

CHRISTIANE HEIBACH / CARSTEN ROHDE (HG.)

---

**ÄSTHETIK DER MATERIALITÄT**

---

## **HFG FORSCHUNG**

**Band 6**

Die Reihe HfG Forschung wird  
herausgegeben von  
Marc Jongen und Uwe Hochmuth

Wissenschaftlicher Beirat:

Prof. Dr. Peter Sloterdijk

Prof. Dr. Wolfgang Ullrich

Prof. Dr. Heiner Mühlmann

CHRISTIANE HEIBACH / CARSTEN ROHDE (HG.)

**ÄSTHETIK**  
**DER MATERIALITÄT**

Wilhelm Fink

Gedruckt mit Mitteln der  
Deutschen Forschungsgemeinschaft

#### 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.

Alle Rechte, auch die des auszugsweisen Nachdrucks, der fotomechanischen Wiedergabe und der Übersetzung, vorbehalten. Dies betrifft auch die Vervielfältigung und Übertragung einzelner Textabschnitte, Zeichnungen oder Bilder durch alle Verfahren wie Speicherung und Übertragung auf Papier, Transparente, Filme, Bänder, Platten und andere Medien, soweit es nicht §§ 53 und 54 URG ausdrücklich gestatten.

© 2015 Wilhelm Fink Verlag, München  
(Wilhelm Fink GmbH & Co. Verlags-KG, Jühenplatz 1, D-33098 Paderborn)

Internet: [www.fink.de](http://www.fink.de)

Gestaltung und Satz: Sahar Aharoni, Karlsruhe

Printed in Germany  
Herstellung: Ferdinand Schöningh GmbH & Co KG, Paderborn

ISBN 978-3-7705-5814-8

## INHALT

CHRISTIANE HEIBACH/CARSTEN ROHDE 9

### MATERIAL TURN?

## I. MATERIE

PETER SLOTERDIJK 33

### LICHT UND WIDERSTAND.

#### ÜBER MATERIE

MICHAEL GAMPER 53

### DIE MATERIELLE ÄSTHETIK DES WETTERS

STEPHAN TRÜBY 79

### ANTENNE UND BUNKER – ZUR ÄSTHETIK DER

#### IMMATERIALITÄT

FRANK HARTMANN 97

### MATERIALITÄT UND VISIBILISIERUNG VON »INFORMATION«:

#### ZUM DESIGN DES INTERFACE

## II. MATERIALIEN

CARSTEN ROHDE 123

### PLASTIC FANTASTIC.

#### STICHWÖRTER ZUR ÄSTHETIK DES KUNSTSTOFFS

GUNNAR SCHMIDT 145

### TEXTILE POETIKEN.

#### ÜBER UM-, EIN- UND VERKLEIDUNGEN

CORNELIA ORTLIEB 173

**VERSE UNTER UMSTÄNDEN.**

**GOETHES UND MALLARMÉS SCHREIB-MATERIALIEN**

THOMAS MACHO 199

**SO LEICHT WIE BLEI**

CHRISTIANE HEIBACH 213

**ERD-VERBINDUNGEN.**

**ÜBER ERDE ALS ›IDEELLES‹ MATERIAL IN DER KUNST**

### **III. MATERIAL-TRANSFORMATIONEN**

CLAUDIA MAREIS 245

**VOM ›RICHTIGEN‹ GEBRAUCH DES MATERIALS.**

**MATERIALÄSTHETISCHE DESIGNTHEORIEN UM 1900**

URSULA HUDSON 267

**›DENN WOVON LEBT DER MENSCH?‹**

**ÜBERLEGUNGEN ZU ETHIK UND ESSEN**

MĂDALINA DIACONU 289

**DÜFTE: MATERIA SUBTILIS DER LÜFTE**



**Frank Hartmann** ist Professor an der der Fakultät Kunst und Gestaltung, Bauhaus-Universität Weimar, Lehrstuhl für Geschichte und Theorie der Visuellen Kommunikation. Nach seiner Promotion am Institut für Philosophie der Universität Wien und seiner Habilitation mit Schwerpunkt »Medienphilosophie« (2000) lehrte und forschte er als Dozent für Medien- und Kommunikationstheorie an der Universität Wien sowie an der Donau-Universität Krems und der Universität Salzburg. Vertretungsprofessur an der Universität Erfurt (2006) und Gastprofessur an der Universidade de São Paulo, Brasilien (2010). Zahlreiche internationale Vorträge, Buchbeiträge und Artikel zur Medienkultur sowie Monographien, darunter: »Multimedia« (2008), »Medien und Kommunikation« (2008), »Globale Medienkultur. Technik, Geschichte, Theorien« (2006), »Bildersprache. Otto Neurath, Visualisierungen« (2006), »Mediologie« (2003). Herausgeber der Schriftenreihe »Forschung Visuelle Kultur«, zuletzt erschien der Band »Vom Buch zur Datenbank. Paul Otlets Utopie der Wissensvisualisierung« (Berlin 2012). Aktueller Forschungsschwerpunkt »Visualität der Moderne«.

---

FRANK HARTMANN

**MATERIALITÄT UND VISIBILISIERUNG VON  
»INFORMATION«: ZUM DESIGN DES INTERFACE**

»Das Auge führt die Hand,  
die Hand bestätigt das Auge.«

– Helmuth Plessner

Es gibt jenseits der Sprachversessenheit modernen Philosophierens, dem von Richard Rorty einst so bezeichneten *linguistic turn*, aktuell ein gesteigertes Interesse an Materialitäten und Dispositiven, obgleich von einem *materialistic turn* noch keine Rede ist. Dies lässt sich so deuten, dass es nach der Bewusstseins-, der Sprach- bzw. Kultur- und Medienphilosophie wohl einer Korrektur bedurfte, um in der Theoriebildung eine gewisse epistemische Überspanntheit einerseits und semiotische Versprechungen andererseits zu verarbeiten. Nach einer Konjunktur der poststrukturalistischen Verknüpfung von Diskursen und Praktiken lässt sich in weiten Teilen gegenwärtiger Theoriediskurse ein deutlicher Hang zum Primat von Objekten, konkreten Dingqualitäten und physischen Konfigurationen verzeichnen: von *thing studies* bis hin zu materialem Philosophieren im Umfeld von Design und Architektur – gefragt wird beispielsweise nach der Magie der Dinge, die letztlich Sinn und Ordnung im Alltag garantieren sollen (vgl. Miller 2010), bzw. nach dem Anteil etwa von Architektur am Gelingen oder Scheitern sozialer Ereignisse (vgl. Schwarte 2009). Das ist im Grunde nicht neu und es scheint überzeugend, dass die Struktur von Räumen bestimmte Kommunikationen erst möglich macht und verstärkt, oder eben schwächt und verhindert. Vilém Flusser hat dies in seiner *Kommunikologie* umgekehrt und Theater-, Pyramiden-, Baum-, Kreis- und Netzdiskurse als Schemata von Kommunikationsmöglichkeiten charakterisiert (vgl. Flusser 1996).



Zugleich verschwindet die Ebene der Materialität immer mehr aus der sinnlichen Erfahrung, seit schon in den Bedienungen und Berührungsformen die haptische Mechanik einer neuen, elektronischen Technik gewichen ist. Diese Formen sind erst ca. ein halbes Jahrhundert alt. Elektromagnetische Trägerfrequenzen haben die Telefonkabel ersetzt und digitale Codierung die Fernsehantennen aus dem Stadtbild verschwinden lassen, hinter den Touchscreens lassen sich die Schaltungen nur noch vermuten und neueste Nano-Technologien sind buchstäblich nicht mehr sinnlich wahrnehmbar. Die gesamte Infrastruktur wird ihren Benutzern, ähnlich wie man das vom Verhältnis der Grammatik zur Sprache her kennt, nur bewusst, wenn mal etwas nicht richtig funktioniert.

»Materialitäten von Kommunikation«, so wurde also festgestellt, sind das »moderne Rätsel« schlechthin (Kittler 2013: 214). Wir nehmen es nicht wahr, wie und warum gewisse Dinge funktionieren: Speziell bei den Kommunikationen entzieht sich die physikalische Ebene der Wahrnehmung, seit Elektromagnetismus und digitale Codierung das Geschehen bestimmen. Kittlers Feststellung bezog sich nicht darauf, dass Materialitäten selbst schon Information wären – was durchaus medienarchäologischen Einspruch verdiente. Denn schon die auf materialer Ebene ermöglichten Unterscheidungen sind als grundlegende *Informationen* zu begreifen: Vor jeder tradierten symbolischen Dimension von Lettern, Ziffern, Schriften und Bildern gibt es eine Formatierung des Datenträgers bzw. eine Beschaffenheit des Papiers, die selbst wieder auf symbolische Formen wie die Typografie zurückwirkt (vgl. Müller 2012). Was das für die Digitalmedienkultur bedeutet, in der die Kopie vom Original sich *materialiter* nicht mehr unterscheidet, ist weitgehend offen. Dass die Wahrnehmung gerade auf dieser Ebene der Materialität nicht ausgeblendet werden sollte, aufgrund bewusst durchgeführter Täuschungen aber immer schwerer zu bewerkstelligen ist, beweisen eindrücklich die die Wissenschaft diskreditierenden Fälschungsskandale aus jüngster Zeit (vgl. Bredekamp 2014).

Wie auch immer Information sich materialisiert – die Frage ist zugleich eine der Materialisierung wie der Formatierung: In der

Informationstechnologie geht es dabei um Visualisierungseffekte und damit immer auch um Computergeschichte. Wie verbindet sich das, was sich unserer Wahrnehmung weitgehend entzieht (die Informationsverarbeitung), mit dem Design der Grenzfläche, dem Interface? Ausgangsbeobachtung meiner Überlegung ist, dass wissensbasierte Systeme im Zeitalter der Virtualisierung zunehmend der Visualisierung bedürfen, um zugänglich und damit arbeits-tauglich zu bleiben. Die Geschichte der Verknüpfung von Bild und Bit im zwanzigsten Jahrhundert ist ein ganz wesentlicher Aspekt der Visualisierung von Information, deren Geschichte freilich viel tiefer geht, als es hier thematisiert werden kann (vgl. Friedewald 1999, Bardini 2000).

Die Entwicklung der Computer- und Informationstechnologie wirft zahlreiche neue Probleme auf, allgemein betreffend die Stellung des Menschen zur Technik und im Besonderen das Verhältnis von Körpersinn und Medienoperationen. Neben der grundlegenden *Form* dieses anthropotechnischen Verhältnisses, die sich in Interfaces materialisiert (1), geht es dabei um neue Fragen, und zwar jene der Entwicklung eines angemessenen Umgangs mit der Dynamik der elektronisch-digitalen Referenzstruktur; weil sie in sämtlichen Operationen noch implizit vorhanden sind, richtet sich die Analyse hier auf einige Vorstellungen, die sich dazu entwickelt haben (2). Wurde mit der Industriekultur eine Technik verabschiedet, die dem Körper angepasst war (Werkzeuge) oder die den menschlichen Körper verstärkt und überboten hat (Maschinen, Automaten), so ersetzte die Medienmoderne zunehmend den Körpereinsatz: statt einer Zeichnung zaubert ein Knopfdruck mit der Kamera die visuelle Reproduktion hervor; ein Ferngespräch per Telefon ersetzt die Konsultation, und die Tonbandaufzeichnung den Konzertbesuch, Handschrift durch das Fingertippen an der Schreibmaschine und dieses durch die visuelle Steuerung mittels Zeigefingerprothese, die nun durch Multi-Touch-Gesten und demnächst auch Neurosensoren aufgehoben wird. Wer sich in ein modernes Auto hinter das Lenkrad setzt, findet sich wieder in einer surrealen technischen Umgebung von simulierter Erfahrbarkeit. Wenn Kulturtechnik immer auch eine Anpassung des Körpers

bedeutet, der seinerseits auf das »Auge-Hand-Feld«, wie es Helmuth Plessner einst nannte, angewiesen und damit eingeschränkt bleibt – welches Versprechen birgt dann die Vision neuer Interfaces? Thematisiert wurde es als mögliche *Man-Computer-Symbiosis*, worunter auch eine Entgrenzung von haptischen Formen fällt, was den nicht unproblematisch einzuordnenden Referenzbruch der Digitalmedienkultur besiegelt (3).

#### INTERFACE/INFORMATIONSRaum

In vielerlei Hinsicht bildete historisches mechanisches Gerät die osteomuskuläre Anlage des menschlichen Körpers ab und verstärkte diese. Mit Elektronik und Digitalisierung aber entstanden Technologien, die Körperlichkeit nur mehr über Symbolisierungen angehen. Die elektronischen Gerätschaften erscheinen uns in quasi verselbständigter Form, vor allem wenn sie nur noch virtuell existieren, als Visualisierungsformat innerhalb der neuen Medien, beispielsweise als *Medioplayer*. Sie scheinen sogar zu handeln, da sie mittels in Suchmaschinen integrierter *Software-Agents* ganz selbstständig kleinere vorprogrammierte Aktionen durchführen und dabei Entscheidungen treffen, Vorschläge machen oder Empfehlungen abgeben. Dies geschieht auf Grundlage statistischer Inferenz, einer technischen Ebene, auf welcher Aussagen aus einer bestehenden Wissensbasis generiert werden, die ihrerseits aus der laufenden Dokumentation menschlicher Gebrauchsgewohnheiten mit den Geräten entsteht.

Das Verhältnis zur Technik wird damit zur Frage nach der Logik dessen, was *biologisch nicht vorgesehen* war, und nach ihrer Implementierung in jene Grenzfläche, in der Interaktion mit den Apparaten stattfindet. Das bedeutet zunehmend nicht nur den technischen Zugriff auf eine singuläre Funktion (wie bei der Bedienung eines Lichtschalters), sondern die mediale Nutzung angesichts multipler Optionen, wie sie erst mit den grafischen Benutzeroberflächen (und damit der Trennung von Datenverarbeitung *an sich* und *für uns*) gegeben sind. Daher ist freilich auch die Geschichte der Software-Ergonomie angesprochen, und im Weiteren die Frage nach den möglichen Interaktionen mit einer Technologie,

die, weil sie direkter Sinneswahrnehmung entzogen ist, eines visuellen *Interfaces* bedarf.

Interface im traditionellen Sinn ist eine Grenzfläche zwischen Objekten oder auch Phasen, eine Art Zwischenschicht, entweder als Hardware-Interface, Software-Interface, oder als Benutzerschnittstelle. Im Gegensatz zu einer mechanischen Verbindung dient ein Interface sowohl als physikalische wie auch logische Schnittstelle zum Informationsaustausch zwischen zwei Systemen, die nicht direkt miteinander kommunizieren können. Das ist zu einer Herausforderung für das Design geworden, jener Disziplin, die sich über die kulturstiftende Interaktion zwischen Benutzer und Artefakt definiert (vgl. Bonsiepe 2009).

Auf diese Interaktion wirkten in der jüngeren Vergangenheit zwei kulturtechnische Zäsuren: Die *erste* betrifft die Teletechnologien, die den menschlichen Körper in ein neues Verhältnis von Raum und Zeit setzten und die Idee von Kommunikation im modernen Sinn hervorbrachten. Die erstmalige Anwendung von Elektrizität und die telegraphische Verkabelung der Kontinente ab 1850/60 war ein epochaler Schritt, in dessen Folge ein technisch Unbewusstes (Ernst Kapp) thematisiert wurde. Die *zweite* Zäsur dekonstruiert die phänomenale Form von Technik, da sie direkte Wahrnehmung medialisiert und dabei in zeitliche und räumliche Zonen eindringt, die der menschlichen Physis nicht zugänglich sind – »Tiefentechnik«, wie der zeitgenössische Beobachter Max Bense dies nannte, »Erweiterung unter die Haut der Welt«. Seine Beobachtung bezog sich auf die neue elektronische Computertechnik; in jenen Jahren wurde in Philadelphia mit dem *ENIAC* die erste elektronische Universalrechenmaschine in Betrieb genommen: »sie arbeitet in den Feinstrukturen, in den Mikroverläufen der Zeit, die durch menschliches Handeln oder Denken nicht ausgenutzt werden können« (Bense 1951: 436).

Es stellten sich damit völlig neue Fragen des Umgangs mit der neuen Technologie, beginnend mit der materialen Ebene. Wie schon bei der Telegraphie waren es auch beim Computer zunächst speziell ausgebildete Kräfte, die in einem »Bedienfeld« (*Plugboard*) agierten. Die Männer wurden an die Front geschickt, also waren es

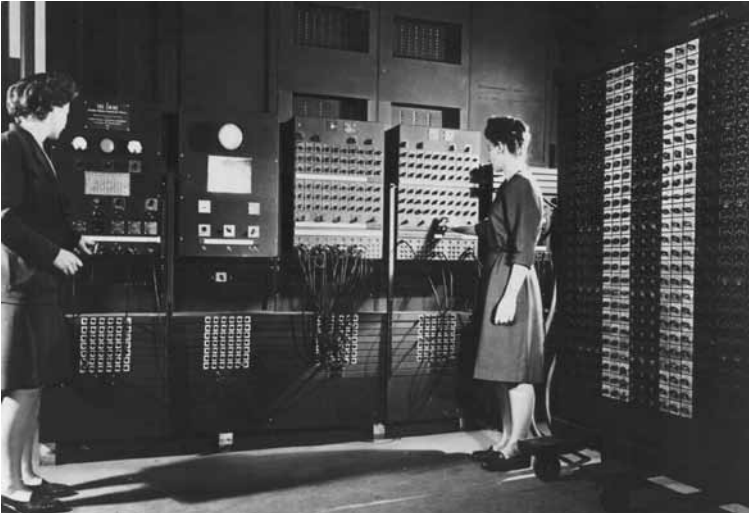


Abb. 1: Bedienfeld des ENIAC (Electronic Numerical Integrator and Computer) Moore School of Electrical Engineering, ca. 1950 (»U.S. Army Photo«, ARL Technical Library)

Frauen, für die sich mit diesen Technologien ein neues Berufsfeld öffnete, zuerst in der Telefonvermittlung und dann, im Zweiten Weltkrieg, in den Rechenzentren des Militärs [Abb. 1]. Die Manipulation von *Input/Output* galt als nicht sonderlich herausfordernde Tätigkeit. Wer hier arbeitete, war vom Programmieren weit entfernt, das den Spezialisten vorbehalten war. Als quasi mechanisch ausführende Organe waren »Operators« auf kein spezielles Interface angewiesen, die Arbeit an der Stecktafel des Bedienfeldes erfolgte nach einem vorgegebenen Muster und ähnelte der Arbeit in einem Fernsprech-Vermittlungsamt. Dies gilt für die Frühzeit des *Computing* in den 1940er/1950er Jahren. Erst danach, in den 1960er Jahren, sollte die Idee eines anderen Umgangs mit der neuen »Tiefentechnik« auftauchen: *conversational computing*, wie Joseph Licklider es nannte. Seine Idee, auf die im Folgenden noch zurückzukommen ist, muss für Zeitgenossen recht irritierend gewesen sein, stellte sie doch in Aussicht, dass nicht der Mensch *mit dem Computer* kommunizieren, er aber diesen, der ja nur ein Gerät ist und kein Wesen, zur Erweiterung seiner Kommunikationsverhältnisse nutzen könne.

Wie sieht es nun mit der Qualität des Zugangs zu den technischen Prozessen aus, mit den im *Computing* unabdingbaren *Interfaces*? Während Menschen ganz intuitiv ein Werkzeug wie den Faustkeil, den Hammer, das Messer usw. bedienen können, weil diese nämlich dem Körperbau entsprechen, der ihn förmlich »ausgeschwitzt« hat (ein Ausdruck von Leroi-Gourhan), entwickelte sich im Umgang mit den neuen Technologien eine innovative visuelle und haptische Logik, die vor allem technisches Handeln anders definiert und aufgeteilt hat – hieran lässt sich eine kulturtechnisch innovative Situation erkennen, in der Technik (Funktion) und Kultur (Gebrauch) auf ein und derselben Ebene zusammentreffen, was ohne entsprechende Visualisierungen oder auch eine Ikonisierung von Rechenprozessen nicht funktionieren würde. Es haben sich zwischenzeitlich zahlreiche Versionen von grafikbasierten Interfaces in rascher Folge entwickelt: vom *3D Visual Browsing* über *Gesture Cubes* und *Tabletop Displays* bis hin zu *Wearable Computing* und den vielen Ideen von *Natural User Interfaces* mit dem Trend zu intuitiver Bedienbarkeit. Tatsächlich ist ein hybrider Raum im Entstehen, in dem nicht nur der Mensch seine Eigenschaften auf die Technik, sondern diese ihre Bedingungen auch auf den Menschen projiziert.

In welchem Verhältnis das Natürliche und das Künstliche, der Organismus und der Mechanismus stehen können, wurde im Begleitdiskurs gemeinhin unter kulturpessimistische Vorzeichen gestellt. An der Koevolution von Körperhaltung und Medienoperation hingegen ließe sich zeigen, wie Kulturtechniken das Organische und das Technische koppeln, und dabei körperliche Bedürfnisse den technischen Bedingungen unterwerfen. Nehmen wir etwa das Schreiben und Lesen und die Körperhaltung des Sitzens. Nicht umsonst suchten die Entwickler der ersten *Personal Computer* zunächst den Bruch mit der Schriftkultur, indem sie *Yoga Workstations* ausprobierten und mit kooperativer Bildschirmarbeit experimentierten sowie grafisch orientierte Eingabegeräte entwickelten. Mit ihren Vorschlägen scheiterten sie jedoch an den Widerständen des zeitgenössischen Büromaschinenmarktes, der kaum anderes als tippende Sekretärinnen vorsah (vgl. Friedewald 1999).

Eine Zäsur im Verhältnis zur Technik ereignete sich zuvor schon mit dem Denken der Kybernetik um 1950, welches Maschinen, Organismen und soziale Operationen nach einer neuen Logik zu betrachten begann. Vor dem Hintergrund der Computerentwicklung war es die zentrale Herausforderung, Mensch und Technik in einem neuen Zusammenhang zu denken. Erstmals wird dabei auch die Rolle der Kommunikation hervorgehoben, ja man lässt, wie Gregory Bateson in seinen Beiträgen betonte, »jene ganze Welt hinter sich, in der Wirkungen durch Kräfte, Einflüsse und Energieaustausch hervorgebracht werden.« (Bateson 1985: 581) Die geistige Welt wird nun als eine Welt der Informationsverarbeitung begriffen und diese nicht mehr strikt getrennt von der äußeren, physikalischen Welt: Die Bahnen und Mitteilungen außerhalb des Körpers und das extrasomatische Gedächtnis werden als dem Kommunikationssystem zugehörig gedacht. Eine Konsequenz dieser Überlegungen war, dass es technische Prozesse und Schaltungen geben kann, die bestimmten geistigen Vorgängen entsprechen, bzw. wurden diese jenem Paradigma angeglichen: das Bild vom Gehirn als Computer. Eine weitere Konsequenz war die Technisierung des Konzeptes *Kommunikation*, das seit Claude Shannon systemisch neu gefasst wurde, nämlich als technisches Ereignis und völlig abgekoppelt vom semantischen Gehalt.

Für die damit verbundene Interface-Problematik legte man damals große Hoffnung in die Konzeption von »kybernetischen Maschinen«. Norbert Wiener sah zwei Klassen von »Communication machines« im Entstehen, Roboter und Computer. Während die einen menschliche Arbeit optimieren und ersetzen können, sind die anderen Prothesen oder Ersatz für menschliche Funktionen. Der menschliche Eingriff kann in vielen Fällen durch maschinelle Feedback-Kontrolle ersetzt werden, so die generelle Idee. In der 1947 geschriebenen Einleitung zu *Cybernetics* (vgl. Wiener 1965) steht nachzulesen, wie Kommunikation und Information (damals noch synonym gebrauchte Begriffe) als neue Größen im Diskurs über soziale Organisation funktionieren und nach dem prinzipiellen *control by information feedback* zu begreifen sind. Kommunikation/Information wird hier nicht als interpersonales Modell

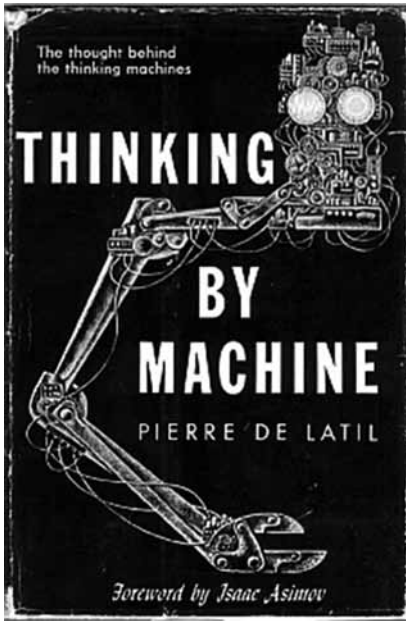


Abb. 2: Bedrohung oder Potenzial?  
 Buchcover, Pierre de Latil: *Thinking by Machine. A Study of Cybernetics*, Boston 1957 (Original: *La Pensée Artificiel*, Paris 1953)

konzipiert, als Interaktion zwischen Individuen, sondern als auch technisch definiertes Phänomen. Damit werden bislang unbemerkte Strukturähnlichkeiten von Technischem und Organischem explizit, die Kybernetik hebt die Differenz von Mechanismus und Organismus tendenziell auf: »[...] we are already in a position to construct artificial machines of almost any degree of elaborateness of performance.« (Wiener 1965: 27) Algorithmische Apparate können auf niederschwelliger Ebene den Menschen als Entscheider ebenso ersetzen wie die Maschinen ihn historisch als Energiequelle ersetzen konnten. [Abb. 2]

Das Artifiizielle der neuen *machines* ist kontrovers diskutiert worden: Wo beginnt hier, wenn es sie denn geben sollte, künstliche Intelligenz? Wenn sich Denkprozesse codieren und in einer symbolischen Sprache darstellen lassen, dann ist ihre Durchführung nicht an biochemische Grundlagen gebunden. Freilich gibt es Grenzen der Berechenbarkeit, aber grundsätzlich wird das Potenzial eher unterschätzt, das im Bereich der Inferenz-Statistik liegt, die den »klassischen« Rahmen der Maschinen und die durch sie er-



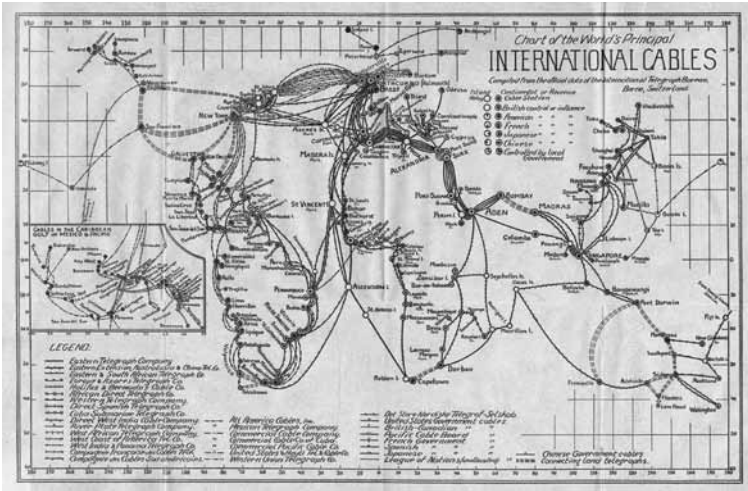


Abb. 3: Was die Welt zusammenhält: Globale Informations-Infrastruktur nach 1900 (Chart of the World's Principal International Cables, 1924) <sup>1</sup>

richteten Wissensordnungen durch »Semantisierungen« sprengt – es bedeutet nämlich automatisiertes Schlussfolgern und Lernen aus Daten und deren Kombination (vgl. Berners-Lee 2000: 186). Das von Menschen an Apparate delegierte Entscheiden eröffnet ein interessantes Feld, in dem sich die Fragen zur Materialität von Information und die Probleme künstlicher Intelligenz überschneiden; die Unterscheidung zwischen Mensch und Technik wird zwar nicht hinfällig, doch die Grenzfläche zwischen beiden tritt bedeutender denn je zu Tage. Es geht dabei nicht um die Anthropomorphisierung der Maschinen und Apparate, auch ist ihre vermutete »Intelligenz« weniger interessant als die Tatsache, dass die technische Infrastruktur auf praktisch jedem Niveau der menschlichen Existenz zur unsichtbaren Ermöglichungsbedingung geworden ist, die Referenzen verschiebt, aber auch soziokulturelle Verbindungen letztlich physisch nachzeichnet. Denn was sich kommunikativ ereignet auf dieser Welt, materialisiert sich in einer gewaltigen Infrastruktur, vor einem Jahrhundert mit den Seekabeln nicht weniger als heute mit Glasfasertechnik, Satelliten und Serverfarmen, die

<sup>1</sup> Quelle: [atlantic-cable.com/Maps/](http://atlantic-cable.com/Maps/) (letzter Zugriff: 27. April 2015).

etwa *Google Inc.* (als vermutlich größte von zahlreichen Firmen) an über einer Million weltweit verteilten Standorten betreibt. Die infrastrukturelle und materiale Wirkung der Informationstechnik auf die Welt ist phänomenaler, als jeder architektonische Entwurf es je vorstellbar machen könnte. [Abb. 3]

#### INFORMATIONSRaum/VISIBILISIERUNG

Die Generation der Kybernetiker war mit einem neuen Phänomen konfrontiert. Den erstmals konstruierten elektronischen Computern nämlich ließ sich im Gegensatz zu mechanischen Rechenautomaten nicht länger ansehen, was sie laut Programm tun und wie sie Information prozessieren. Das Batch-Interface ist längst verschwunden, jene endlosen Stapel von Lochkarten. Es war ein langer Weg bis hin zu den grafikorientierten Computer-Interfaces (vgl. Bardini 2000, Ceruzzi 2003). Mit diesen wurde die informationsverarbeitende Maschine endgültig zur *Black Box*, bei welcher der Mensch eigenartig außen vor bleibt, während ihre Schaltungen in den Sinnen entzogenen räumlichen wie zeitlichen Zwischenräumen arbeiten – Technik, die *unter die Haut der Welt* geht. Der Invisibilisierung der Funktionen im Inneren der Apparate entspricht eine zunehmende Visibilisierung der Interaktionskonventionen, nachdem in den 1960er Jahren die ersten grafischen Oberflächen entwickelt werden. Sie werden nach den Konventionen der amerikanischen Bürowelt gestaltet, mittels heute noch üblichen visuellen Metaphern der Aktenverwahrung: *Files, Folders, Cabinets*. Dieser Übersetzungsprozess von Rechenprozessen in die ikonische Zeichenwelt aber, der im grafischen Benutzer-Interface resultiert, wird selbst unsichtbar und nimmt eine Eigenlogik an. Von den Puristen wurde diese Oberfläche gern kritisiert und generell unter Verdacht gestellt; man sprach von einer Entmündigung der Nutzer (vgl. Stephenson 2002) oder gar gleich davon, dass grafische Benutzeroberflächen »elektronische Signifikanten hinter Mensch-Maschine-Schnittstellen« verdecken würden (Kittler 2013: 291). Tatsächlich ist genau diese Benutzeroberfläche Teil einer umfassenden Kulturtechnik geworden, die überhaupt nicht im Widerspruch zu Kreativität und Kommunikation stehen muss (vgl. Johnson 2000).

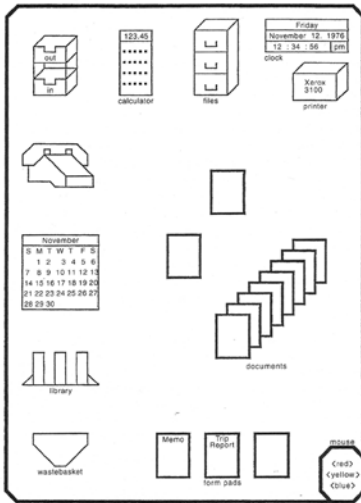


Abb. 4: Die 1976 von Alan Kay für Xerox entwickelte visuelle Desktop-Metapher (Quelle: Bardini 2000: 164)

Die elektronisch-digitale Gebrauchsstruktur verändert die Referenzen des Körpers, des Geistes, des Wissens, der Territorialität – doch obwohl dieser grundlegende soziokulturelle Referenzbruch der *Cyber-Moderne* längst diagnostiziert wurde (vgl. Faßler 1999), scheinen die kulturtechnischen Ermöglichungen in der Theoriebildung immer noch nicht ganz verarbeitet zu sein. Soweit ersichtlich, gibt es mit Auslagerung, Ausweitung und Verstärkung von Humanfunktionen drei prominente Formen der Theoretisierung des Verhältnisses von Mensch und Technik:

- Die Auslagerung oder *Exteriorisierung* des Gedächtnisses bedeutete das Anlegen extrasomatischer Wissensspeicher und war Grundlage kultureller Überlieferung. (Leroi-Gourhan 1995)
- Als Ausweitung oder Organprojektion wird in hegelianischer Tradition Technik als Mittel menschlicher Welterschließung betrachtet, die in der Denkfigur der Prothese (Freud, McLuhan) weiterlebt.
- Schließlich entwickelte sich mit der Verstärkung oder Augmentation eine neue Vorstellung der Beziehung zwischen Menschen und ihrer Technik, als ko-evolutionärem Informationsraum (vgl. Engelbart 1962).

SYMBIOSIS?

Als Verteidigungsmaßnahme im Kalten Krieg wurde in den 1950er Jahren vom amerikanischen Militär ein System zur Luftraumüberwachung entwickelt, das computerbasierte SAGE (*Semi-Automatic Ground Environment*). Es sollte die Bedrohung durch einen russischen atomaren Raketenangriff in Echtzeit bekämpfen können und ging auf Programme zurück, an denen schon während des Zweiten Weltkrieges gearbeitet wurde, unter anderem auf Norbert Wieners Konstruktion von Zielrechenmaschinen für die Flugabwehr. SAGE baute um die USA einen ausgedehnten Radar-Horizont auf, der auf Stationen weit vor der Küste betrieben wurde und dessen Daten vom ersten Echtzeitcomputer *Whirlwind* zentral ausgewertet wurden. An den vielen *Operator Stations* dieses Systems mussten rund um die Uhr Soldaten eingesetzt werden, entsprechend wurde erstmals ein *real time user interface* konzipiert: Kathodenstrahl-Bildschirme, die mittels Lichtabtastung (*Light-gun*, Abb. 5) einfach zu bedienen waren. Es war also möglich gemacht worden, ein hoch spezialisiertes Gerät mit einem relativ einfachen Modus über ein visuelles Interface anzusteuern und dabei doch komplexe Informationen zu verarbeiten. Diese militärische Anwendung steht am Anfang der Bildschirmsysteme, die wir mittlerweile als Computer-Interface gewöhnt sind.

Tatsächlich entwickelte aus dieser Technik, angespornt von den Ideen Vannevar Bushs, der Radartechniker Douglas Engelbart in den 1960er Jahren die »Maus« als X/Y-Positionsanzeiger und damit das *Personal Computing* über *View Control* (vgl. Bardini 2000: 100 ff.). Diese Technologie einer Sichtbarmachung des Informationsraumes als »Bitmapping« funktionierte erst wirklich mit Mikroelektronik und den darauf basierenden Personal Computern; erst diese brachten eine Rechenleistung, um digitale Muster am Bildschirm visualisieren zu können. »Bit-map« bedeutet, dass jedem Pixel auf dem Bildschirm Informationseinheiten im Datenspeicher des Computers entsprechen, was den Nutzern ermöglichte, diese dann über die Bildschirmanzeige als Text und Grafik direkt zu manipulieren (vgl. Ceruzzi 2003: 309).



Abb. 5 SAGE Lightgun Interface, 1950<sup>2</sup>

Nicht Rechenprozesse, die sich menschlicher Wahrnehmung entziehen, werden visualisiert (außer im Spezialfall der fraktalen Geometrie, vgl. Mandelbrot 1982), sondern Input/Output-Verhältnisse. Im Zuge der vorstehenden Bemerkungen wäre *Visibilisierung* ein passender Ausdruck – darunter ist Sichtbarmachung als eine Form von Explizitmachung zu verstehen. Für Engelbart sollten Computer zu mächtigen Verstärkern menschlicher Intelligenz werden, wobei beide Seiten sich in einem koevolutiven Verhältnis anpassen würden und damit auch jene Interfaces entstehen, die wir heute von Smartphones kennen; Computer als hässliche, brummende Maschinen sind ja inzwischen weitgehend verschwunden. Dennoch stand dies ursprünglich konträr zur Vorstellung eines einfach bedienbaren und für jeden zugänglichen Interface: »Engelbart's work was based on the premise that computers would be able to perform as powerful prostheses, coevolving with their users to enable new modes of creative thought, communication

<sup>2</sup> Quelle: *The MITRE Corporation*, [www.mitre.org](http://www.mitre.org) (letzter Zugriff: 27. April 2015, nicht mehr online).

and collaboration providing they could be made to manipulate the symbols that human beings manipulate. The core of this anticipated coevolution was based on the notion of bootstrapping, considered as a coadaptive learning experience in which ease of use was not among the principal design criteria.« (Bardini 2000: 143)

Doch zunächst fand eine primitive visuelle Metaphorisierung von Rechenoperationen statt, die sich, wie schon bemerkt, an gängigen Büroroutinen orientierte, was dem Wesen des Computing (als Manipulation von Daten in Informationsräumen) eigentlich widersprach. Als Alan Kay dies in den 1970er Jahren für *Xerox Data Systems* entwickelte [Abb. 4], wurde jede idealistische Vorstellung über koevolutive Mensch-Computer-Interaktion über Bord geworfen. Man behielt nur die ikonische Visualisierung einiger Funktionen bei, eine Entwicklung, die später die *Macintosh Computer* der Firma *Apple* berühmt machen sollte. Die Antwort auf die Frage, warum es dazu kam, die Computer nur als eine Art bessere Schreibmaschine aufzufassen, ist einfach: Man orientierte sich auch bei IBM am Büromaschinenmarkt. Hier fand sich die Zielgruppe, mit der man den Markt für *Desktop Workstations* aufbauen konnte: man suchte für die Geräte keine Spezialisten, sondern »real users« und man fand die prototypische »Sally, the lady with the Royal typewriter« (Bardini 2000: 160f.). Das Keyboard-Interface, zu dem noch die von Engelbart 1968 vorgestellte und 1970 patentierte Maus hinzugefügt wurde, war offenbar nichts anderes als eine Konzession der jungen Computerindustrie an den Markt, der steigende Umsätze mit Buchhaltern und tippenden Sekretärinnen versprach. Mit der Schreibmaschinentastatur zur Dateneingabe schreibt sich die Geschichte des Computers auch als eine Kulturgeschichte des Büros fort – während ein visionärer Entwickler wie Engelbart diese Konstellation von Mensch und Technik im Datenraum eigentlich transzendieren wollte.

Wurde das Tippen durch eine Art Zeigefingerprothese (*Lightgun, Mouse*) ergänzt, so wird diese aktuell ersetzt durch Fingerringtracking und Multi-Touch-Gesten, und der heutige Bildschirmarbeitsplatz wird wohl bald schon ziemlich veraltet aussehen, wenn neue Steuerungsmöglichkeiten greifen. Doch ist dies nur die äü-

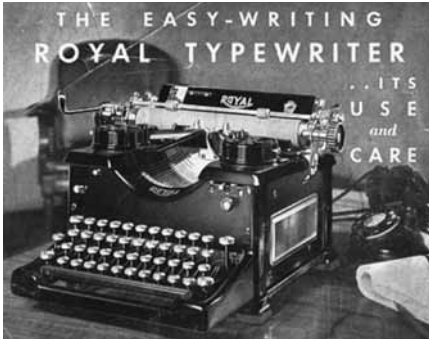


Abb. 6a: Der einstmals populäre »Royal Typewriter«<sup>3</sup>

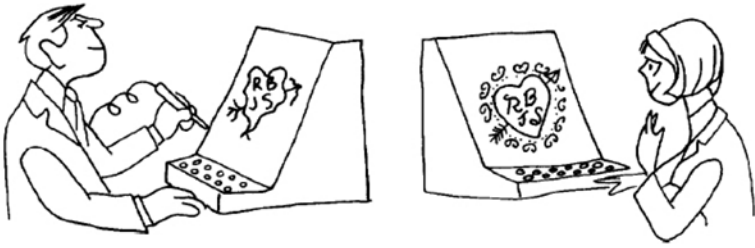


Abb. 6b: Douglas Engelbart 1968 an der von Herman Miller Inc. nach seinen Vorstellungen gebauten Computer-Konsole mit Maus und Funktionstastatur<sup>4</sup>

ßere, kulturtechnische Seite eines Prozesses, der sich längst nicht mehr auf das beschränkt, was zwischen Mensch und Maschine möglich ist, sondern darüber hinaus verspricht, soziale Bindungen zu stiften. Welche Rolle die immer stärker abgekoppelten Kommunikationsflüsse zwischen Menschen und jene zwischen Maschinen einst spielen werden, ist nicht nur von designtheoretischem, sondern auch ethischem Interesse. Denn das Potenzial, das jetzt ansatzweise erschlossen wird, liegt in dem, was mangels griffiger Bezeichnungen hier die *Entgrenzung von Wahrscheinlichkeiten der Form* genannt werden soll. Abgesehen vom Eingabefeld (Tastatur oder Touchscreen) muss die Form nämlich keiner Funktion aus der Welt der Objekte mehr zwingend folgen, folglich kann sie sich mit den variablen Daten und Algorithmen laufend ändern. Das eröffnet neue Möglichkeiten der Visibilisierung, deren medienästhetischer Reiz gegenwärtig modisch ist – *Generative Gestaltung* etwa, die Bilder des Technoimaginären schafft, die durch Umsetzung einer Gestaltungsidee in Programmiersprache als Quellcode für Visuelles entstehen; rechnerische Modellierungen, die nicht Bilder der Wirklichkeit simulieren, sondern durch mühelose Variierung einzelner Parameter pseudomateriale Formen hervorbringen (vgl. Reas 2010).

3 Quelle: [www.machinesoflovinggrace.com/ephemera.htm](http://www.machinesoflovinggrace.com/ephemera.htm) (letzter Zugriff: 27. April 2015, nicht mehr online)

4 Quelle: [sloan.stanford.edu/mousesite/1968Demo.html](http://sloan.stanford.edu/mousesite/1968Demo.html) (letzter Zugriff: 27. April 2015)



A communication system should make a positive contribution to the discovery and arousal of interests.

Abb. 7: Illustration zu Computern als Kommunikationsmedien,  
von Rowland B. Wilson (Quelle: Licklider/Taylor 1968)

Damit zurück zu einem ganz anderen Aspekt: der Frage nach den Vorstellungen vom Computer als Agent in Kommunikationsverhältnissen, wie sie sich aktuell in *Social Media*-Plattformen niederschlagen. Abb. 7 ist schon mehrere Jahrzehnte alt und zeigt so etwas wie technisch mediatisierte Alterität. In einer Zeit, die das noch gar nicht kannte, illustriert sie damit ein bemerkenswertes Phänomen: Menschen, die nicht *mit* dem Computer interagieren, sondern *über* diesen, wobei es zu einer qualitativen Veränderung in ihrem Kommunikationsmuster kommt. Die Zeichnung ist eine von mehreren, die der amerikanische Illustrator Rowland B. Wilson für das Forschungspaper *The Computer as a Communication Device* von Joseph Licklider und Robert Taylor 1968 beigesteuert hat.

Wilson arbeitete für das damals spektakuläre Magazin *Playboy* und sollte später Disneys Fantasy-Produktionen wesentlich gestalten. Damals musste der Grafiker etwas Inexistentes visualisieren: den Gebrauch des Rechners als Kommunikationsmedium. Genau genommen bleibt der Computer in dieser Illustration eine Leerstelle, gezeigt wird nur das grafische Interface. Für die Abbildung wird aus dem Text eine Aussage übernommen, mit der Licklider das anteilige Verhältnis der Technik an Kommunikationen antizipiert: Die krakelige Bildbotschaft, die der Mann mit dem Lichtgriffel verfasst, wird für die Empfängerin in ein ansehnliches Bild konvertiert – »A communication system should make a positive contribution to the discovery and arousal of interests«.



Die ästhetische Form wird der funktionalen nicht unter-, sondern übergeordnet, als Ermöglichungsbedingung – so war der erste Satz des gegenständlichen Artikels entsprechend als These formuliert: »In a few years, men will be able to communicate more effectively through a machine than face to face.«

Der Computer oder das »Netz« spielen wohlgerne nicht die Hauptrolle; ja, die Technik ist eine Leerstelle, sie verschwindet hinter dem Gebrauch und bleibt praktisch unsichtbar wie in der abgebildeten Illustration, die konsequent nur das Interface selbst hervorhebt. Sie zeigt den Apparat als eine Sinn generierende Metapher, als Terminal für Emotionen und Inhalte, und nicht als jenen kalten *Numbercruncher* für Spezialisten, der er vor der Zeit grafischer Oberflächen eigentlich war. Wozu intuitive Interfaces gut sein sollten und was Technologie mit Emotionen zu tun hat, das haben anfangs aber nur wenige Entwickler begriffen. Als führender Mitarbeiter des SAGE-Projekts und Gründungsdirektor des *Information Processing Techniques Office* im US-Verteidigungsministerium war Licklider mit neuesten technologischen Entwicklungen vertraut; er befasste sich in mehreren Memoranden mit den sozialen und kulturellen Technikfolgen. Dabei spekulierte er nicht über die Möglichkeiten einer künstlichen Intelligenz, sondern definierte eine sich anbahnende Koexistenz als »Man-Computer Symbiosis« (1960).

Im entsprechenden Interface-Kommunikationsmodell wird hier das Ideal der telegrafischen Telekommunikation vom 19. Jahrhundert (das Boten-Modell) aufgegeben mittels einer technisch gestützten Erweiterung von *Project Meetings*, von Teambesprechungen und Konferenzen, bei der unter Bedingungen der Netzwerkkommunikation die Beteiligten nicht mehr vor Ort sein, aber gleichberechtigten Zugang zur Technologie haben müssten. Erst ein entsprechend visualisierendes, grafikbasiertes Interface kann dies ermöglichen, da es die Benutzer eben nicht in die Rolle von Spezialisten zwingt. In der Symbiose aber würden beide Seiten nicht einfach nur zusammenwachsen, sondern in Lern- und Anpassungsprozessen mit der Technik eine Art *Figur des Dritten* ausbilden.

Als sich Alan Kay in der Fortsetzung der Ideen von Engelbart der Entwicklung von objektorientierten Programmiersprachen widmete, war dies bereits Ausdruck eines neuen Stils im Umgang mit den Problemen nicht zuletzt der Interface-Programmierung. Es entstanden unabhängig von Hardwareumgebung und Betriebssystem operierende Programmiersprachen (Java, PHP), die unter anderem den vielen Internet-Anwendungen ihr »Gesicht« geben. Verbunden damit wurden Konzepte vorgestellt, die weit über die Ein- und Ausgabe am PC hinausgingen und die ebenfalls eher zu realisierende »Verhältnisse« innerhalb dieser Technologie als bloß prozedurale »Funktionen« im Blick hatten. Kays Idee war ein dynamisches Computermedium, das auf der Ebene ikonischer Repräsentationen zu bedienen und sogar zu programmieren war: Der PC würde sich zudem von einem virtuellen Schreibtisch (Desktop) zu einem universalen Notizheft (Notebook) weiterentwickeln lassen, das nach dem Vorbild eines Musikinstruments intuitiv zu bedienen wäre:

»Imagine having your own self-contained knowledge manipulator in a portable package the size and shape of an ordinary notebook. Suppose it had enough power to outrace your senses of sight and hearing, enough capacity to store for later retrieval thousands of page-equivalents of reference materials, poems, letters, recipes, records, drawings, animations, musical scores, waveforms, dynamic simulations, and anything else you would like to remember and change. [...] One of the metaphors we used when designing such a system was that of a musical instrument, such as a flute, which is owned by its user and responds instantly and consistently to its owner's wishes.« (Kay/Goldberg 1977: 394)

Kay nannte dieses kleine Gerät, an welchem sich Informationen wieder der menschlichen Sinneswahrnehmung angepasst finden, *Dynabook* – weil es ein aktives Metamedium sein würde, das nicht nur Gedanken zwecks passiver Rezeption repräsentiert (wie Texte), sondern bereits Ideen simuliert: eine neue Zauberflöte. Sehr zur Verwunderung aller Experten arbeitete er mit der Entwicklungspsychologin Goldberg zusammen und stellte ein Konzept vor, bei welchem Kinder aller Altersgruppen die Benutzer sein

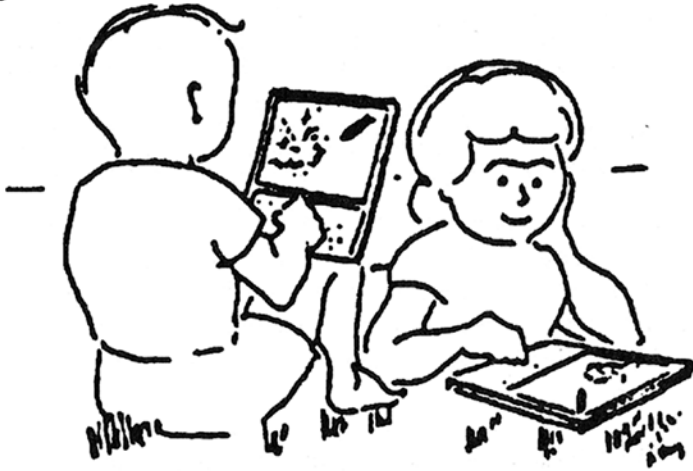


Abb. 8 Dynabook: »A Personal Computer for Children of all Ages« (Quelle: Kay 1972)

würden.

Abb. 8 zeigt eine Vision zum Gebrauch des Dynabooks. Doch etwas scheint mit diesem Bild nicht zu stimmen: Zwar sind Technologien Ausweitungen des Selbst, aber eben nicht nur das, zumal sie keine neutralen Prothesen sind und auf dieses Selbst zurückwirken. Man sieht, dass die beiden Kinder voneinander abgewandt und gleichsam in den Apparat versunken sind – der Grundirrtum also von sogenannten »Social media« *ab ovo*. Dass sie Technik intuitiv bedienen, ist in diesem Fall dem ikonisch aufgebauten Interface zu verdanken. An dieser Stelle müsste die Problematik des Interfaces radikalisiert und die soziokulturelle Rolle der digitalen Technik eingehender befragt werden. Die dabei eingesetzten Geräte dürfen nicht nur auf ihr Visualisierungspotential hin beurteilt werden, gleichsam als einem Relikt der Lesekultur bei gleichzeitiger Überbietung. Welche Erfahrungen ermöglichen Datenräume, und welche unvorhersehbaren Imaginationen bringen sie hervor? Welche Konzepte im Umgang mit infogenen Wirklichkeiten haben wir jenseits des Kulturpessimismus? Bleibt alles beim Alten oder kommt tatsächlich eine völlig neue Bildungskultur (vgl. Serres 2013)?

Die Medientheorie der vergangenen Jahrzehnte hat einen impliziten gemeinsamen Nenner: Sie beobachtet die Entwicklung einer Kultur jenseits der Schrift – also einer posttypographischen Mediensituation mit dem Versprechen der digitalen Medienkultur, die *Menschwerdung* (Vilém Flusser) in der Form voranzutreiben, dass die imaginativen Anteile an Weltverhältnissen wachsen und sich nicht als Verlust von Wirklichkeit auswirken. Doch Kritiker der virtuellen Realität haben nicht zu Unrecht beklagt, dass diese infogenen Wirklichkeiten aus nichts anderem als netten, aber sinnlosen kleinen Designelementen bestehen und dass die fragmentierten Kommunikationen in »Social Networks« unsere Vorstellungen von Kultur und Kreativität eigentlich pervertieren und den Verlust des menschlichen Anteils an Kommunikationsverhältnissen festschreiben (vgl. Lanier 2010).

Nun kann die Ausgangsfrage nach der materialen Dimension (und der kulturellen Formatierung) von Information auch so gewendet werden, ob denn die Wahrnehmbarkeit und die Praktikabilität von Weltentwürfen wie dem Informationsraum überhaupt noch an solch lebensweltliche Kriterien zu binden seien. Denn die Herausbildung einer technischen Superstruktur in unserer Kultur führte zweifellos zu Formen einer Welt, an der Menschen nur mehr imaginativ partizipieren können. Sie wollen auch nicht unbedingt »echte« Kommunikation und »bessere« Wissenszugänge, sie wollen eher schon unproblematische Konnektivität als Konkurrenzvorteil und Smartphone-Gadgets als Statussymbol, sie wollen ihre *social visibility* verstärken und Distinktionsgewinne erhalten. Technische Kommunikation wurde zur herrschenden Ideologie und aus diesem Grund funktionieren die Networks, Gadget-Moden und Design-Strategien der Postmoderne. Der Vergleich mit »wirklicher« Kommunikation ist dann ebenso unsinnig, wie ein Vergleich von Materialität mit Virtualität es wäre, einfach weil es sich um parallele Strukturen handelt und nicht um einander ausschließende.

Was das nun für die Frage nach der kulturellen Form von Prozessen der Informationsverarbeitung bedeutet: Die Vorstellung einer *Man-Computer Symbiosis* setzte voraus, dass beiderseitig eine

Anpassungsleistung erfolgt, damit dann auf technokultureller Ebene ein »Drittes« erzeugt werden kann. Denkfiguren wie Exteriorisierung, Organprojektion, Augmentation bereiten diesen Schritt in ein Technoimaginäres vor: nach der traditionellen Technik, die im Verhältnis zum menschlichen Körperbau stand, und der industriellen, die davon Abstand nahm, tritt die digitale Technik nun in ein neues Verhältnis zu menschlichen Symbolwelten und definiert damit die Einbildungskraft neu. Das Versprechen einer *Ordnung der Dinge* braucht es nicht mehr, denn mit der digitalen Ontologie rückt eine prometheische Dimension in den Vordergrund, mit anderen Worten: Es geht um nichts anderes als um Designprozesse.

Design aber lässt man klassischerweise Gegenständen zukommen, die an sich schon Materialität haben und die sich nach Funktion oder Ästhetik unterschiedlich gestalten lassen. Der Mehrwert dieses Gestaltungsprozesses aber liegt wesentlich nicht auf der funktionalen, sondern auf der symbolischen Ebene; zunehmend verschwindet die alte Dichotomie zwischen Form und Funktion (vgl. Latour 2009). Das visuelle Dispositiv und die Inszenierungen der Kameras und Monitore, der Beobachtungs- und Bildschirmtechnologien aber haben die kulturellen Formen der Materialisierung von Information (*in-formare*, frei nach Flusser: *etwas in Form bringen*) verändert, entsprechende Gebrauchskulturen haben neue Medienumwelten und neue Kommunikationsordnungen erzeugt. Was sich mit den Erscheinungsweisen ändert, ist nicht die Natur der Dinge – die Ontologie – sondern, und dies nicht zum ersten Mal in der Geschichte, die menschliche Zuwendungsweise.

**LITERATUR**

- Bardini, Thierry (2000): *Bootstrapping. Douglas Engelbart, Coevolution and the Origins of Personal Computing*, Stanford: Stanford University Press.
- 
- Bateson, Gregory (1985): *Ökologie des Geistes. Anthropologische, psychologische, biologische und epistemologische Perspektiven*, Frankfurt a. M.: Suhrkamp.
- 
- Bense, Max (1951): »Kybernetik oder Die Metatechnik einer Maschine«, in: ders. (1998): *Philosophie der Mathematik, Naturwissenschaft und Technik*. Ausgewählte Schriften Bd. 2, Stuttgart: Metzler, S. 429–446.
- 
- Berners-Lee, Tim with Fischetti, Mark (2000): *Weaving the Web. The Original Design and Ultimate Destiny of the World Wide Web*, New York: HarperCollins.
- 
- Bonsiepe, Gui (2009): *Entwurfskultur und Gesellschaft. Gestaltung zwischen Zentrum und Peripherie*, Basel: Birkhäuser.
- 
- Bredenkamp, Horst/Brückle, Irene/Needham, Paul (Hg. 2014): *A Galileo Forgery: Unmasking the New York Siderius Nuncius*, Berlin/Boston: De Gruyter.
- 
- Bush, Vannevar (1945): »As We May Think«, reprint in: Wardrip-Fruin, Noah/Montfort, Nick (Hg. 2003), S. 37–47.
- 
- Ceruzzi, Paul E. (2003): *The History of Modern Computing*, Cambridge, Mass.: MIT Press.
- 
- Engelbart, Douglas (1962): *Augmenting Human Intellect. A Conceptual Framework*, reprint in: Wardrip-Fruin, Noah/Montfort, Nick (Hg. 2003), S. 95–108.
- 
- Faßler, Manfred (1999): *Cyber-Moderne. Medienevolution, globale Netzwerke und die Künste der Kommunikation*, Wien/NewYork: Springer.
- 
- Flusser, Vilém (1996): *Kommunikologie*, Schriften Bd. 4, Mannheim: Bollmann.
- 
- Friedewald, Michael (1999): *Der Computer als Werkzeug und Medium. Die geistigen und technischen Wurzeln des Personal Computers*, Aachen: GNT Verlag.
- 
- Hartmann, Frank (2006): *Globale Medienkultur. Technik, Geschichte, Theorien*, Wien: Facultas.
- 
- Johnson, Steven (2000): *Interface Culture. Wie neue Technologien Kreativität und Kommunikation verändern*, Stuttgart: Klett-Cotta.
- 
- Kay, Alan (1972): A Personal Computer for Children of All Ages, Palo Alto Xerox Research Center, <http://www.mprove.de/diplom/gui/Kay72a.pdf> (letzter Zugriff: 27. April 2015).
- 
- Kay, Alan/Goldberg, Adele (1977): »Personal Dynamic Media«, reprint in: Wardrip-Fruin, Noah/Montfort, Nick (Hg. 2003), S. 393–404.
- 
- Kittler, Friedrich A. (2013): *Die Wahrheit der technischen Welt*. Berlin: Suhrkamp.
- 
- Lanier, Jerome (2010): *Gadget. Warum uns die Zukunft noch braucht*, Berlin: Suhrkamp.
- 
- Latour, Bruno (2009): »Ein vorsichtiger Prometheus? Einige Schritte hin zu einer Philosophie des Designs«, in: *Die Vermessung des Ungeheuren. Philosophie nach Peter Sloterdijk*, hg. v. Marc Jongen u. a., München: Fink, S. 357–374.

Leroi-Gourhan, André (1995): *Hand und Wort. Die Evolution von Technik, Sprache und Kunst*, Frankfurt a. M.: Suhrkamp (orig.: 1964).

---

Licklider, Joseph C.R. (1960), »Man-Computer Symbiosis«, reprint in: Wardrip-Fruin, Noah/ Montfort, Nick (Hg. 2003), S. 74–82.

---

Licklider, Joseph C.R./ Taylor, Robert W. (1968): »The Computer as a Communication Device«, in: *Science and Technology*, April 1968 – [www.memex.org/licklider.pdf](http://www.memex.org/licklider.pdf) (letzter Zugriff: 27. April 2015).

---

Mandelbrot, Benoit (1982): *Die fraktale Geometrie der Natur*, Basel: Birkhäuser.

---

McLuhan, Marshall (1964): *Understanding Media. The Extensions of Man*, New York: McGraw-Hill.

---

Miller, Daniel (2010): *Der Trost der Dinge*, Berlin: Suhrkamp.

---

Müller, Lothar (2012): *Weiße Magie. Die Epoche des Papiers*, München: Hanser.

---

Plessner, Helmuth (2003): *Anthropologie der Sinne. Gesammelte Schriften III*, Frankfurt a. M.: Suhrkamp.

---

Reas, Casey (2010): *Form + Code in Design, Art, Architecture*, New York: Princeton Architectural Press.

---

Schwarte, Ludger (2009): *Philosophie der Architektur*, München: Fink.

---

Serres, Michel (2013): *Erfindet euch neu! Eine Liebeserklärung an die vernetzte Generation*, Berlin: Suhrkamp.

---

Stephenson, Neil (2002): *Die Diktatur des schönen Scheins. Wie graphische Oberflächen die Computernutzer entmündigen*, München: Goldmann.

---

Wardrip-Fruin, Noah/ Montfort, Nick (Hg. 2003): *The New Media Reader*. Cambridge, Mass.: MIT Press.

---

Wiener, Norbert (1965): *Cybernetics: or Control and Communication in the Animal and the Machine*, Cambridge, Mass.: MIT Press.

---