

Martin Burckhardt

Eine kleine Geschichte der Digitalisierung

Es hat wenig Sinn, die Geschichte der Digitalisierung auf einen einzelnen Kopf zurückzuführen, sei es, dass man von einer Turing- oder von einer Von-Neumann-Maschine spricht oder Konrad Zuse zum Vater des Computers erklärt. Eine solche Personalisierung verkennt den entschieden kollektiven Charakter der universalen Maschine, den Umstand, dass man es mit einer kulturellen Metempsychose zu tun hat, die wie die Kathedralbauten der Gotik gleich mehrere Generationen überwölbt.

Fasst man ihn erst einmal als immaterielle Kathedrale, kommt man erst gar nicht auf die Idee, im Computer ein »Medium« zu sehen. Man wäre vielmehr imstande, eine generationsübergreifende Kollektivarchitektur darin zu entdecken, in der höchst unterschiedliche Strebungen zusammenlaufen. Tatsächlich waren – um die Analogie zu untermauern – die Kathedralen der Gotik keineswegs Orte ausschließlich spiritueller Erbauung. Feierte die eine, heilige, katholische und apostolische Kirche hier ihre Gottesdienste, waren die Messen, die auf dem Kathedralenvorplatz abgehalten wurden, vor allem Produktpräsentationen.

Folglich schreitet auch die Lebensgeschichte der Maria (die auf den Fenstern der Kathedrale von Chartres abgebildet ist) nicht nur die Lebensstationen der Muttergottes ab, sondern fungiert als Werbepattform, auf der die verschiedenen Handwerksinnungen ihre Produkte darstellen. In diesem Sinn ist die Kathedrale so vielfältig wie ihre Zeit: ein Ort, der dem Geschäft, dem Gerücht, der Politik, aber auch der spirituellen und moralischen Erbauung dient. Dabei sind in dieser Aufzählung noch nicht einmal die gesellschaftlichen Folgen des Baus dieser Sozioplasik enthalten: die Modularisierung der Bauteile, die Arbeitsteilung, die architektonischen, technischen, aber auch organisatorischen Kenntnisse, die sich dem Kathedralenbau und seiner Logistik verdanken.

Und last but not least ist die gotische Kathedrale der Ort, aus dessen Schulen schließlich die Universitäten hervorgehen. Nehmen wir also, was die Geschichte der Digitalisierung anbelangt, den Kathedralenbau als Beispiel, ist ein Register aufgespannt, bei dem nicht die Suche nach der Vaterfigur im Vordergrund steht, sondern die langsame Verfertigung einer Welt.

Wo aber beginnt die Geschichte unserer Computerkultur? Schon diese Frage ist nicht ganz unkompliziert. Denn entlang der Scheidung von Hardware und Software könnte man versucht sein, zwei höchst unterschiedliche Gedankenfelder zu beackern: eines, bei dem man es mit einer gerätehaften,

ein anderes, bei dem man es mit einer logischen Vernunft zu tun bekommt. Wie irreführend diese Kategorien sind, kann man schon ahnen, wenn man sich vor Augen hält, dass »Computer« im Zweiten Weltkrieg nichts anderes waren als schlechtbezahlte weibliche Arbeitskräfte und dass man unter »Software« die kleinen Pappkärtchen verstand, die die kryptografischen Schlüssel der U-Boote enthielten und die man, um sie im Fall einer Versenkung nicht dem Feind in die Hände zu spielen, wasserlöslich gemacht hatte. Gewiss kann man es sich leicht machen und die Geschichte des Computers mit dem Personal Computer, etwa dem Apple II aus dem Jahr 1977, beginnen lassen – aber ein solcher Anfang ist gänzlich willkürlich.

Meine Computergeschichte beginnt in dem Augenblick, da sich das 18. Jahrhundert unter Strom setzt – und ein Gebilde in die Welt entlässt, das man als »Humanprozessor« bezeichnen könnte. Die Geschichte ist schnell erzählt: Im Jahr 1746 versammeln sich, unter der Leitung des Abbé Nollet, gut sechshundert Mönche auf einem Feld im Norden Frankreichs und verkabeln einander mit Eisendraht. Als der Kreis geschlossen ist, berührt der Versuchsleiter eine Antenne, die aus einem wassergefüllten Behälter herausragt. Und was passiert? Alle Mönche beginnen zu zucken. Mutet dieses Setting wie eine spiritistische Séance im Großformat an, so handelt es sich doch um eine klassische, cartesianische Versuchsanordnung.

Man hatte mit der Leydener Flasche den Kondensator entdeckt und wollte nun wissen, wie schnell sich das elektrische Fluidum bewegt (wie man den dingfest gemachten Geist in der Flasche getauft hatte). Die naheliegende Mutmaßung war, dass man mit dem Auge würde sehen können, wie sich die ominöse Flüssigkeit von einem Mönch zum anderen fortbewegt. Das Versuchsergebnis jedoch widersprach dieser Annahme: Das elektrische Fluidum war so schnell, dass die Betrachter keinerlei Zeitversatz entdecken konnten. Alle Mönche begannen gleichzeitig zu zucken. Fragen wir danach, was einen Prozessor charakterisiert, so könnte man von einem gleichgeschalteten, gleichgetakteten Raum sprechen, bei dem es zwischen dem Raumpunkt A und dem Raumpunkt B keinen Zeitversatz gibt. Womit exakt das vorweggenommen ist, wofür die Masseformation der elektrisierten Mönche steht. Wenn ich mich im Folgenden darauf kapriziere, so deshalb, weil hier das Urbild der telematischen Gesellschaft sichtbar wird, die sich nicht mehr über eine kollektive Imagination (eine Ideologie) etabliert, sondern in einem geradezu körperlichen Sinn wirksam wird.

Der Erste, der Stephen Grays »lines of communication« nutzte (freilich ohne die Elektrizität zu Hilfe zu nehmen) war Claude Chappe, der in den Zeiten der Französischen Revolution einen optischen Telegrafen errichtete. Um die Kommunikation zu ermöglichen, musste man eine erste, prototele-

grafische Sprache ersinnen – was die Scheidung von Materialität und abstrakter Logik, Hardware und Software schon antizipiert.¹ Zur gleichen Zeit experimentierte der spanische Arzt Francesc Salvà i Campillo an einem elektrischen Telegrafen. 1809 baute Samuel Thomas von Soemmerring einen Telegrafen, bei dem jedes Zeichen durch einen eigenen Leiter übertragen und durch elektrochemische Zersetzung des Wassers signalisiert wurde. Bis sich die elektrische Telegrafie – mit Samuel Morse und Carl Friedrich Gauss – endgültig durchsetzte, vergingen weitere fünfundzwanzig Jahre. 1837 waren Anlagen in England und Deutschland in Betrieb, 1844 wurde der erweiterte und standardisierte Morse-Code für die Übertragung genutzt.

Noch bevor die Elektrizität gemeistert und mittels Morse-Code zum Träger von telegrafischen Nachrichten wird, erfasst sie die Innenwelt. Die Versuche Franz Anton Mesmers begreifen den menschlichen Körper, aber auch seine Psyche als irritables Gewebe, als das, was man seit 1732 »Nervensystem« nennt. In diesem Sinn korrespondiert der Elektrizität die Ästhetik, jener neue Zweig der Philosophie, welcher der Logik und der Rhetorik die Apperzeption durch die Sinne zur Seite stellt: als *Wissenschaft der sinnlichen Erkenntnis*.

Insofern hat man es hier mit einer Parallelbewegung zu tun. Formiert sich die Menge des 18. Jahrhunderts zu einer schlagkräftigen Einheit, deren revolutionärer Furor von einer *levée en masse* aufgeputscht wird, wird das Individuum zu einem Medium aufgerüstet, das, über Länder und Zeitgrenzen hinaus, Botschaften zu empfangen vermag. In diesem Sinn wäre In-Formation aufzufassen, als a) die Art und Weise, wie sich die Mönche in Formation stellen und b) als Sondage einer Innenwelt, ja eines Unbewussten, das mit dem groben Raster der Psychophysik und der Wandelsterne nicht erfasst werden kann. Was die Geschichte der Digitalisierung betrifft, ließe sich das 18. Jahrhundert als Imprägnierungsphase lesen.

Diese Phase ist vor allem deswegen wichtig, weil sie die Verschiebungen der epistemologischen Plattentektonik hervortreten lässt: vom Mechanizismus des Räderwerks hin zum Organizismus, von der getakteten Zeit hin zum Strom der Geschichte, vom Individuum hin zum stochastischen Mas-

1 Der Funktionsmodus war folgendermaßen: Eine Telegrafienstrecke bestand aus Relais, die wiederum aus fünf Meter hohen Holzgerüsten bestanden. Auf jedem dieser Gerüste war ein großer, um seinen Mittelpunkt schwenkbarer Balken befestigt, an dem sich zwei schwenkbare Arme befanden. Dieser Indikator ließ sich mithilfe von Seilen zu verschiedenen Zeichenkonfigurationen umformen, die von dem jeweils nächsten Relais aus mit Fernrohren entziffert und weitergeleitet wurden. Die Sprache enthielt 196 unterschiedliche Zeichen.

senbegriff. Dass ein Begriff wie die »Autopoiesis« sich nicht der Coolness des Soziologen, vielmehr dem Denken eines Friedrich Schlegel verdankt, ist kein Zufall, sondern Teil jener Umbesetzung, die Jacques Lacan in seinem kleinen Text zu »Freud, Hegel und die Dampfmaschine« (*Seminar II*) auf eine wunderbar klare Linie gebracht hat. So beschäftigte sich das 18. Jahrhundert nicht nur mit der Erforschung der Elektrizität, sondern brachte mit der Dampfmaschine ein Gebilde hervor, das nach einem neuen, kybernetischen Systemprogramm geradezu verlangte. Materiell betrachtet kommt die Lösung in Gestalt ihres *governors* daher, also jenes Fliehkraftreglers, den man als das erste genuin kybernetische Steuergerät auffassen kann. Denn hier wird, um den gleichmäßigen Lauf der Dampfmaschine zu regulieren, eine Dampfklappe reguliert und darüber das jeweils nötige Quantum Energie zugeführt – womit sich die Dampfmaschine als ein autopoietisches System zu erkennen gibt.

Einen weiteren Impuls in Richtung Digitalisierung bringt die Lochkartentechnik des Jacquard-Webstuhls, dessen Anfänge in die Revolution der Textilindustrie Mitte des 18. Jahrhunderts zurückweisen. Hatten die Vorläufer (Vaucansons gelochte Holzbrettchen, die »Spinning Jenny« von 1763, der dampfmaschinenbetriebene »Power Loom« von 1785) die Machbarkeit einer solchen Maschine vorgeführt, gelang es Joseph-Marie Jacquard, sein System so weit zu perfektionieren, dass sein Webstuhl im industriellen Maßstab einsetzbar wurde.

Das durchschlagende, auch ökonomisch folgenreiche Novum der jacquardschen Apparatur war, dass sie die Trennung zwischen Maschinenkörper und symbolischem Steuerzentrum einführte. Man könnte von einem Häutungsprozess sprechen, bewirkt die Lochkarte doch, dass sich das Steuerprogramm vom Maschinenkörper ablöst und als intelligible Schicht separat verwaltet werden kann. Tatsächlich ist diese Häutung – weit mehr als die Möglichkeit der Prozesssteuerung selbst – das entscheidende Novum. Denn auch der Räderwerkautomat des Mittelalters, der Figurengruppen und Musikstücke zu steuern vermochte, lässt sich als ein Programmiergerät auffassen. Sind hier die Zeichen – als Sporne, die einer Walze aufgeprägt sind – der Maschine gleichsam inkorporiert, kommt es über das Lochkarten-Interface zu einer Trennung. Der Vorteil ist mit den Händen zu greifen: Statt nur ein Programm zu exekutieren, das dem Maschinenkörper eingebaut ist, lässt sich nun eine beliebige Anzahl von Programmen nutzen. Unversehens hat sich die Spieluhr damit zu einem Plattenspieler verwandelt.

Sinnigerweise ist genau dies das Kennzeichen, auf das der Computerpionier Charles Babbage (1791 bis 1871) bei seinem Gottesbeweis abhebt,

der die Uhrmachergottheit des Mittelalters zu einem Programmierer umschult. Wenn Gott, so Babbage, auf regelhafte Weise eine Zahl hochzählt (1, 2, 3 ... 1000), dann aber fähig ist, zu einer anderen Zählweise überzugehen, so besteht das besondere Vermögen, das den Gott der Programmierer über den Uhrmachergott erhebt, nämlich in dieser *Fähigkeit zum Programmwechsel*. Freilich: Im Fall der Lochkarte wird nun statt des Sporns, also eines materiellen Zeichens, ein Loch gesetzt – eine präzise definierte Abwesenheit. In diesem Umschlag in die Negativität, oder genauer: in das Noch-Nicht des Notierten nähert sich der Zeichenbegriff der Lochkarte der Verheißung der elektromagnetischen Schrift an: dass alles, was immer elektrisierbar ist, letztlich zur Schrift – und damit beherrscht werden kann.

Charles Babbage, der mit dem Bau seiner »analytical engine« den Prototyp eines mechanischen Computers konstruierte, war womöglich der Erste, in dessen Kopf sich die verschiedenen Technologiestränge zum Bild einer neuartigen Apparatur verdichteten. Als Professor der Mathematik hatte er 1822 mit dem Vorgänger seines Computers, der Differenzmaschine, eine Rechenmaschine erzeugt, die eine Legion von astronomischen Rechenknechten zu ersetzen vermochte. Der Rationalitätsgewinn der Maschine war so überzeugend, dass sich Babbage die Unterstützung des englischen Parlaments zu sichern vermochte, das ihm für die Konstruktion einer verbesserten Version eine für diese Zeit geradezu fürstliche Summe bewilligte. Gleichwohl begriff er bei der Arbeit daran, dass eine zeitgemäße wie zukunfts offene Rechenmaschine nicht mechanischer Natur, sondern dampfmaschinengetrieben und lochkartengesteuert sein müsste.

Strenggenommen war die Maschine ein Verbund aus einer zentralen Recheneinheit und einer angeschlossenen Geräteperipherie. Dabei waren als Ausgabegeräte ein Drucker, ein Kurvenplotter und eine Glocke vorgesehen, die den Nutzer in Kenntnis setzen sollte, dass ein Prozess beendet sei. Die Ergebnisse wiederum sollten in Lochkarten geschrieben oder in Metallplatten gestanzt werden. Die Rechneinheit enthielt eine Prozessoreinheit (»Mühle« genannt) sowie einen Speicher, der etwa 10000 Wörter (in unserer heutigen Metrik 12 kB an Daten) enthalten sollte. Abgesehen davon, dass die »Mühle« die vier Grundrechenarten beherrschen sollte, sollte sie Programmweisungen folgen können, die auf Lochkarten verzeichnet waren. Der Logik seines Gottesbeweises folgend waren eine Reihe von Steuerungsmechanismen (Schleifen, bedingte Verzweigungen etc.) vorgesehen, die zum Standard heutiger Programmiersprachen gehören.

Dabei waren drei Lochkartentypen vorgesehen: für arithmetische Operationen, numerische Konstanten und schließlich für Lade- und Speicherope-

rationen, also um Zahlen aus dem Speicher in die Recheneinheit und wieder zurück zu transferieren. Strukturell betrachtet war Babbages Maschine wegweisend, gab es doch nicht wenige Computerpioniere des 20. Jahrhunderts, deren Ehrgeiz vor allem darin bestand, sie in elektrisierter Form wiederauferstehen zu lassen (wie etwa Vannevar Bush in seinem »differential analyzer« von 1931). Dass Babbage selbst seine analytische Maschine nicht realisieren konnte, lag in erster Linie an rein mechanischen Problemen: Während der dreißiger und vierziger Jahren des 19. Jahrhunderts waren weder genormte noch industriell gefertigte Schrauben verfügbar.

Babbage musste es wissen, denn als Ökonom war er selbst der größte Kenner des englischen Manufakturwesens. Er hatte mit seiner *Economy of Machinery and Manufactures* (1832) einen Überblick des englischen Industriegewesens vorgelegt, aus dem sich vor allem Karl Marx weidlich bediente. So ist seine Rechenmaschine nicht nur als Artefakt, sondern auch als Gesellschaftsmetapher zu verstehen – als eine Gedankenapparatur, die in viele andere Wirklichkeitsbereiche hineinspielt. Tatsächlich war Babbage als Stichwortgeber und Inspirator auf verschiedensten Feldern eminent wichtig. Nicht nur, dass er als Gründungsvater der modernen Statistik gelten kann, auf ihn geht zugleich das Geschäftsmodell der ersten Lebensversicherung zurück, auch zur Digitalisierung des Eisenbahnwesens leistete er einen Beitrag.

Dieser Beitrag ist im Kontext der Digitalisierung deswegen interessant, weil er den Zusammenhang von Telegrafie, Elektrizität, Dampfmaschine und Raumbeherrschung deutlich macht. Das Ausgangsproblem war folgendes: Die frühen Eisenbahnverbindungen waren durchweg einspurig. Dies bedeutete, dass zwei Züge auf der gleichen Strecke miteinander kollidieren konnten. blieb ein Zug stehen, musste der Streckenabschnitt folglich als besetzt markiert werden – was insbesondere im Fall von Tunnels und Brücken eine besondere Bedeutung hatte. Da die Telegrafie schneller war als die langsameren Dampflokomotiven, fiel Babbage auf den Gedanken, den Raum in Planquadrate zu unterteilen und mithilfe eines telegrafischen Steuerungssystems den Zustand des Raums zu überwachen, eine Lösung, die den Landschaftsraum zu einer virtuellen Festplatte macht – und damit den Zustand vollständiger Immersion antizipiert, den unsere Smartphones im Global Positioning System (GPS) heute erreicht haben.

Gemeinsam mit Babbage wird häufig der Name der Augusta Ada Lovelace genannt. Zwar sind die Beiträge, die Ada Lovelace zur Verfertigung von Babbages »analytical engine« beisteuerte, höchst bescheiden, dennoch schmälert das ihre Bedeutung keineswegs. Ada Lovelace, die Tochter George Byrons, erfasste nicht bloß, dass Babbages analytische Maschine »algebrai-

sche Muster webt, wie der Jacquard-Webstuhl Blumen und Blätter erzeugt«, sondern fühlte sich berufen, »künftigen Generationen einen Calculus des Nervensystems zu hinterlassen«.

Mit dieser Fantasie spinnt sich das alte Projekt der *Mathesis universalis* weiter, mit dem Unterschied nur, dass in dieser Welt nicht mehr die Sonne, sondern das Nervensystem das eigentliche Zentrum darstellt. Die Maschine (eben weil sie, zu Text aufgelöst, keines Körpers mehr bedarf) wird zur Verheißung, vom Körper selbst erlöst werden zu können. Arbeitet Babbage an einer universalen Maschine, so träumt sich Ada Lovelace in eine mystische Vereinigung mit der Maschine hinein – eine Vorstellung, die die Protagonisten der Künstlichen Intelligenz, vor allem aber die Anhänger des Transhumanismus wieder aufgreifen werden.

Babbages Rechenmaschine war Mitte des 19. Jahrhunderts ein Gesellschaftsereignis. Die eigentliche Revolution des digitalen Zeitalters jedoch fand parallel dazu fast unbemerkt statt, in der Randständigkeit der süd-irischen Provinz – und in den Köpfen einiger Mathematiker, die begriffen hatten, dass das, womit George Boole (1815 bis 1864) sie konfrontierte, das Ende der aristotelischen Logik markierte. Boole war ein Außenseiter: das Kind eines Schusters, Autodidakt und im Übermaß bescheiden. Dass er sich, nachdem er sich zunächst den klassischen und modernen Sprachen gewidmet hatte, der Mathematik zuwandte, hatte mit einem Erlebnis tun, das ihn als Siebzehnjährigen heimgesucht hatte. Bei einem Spaziergang über eine Wiese war ihm, wie eine Offenbarung, vor Augen gestanden, dass dem menschlichen Bewusstsein eine noch unentdeckte Grundkraft zur Verfügung stehen müsse, die jeder Wahrnehmung, ja jedem Denkkakt vorausging.

Und weil er als fleißiger Leser Kants die Überzeugung hegte, dass man diese göttliche Kraft – die er das »Unbewusste« nannte – nur würde erforschen können, wenn man sich der Mathematik zuwandte, begann der Mittzwanziger seine ersten Gehversuche in der Mathematik. Erstaunlicherweise wurden diese, ihrer Originalität wegen, sogleich im *Cambridge Mathematical Journal* publiziert. Nachdem er seine Invarianztheorie formuliert hatte (die noch Einstein nachhaltig beschäftigen sollte), legte er mit seiner *Mathematical Analysis of Logic* von 1847 den Entwurf der binären Logik vor – ein Gedankengebilde, an dem vor allem die philosophische, geradezu metaphysische Schlagseite hervorstach.

Denn wenn Boole die Null und die Eins zu den Grundsäulen seines Systems gemacht hatte, so deswegen, weil er sie nicht als Zahlen, sondern als philosophische, wenn nicht religiöse Kategorien begriff. Folgerichtig schreibt Boole, dass die »jeweiligen Bedeutungen der Symbole 0 und 1 ...

das Nichts und das Universum« sind. Was immer existiert, lässt sich in diese Matrix einspannen. Nehmen wir an, dass x für die Klasse der Logiker steht, wäre diese mit dem Term $o + x$ hinreichend gekennzeichnet – oder, in die Alltagssprache übersetzt, hätten wir nichts als Logiker vor dem inneren Auge. Vom Universum aus betrachtet wären die Logiker dingfest gemacht, wenn wir alles abziehen, was nicht der Klasse der Logiker angehört ($1 - \neg x$). Damit stehen die Null und die Eins wie die beiden Seiten einer Leiter gegeneinander gelehnt, lassen sich alle Gegenstände, aber auch alle logischen Verhältnisse wie AND, OR, XOR, NOT auf diese Weise ausdrücken.

Grundannahme ist, dass jedes X eindeutig als X identifizierbar ist. Und dies wiederum impliziert, dass ein Logiker nicht zugleich ein Nichtlogiker sein kann – eine Unterscheidung, die als Auslöschung der Ambivalenz einem ursprünglich religiösen Bedürfnis souffliert. Von dem Augenblick, da etwas in die Matrix von Null und Eins gespannt worden ist, kann es keine offenen Fragen mehr geben. Man mag diesen Determinismus beklagen, historisch jedoch bewirkt die boolesche Logik eine enorme Weiterung. Denn da die Zahlen (im Sinn der Quantität) aus dem System heraus abstrahiert worden sind, können die Mathematiker fortan mit Äpfeln, Birnen und Logikern rechnen. Digital entkernt, wird jedes Ding zum Gespenst seiner selbst: die Schreibmaschine zur Beschreibung einer Schreibmaschine, der Buchstabe zum Buchstabencode, die Zahl zu einer Serie von Bits. So wie einst Cézanne eine Bewunderin seiner Bilder beschied: »Madame, das ist kein Apfel, sondern das Bild eines Apfels«, löst sich bei Boole die Welt in die binäre Logik auf. Fortan macht es keinen Unterschied, ob man mit Äpfeln, Birnen oder mit einem »credibility score« rechnet. Wenn sich alles auf die Null und die Eins reduzieren lässt, ist die Welt nichts als ein Symptom jener unbewussten Gedankenkraft, die all dies bewirkt.

Die boolesche Logik fasst zwei Dinge zusammen: Zum einen stellt sie eine Universalschrift dar und wirkt damit als das logische Analogon der elektromagnetischen Schrift, zum zweiten ist sie die logische Entsprechung der jacquardschen Lochkarte, genauer: der Tatsache, dass sich ihr Zeichenbegriff einer präzise markierten Abwesenheit, einer gleichsam weltlosen Negativität verdankt. Verknüpft man die boolesche Universalschrift mit der Lichtgeschwindigkeit der Elektrizität, gewinnt die binäre Logik eine Virulenz, der wir heute noch weitgehend ratlos gegenüberstehen. Wie wir wissen, ergibt 1 mit sich selbst multipliziert immer 1 ; o mit sich selbst multipliziert immer o .² Formalisieren wir dies – bringen das Nichts und das

2 Ein Phänomen, das die Mathematiker »Idempotenz« nennen.

Universum also auf eine gemeinsame Formel –, so lautet die generalisierte Formel: $x=x^n$. Unzweifelhaft sträubt sich schon das Auge dagegen, hier von einer Gleichung zu reden, scheint man es doch eher mit einem eklatanten Ungleichgewicht, ja einer regelrechten Proliferationsdrohung zu tun zu haben.

Bezieht man die Formel des $x=x^n$ auf sich selbst, so müsste man sagen: Ich bin ein anderer, überflüssig, eine Population meiner selbst. Zweifellos führt uns die digitale Weltformel in eine weitgehend unerschlossene Sphäre, in eine Welt, in der die Erde nicht mehr, wie in den ökonomischen Proseminaren verkündet, der Stern des Mangels ist, sondern wo der Überfluss herrscht – und die Grenzkosten (zum Schrecken aller Musik-, Film- und Buchproduzenten) gen Null tendieren. Begegnet uns das in dieser Formel enthaltene Unendlichkeitsversprechen vor allem als Entwertung der Werte, wissen wir – oder ahnen zumindest –, dass das Heil eines X nicht mehr in der Vervielfältigung, sondern in der Steigerung seiner Qualität liegt. In der Aufhebung, der Levitation, in der Bereitschaft zum Morph und zum unendlichen Upgrade.

Obschon die boolesche Logik mit dem Erscheinen der *Laws of Thought* (1854) komplett ausgearbeitet war, führte sie doch über lange Zeit ein Schattendasein. Zwar griff der britische Ökonom William Stanley Jevons diese Gedanken auf und gab ihnen 1860 in Gestalt eines »logischen Pianos« Ausdruck, auch wurden sie durch Charles Sanders Peirce und Ernst Schröder mathematisch gewürdigt, dennoch sollte der Dornröschenschlaf der symbolischen Logik, zumindest im Feld der Digitalisierung, fast ein ganzes Jahrhundert lang andauern. Stattdessen nimmt das Denken Booles einen Umweg über die Philosophie, führt es doch unmittelbar zu Gottlob Freges *Begriffsschrift* von 1879, die, wie die Philosophiegeschichte lehrt, als das Gründungswerk der analytischen Philosophie zu betrachten ist. Weniger bekannt indes ist, dass Freges Umwälzung der modernen Logik kaum mehr als eine »Umschrift« der booleschen Ideen darstellte (wie einer der ersten Rezensenten spitz anmerkte). In Anbetracht der Peinlichkeit, sein Gedankengebäude nicht selbst entwickelt, sondern weitgehend übernommen zu haben, setzte Frege (wie jeder Plagiator) alles daran, den Anteil des wahren Urhebers herunterzuspielen – ein Grund dafür, dass die boolesche Logik eine Apokryphe bleiben sollte. Erst in den vierziger Jahren des 20. Jahrhunderts, als Claude Shannon, George Stibitz und die Gruppe der Colossus-Ingenieure sie wieder aufgriffen, wurde sichtbar, dass die boolesche Logik die ideale Schnittstelle zwischen Hardware und Software darstellte.

Einen eher praktischen Anwendungsfall für den Wert automatisierter Rechenmaschinen lieferte die Hollerith-Maschine, mit der der deutschstämmige Ingenieur Herman Hollerith den amerikanischen Zensus von 1890 besorgte. Anlass war die Einladung zu einem Geflügelsalat, bei der der Gastgeber, der Statistiker John Shaw Billings, die Bemerkung machte, dass das mühsame Registrierungsgeschäft doch sehr viel besser von einer mechanischen Apparatur besorgt werden könnte, auf die gleiche Weise, wie der Jacquard-Webstuhl seine Muster generiert. Als Hollerith wenig später am MIT die Möglichkeit einer solchen Apparatur sondierte, kam er zu dem Schluss, dass die Lochkarte nicht nur zur Mustererzeugung genutzt werden konnte, sondern ein perfektes Medium zur Informationsspeicherung darstellte.

Dazu freilich musste er nicht einmal seine Imagination bemühen, sondern sich nur die »Lochkartenphotographie« vor Augen führen, die bei den Eisenbahnschaffnern im Westen gebräuchlich war. Hier wurde, um den Träger einer Eisenbahnkarte zu identifizieren, vor allem aber, um zu verhindern, dass er seine Karte einem »blinden Passagier« zustecken könne, an einer entsprechenden Stelle ein Merkmal gelocht (das den Träger beispielsweise als blond, groß und bärtig auswies). Mit diesem Bild vor Augen entwarf Hollerith eine Maschine, die jeden amerikanischen Bürger in Einzelheiten zerlegte – also informatisch atomisierte. Die wesentliche Innovation, die seine Apparatur über die händische »Lochkartenphotographie« der Schaffner erhob, bestand darin, dass er die Information der Lochkarten in elektrische Impulse übersetzte, die wiederum mechanische Zähler aktivierten. Auf diese Weise war der Leseprozess elektrifiziert, waren die 43 Maschinen, die er dem Zensus im Jahr 1890 zur Verfügung stellte, in der Lage, die 62 622 250 Menschen, aus denen die amerikanische Gesamtpopulation bestand, zu einem Bruchteil der Kosten und der Zeit zu erfassen.

Weil jeder der aufstrebenden Nationalstaaten an einer Volkszählung interessiert war, gründete Hollerith 1896 die Tabulating Machine Company. Das Geschäftsmodell der Firma war nicht minder ingenios als die materielle Apparatur. Denn die hollerithschen Maschinen waren nicht zu erwerben, sondern wurden lediglich verliehen; zudem benötigten sie, als Rohstoff, die hollerithsche Lochkarte. Weil Hollerith sich von Anbeginn darüber klar war, dass Information eine Währung darstellte, fand er es passend, seiner Lochkarte die Maße einer Dollarnote zu geben. Obschon die Firma damit über eine *cashcow* verfügte, gediehen die Geschäfte nicht wie erhofft. Dies lag vor allem an der Person des Erfinders, der es vorzog, sich mit seinen Guernsey-Kühen, guten Zigarren und gutem Wein zu vergnügen statt sich mit den Belangen der Firma zu beschäftigen. Folglich wurde sie im Jahr 1911

von einem Industriemogul übernommen und der Computing-Tabulating-Recording Company (CTR) eingegliedert. Hollerith blieb diesem Konsortium als Vorstandsmitglied und Berater erhalten. Geschäftsführer wurde Thomas J. Watson, jener Mann, der mit seiner Voraussage, dass es einen Weltmarkt für vielleicht fünf Computer gebe, zum Gespött aller Futurologen werden sollte. Als Hollerith 1924 seiner Herzprobleme wegen den Vorstandsposten niederlegte, benannte Watson die Firma um in International Business Machines (IBM).

Mit der Entscheidung, die Firma zu internationalisieren, kam auch Deutschland in den Blick. Dort hatte sich mit der Deutschen Hollerith-Maschinen Gesellschaft (DEHOMAG) im Jahr 1910 ein Ableger etabliert, der, wie alle anderen Franchiseunternehmungen, die Maschinen Holleriths mietete und Lochkarten und Programmierintelligenz orderte. In den Wirren der Inflation übernahm Watson das Geschäft, eine Übernahme, die, wie fast all seine Geschäftspraktiken, eher unfreundlicher Natur war. Obwohl sie den Titel der IBM nicht im Namen trug, wurde die DEHOMAG zur größten IBM-Dependance in Europa. Dies sollte sich, ebenso wie die deutsche Herkunft Holleriths, bei der Machtübernahme durch die Nazis als höchst geschäftsförderlich erweisen. Denn die DEHOMAG konnte als vermeintlich deutsches Unternehmen das Geschäft der Arisierung betreiben. Der erste Testlauf war die preußische Volkszählung, die im Jahr 1933 durchgeführt wurde. Bei dieser Gelegenheit wurde den neuen Machthabern vorgeführt, dass ihre Rede vom »Volkskörper« sich nicht im Metaphorischen verlor, sondern – in Gestalt Abertausender Lochkarten – eine Realität darstellte, mit der sich rechnen ließ. Folglich konnte das Statistische Reichsamt vermelden, dass der Berliner Bezirk Wilmersdorf mit 13,5 Prozent die höchste »Jügendichte« aufwies.

Und da es über die Verknüpfung von Informationen möglich war, jede beliebige Bevölkerungsgruppe dingfest zu machen (mochte es sich um die praktizierenden, polnischstämmigen oder vermögenden Juden handeln), hatten die Herrenmenschen ein fantastisches Machtmittel in der Hand, ein Mittel, mit dem der Genozid überhaupt erst in den Bereich der Planbarkeit rückte. Hatte bislang die Liaison von Lochkarte und Dollar die Geschäfte befeuert, vermählte sich die Ratio nun mit dem Rassewahn der Herrenmenschen, fand der Wahnsinn zu seiner Methode. Fortan lag die Zukunft der Juden nicht mehr in den Sternen, sondern in den Hollerith-Karten beschlossen.

Schon mit dem Zensus von 1939, im Gefolge der Novemberprogrome, hatte man die erhobenen Informationen als Bausteine einer Vernichtungsmaschine konzipiert, mittels derer man die Juden nacheinander aus dem Geschäftsleben entfernen, sie ihrer sozialen Kontakte, ihrer Besitztümer,

schließlich ihres Lebens berauben konnte. Insofern führt uns die Morgenröte des Informationszeitalters in die Konzentrationslager, dorthin, wo die hollerithschen Maschinen das Töten beaufsichtigten. Wie jedes Konzentrationslager seinen Hollerith-Code hatte (Auschwitz 001, Buchenwald 002, ... Ravensbrück 010), besaß es eine Hollerith-Abteilung, die das Lagerleben, nein das Sterben organisierte. In der Abstraktion des Todes war die Leidensgeschichte des Einzelnen nicht mehr mit seinem Namen und seiner Geschichte verknüpft, sondern mit der Zahl, die auf seinen Unterarm tätowiert worden war.

Der bereits erwähnte Vannevar Bush machte sich in den 1930er Jahren einen Namen dadurch, dass er Babbages Maschine erfolgreich elektrifizierte. Zwar wäre es sehr viel sinnvoller gewesen, die bodesche Logik auf elektrische Schaltkreise zu übertragen – aber dies sollte Claude Shannon und dem Ingenieur George Stibitz vorbehalten bleiben, die sich ein Jahrzehnt später an diese Aufgabe setzten. Dass Vannevar Bush gleichwohl den größten Einfluss haben sollte, ist nicht seinen (im übrigen unbestreitbaren) wissenschaftlichen Verdiensten geschuldet, sondern seinem politischen Genie. Denn 1939 gelang es ihm, den amerikanischen Präsidenten davon zu überzeugen, dass die Forschung (namentlich im Feld der Radarortung, aber auch im Bereich der Ballistik) kriegsentscheidend sein würde. Also wurde Bush zum Leiter des National Defense Research Institute, das über riesige Mittel verfügte; später zum wissenschaftlichen Koordinator des Manhattan Projects. In dieser Eigenschaft gelang es ihm, eine ganze Armada von Wissenschaftlern nach Los Alamos und zum Bau der Atombombe zu bewegen – was uns die organisatorische Analogie zum Bild der zuckenden Mönche liefert.

Dass Vannevar Bush diese Koordinierungsleistung als Übertragung von Ingenieursprinzipien auf eine Menschenformation betrachtete, macht ein Text klar, der kurz vor der Explosion der Hiroshima-Bombe in *Atlantic Monthly* erschien und mit *As We May Think* betitelt war. Hier stellte er das Projekt seiner Memex-Apparatur vor, die eine deutliche Ähnlichkeit mit dem besitzt, was wir heute einen Desktop-Computer nennen – und in der eine kollektive Wissensbasis vorgesehen war, die alle Projektmitarbeiter über das Gesamtgeschehen auf dem Laufenden hielt. In jedem Fall war hier, im Zeichen der Atombombe, vorweggenommen, was nach der Einführung des Internet euphorisch als Weltintelligenz gefeiert wurde. Tatsächlich war es allein diese Intelligenz (und nicht die materiellen Computer, die erst nach dem Krieg fertiggestellt wurden), die zur Atombombe führte. War dies die Feuertaufe des militärisch-industriellen Komplexes (und damit Grund für

die schier unerschöpflichen Ressourcen, die amerikanische Ingenieure fortan zur Verfügung hatten), führte die Verdinglichung der *res publica* direkt in die bipolare Spaltung des Kalten Krieges hinein.

Denn dass die Russen der Wasserstoffbombe habhaft wurden, wurde als eine Existenzbedrohung des amerikanischen Staats gesehen. Um sich einer solchen Attacke zu erwehren, wurde das Whirlwind-Projekt ins Leben gerufen, bei dem sich vor allem der Ingenieur Jay Forrester einen Namen machte, der kaum 34-jährig zum Leiter eines der größten (und ebenso geheimen) militärischen Forschungsvorhaben seiner Zeit avanciert war. Dabei kommandierte Forrester nicht nur 175 Mitarbeiter, sondern verfügte über ein beträchtliches Budget, das ihm erlaubte, bestimmte Aufgaben an externe Firmen (wie IBM, AT&T oder Western Electric) auszugliedern. Hatte der Whirlwind-Computer schon beträchtliche Ausmaße, so hatte das Flugüberwachungssystem, das bis 1982 betrieben wurde, noch deutlich größere: ein gigantischer Komplex, der aus 35 Kontrollzentren bestand, die jedes 40 Quadratmeter groß waren und sich über vier Stockwerke erstreckten. 275 Tonnen schwer und mit 80000 Vakuumröhren bestückt, stellte es das raumforderndste und energiehungrigste System dar, das in der Geschichte errichtet worden ist.

Indes nahm Forresters Karriere im Jahr 1956 eine durchaus überraschende Wendung. Denn da verwandelte sich der Erfinder und Ingenieur zu einem Professor, der an der Sloane School of Management zu lehren begann. Dabei war die Fragestellung, die Forrester von nun an leitete, die intellektuelle Fortschreibung seiner bisherigen Erfahrungen. Statt die materiellen Komponenten einer Maschine zu untersuchen, nahm er ihre geistigen Komponenten in den Blick, die bei der Planung eines Prozesses eine Rolle spielten, die »mentale Datenbank«, wie er dies nannte. Nach intensiven Gesprächen mit den Verantwortlichen (einer Art ethnologischer Fallanalyse) begann Forrester, noch mit Stift und Papier, die Entscheidungsgrundlagen der Akteure nachzuzeichnen. Dabei stand am Anfang eine Tabelle, in der die Inventare, die Angestellten und die Auftragseingänge verzeichnet waren – und welche Folge die gegebene Konstellation (als Entscheidungsgrundlage) auf das Gesamtsystem hatte.

Als jemand, der mit Feedbackmechanismen begonnen hatte, fiel Forrester sogleich auf, dass die Ausschläge des Systems (eine übermäßige Drosselung oder Steigerung der Produktion) nichts weiter als sich selbst verstärkende Feedbackmechanismen darstellten – wie überhaupt viele Geschäftsprozesse als Form der psychologischen Überreaktion gedeutet werden konnten. Diese Einsicht war die Geburtsstunde der »system dynamics«, die Forrester erstmals 1958 in einem Artikel vorstellte. Freilich blieb es nicht bei der theoretischen

schen Grundlegung. Sehr bald schon kam eine Software hinzu, mit der sich die Entwicklungen eines solchen Modells durchkalkulieren ließen.

Benutzte man diese Software anfangs zur Modellierung von logistischen Fragen, begann Forrester sich intensiver mit stadtplanerischen Entscheidungsprozessen zu beschäftigen. Dem schönen Bonmot Joseph DeMaistres folgend, nach dem der Weg zur Hölle mit guten Vorsätzen gepflastert ist, zeigte die Analyse, dass die urbanistischen Interventionen durchweg abträgliche Folgen zeitigten, ja dass gerade der soziale Wohnungsbau denjenigen, denen er helfen sollte, am abträglichsten war. In dem Maß nämlich, in dem staatlich subventionierte Wohnblöcke entstanden, verschwanden die Jobs, entstanden umgekehrt Ghettos, die den Zugang zum Arbeitsmarkt eher erschwerten. Tatsächlich berührten die »system dynamics« einen wunden Punkt, der in Planungsprozessen selten thematisiert wird: den Umstand, dass der Umgang mit einer selbst überschaubaren Menge miteinander interagierender Variablen den Verstand überfordert, wenn nicht gar eine labyrinthische Geistesverwirrung erzeugt, in der Ursachen und Wirkungen nicht selten miteinander verwechselt werden.

War bereits Forresters *Urban Dynamics* ein großer Erfolg, so sprengte der Erfolg von *World Dynamics* (1971 in einem eher unbedeutenden Verlag publiziert) alle Grenzen. Hatte Forrester damit gerechnet, dass diese komplizierten Fragen vielleicht zweihundert Forscher interessierten, waren die Computersimulationen der »system dynamics« mit dem Club of Rome und den *Grenzen des Wachstums* urplötzlich in aller Munde und fanden als Muster für die Modellierung gesellschaftlicher Prozesse in den Händen der Spieleentwickler Eingang in die Kinderzimmer (*SimCity*, *Die Sims*, *Age of Empires* oder *Civilization*).

Weil eine universale Maschine universale Gültigkeit beansprucht, verwundert es nicht, dass sie im Prozess der Globalisierung eine besondere Rolle spielt. An dieser Stelle begegnen wir einem Paradigmenwechsel, bei dem der Gang in die Innenwelt nicht bloß als Exkursion ins Unbewusste, sondern als Eroberung der materiellen Nanowelt aufgefasst werden muss. Ende der fünfziger Jahre nämlich kam es mit Jack Kilby und Robert Noyce zur Einführung der integrierten Schaltkreise. Dabei bestand die entscheidende Innovation darin, dass der Chip nicht mehr aus Einzelteilen bestand, sondern einen monolithischen Siliziumkörper darstellte, und dass die Fertigung sich nicht als händische Montage, sondern in einem fotolithografischen Druckverfahren vollzog, als Projektion eines Schaltkreises, der dann in verschiedenen Arbeitsschritten verätzt, chemisch nachbehandelt und gereinigt wurde. Auf diese Weise ließen sich die Chips von Jahr zu Jahr im-

mer dichter packen. Nur so – mit leichtem Gepäck bestückt – konnte man die Apollo auf den Mond schießen, nur so ließ sich die Armada all jener Kommunikationssatelliten ins All schießen, die uns seither auf Schritt und Tritt begleiten, wo auch immer wir sind.

Als die Firma Intel 1971 ihren ersten programmierbaren Mikroprozessor vorstellte, schlug die Stunde der »embedded systems«, jener Minicomputer, die in Drehtüren, Fahrstühlen, Ladenkassen und zuletzt überall Verwendung finden können. Ähnlich wie die Lochkarte den endlichen Webstuhl zu einer Maschine verwandelt, die unendlich viele Muster erzeugen kann, ist der programmierbare Mikroprozessor eine virtuelle Intelligenz, die sich jedem Gebrauchsgegenstand implantieren lässt, und sogar dazu führt, dass die Dinge (wie im Internet der Dinge) miteinander in Kommunikation treten können. Immerhin hat die Geschwindigkeit, aber auch das Fassungsvermögen der Chips seit 1970 um einen Milliardenfaktor zugelegt. Es lässt sich also ohne Übertreibung sagen, dass die »total verwaltete Welt« längst Realität ist – nur dass sie, anders als die Theoretiker der Kritischen Schule mutmaßten, nicht auf das falsche Bewusstsein, sondern auf jenen Einbruch des Digitalen zurückzuführen ist, als dessen Teil wir uns selber begreifen, ja dessen politische wie sozioplastische Konsequenzen wir uns in dieser Form überhaupt erst einmal vor Augen führen müssen.