse, die das

Lernen in die Nähe von Folter bringen. Digitale Medien sind jedoch stark durch eine neue Art von Räumlichkeit geprägt, die virtualen Räume. Deswegen müssen aktuelle didaktische Überlegungen vom Raum eher ausgehen als von der Zeit. Es gilt, Räume zu schaffen, in denen Prozesse stattfinden können, die sich der Kontrolle der Machtinstanzen (durch Lehrende verkörpert) entziehen. Offene, veränderliche, chaotische, mäandernde, eben unkontrollierte und unkontrollierbare Prozesse gilt es zu schaffen und zuzulassen, über die die Lehre nicht verfügt und die gerade deswegen Lernen ermöglichen! Wenn das nicht die Lehre ist, die wir aus der Begeisterung ziehen müssen, die die Jungen für das Internet empfinden – was dann?

Was hat das mit Werkzeug und Medium, mit Zeichen und Algorithmen zu tun? In der Gesellschaft der Berechenbarkeit, in ständiger Begleitung durch die semiotische Maschine und das algorithmische Zeichen, wird es lächerlich, auf Berechenbarkeit der Individuen in ihrem täglichen Verhalten von morgens bis abends zu pochen. Die Potentiale der jetzigen Medien zur Video- Aufzeichnung von etwas zu nutzen, das sich „Vorlesung“ nennt, und diesen Akt (samt Publizieren der gähnenden Stumpfheit im WWW) dann als fortschrittlich zu verkaufen, ist derart abgeschmackt, dass das Geld zurück verlangt werden müsste, was dafür zum Fenster hinaus geworfen wird. Steckt es in Kindergärten stattdessen!

Zeichenwelten sind Welten des menschlichen Geistes. Einen winzigen, vom Grundsatz her unbedeutenden Teil davon hat die Maschine erfasst, die darüber zum Medium wurde. Wir sind und bleiben ungefährdet in der Welt der Zeichen und Symbole, stark und einsam. Aber neben uns rumoren Maschinen mit ihrem begeisternd unüberschreitbaren Unverstand und machen sich in trivialen Interpretationen an Zeichen zu schaffen. Das gilt es zu verstehen und zu beachten, wenn wir mit digitalen Medien umgehen.

Denn nicht das Maschinen-Medium kann uns Sorge bereiten. Es sind jene Menschen, die eine gefährliche Ideologie um die Medien-Maschine herum aufbauen und diese feiern.

Nicht die Maschinen nämlich, von denen es heißt, sie würden intelligent werden, sind das Problem. Sie werden es nicht. Das Problem sind die Menschen, die uns weiß machen wollen, es sei so. Das Problem liegt in jenem Denken, das denkt, Maschinen könnten denken.



Abb. 04: Frieder Nake, Algorithmische Zeichnung von 1965.

*Der Text erschien erstmals in: Winfried Matzker, Ursula Dreyer (Hg.):
Verständigung über die Verständigung. Aspekte der Medienkompetenz,
Bern 2009, 141–156.*

01↔

Dazu kürzlich sehr erhellend Claus Pias: „Asynchron – einige historische Begegnungen zwischen Informatik und Medienwissenschaft“, in: *Informatik Spektrum* 31:5 (2008). Gern sei auf zwei ältere nützliche Sammelbände verwiesen: Peter Bøgh Andersen, Berit Holmqvist, Jens F. Jensen (Hg.): *The computer as medium*, Cambridge 1993; sowie Norbert Bolz, Friedrich Kittler, Christoph Tholen (Hg.): *Computer als Medium*, München 1994. Ernsthaft historisch ist Michael Friedewald: *Der Computer als Werkzeug und Medium. Die geistigen und technischen Wurzeln des Personal Computers*, Berlin 1999. Unserer Perspektive steht am nächsten: Heidi Schelhowe: *Das Medium aus der Maschine. Zur Metamorphose des Computers*, Frankfurt/Main 1997. Die Fortschritte theoretischer Art lassen sich in einer weiteren Dissertation ablesen: Bernard Robben: *Der Computer als Medium. Eine transdisziplinäre Theorie*, Bielefeld 2006.

02↔

Kommentar im Text. Ich versage mir das, verweise aber auf Jens Schröter, Alexander Böhnke (Hg.): *Analog/Digital – Opposition oder Kontinuum? Zur Theorie und Geschichte einer Unterscheidung*, Bielefeld 2004.

03↔

Jedoch erscheinen sie im Titel der gefeierten Monographie Lev Manovich: *The language of new media*, Cambridge, MA 2001, die oft als Meilenstein der neueren Medientheorie dasteht.

04↔

Marshall McLuhan: *Understanding media. The extensions of man*, New York 1964.

05↔

Abb. 01. Werkzeugkasten von Photoshop.

06↔

Pelle Ehn: *Work-oriented design of computer artifacts*, Stockholm 1988.

07↔

Diese Passage spielt auf den jungen Ludwig

Wittgenstein: *Tractatus logico-philosophicus*. Frankfurt/Main 1963, im Vergleich zu dem der *Philosophischen Untersuchungen* (z. B. in *Werkausgabe Bd. 1*, Frankfurt/Main 1984) an.

08↔

Kommentar im Text. Ich weise auf ein ganz anderes, leicht angestaubtes Buch hin, das aus der Sicht eines Künstlers geschrieben ist: Michael J. Nolan, Renée LeWinter: *Fine art Photoshop. Lessons in digital drawing and painting*, Indianapolis, IN 1997.

09↔

Kommentar im Text.

10↔

Kommentar im Text. S. Pelle Ehn: „Manifesto for a digital Bauhaus“, in: *Digital Creativity* 9, 4 (1998), 207–217.

11↔

Erinnert werden muss erstens an Bo Sundin: *Is the computer a tool?*, Uppsala 1980. Unbescheiden weise ich hin auf Frieder Nake: „Die Verdoppelung des Werkzeugs“, in Arno

Rolf (Hg.): *Neue Techniken alternativ*, Hamburg 1986, 43–52, und zusätzlich auf Frieder Nake: „Schnittstelle Mensch – Computer“, *Kursbuch* 75, Berlin 1984, 109–118.

12↔

Brian Kernighan, Rob Pike: *The UNIX Programming Environment*, Englewood Cliffs, NJ 1984.

13↔

Terry Winograd, Fernando Flores: *Understanding computers and cognition. A new foundation for design*, Norwood, NJ 1986.

14↔

Kommentar im Text.
S. z. B.: Frieder Nake: „Informationssysteme als Mittel zur Maschinisierung von Kopfarbeit“, in: Klaus Brunnstein (Hg.): *Gesellschaftliche Auswirkungen großer Informationssysteme aus der Sicht verschiedener Disziplinen*, Hamburg 1977, 4.3.1–4.3.11.

15↔

Pelle Ehn: *Work-oriented design of computer artifacts*, Stockholm 1988.

16↔

Es lohnt sich, das herrliche Buch *Computers in context. The philosophy and practice of systems design* von Bo Dahlbom und Lars Mathiasen aufzuschlagen (Oxford 1993). Es ist als einführendes Lehrbuch geschrieben und allen Fakultäten zu empfehlen.

17↔

Kommentar im Text.

18↔

Vgl. Nake 1984 und 1986.

19↔

Reinhard Budde, Heinz Züllighoven: *Software-Werkzeuge in einer Programmierwerkstatt*, Berichte der GMD 182, München 1990, 134.

20↔

Peter Lunenfeld (Hg.): *The digital dialectic. New essays on new media*, Cambridge, MA 1999.

21↔

Hartmut von Hentig: *Der technischen Zivilisation gewachsen bleiben. Nachdenken über die Neuen Medien und das gar nicht mehr so allmähliche Verschwinden*

der Wirklichkeit, Weinheim 2002 (in Fortführung zum Verschwinden-Essay von 1984).

22↔

Frieder Nake: „Das algorithmische Zeichen und die Maschine“, in: Hansjürgen Paul, Erich Latniak (Hg.): *Perspektiven der Gestaltung von Arbeit und Technik. Festschrift für Peter Brödner*, München 2004, 203–223.

Abb. 01/02/03:

Werkzeugkasten Photoshop.

Quelle: Winfried Matzker, Ursula Dreyer (Hg.): *Verständigung über die Verständigung. Aspekte der Medienkompetenz*, Bern: 2009, 141–156.

Abb. 03:

Optionenleiste des Werkzeugs Pinsel, rechter Teil, mit Ausschnitt der Formen des Pinselstriches.

Abb. 04:

Frieder Nake, Algorithmische Zeichnung von 1965.

Nachwort: Ästhetik & Algorithmik

Frieder Nake

Die letzte politische Aktion, an der ich Ende August 1968 in Stuttgart teilnahm, war eine Demonstration gegen den Einmarsch von Truppen des Warschauer Paktes in der damaligen CSSR. Die Sowjetunion zerschlug den Prager Frühling, eine Hoffnung von Demokratie. In London blieben wir für zwei Tage, um die Anfang August eröffnete Ausstellung *Cybernetic Serendipity. The Computer and the Arts* zu sehen. Als sie ihre Tore öffnete, war ich in Zagreb gewesen zum Symposium mit kleiner Ausstellung *Tendencije 4. Computers and Visual Research*.

Die erste politische Aktion, an der ich bald danach, Anfang September 1968, in Toronto teilnahm, war eine Demonstration gegen den Krieg der USA in Vietnam. In der *Picket Line* →

01

Die *Picket Line* ist eine immer in Bewegung befindliche Form im Arbeitskampf angelsächsischer Couleur.

vor dem US-Konsulat lernte ich den Jura-Studenten Bob Kellerman kennen. Wir wurden Freunde.

In Toronto konnte ich auf Einladung von Leslie Mezei am Department of Computer Science der University of Toronto ein Computer-Programm entwickeln, dem man informationsästhetische Maße als numerische Mindestbedingungen für ein Bild vorgab, das im Rahmen dieser Bedingungen ein maximales ästhetisches Maß aufweisen sollte. Das Projekt konnte ich erfolgreich abschließen. Meine Absicht war es dabei, alles das, was die Informationsästhetik

hervorgebracht hatte, ernst zu nehmen und gemäß Max Benses Theorie in generative Ästhetik umzusetzen: Das bedeutete, automatisch (d.h. per Computer) visuelle Werke herstellen zu lassen, die gegebenen Messzahlen entsprachen. Der mathematische Aufwand war nicht unerheblich. Jedoch, das Ergebnis war, dass ich nun wusste, Informationsästhetik könne so nicht funktionieren, wie sie es vorgab. Triumph in der Niederlage?

Bob Kellerman bestand während der ganzen Zeit meiner heißen Bemühungen immer wieder darauf, dass ich ihm plausibel machen sollte, wie es angehen könnte, Künstlerisches mit dem Computer hervorbringen zu wollen und gleichzeitig auf Seiten der radikalen Linken tätig zu sein. Das sah er als widersprüchlich und fast schon als Verrat an unserer gerechten Sache an. Es waren lehrreiche Stunden, die er mir abnötigte. Ich verließ Toronto, wie vorgesehen, nach einem Jahr, ohne dass ich eine Antwort hatte geben können, die standhielt.

In Vancouver aber dann grübelte ich weiter über Bobs bohrende Kritik: Über den Widerspruch in einer Person zwischen der angestrebten algorithmischen Ästhetik und der Rationalisierungs- und Unterdrückungsmaschine Computer. Beides unter einem Dach konnte doch nicht sein. Schließlich schrieb ich 1971 eine Notiz für das Mitteilungsblatt der *Computer Arts Society*, deren Mitglied ich war und bin: „There should be no computer art“. Ich hörte auf mit der „Computerkunst“. Mein Schritt löste eine kleine internationale Debatte aus.

Wenn ich den kurzen Text heute lese, erschrecke ich ein wenig über die Naivität der Sätze, mit denen ich meine Position markieren wollte. Als Zeugnis eines Menschen in der Not seines Handelns mag die Notiz wenigstens als ehrlich angesehen werden. Ich musste sie schreiben. Aber ich tat es nicht gern. Ein stürmisches Jahrzehnt schrieb ich mir von der Seele, in dem sich mein gesamtes späteres Leben entschied. Es würde Widerspruch werden, radikale Kritik, Leid und Protest würden aufscheinen. Es würde rasch den naiven Moralismus hinter sich lassen müssen und brauchte dafür das intensive Studium der drei Bände des *Kapital. Kritik der Politischen Ökonomie* von Karl Marx, wie noch mancher anderen Werke des Marxismus. Dieses dann schon Bremer Studium wurde die Befreiung, die Befreiung von allem kleinbürgerlichen Moralismus, der uns Abkömmlingen aus den Mittelschichten anhängt wie ein übler Geruch.

Maschinen können nicht kommunizieren

Seit 1980 schon und immer noch gibt es jedes Jahr im Herbst irgendwo in Deutschland (früher: mit dem Zusatz West-) eine Klausurtagung unter dem bewusst abgekürzten Titel „MMK xx“, wobei „xx“ für das Jahr steht, in dem das Treffen stattfindet. Eine überschaubare Gruppe von Wissenschaftler*innen kommt in einer meist angenehmen Tagungsstätte zusammen, um in Arbeitsgruppen Themen zu erörtern, die im Jahr davor auf Vorschlag vereinbart worden waren. Die drei Buchstaben „MMK“ stehen für „Mensch-Maschine-Kommunikation“.

Die Treffen wurden begründet, als Rul Gunzenhäuser und Gerhard Fischer in der Stuttgarter Informatik ein Forschungsprojekt eben dieses Titels betrieben. Aus seinem recht konkreten frühen Anlass heraus ist das Treffen trotz prinzipieller Kritik seines Namens zu einer Institution geworden. Es sei doch wohl ein Ding der Unmöglichkeit, so war die Richtung der Kritik, mit Computern „kommunizieren“ zu wollen, wenn in Verwendung von Computern alles, was auch nur von fern an eine Form der Kommunikation erinnern könnte, in Eingabe und Ausgabe von Daten auch schon zum Ende käme. Wie sollte da ernsthaft von „Kommunikation“ geredet werden können? Eine Missgeburt war dieses Wort von abgeschmackter Begriffslosigkeit!

Wir Kritiker*innen vertraten eine gute Sache. Aber das nicht mehr in Langform ausgesprochene Kürzel „MMK“ war stärker, wurde beibehalten und gepflegt. „German semantics“ mag der eine oder die andere gedacht haben, obwohl ich das nicht glaube, Amerikaner*innen waren nicht dabei, es wurde und wird Deutsch gesprochen.

In der Zeit dieser erfrischenden Auseinandersetzungen über Begriffliches kommt nämlich auch die interaktive Rechnerei auf, der *Personal Computer* und die *graphical user interfaces*. Sie treten im Schatten der Apple Computer ihren Erfolgsmarsch an („the computer for the rest of us“), und seit vielen Jahren kann niemand sich vorstellen, man könne einen Computer ohne grafischen Bildschirm betreiben. So etwas kann es schlicht nicht geben, und mit diesen *semiotischen Maschinen*↔

02

↔

Der Begriff wurde von Mihai Nadin und Wolfgang Coy geprägt.

kommuniziert man nun halt mal. Das meinen die Menschen ehrlich so, und Informatiker*innen stimmen ihnen zu.

Ich verstand mein Denken, Reden und Schreiben stets, mit Hegel, als *Anstrengung des Begriffs* und konnte nicht anders. Deswegen ergriff ich mit großer Freude die Gelegenheit, im *Kursbuch* Nr. 75 – es ist das Jahr 1984! –, das der Computerkultur gewidmet war, über die Verhuzung der Sprache zu schreiben, die dort herrscht, wo Menschen behaupten, sie kommunizieren mit Maschinen. „*Mensch-Maschine-Kommunikation* erweist sich als hilflose Formel für einen zutiefst gesellschaftlichen Prozess“ heißt es im *Kursbuch*-Aufsatz. Mein zentraler Begriff von der *Maschinisierung von Kopfarbeit* taucht dort auf, der das Thema aller Informatik scharf trifft.

Ihn hatte ich im Laufe der Konzeptionierung eines Studienganges Informatik für die Universität Bremen geprägt. Im Jahre 1974 stand das Konzept, an dem ich – der ich, wegen der Besonderheiten dieser neuen Universität, aus Kanada zurück gekommen war – nach Kräften mitgearbeitet hatte. Es dauerte vier Jahre noch, bis ein solcher Studiengang nach Ziehen seiner marxistisch erscheinenden Zähne eröffnet werden konnte.

Der *Kursbuch*-Aufsatz endete mit der Frage, ob „die Vergesellschaftung der Produktionsmittel eigentlich nicht überfällig“ sei? Die maoistischen Organisationen der Neuen Linken brachen in jener Zeit zusammen oder lösten sich selbst auf.

Für eine Theorie der Informatik

Der große Wolfgang Coy hatte Fördergelder aufgetrieben, die er verwendete, um einen Diskurs darüber in Gang zu setzen, worum es denn der so disziplinlosen Disziplin Informatik gehen solle oder müsse oder schlicht ginge, ohne dass ihre Akteur*innen so recht wüssten, was sie da tun. Denn der Erfolg, worin immer er auch bestünde, gebe ihnen hinlänglich Recht. Eine diskussions-eifrige Gruppe, bunt zusammengesetzt, traf sich regelmäßig. Arbeitstagungen verbreiteten, was die Gruppe tat, in größere Kreise, und schließlich wurde ein Buch ↪ konzipiert. Sein Inhalt wurde aufgeteilt in Abteilungen, die von kleinen Gruppen zu anspruchsvollen Text-Beiträgen kondensiert wurden.

Mir fiel die Abteilung über Computer und Arbeit zu. Da Maschinen nur dazu da sind, menschliche Arbeit zu verändern und zwar je nach historischer Situation auf die eine oder ganz andere Weise, konnte

die Frage an die Informatik nur heißen: Wozu gibt es Computer? Was macht ihr mit ihnen und der Software? Wem nützen und wem schaden sie? Und was sind ihre Widersprüche, die sichtbar werden und sich entfalten können nur dann und dort, wo die ganze gesellschaftliche Entwicklung in den Blick genommen wird.

Meinen Beitrag „Informatik und die Maschinisierung von Kopfarbeit“ zum *Sichtweisen*-Band sehe ich als die Zusammenfassung meines Verständnisses der Disziplin Informatik an. Sie wurde an den Hochschulen etabliert zu einer Zeit, als deutlich geworden war, dass gesellschaftliches Tun zu einer permanenten Begegnung zwischen semiotischem Tier (Mensch) und semiotischer Maschine (Computer) geworden war und hatte werden müssen. Was da lautlos stattfand, war die *algorithmische Revolution*, die niemand so recht bemerkt hatte, auch dann nicht, als Peter Weibel eine große Ausstellung am *Zentrum für Kunst und Medien* (ZKM in Karlsruhe) so benannte.↔

04

„Die algorithmische Revolution“ wurde im Oktober 2004 am ZKM eröffnet und mehrfach verlängert.

Aus der Maschinisierungs-These lassen sich, so meine Auffassung, alle Besonderheiten des Phänomens Computer erklären. Auch oder gerade jene Phänomene, die mir besonders nahe stehen. Das sind die in Kunst und Design, also in Ästhetik und Digitalen Medien.

Höhenflug und Fall

„In jedem Fall ist das Programm ein Schritt zur Verwirklichung des Benseschen Konzeptes einer generativen Ästhetik.“ So endet optimistisch noch mein kurzer Aufsatz „Über eine generative Ästhetik“, der 1970 in der Festschrift zum sechzigsten Geburtstag von Max Bense erschien. In bewusst provozierender, an die strukturalistische Mathematik angelehnter Diktion werden der Leserin Definitionen von analytischer und synthetischer Ästhetik vorge-setzt, die dann in einem Begriff von generativer Ästhetik münden. Mag das noch angehen, da es niemanden damals sehr gekümmert haben mag. Doch ich begnüge mich nicht mit solchem. Da ich den großen Vorteil besitze, leidlich algorithmisch denken und programmieren zu können, machte ich mich in Toronto (wie oben schon

angedeutet) daran, die formalen Begriffe generativer Ästhetik, zu denen die Informationsästhetik sich aufgeschwungen hatte, in Programmform zu verwandeln.

Diese Nagelprobe nun führte mich zu der Einsicht, dass die ganze Informationsästhetik ein heroisches Experiment war. Hero*innen werden bekanntlich zu solchen dadurch, dass sie viel riskieren und in diesem Risiko untergehen. Der Hero*innen wird geschlagen und zwar heldenhaft. Sie wagt viel und zuviel und steht im Scheitern dafür ein. Irgendwann, irgendwo, irgendwie hat der Heroe etwas übersehen, eine Schwäche gezeigt, sie aber selbst nicht bemerkt. Solches wird ihr später zum Verhängnis.

Wir waren begeistert von der intellektuellen Radikalität von Max Bense. Von seiner Unerbittlichkeit im Gestus, begeistert davon auch, nichts oder jedenfalls höchstens wenig zu verstehen von seinen Vorträgen. Das Nicht-Verstehen gehörte dazu. Denn wir waren vermutlich noch zu ungebildet, zu wenig belesen, hatten zu wenig Verständnis für seine Gedankengebäude, wenn wir da saßen und den bewunderten Meister nicht verstanden. „Ich schreibe ohnehin nur für Intellektuelle,“ sagte er. Also waren wir dort noch nicht zugegen.

Als ich aber nach großer Anstrengung mein Torontoer Programm mit dem stolzen Namen „Generative Aesthetics I“ fertiggestellt hatte und es auch lief und die Ergebnisse, die es lieferte, gar nicht so schlecht aussahen (ein Bild befindet sich im Museum Abteiberg in Mönchengladbach), ich aber dennoch Zweifel in mir spürte, da begann mir zu dämmern, dass ich ein für mich zumindest gutes, wenn auch negatives Ergebnis erzielt hatte.

Rasch nämlich war es mir in der algorithmischen Formung wie Schuppen von den Augen gefallen: Die Informationsästhetik behandelt Werke lediglich als Wahrscheinlichkeits-Verteilungen. Jedes Programm generativer Ästhetik teilt mit allen anderen Programmen eine ganz hervorragende Eigenschaft: Es ist seine berechenbare (und operative!) endliche Beschreibung einer unendlichen Klasse von ästhetischen Objekten (etwa Bildern). In dieser starken Eigenschaft liegt gleichzeitig die Schwäche dieses Zugangs. Denn alle Aussagen der Informationsästhetik beziehen sich nur auf äquivalente Mengen von Bildern, solche nämlich, die durch ein und dieselbe Wahrscheinlichkeitsverteilung repräsentiert werden. Mein Programm konnte sich zwar aus dieser Misere herauswinden, indem es

in einer zweiten Arbeits-Phase eine der Realisationen der berechneten Wahrscheinlichkeits-Verteilungen erzeugte. Doch das war im Grunde nur ein billiger Trick.

Der nicht zitierbare Titel

Ganz anders aber dieses! Zwar heißt es bei Wittgenstein – und alle, die Max Bense hatten zuhören dürfen, mussten das wissen: „Alles, was sich überhaupt sagen lässt, lässt sich klar sagen.“ Dies war so begeisternd, dass ich nicht müde werde, meinen Studierenden davon zu erzählen. Und wenn wir dann schweigen müssen, weil sich etwas eben nicht sagen lässt, dann war das in seiner Schärfe noch grandioser. Nur: Es kam dazu, dass in Bremen der Direktor der Kunsthalle, Wulf Herzogenrath, in Rente ging, und dass aus diesem Anlass Andreas Kreul Beiträge zu einem riesigen Band sammelte und mich bat, auch etwas beizutragen, und ich tat das gern. Mein Beitrag hat naturgemäß einen Titel. Und dieser *zeigt sich* (wie Wittgenstein sagen würde). Wenn er sich zeigt, sieht er etwa so aus:

$$I(x, x') = g(x, x') \left[\epsilon(x, x') + \int_s \rho(x, x', x'') I(x', x'') dx'' \right]$$

Nicht jede kann ihn aussprechen oder vorlesen. Für manche mag er, dieser Titel, gar ein wenig bedrohlich aussehen. Was soll das? Worauf lasse ich mich hier ein? Und wenn man nicht das Glück hat, diesen Titel „mit der Maus“ schnappen zu können, ihn zu kopieren durch einen *Click* und dann aus dem geheimen Kopierspeicher heraus, mit anderem *Click*, in das eigene Dokument einfügen zu können, dann sind wir Zeug*innen eines eigenen Versagens. So als seien wir blöd.

Der Aufsatz aus dem Jahre 2011 gefällt mir, muss ich gestehen, gar nicht schlecht. Es geht um Grundlegendes in, meine ich, gar nicht so unangenehmer Sprache. Aber das soll jede selbst entscheiden.

Keine Meisterwerke mehr!

Was diese Überschrift behauptet, kann dem Kunsthistoriker oder der Kunsttheoretikerin nicht wirklich gefallen. Doch es steht für mich fest, dass in algorithmisch geprägter Zeit, wo die Zugehörigkeit eines Werkes zu einer Menge seine Kunsthöhe ausmacht – dass da das

Meisterwerk leise verschwindet. Die Zugehörigkeit zu einer Klasse von Werken ist zum Kennzeichen der Kunst am Werk geworden. Nicht mehr das Werk selbst, sondern seine Nähe zu vielen anderen, macht die Kunst aus. Das ist ungemütlich. Die Kunst ist, wenn das so wäre, nicht mehr am Objekt feststellbar →,

05

Das genau, eine Objekt-Ästhetik, war Benses Anliegen.

sondern nur noch am Prozess. Doch ist das nicht, was in der Postmoderne geschieht?

Wir haben es mit der Maschinisierung von mentaler Tätigkeit zu tun, mit der *Maschinisierung von Kopfarbeit*. Sie ist auf Semiotisches gerichtet, nicht auf Mechanisches. Die Dinge sind ihr nicht mehr Dinge, sondern Zeichen, und als solche sind sie Relationen. Das heißt, sie werden immer erst dann fest- und hergestellt, wenn wir anwesend sind und zur Interpretation bereit. Die Zeichenprozesse aber, an denen Computer beteiligt sind, geschehen einer neuen Spezies von Zeichen: den *algorithmischen Zeichen*! Sie existieren doppelt. Als *Unterfläche* und als *Oberfläche*.

Als Oberfläche sind sie *für uns*. Was für uns ist, ist wahrnehmbar, muss wahrnehmbar sein. Als Unterfläche sind sie *für den Computer*. Was für ihn ist, ist berechenbar, muss berechenbar sein. Beide Modi sind untrennbar miteinander verschränkt und beeinflussen sich stark. In dieser Verdoppelung aber dessen, was uns lieb und wert war, werden wir unser selbst verlustig, wenn es uns nicht gelingt, uns tief auf die Algorithmik einzulassen, um so der Ästhetik neuer Art näher zu kommen. Diese neue Ästhetik umfasst, und fußt auf, Algorithmischem mehr, als uns lieb sein mag.

01↔

Kommentar im Text.

02↔

Kommentar im Text.

03↔

Wolfgang Coy, Frieder
Nake, Jörg Martin Pflüger,
Arno Rolf, Jürgen Seetzen,
Dirk Siefkes, Reinhard
Stransfeld (Hg.): *Sicht-
weisen der Informatik*,
Braunschweig/Wiesbaden
1992.

04↔

Kommentar im Text.

05↔

Kommentar im Text.

Dank

Jan Distelmeyer, Sophie Ehrmantraut, Boris Müller

Die ersten Schritte zu diesem Band begannen 2017. Seitdem haben wir von so zahlreichen inspirierenden Gesprächen mit Kolleg*innen und mit Studierenden der Fachhochschule Potsdam und Universität Potsdam profitiert, dass hier nicht alle explizit genannt werden können. Umso herzlicher ist unser Dank an sie. Unser besonderer Dank gilt Frieder Nake, Wolfram Burckhardt vom Kadmos Verlag, Anna Jehle und Winfried Gerling stellvertretend für das Brandenburgische Zentrum für Medienwissenschaften – ZeM, ohne dessen nicht nur finanzielle Unterstützung dieser Band nicht erschienen wäre, und Sabina Fimbres Sabugal für die wunderbare Gestaltung dieses Buches.

Dank

Frieder Nake

Allein die Arbeit der Auswahl zu leisten, die notwendig ist für eine solche Kollektion!

Allein mir vorzustellen, was die drei Herausgeberinnen dieses Bandes, eine Frau und zwei Männer, haben ackern müssen, um aus den ca. 300 Aufsätzen und Notizen, die ich zwischen 1970 und 2016 irgendwo im Druck hatte unterbringen können, eine Auswahl von 13 Texten zu treffen, die sie hier nun vorgelegt haben, nötigt mir den höchsten Respekt ab. Doch davor noch, vor der erheblichen Arbeit, hatten sie ja die Entscheidung treffen müssen, solch ein Wagnis überhaupt einzugehen. Also hatten sie den Gedanken erst einmal aufkommen lassen müssen, nachzuschauen, was solch ein Mensch dort in Bremen formuliert haben könnte, das es wert sein mochte, einer jüngeren Generation noch einmal vorgelegt zu werden. In Buchform noch dazu. Was für ein Wagnis! Was für eine liebenswürdige Tat.

Welch eine Freude in mir darüber, Menschen zu kennen, die solches tun wollten und dann auch taten. Große Gefahr lauert hinter der nächsten Ecke. Sie heißt Eitelkeit.

Wer, um des fernen Himmels Willen, würde zu einer solchen Publikation greifen wollen? Wer, zum Sakrament, würde es käuflich erstehen wollen? Wer, vermaledeit, würde gar drin blättern oder, kaum auszudenken, würde ein paar Seiten lesen?

Ein Geschenk also aus Potsdam für mich. Ein Geschenk als reine Freude. Wie kann ich es anders quittieren als mit einer verflixt tiefen

Rührung, mit einer Träne im Augenwinkel, einer schamhaften Träne großer Empfindung. Die Emotion, lieber rationaler Geist, schafft Dich noch immer, und zwar leicht.

In den dreizehn Texten, die die Potsdamer ausgesucht haben, spiegelt sich ein Querschnitt dessen wider, um das es mir ging in vielen Jahren des Denkens, des Versuchs kritischer Aussagen, des Vortragens und Lehrens. Es ging mir hinter diesen Texten stets um die Kritik dessen, was so ist, wie es gemacht worden ist, das so anders aber auch sein könnte, wenn die Verhältnisse andere schon wären; es ging mir darum, Studierende anzusprechen, mit denen ich Passagen ihres Lebens teilen durfte; und es ging mir – soll ich das so sagen? – um das Schöne oder Wahre im Hässlichen, das das Schöne und Wahre doch immer umgibt.

Ich schaue mir die Titel der Aufsätze an, die die Freunde in Potsdam gewählt haben, und versuche mich an das zu erinnern, um das es mir ging, versuche, die Gelegenheit zurückzurufen, für die ich schrieb, und denke vielleicht etwas wehmütig zurück an Zeiten in jenen Jahrzehnten, in denen wir träumten mit offenen Augen auf den Straßen der Republik, und in denen wir handelten mit größter Leidenschaft, die uns ausgetrieben werden sollte und die doch, das wage ich zu behaupten, nicht ausgetrieben und ausgetreten werden konnte. Wer überzeugt ist von seiner Sache und wer diese Sache selbst immer erneut auf den Prüfstand der Kritik stellt und der daraus folgenden Praxis, der lässt so leicht sich nicht abbringen von dem, was gerecht ist.

Die schriftlichen Äußerungen bleiben, auch wenn sie vergilben mögen und unansehnlich werden wegen des Papiers, auf dem sie gedruckt sind. Sie sind das Äußere, in dem ein Inneres aufscheint, das im lebendigen Dasein des Autors und, darüber hinaus, im Dasein auch mancher jener Menschen fortwirken mag, mit denen er das Glück hatte, eine Zeit lang das Leben teilen zu dürfen.

Jan Distelmeyer ist Professor für Mediengeschichte und -theorie im Kooperationsstudiengang Europäische Medienwissenschaft der Fachhochschule Potsdam und der Universität Potsdam.

Sophie Ehrmantraut ist Referentin für das Kursprogramm der Helmholtz Information & Data Science Academy (HIDA) in Berlin.

Boris Müller ist Professor im Studiengang Interfacedesign der Fachhochschule Potsdam und Co-Direktor der Forschungsgruppe „Urban Complexity Lab“.

Impressum

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <<http://dnb.d-nb.de>> abrufbar

Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung ist ohne Zustimmung des Verlages unzulässig. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Copyright © 2021,
Kulturverlag Kadmos Berlin.
Wolfram Burckhardt
Alle Rechte vorbehalten
Internet: www.kulturverlag-kadmos.de

Umschlaggestaltung: Constanze Vogt
Titelgrafik: „Walk through Raster“ Serie 2.1 von Frieder Nake
Gestaltung und Satz: Sabina Fimbres Sabugal
Druck: ITC Print
Schrift: IBM Plex
Printed in EU

ISBN 978-3-86599-484-4

