

NEUE TECHNIK UND ALTER MENSCH -

KULTURHISTORISCHE WURZELN EINIGER SCHWIERIGKEITEN MIT DEM COMPUTER

Wolfgang Schönflug, Berlin 1)

Das Problem: Evolutionäre Entwicklung und neue Technik

Weil ich aus Berlin komme, lasse ich die Geschichte des modernen Computers auch in Berlin beginnen. Dort war es, wo in den dreißiger Jahren Konrad Zuse seine ersten elektronischen Rechengерäte baute - die Z1, die Z2 und die Z3. Dort war es auch, wo er erstmals sein Produkt öffentlich vorstellte; das war 1938 in der Technischen Hochschule Charlottenburg (Zuse, 1984). Die Vorstellung geriet zur Enttäuschung. Das Publikum reagierte skeptisch. Die Idee erschien naheliegend; so urteilte später ebenfalls das Bundespatentgericht, als es den Antrag auf Patentierung wegen "mangelnder Erfindungshöhe" (zu dem Begriff s. Bernhardt & Krassner, 1986, S.164 f.) ablehnte. Doch große Chancen gab man der Zuse'schen Erfindung nicht. Angesichts des gegenwärtigen Siegeszugs von Computern mag man das als Blindheit für die Zukunft deuten. Betrachtet man dagegen die Unwägbarkeiten, die Lasten und Rückschläge der Computerrevolution, so läßt sich die anfängliche Skepsis durchaus als weise Rücksicht werten, als Rücksicht auf die lange Vergangenheit des Menschen und seiner Technik.

Die Schwierigkeiten des Nutzers mit dem Computer sind das tägliche Brot der Software-Ergonomie. Diese Schwierigkeiten rühren - das sei heute die These - nicht daher, daß der Computer so neu, sondern daß der Nutzer so alt ist. Ist das so, dann darf die Ergonomie sich nicht ausschließlich der Faszination des technischen Fortschritts hingeben, sondern muß sich

1) Wer wie der Autor seinen Standort in der Experimental- und Arbeitspsychologie hat, ist für eine Expedition in die Kulturgeschichte nicht gut gerüstet. Daher war ich, als ich diese Expedition unternahm, auf guten Rat angewiesen und danke allen herzlich, die mir mit konstruktiver Kritik beigestanden haben. Besonders dankbar bin ich Hans J. Nissen, Professor für Vorderasiatische Altertumskunde, und Wilhelm Schmidt-Biggemann, Professor für Philosophie (beide an der Freien Universität Berlin); welchen Gewinn die historische Perspektive auch für die Betrachtung der modernen Informations- und Kommunikationstechnik bringt, ist mir erst in unseren Gesprächen über ihre Forschungen klar geworden.

im Respekt vor einer menschlichen Intelligenz üben, die sich Jahrtausende lang für eine Welt ohne Computer ausgebildet hat und daher anderen Anforderungen angepaßt ist als denen der Digitaltechnik.

"Alt" sei der Nutzer - wurde eben behauptet. "Alt" soll hier bedeuten: Gebunden an frühere Erfahrung durch Rekapitulation und Tradition. Was heißt hier Rekapitulation ? Dem Begriff der Rekapitulation liegt eine Stufenlogik der körperlichen und geistigen Entwicklung zugrunde. Höhere Stufen kann nur betreten, wer niedrigere durchlaufen hat. Dem Individuum ist nicht vergönnt, an dem Entwicklungsstand seiner Eltern anzusetzen; nein, es muß beginnen, wo schon die Eltern und Voreltern begonnen haben, bevor es diese einzuholen, ja vielleicht sogar zu überholen vermag. Da wiederholt sich in der eigenen Geschichte die Geschichte der Art und hinterläßt ihre Spuren. Zur Rekapitulation hinzu tritt die Tradition von Erfahrungen und Gebräuchen, eine Weitergabe durch Vorbild und Schulung über Generationen hinweg. So steckt selbst in den Freaks und Hackern unserer Tage noch ein Stück des alten Adam oder der Urmutter Eva, und das Studium der Natur- und Kulturgeschichte kann uns helfen, sie alle besser zu verstehen.

Daß die Geschichte nicht bruchlos zum Computer als Arbeitsmittel überleitet, sei an drei Punkten zu erläutern versucht:

1. Die Inhumanität des Binärkodes.
2. Die Rechneroberfläche als Projektionswand.
3. Der Gegensatz von technischem Aufwand und der Brotlosigkeit des Intellekts.

Die Inhumanität des Binärkodes

Als Zuse im Jahre 1938 seine Anlage vorführte, versetzte er sein Publikum mit einem Schlag in die Aera der modernen Datenverarbeitung. Der Code, den er verwendete, war der Binärkode. Er sprach noch von "Sekundälziffern", aber in seinen Skizzen zum schachspielenden Automaten hatte er den Binärkode bereits als eine Symboldarstellung konzipiert, die über den numerischen Bereich hinaus auch Gegenstände und Prozesse wiedergeben konnte. Seine Zuhörer müssen gespürt haben, wie weit er sich damit von der Konvention der Symboldarstellung entfernte.

Blicken wir doch zurück auf die Geschichte der Schrift. Die Schrift verdankt ihr Entstehen wohl der Unzufriedenheit mit der Verwaltung und mit der herrschenden Gerechtigkeit. Sie entsteht in Zeiten der Acker- und Viehwirtschaft. Da sind Verwaltungsdaten: Die Größe der Herden, die Vorräte an Korn. Das Gedächtnis hält sie nicht zuverlässig fest. Und was die Gerechtigkeit anbelangt, so gibt uns die Sagenwelt lebhaftere Schilderungen. Das Alte Testament etwa erzählt von Jakob, der sieben Jahre dem Laban dient um dessen Tochter Rahel. Jakob dient dem Laban, indem er seine Herden weidet; doch er ist ein ungetreuer Verwalter und nimmt ihm mit List Jungtiere ab. Laban seinerseits enthält dem Jakob die liebliche Rahel vor; bei der Hochzeit unterschiebt er an Rahel's Stelle deren Schwester Lea, die keiner will. Das sind Verhältnisse, die nach Dokumenten des Besitzes und des Besitzanspruchs verlangen - nach Bestandsinventaren, Quittungen, Verträgen.

Die Landschaft des alten Testaments hat uns Dokumente dieser Art erhalten. Es sind offensichtlich verkleinerte Analogdarstellungen. Die Gegenstände (zumeist Tiere) sind in ihrer äußeren Gestalt in Ton nachgebildet, wobei wohl zunächst jeder einzelne Gegenstand (also etwa jedes Tier) als eigene Tonfigur dargestellt wird. Man kann also Tonfiguren wie Realobjekte zählen - daher bezeichnen die Archäologen diese Figuren als Zählsteine. Man kann Tonfiguren leichter verwahren als Realobjekte. Verwahrt wurden die Zählsteine teilweise sogar in verschlossenen Tonurnen; mit dem Siegel des Besitzers versehen, war das Dokument perfekt (Nissen, 1985).

Individuelle Analogdarstellungen wurden beibehalten, als die Darstellungen in Steintafeln eingeritzt wurden. Zwei Schafen etwa entsprachen dann zwei Schafzeichnungen. Die folgenden Entwicklungsschritte seien nur kurz aufgezählt (zur Geschichte der Buchstaben u.a. Cardona, 1986; Foeldes-Papp, 1975; Sethe, 1964; zur Geschichte der Zahl u.a. Guitel, 1975; Menninger, 1957/58):

1. Die Größe der Zeichnungen erhält Bedeutung; sie gibt die Menge von Objekten wieder.
2. Die Darstellungen der Qualität und der Quantität trennen sich. Zeichen für Mengen und Maße treten neben die Objektzeichen und werden mit ihnen frei kombiniert.

3. Dann der Sprung von der anschaulich abbildenden zur phonetisch bezeichnenden Darstellung: Die Silbenschrift - ein Zeichen für eine Silbe, mehrere Silbenzeichen für ein Wort.

4. Im Anschluß die Lautschrift. Die Zerlegung der Silben in Laute - ein Buchstabe für einen Laut. Das Alphabet ist ein Beispiel.

5. Parallel dazu die Verfeinerung der Mengenauffassung und der Darstellung von Mengen in Zahlzeichen. Schließlich der Siegeszug der Positionsdarstellungen von Potenzen einer Grundzahl - Vierer-, Fünfer-, Sechssysteme, unser Dekadensystem, bis hoch zum Sechzigersystem.

Der Übergang von der Analogabbildung zur Lautdarstellung und zur Positionszahl bedarf in einigen Punkten noch der eingehenderen Forschung (vgl. Damerow, 1988). Jedoch zeichnet sich in der Geschichte der Schrift eine übergreifende Logik ab, und die Annahme macht Sinn, daß die Ontogenese, die Entwicklung der Individuen, die Phylogenese, die bis dahin erfolgte Kulturentwicklung, in ihren wesentlichen Stadien nachvollzieht - der vorhin erwähnte Prozeß der Rekapitulation. In diesen Prozeß dürfte freilich die Tradition, die Erziehung, verändernd eingreifen (zur individuellen Entwicklung des Zahlenbegriffs u.a. Gelman & Gallistel, 1978; Siegel, 1982). Vor allem verkürzt Erziehung die Ontogenese gegenüber der Phylogenese beträchtlich. Unsere Kinder brauchen, wenn sie gesund sind und einen regelmäßigen Unterricht genießen, von der Geburt bis zum passablen Lesen und Schreiben etwa neun Jahre. Dann haben sie das Alphabet erworben, wie es die Phönizier etwa tausend Jahre vor Christus erfunden haben. Dann können sie im Zehnersystem mit Ziffern rechnen, welche wir der indischen Mathematik aus dem ersten nachchristlichen Jahrtausend verdanken. Die ältesten ausgegrabenen Zählsteine datieren die Archäologen rund 7 000 Jahre früher als das Alphabet. Die Ontogenese gelangt also in knapp zehn Jahren zu demselben Ergebnis wie die Kulturgeschichte in gut zehntausend Jahren - dank traditionsgestützter Erziehung.

Was Schriftprinzip und Zahlensystem anbelangt, endet also die Ontogenese heute in der Regel beim Alphabet - phylogenetisch betrachtet auf der Stufe der Phönizier vor dreitausend Jahren - sowie bei dem nun tausend Jahre alten indischen Dezimalsystem. Der Binärkode gehört nicht zur Allgemeinbildung. Dabei ist er den Gelehrten bereits seit dem 17. Jahrhundert bekannt. Gottfried Wilhelm Leibniz hat ihn beschrieben. Er hat ihn nicht nur zur Darstellung von Mengen benutzt, sondern auch von

Schriftzeichen, und zwar speziell von chinesischen, die er als Kombinationen der Symbole 0 und 1 glaubte deuten zu können - wobei die Symbole 0 und 1 wiederum als Ausdruck für das Unvollkommene und das Vollkommene, das Yin und das Yang stehen sollten (Zacher, 1973). Freilich war der Binärkode damals keineswegs für praktische Zwecke gedacht. Der Kommentator von Leibniz, der Leipziger Philosophieprofessor Gottsched, bemerkt daher zur Binärarithmetik: "Diese Art zu rechnen wird nicht zu dem Ende angezeigt, daß man sie im gemeinen Gebrauche einführen solle; sondern bloß weil sie zu neuen Erfindungen in der Zahlenwissenschaft dienet" (Gottsched, 1744b, S.824). Auch als Maschinenkode wurde die Binärdarstellung damals noch nicht eingeführt. Derselbe Leibniz, der über den Binärkode spekuliert, hat auch eine Rechenmaschine entworfen. Aber diese Rechenmaschine arbeitet auf der Grundlage des Dekadensystems (Gottsched, 1744a).

So waren die Fortschritte der Schrift in unserem, nun bald zu Ende gehenden Jahrtausend Fortschritte in der Technik der Niederschrift und Schriftverbreitung - über Wachstafel, Federkiel, Druckpresse und Schreibmaschine. Die analytische Auffassung des Geschriebenen blieb jedoch über diese Zeit im wesentlichen erhalten. Bei der Lautschrift kommt die Stabilität von drei Jahrtausenden sicher nicht von ungefähr. Die Schriftdarstellung kann sich ja zwischen zwei Extremen bewegen. Das eine Extrem: Jedem Gegenstand wird ein eigenes Zeichen zugeordnet. Der Zeichenvorrat wächst damit zu maximaler Größe, Zeichenkombinationen werden entbehrlich. Im anderen Extrem begnügt man sich mit dem Minimum zweier Zeichen, muß diese jedoch zu maximal langen Ketten kombinieren, um Gegenstände unterscheidbar darzustellen. Mit einem Vorrat von rund dreißig Lautzeichen scheint der menschliche Geist einen dauerhaften Kompromiß zwischen der Zeichenmenge und der Länge von Zeichenketten gefunden zu haben. Vor allem verfügt man damit über einen hinreichend großen Vorrat an gut unterscheidbaren kurzen Sequenzen, mit denen sich die häufigsten Sachverhalte ohne große Mühe ausdrücken lassen (Zipf, 1949, vor allem Kapitel 3). Entsprechend kann man das Dekadensystem als ökonomisch gelungene Mengendarstellung bezeichnen.

Der Binärkode ist dagegen eine Extremlösung; sie verläßt den historisch bewährten Kompromiß. Der Kompromiß war auf die menschlichen Kapazitäten zugeschnitten; der Binärkode kommt den gegenwärtig leistungs-

fähigsten maschinellen Kapazitäten entgegen. Selbstverständlich muß man die Frage stellen, ob eine größere Vertrautheit des Menschen mit dem Binärkode sich nicht durch Training erreichen ließe. George Miller (1956) berichtet von solchen Trainingsversuchen. Ihr hervorstechendes Ergebnis scheint zu sein, daß Probanden sie nicht lange durchhalten und Forscher sie nicht wiederaufzunehmen wagen. Rühmlich zu erwähnen ist nur ein Student namens Smith: Mit "teutonischem Fleiß" - schreibt Miller (1956, S.94) - hat er sich an das Lernen von Dualzahlen begeben und hat es bis zum flinken Erkennen und Einprägen von Fünferketten aus den Elementen 0 und 1 gebracht; vom Rechnen mit solchen Ketten ist gar nicht erst die Rede. Sehr ermutigend ist das nicht. Eher wird man folgern: Eine Breitenwirkung ist dem Training von Dualzahlen gegenwärtig nicht zuzutrauen. Es ist auch nicht abzusehen, daß in irgendeiner Zukunft sich die menschliche Kognition dem Binärkode anpaßt. Ganz offensichtlich ist der Binärkode den psychologisch nachweisbaren Bedürfnissen und Fähigkeiten des Menschen nicht angemessen. Im wörtlichen Sinne: Der Binärkode ist inhuman.

Die Rechneroberfläche als Projektionswand

Die Unbrauchbarkeit des Binärkodes für die unmittelbare kognitive Verarbeitung durch den Menschen stand von vornherein außer Zweifel. Geeignete Benutzersprachen mußten herbei, bei Zuse als "Plankalkül" konzipiert. Die Benutzersprachen werden automatisch in die Maschinensprache übersetzt. Damit ist ein gravierender Mangel geheilt, aber eine neue Irritation geschaffen: Der Benutzer verliert die Einsicht in den inneren Verarbeitungsprozeß. Der innere Verarbeitungsmechanismus wird mit einer Oberfläche verkleidet, die sich den Sprach- und Schreibgewohnheiten des Nutzers anpaßt. Das Gerät schrumpft im Bewußtsein des Nutzers auf Bildschirm und Tastatur, Leser und Drucker, welche sich zu einer wundersamen Einheit verbinden. Ohne erkannte innere Gesetzmäßigkeit scheint sich die Anlage teils autonom zu gebärden, teils dem Willen des Benutzers zu fügen - wie Tier und Mensch, wie ein beseeltes Wesen.

Wir stoßen hier auf eine ehrwürdige Dualität: die Dualität zwischen dem Unbeseelten und dem Beseelten. Als Merkmal des Beseelten gilt ursprünglich die eigenständige Bewegung. Das Unbeseelte bewegt sich von selbst nicht, folgt nur dem äußeren Anstoß. So hat man die einfachen Maschinen wohl von Anfang an als unbeseelt erlebt: den Hebel, das Rad,

das Messer. Eigene Bewegung zeichnet dagegen die beseelten Wesen aus, vor allem die lebenden Organismen. Ihre Bewegung wird auf innere Triebe zurückgeführt, auf eigene Absichten, auf eigene Willensentscheidungen; sie besitzen Freiheit. So beschreibt im vierten vorchristlichen Jahrhundert Aristoteles (1956) den ethisch verantwortlichen Menschen, und so erzählt die Mythologie von Helden und Göttern. Als derart beseelt erfahren Völker zu Beginn ihrer kulturellen Entwicklung allerdings nicht nur Menschen und Tiere; Naturphänomene wie die Wolken und das Meer mit ihrer augenscheinlichen Eigendynamik sind in die Kategorie des Beseelten ebenfalls aufgenommen. Descartes (1644/1964) hat später das Unbelebte, das nur Materielle zusätzlich als Mechanismus bestimmt: Nicht nur daß es äußeren Anstößen folgt, sondern daß es dies in berechenbarer Weise tut - also vollkommen determiniert ist.

Die Grenzen zwischen dem Beseelten und dem Seelenlosen sind mitunter kaum gezogen schon wieder verwischt. Fleiß und Geschick werden aufgewandt, um Anlagen zu bauen, welche Eigenbewegung nur vortäuschen sollen. Es sind typischerweise Einrichtungen für das Theater wie laufende Wolken oder Pferde. Solche Bühneneinrichtungen sind es, auf die zuerst der Begriff der Maschine (griech. 'mechane') angewandt wird (hier und zu dem folgenden s. Schmidt-Biggemann, 1980).

Der Oberfläche fällt hier eine Schlüsselrolle zu. Das Unbeseelte ist frei von einer verdeckenden Oberfläche: Erlebt man es als Ganzes angestoßen und bewegt - wie etwa den Hebel, vermutet man keinen inneren Mechanismus, der durch eine Oberfläche abzudecken wäre. Erfährt man es dagegen als einen zusammengesetzten Mechanismus bestehend aus einer Reihe aufeinander einwirkender Teile wie beim Flaschenzug, so darf es keine verhüllende Oberfläche geben, welche auf Dauer den Einblick in jenen inneren Mechanismus verwehrt. Anders die als beseelt beschriebenen Wesen: Sie umgibt die Oberfläche wie eine Hülle, die ihr Inneres verdeckt; ihre inneren Funktionen bleiben daher ein Rätsel, ein Geheimnis. Die Probe auf's Exempel ist die klassische Maschine, das Bühnengerät zur Vorspiegelung von Bewegung. Ihr Mechanismus ist abgedeckt; erst dadurch gelingt die Täuschung.

Gleichen unsere Digitalgeräte nicht der antiken Bühnenmaschinerie ? Die inneren Prozessoren verdeckt ein Gehäuse; der Dialog erfolgt äußer-

lich in einer Sprache, die innen erst gründlich umgewandelt wird, bevor eine Verarbeitung stattfindet; weder die Umwandlung noch die Verarbeitung kann der Benutzer unmittelbar verfolgen. Prompt stellt sich der Eindruck der Eigenaktivität und Eigendynamik ein. Dem Benutzer, der den inneren Mechanismus nicht mehr ausrechnen kann, bleiben nur noch animistische Erklärungsmuster: daß das Gerät ein beseeltes Wesen sei, jenes Wesen Herr oder Frau seiner selbst und man selbst Gegenstand seiner Intentionen, ja seiner Launen und Geneigtheiten.

Der Eindruck, im elektronischen Gerät ein anderes beseeltes Wesen, gar ein menschliches Wesen als Partner zu finden, wird durch zwei Umstände verstärkt: Erstens entfalten diese Geräte durchaus einen gewissen Eigensinn bei der Übersetzung von menschlichen Eingaben in den Maschinencode. Zum zweiten sind sie stark im Nachahmen menschlichen Vorgehens. Das letztere ist ein zentrales Thema unserer Gastgeber aus dem Hamburger Fachbereich Informatik. Sie sehen Rechner als Informations- und Kommunikationsmedien, denen von Personen Tätigkeiten übertragen werden. Konstruktion und Programmierung werden damit zu Akten der Delegation. Hinter der Rechnertätigkeit steht somit stets ein menschlicher Urheber, und in den Antworten des Rechners tritt insbesondere die Intentionalität des Software-Autors zutage (Oberquelle, Kupka & Maaß, 1983).

Ob nun Duplikat seines Herstellers oder schlichtes Phantom eines lebendigen Organismus - zu seinem Computer kann der Benutzer in Beziehungen treten wie mit seinesgleichen. Am deutlichsten zeigen das Gefühle, die dem Gerät entgegengebracht werden wie sonst lebendigen Wesen: Liebe und Haß, Hoffnung und Angst. Es gibt eine Angst vor dem Computer, die deutlich animistische Züge trägt. Ähnlich den klassischen Tierphobien, der Hunde-, Katzen- und Schlangenphobie, scheint eine neue pathologische Angst in die Welt getreten zu sein, die Rechnerangst, von Experten Computerphobie genannt. Larry Rosen und Michelle Weill aus Kalifornien (Rosen & Weill, 1988) sind zwei dieser Experten. Um die neue Phobie zu diagnostizieren, bitten sie ihre Klienten darum, einen Computer zu zeichnen. Da wird dann oft ein Monster daraus, mit Krallen und blitzenden Augen und qualmenden Ohren - ein Wesen jedenfalls, das seinen eigenen Kopf hat, aber nichts Gutes im Sinn. Auf das Negative dieser phobischen Sichtweise kommt es dabei in unserer gegenwärtigen Betrachtung gar nicht an. Als animistisch und möglicherweise pathologisch sind auch die posi-

tiven Erlebnisse von Computern einzustufen, über die Shirley Turkle aus ihrer Klientel berichtet. Turkle (1984) befaßt sich nicht mit Computer-ängstlichen, sondern mit Computersüchtigen. Wie die Ängstlichen fassen die Süchtigen den Rechner als anderes Wesen auf. Im Unterschied zu den Ängstlichen schreiben die Süchtigen dem Rechner positive Intentionen zu, Dienstbarkeit - wie den Heinzelmännchen zu Köln - und Empathie, Mitgefühl - wie dem Kumpel am Tresen.

Shirley Turkle ist Anthropologin, sie mischt sich beobachtend unter ihre Klientel, ohne einzugreifen. Die Psychologen Rosen und Weill betätigen sich als Psychotherapeuten, wollen ihren Klienten die Computerangst austreiben. Dazu verwenden sie eine Aufklärungstechnik, die der Psychologenzargon etwas hochtrabend rational-emotiv nennt. Im konkreten Anwendungsfall drücken die Therapeuten den Klienten einen Schraubenzieher in die Hand und lassen ihn das Gehäuse des Computers öffnen. Wessen Phobie sich noch nicht zum unkorrigierbaren Wahn verhärtet hat, der kann sich nun durch eigenen Augenschein davon überzeugen, daß es im Rechnerinneren weder blitzt noch qualmt, daß da kein böses Hirn drinnen brütet, sondern daß in einem luftigen Raum schmale Platinen ihren Dienst tun. Mit dem Blick hinter die Oberfläche ist der animistische Zauber gebrochen, ist kulturgeschichtlich altes Naturdenken durch materialistische Aufklärung verdrängt.

Die psychologische Funktion der Oberfläche tritt nun klar zutage: Indem sie den Blick auf den inneren Mechanismus versperrt, wirkt sie als Wand, auf der Betrachter ihre Vorstellungen und Wünsche, ihre Hoffnungen und Ängste abbilden. Technisch unaufgeklärt, weiß er den unverstandenen Mechanismus nicht anders zu deuten als ein Alter Ego, als ein anderes Ich, als seinesgleichen. Die Tiefenpsychologie nennt ein solches Zuschreiben eigener Empfindungen an andere Projektion. In diesem Sinne wirkt also die Oberfläche des Rechnersystems für den technisch unkundigen Benutzer als Projektionswand.

Aufklärung über einen inneren Mechanismus und seine Wirkungsweise bildet aber keineswegs den Königsweg zur emotionsfreien Rationalität. Hat man einmal das Gehäuse um das zunächst autonom geglaubte Wesen gelüftet und darunter den berechenbaren Mechanismus Wesen erkannt, so gerät mitunter das gesamte Gefüge des animistischen Denkens ins Wanken; dann will

Aufklärung fortschreiten und auch nichts anderes mehr als beseelt gelten lassen. Groß droht die Irritation vor allem zu werden, wenn das eigene Seelenwesen dadurch in Zweifel gezogen wird. Vom Computer geht für manche eine solche Irritation aus; freilich kommt er zu spät, um als erstes Demonstrationsobjekt gegen den Animismus zu dienen. Der Rechner hat auf diesem Feld eine achtbare Vorgängerin: Die Uhr, insbesondere die Uhr mit Federwerk und Unruhe. Als Turmuhr oder Taschenuhr verbarg sie ihr Inneres unter einem Zifferblatt, so daß in der Zeigerbewegung nur ihre Funktion zutage trat. Der rationalistische Geist seit dem 11. Jahrhundert wagte die Verallgemeinerung dieses Phänomens auf den Kosmos und auf Lebewesen: Sonne und Gestirne zögen ihre Bahn, wie die Zeiger der Uhr von einem Federwerk getrieben; die Tiere und selbst der Mensch folgten einem mechanischen Antrieb.

Was uns heute die Computermetapher ist, war für die materialistische Bewegung seit dem 13. Jahrhundert die Uhrenmetapher (s. wieder Schmidt-Biggemann, 1980). Die Welt, der Mensch - ein ausgeklügelter, aber berechenbarer und grundsätzlich auch konstruierbarer Mechanismus. Als Demonstrationsmodelle werden Automaten gebaut, Sphärenhimmel (Oechslin, 1985) und Menschenpuppen (Sauer, 1983). Letztere sollen die prinzipielle Gleichartigkeit, aber auch Gleichwertigkeit von Maschine und Mensch belegen. Dahin also die Sonderstellung des Menschen, seine Freiheit, aber auch seine ethische Verantwortung.

Wir sind also gewarnt vor den Fährnissen der Aufklärung. Erklären wir dem Nutzer die Oberfläche als Projektionswand, dann kann er leicht die Lektion auf sich selbst beziehen, indem er sein eigenes Selbstbewußtsein als Oberflächenprojektion auffaßt und sein Inneres von einem persönlichen Seelenwesen zu einem Allerweltsmechanismus abwertet. Das Menschenbild, das Jahrtausende abendländischer Religion und Philosophie geprägt haben, wäre damit aufgegeben. Descartes (1641/1964) hat ihm in der Materialismuskonzeption des 17. Jahrhunderts mit seiner Unterscheidung von Gegenständen im Raum und Gegenständen im Bewußtsein eine Überlebenschance verschafft. Die Computerrevolution wäre ein neuer Anlaß, mit Theorien der künstlichen Intelligenz dem Bild des beseelten Menschen den Garaus zu machen.

Allerdings, auch das sei an dieser Stelle gesagt: So leicht ist das

Bild vom beseelten und empfindsamen und autonomen Menschen nicht zu zerstören. Auch das lehrt die Geschichte. Als Aufklärung und Materialismus und mechanistische Lehren im 18. Jahrhundert ihren Höhepunkt erreicht hatten, setzte vornehmlich in Deutschland eine Gegenbewegung ein: Die Romantik, welche Empfindsamkeit und Beseelung zu ihren Prinzipien erhob. Diese Prinzipien eröffnen zwei Wege: Zum einen die Verdammung der deterministischen, ausrechenbaren Maschine, zum anderen deren Aufnahme in den Kreis empfindsamer Seelen (Schmidt-Biggemann, 1975). Das erste führt zu einem Techniknihilismus, zur Verneinung jedes Sinns von mechanischen Apparaten und zur Behauptung ihrer sinnlosen Zerstörungswirkung. Das andere kommt einer Erweckung der Automaten zum wahren Leben gleich; man entwirft Phantasien von kunstvollen und anmutigen Androiden - wie die in "Hoffmann's Erzählungen" überlieferte zum Verliebten schöne, singende und tanzende Puppe Olympia. Auch auf den Computer lassen romantisch inspirierte Reaktionen nicht warten: vehemente Ablehnung einerseits und Science Fiction Phantasien andererseits - beides Stützen eines verfallenden Seelenbegriffs.

Damit wieder zurück zu Zuse's erstem Publikum im Berlin des Jahres 1938. Es sei unterstellt, daß schon diese ersten Zeugen des Zuse-Projekts eine Vorahnung der daraus drohenden Identitätskrise hatten. Es sei weiterhin unterstellt, daß ihnen alle Verlockungen des automatischen Rechnens, Entwerfens und Schachspielens diese Krise nicht Wert waren.

Brotloser Intellekt und technischer Aufwand

Die Unterstellung, unter den Zuhörern Zuse's im Jahre 1938 hätten sich philosophische Köpfe befunden, ist auf jeden Fall ein Kompliment an die Ingenieur- und Computerwissenschaften; verbürgt ist ihr Wahrheitsgehalt nicht. Überliefert sind jedoch die technischen Bedenken: Die vorgeführte Anlage, bestehend aus Röhren und Glimmlampen, müsse unpraktikable Dimensionen annehmen, um kompliziertere Programme abzuarbeiten. Zudem ist jenseits der technischen Praktikabilität die wirtschaftliche anzusprechen. Den Zuse-Geräten waren ja intellektuelle und exekutive Funktionen zugedacht - Rechnen, Entwurf, Prozeßsteuerung. Das sind Fertigkeiten von Intellektuellen und Fabrikarbeitern, traditionell also brotlose Künste. Billige Arbeitskraft durch aufwendige Maschinen abzulösen, widerspricht dem Grundsatz der Finanzökonomie.

Inzwischen haben sich Technik und Wirtschaft gewandelt. Die Halbleitertechnik ist aufgekommen und hat die Miniaturisierung von Schaltungen ermöglicht. Dadurch sind informationsverarbeitende Geräte im Preis gesunken, der Wert der Arbeit in Wissenschaft und Verwaltung ist gestiegen. Die technischen und wirtschaftlichen Bedenken der Sachverständigen von früher sind aus heutiger Sicht kaum mehr zu verstehen. Und doch müssen wir wiederum einräumen, daß es lange gewachsener Sachverstand war, der zuversichtlichen technischen und wirtschaftlichen Prognosen widersprach.

Zunächst zur Frage der Miniaturisierung und Verbilligung. Ein Leistungszuwachs ist in der Technik des Altertums wie in der frühen Neuzeit immer durch Vergrößerung von Maschinen erzielt worden. Man betrachte nur die Geschichte des Schiffbaus und der Energiegewinnung, der Textilherstellung und der Chemieranlagen (Daumas, 1980). Die Rechenmaschinen bildeten zunächst keine Ausnahme; bereits der im 19. Jahrhundert von Charles Babbage entworfene Rechenautomat geriet so voluminös, daß seiner Gattung das Schicksal der Dinosaurier beschieden schien - zu groß zum Überleben (s. Armytage, 1976). Aus welcher realistischen Erfahrung hätte da der Optimismus einer bevorstehenden Miniaturisierung entspringen sollen?

Und trotz aller Miniaturisierung: Elektronik ist erschwinglich geworden, aber nicht durchweg billig. Bis heute muß man für den Erwerb selbst eines wohlfeilen No-Name als ernsthaftes Arbeitsmittel den durchschnittlichen Arbeitslohn mehrerer Wochen anlegen, und der Betrieb mit Zubehör wie Druckerpapier und Disketten kostet unter Umständen so viel wie der gleichzeitige Verbrauch von Brot und Milch, Salz und Zucker. Da ist es angebracht, an Zeiten zurückzudenken, in denen Zucker und Salz ohnehin Luxusgüter waren und frei schaffende Intellektuelle nicht anders als Lohnarbeiter ihre Not hatten, sich und ihre Familien mit Milch und Brot zu versorgen.

Der Intellektuelle ist ja traditionell ein frei schaffender, ohne Versorgung aus dem Steuersäckel von Staat, Stadt und Kirche. Besitzt er kein eigenes Vermögen und keinen Mäzen, bleibt ihm nur die Mittel- und Bedürfnislosigkeit wie dem Zyniker Diogenes (jenem in der Tonne). Das ändert sich etwa im 4. vorchristlichen Jahrhundert, als die Wissenschaft - man denke an die Akademie des Platon in Athen - zur Schriftkom-

munikation übergang. Dadurch erschließen sich dem Intellektuellen Einkommensquellen. Aber es entstehen auch Kosten: Kosten für die Beschaffung zirkulierender Skripten, für die Herstellung von Skripten sowie für den Schreib- und Leseunterricht. Die Herstellungskosten seien hier hervorgehoben, und zwar sowohl diejenigen für die Abhandlungen, Dichtungen und Pamphlete der Gebildeten als auch jene für Übungs- und Demonstrationstexte der Schüler.

Das Schreiben- und Lesenlernen war wie das Rechnenlernen vor Einführung des öffentlichen Schulwesens - in deutschen Ländern also vor dem 18. Jahrhundert - geknüpft an Privilegien, an Protektion oder an finanzielle Opfer. In Deutschland trotzte das aufkommende Bürgertum - vor allem Zunfthandwerker und Kaufleute - der Kirche die kommunalen Schreib- und Leseschulen ab (in Hamburg wurde übrigens 1432 eine der ersten von ihnen eingerichtet). Aber die sogenannten "Unehrllichen", die Handwerker und Dienstleute außerhalb der Zünfte mußten für ihre Kinder im Stile von Selbsthilfegruppen die bis heute übel beleumundeten Klipp- und Winkelschulen unterhalten (Günther u.a., 1966). Schreiben-, Lesen-, Rechnenlernen war somit keine Domäne der Armen und Schwachen. Aber jenseits von Gewerbe und Handel machte es nur den wohlhabend, der die Gunst der Fürsten und Bischöfe erlangte oder nach Aufkommen des Bürgertums den Beifall der Öffentlichkeit fand. Der Wissenschaftler und Literat, dem diese Anerkennung bei Lebzeiten versagt war, blieb ein armer Schlucker.

Dabei schlugen die Materialkosten kräftig zu Buche. Pergamente, Papyri, Reliefs und Holztafeln, wie sie im alten Griechenland verwendet wurden (Marrou, 1957), waren teuer, und Papier wurde erst am Ende des 15. Jahrhunderts so billig, daß Schulbücher darauf gedruckt werden konnten. Für den Verbrauch bei Schreib- und Rechenübungen war es aber noch lange danach zu kostspielig. Die Lehrer führten Schriften und Zahlen auf Holztafeln vor, die Schüler schrieben wie schon im klassischen Altertum auf Wachstafeln (Döring, 1969). Erst aus dem Jahre 1656 findet man bei Comenius (1656/1960, S.315) die Empfehlung von Horntafeln, von der man die Tinte abwischen kann und die sich somit mehrfach verwenden läßt. Die nun wirklich leicht abwischbare Wand- und Schiefertafel, die man mit Kreide oder Griffel beschriftete, hielt wohl erst im 19. Jahrhundert nach Zurückdrängen der Kalligraphie ihren Einzug in die von Pestalozzi und Fröbel theoretisch begründete Arbeitsschule (Götting, 1915).

Als Johann Paul Richter noch nicht der große Satiriker und Romancier Jean Paul war, sondern als Student in Leipzig "viel von dem ausgestanden, was man ... ungeheizte Öfen und ungesättigten Magen nennt", da fragte seine Mutter besorgt bei ihm an, ob ein ganzer Bogen für einen Brief an sie nicht zu verschwenderisch sei; ein Halb- oder Viertelbogen hätte es auch getan (s. Berend, 1922, S.49f.). Da sind wir schon im Biedermeier, also im Jahrhundert vor dem unseren. Die Tinte, mit der man das Papier beschrieb, war in dieser Zeit noch ein handwerkliches, kein industrielles Produkt. Man kochte sie nach verschiedenen Rezepten - z.B. aus Eichen-gallen mit Eisenvitriol. Wer fertige Tinte nicht kaufen wollte, kochte selbst (vgl. Lehner, 1876). Geld kostete das eine wie das andere, und um Geld zu sparen, suchte mancher Schreiber den wertvollen Sud durch Verdünnen zu strecken.

Man vergleiche diese Beschränkung mit dem heutigen generösen Verbrauch von Endlosformularen, Farbbändern und Druckertonern. Da erkennt man: Die Computerrevolution geht einher mit einer ökonomischen Umwälzung. Die neue Schrifttechnik verlangt aufwendigere Ressourcen als je zuvor, aber noch nie hatten so breite Teile der Bevölkerung so leichten Zugang zum Schreibmaterial. Ähnliches gilt für das Rechnen. Schreiben und Rechnen kann heute ruhig etwas mehr kosten. Wann reifte die Zuversicht, daß dies so kommen und fortan so bleiben werde? Wohl erst in den letzten Generationen. Doch wie stark diese Zuversicht im neuen Denken verankert sein mag, sie braucht die bittere kulturelle Erfahrung nicht ausgelöscht zu haben, daß die intellektuelle Betätigung eine brotlose Kunst ist, die sich keinen kostspieligen technischen Aufwand leisten darf. So stößt die neue Zuversicht, wo sie sich ausbreiten will, auf eine alte Verzagtheit.

Fazit

Eine eigene Dialektik kennzeichnet die moderne Informationstechnik. Auf der einen Seite stellt sie ein umwälzend neues Verfahren dar, mit völlig anderen Anlagen und unter grundsätzlich veränderten sozioökonomischen Verhältnissen. Auf der anderen Seite bildet sie lediglich ein Glied in einer langen Reihe von Erneuerungen. Diese Reihe verdankt ihren Zusammenhalt den Fähigkeiten, Gewohnheiten und Einstellungen der Menschen, welche technische Mittel erfinden und von ihnen Gebrauch machen. Daher gerät der Fortschritt schnell zum Konflikt zwischen denen, die neue

Möglichkeiten erschließen, und jenen, die an den bestehenden Fähigkeiten, Gewohnheiten und Einstellungen festhalten. Die Computertechnik kollidiert mit kulturellen Errungenschaften, die seit Jahrtausenden tradiert und im individuellen Denken nachvollzogen werden. Die Argumente, die hierfür namhaft gemacht wurden, seien kurz wiederholt:

1. Die Inhumanität des Binärkodes: Im Alphabet und Zahlensystem war eine für das menschliche System ökonomische Form der Darstellung gefunden. Der Binärkode stellt eine Extremlösung mit einem minimalen Zeichensatz und daher maximal langen Zeichenketten dar. Den gegenwärtig fortschrittlichsten technischen Systemen ist ein solcher Binärkode angemessen; das menschliche System wird wohl nie in der Lage sein, ihn unmittelbar zu verarbeiten.

2. Die Oberfläche als Projektionswand: In langer kultureller Erfahrung wurden Gegenstände, die Einsicht in einen festen Mechanismus gewährten, von eigengesetzlichen Wesen unterschieden, deren Inneres durch eine Oberfläche verhüllt ist. Der Computer bietet der Anschauung des Benutzers ebenfalls eine Oberfläche, die den Zugang zur inneren Funktion verwehrt. Sofern der Benutzer dies nicht durchschaut, begreift er das Gerät als ein selbsttätiges Wesen und schreibt ihm seine Wünsche und Ängste zu - ein Vorgang der Projektion. Sofern der Benutzer aber das Verhältnis von Mechanismus und Oberfläche durchschaut, befallen ihn Zweifel an der Unterschiedlichkeit von selbsttätigen, belebten Wesen und ausrechenbaren, unbelebten Mechanismen; diese Zweifel zehren an dem Ideal der menschlichen Freiheit und Kreativität und stürzen eine Kultur, die auf dieses Ideal baut, in die Identitätskrise.

3. Der technische Aufwand für den brotlosen Intellekt: Gerade in ihren anspruchsvollsten Formen sichern Rechnen, Schreiben und Entwerfen über eine lange Strecke der Geistesgeschichte nur wenigen besonders Glücklichen oder Tüchtigen zu Lebzeiten ein gutes Einkommen; traditionell müssen der Wissenschaftler, Erfinder und Schriftsteller knausern und knapsen. Ausgerechnet ihnen im Computer ein in Anschaffung und Betrieb aufwendiges Werkzeug bereitzustellen, erscheint vor Änderung traditioneller Verhältnisse paradox.

Diese Betrachtung mündet in eine Einsicht. Die Einsicht lautet: Der

Mensch steht nicht mehr allein an der Spitze der Evolution; an seine Seite tritt die von ihm selbst geschaffene Technik. An Geschwindigkeit übertrifft der technische Fortschritt die Evolution des menschlichen Organismus seit Beginn der Neuzeit bei weitem. Oder anders ausgedrückt: Der akkulturierte Mensch verschafft sich mehr Leistungszuwachs durch Ausbau seiner technischen Hilfen als durch weitere Entfaltung seiner eigenen körperlichen und geistigen Kapazitäten (Schönpflug, 1987). Auf breiter Front ist das zu beobachten: Unsere Augen haben schon lange nicht mehr an Schärfe und Empfindlichkeit gewonnen, aber Mikroskope und Teleskope erlaubten in vier Jahrhunderten eine enorme Steigerung der Nah- und Fernsicht. Motoren gestatteten im letzten Jahrhundert eine beträchtliche Steigerung der Transportleistung, während der Muskelapparat an Kraft und Ausdauer eher abnahm. Nun greift die Entwicklung auf die Funktionen des Zentralnervensystems über, auf die Informationsverarbeitung und -speicherung. Sofern die weitere Evolution des Menschen sich wesentlich als Entwicklung seiner Technik vollzieht, zählen zunehmend die Anforderungen und Maßstäbe der Technik.

Erschütterung droht damit dem Menschenbild des Alten Testaments, einer der Säulen westlichen Selbstverständnisses: dem Bild des Menschen als jenes Wesen, mit dessen Erschaffung die Schöpfung der Welt ihren Abschluß und Höhepunkt findet, ihren Abschluß und Höhepunkt finden muß, weil in dem Menschen ein Ebenbild des Schöpfers selbst in die Welt tritt. Ebenso bedroht ist aber auch der materialistische Glaube an den Fortschritt der Menschheit durch eigene Auseinandersetzung mit der Welt. In seinem Fragment zum Anteil der Arbeit an der Menschwerdung prägte Friedrich Engels im Jahre 1876 seinen berühmten Satz: "So ist die Hand nicht nur Organ der Arbeit, sie ist auch ihr Produkt." (Engels, 1968, S.445). Diesen Satz erweitert er anschließend auf das menschliche Hirn. Wenn sich nunmehr technische Produkte abzeichnen, die Hand und Hirn als vorzüglichste Arbeitsmittel des Menschen überflügeln, die sich heute gegenüber dem Nutzer, morgen vielleicht sogar gegenüber dem Konstrukteur verselbständigen können - wo bleibt dann die Bewährungschance, wo bleibt der Entwicklungsanreiz für Hand und Hirn ?

Entthronung des Menschen als Spitzenprodukt der Schöpfung oder Verlagerung des Evolutionsschwerpunktes - das ist hier nicht die zu erörternde Alternative. Denn gemeinsam ist beiden das daraus resultierende

Unbehagen. In der Ergonomie äußert sich dieses Unbehagen als Widerstand gegenüber der neuen Informationstechnik und in mannigfachen Schwierigkeiten bei ihrer Gestaltung und Nutzung. Für das Erkennen und Überwinden dieser Hindernisse, aber auch für die Einsicht, wann sie in der Tat der technischen Entwicklung Einhalt gebieten, sollte jedenfalls das Argument hilfreich sein, daß sie tief in der Geschichte unserer menschlichen Kultur ihre Wurzeln haben.

Literatur

- Aristoteles (1956). Nikomachische Ethik. In E.Grümach (Hrsg.), Aristoteles Werke (Band 6). Berlin: Akademie Verlag.
- Armytage, W.H.G. (1976). A Social History of Engineering. London: Faber & Faber.
- Berend, E. (Hrsg.).(1922). Die Briefe Jean Pauls (Band 1). München: Müller.
- Bernhardt, W. & Krasser, R. (1986). Lehrbuch des Patentrechts. München: Beck.
- Cardona, G.R. (1986). Storia universale della scrittura. Milano: Montadori.
- Comenius, J.A. (1656/1960). Pampaedia. (D.Tschizewskij, H.Geissler & K.Schaller, Hrsg.). Heidelberg: Quelle & Meyer.
- Damerow, P. (1988). Individual development and cultural evolution of arithmetical thinking. In S.Strauss (ed.), Ontogeny, Phylogeny, and Historical Development (pp.125-152). Norwood, NJ: Ablex.
- Daumas, M. (Ed.). (1980). A History of Technology and Invention. (Vol.3. The expansion of mechanization 1725-1860). London: Murray.
- Descartes, R. (1641/1964). Meditationes de prima philosophia. In C.Adam & P.Tannéry (ed.), Oevres (vol.7). Paris: Vrin.
- Descartes, R. (1644/1964). Principia philosophiae. In C.Adam & P.Tannéry (ed.), Oevres (vol.8). Paris: Vrin.
- Döring, K.D. (1969). Lehr- und Lernmittel. Weinheim: Beltz.
- Engels, F. (1876/1968). Der Anteil der Arbeit an der Menschwerdung des Affen. Karl Marx, Friedrich Engels Werke (Band 20, S. 444-455). Berlin: Dietz.
- Foeldes-Papp, K. (1975). Vom Felsbild zum Alphabet. Bayreuth: Gondrom.

- Gelman, R. & Gallistel, C.R. (1978). The Child's Understanding of Number. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Gottsched, J.Ch. (1744a). Beschreibung des Leibnitzischen Rechenkastens. 3. Beilage zur Theodicee (S.816-819). Hannover: Förster.
- Gottsched, J.Ch. (1744b). Des Herrn von Leibnitz Rechnung mit Null und Eins, und die aus selbiger fließenden Erklärungen der chinesischen uralten Characteren des Fohi. Beilage zur Theodicee (S.822-843). Hannover: Förster.
- Götting, J. (1915). Schreibunterricht. In O.Willmann & E.M.Roloff (Hrsg.), Lexikon der Pädagogik (Bd.4, pp.629-642). Freiburg: Herder.
- Guitel, G. (1975). Histoire comparée des numérations écrites. Paris: Flammarion.
- Günther, K.-H., Hofmann, F., Hohendorf, G., König, H. & Schuffenhauer, H. (1966). Geschichte der Erziehung. Berlin: Volk und Wissen.
- Lehner, S. (1876). Die Tintenfabrikation und die Herstellung der Tusche, der Stempel- und Druckfarbe und des Waschblaus. Wien: Hartleben.
- Marrou, H.-I. (1957). Geschichte der Erziehung im klassischen Altertum. Freiburg: Alber.
- Menninger, K. (1957/1958). Zahlwort und Ziffer. (Band 1. Zahlreihe und Zahlsprache).(Band 2. Zahlschrift und Rechnen). Göttingen: Vandenhoeck & Ruprecht.
- Miller, G.A. (1956). The magical number seven, plus or minus two: Some limits on our capacity for processing information. Psychological Review, 63, 81-97.
- Nissen, H.J. (1985). The emergence of writing in the ancient Near East. Interdisciplinary Science Reviews, 10, 349-361.
- Oberquelle, H., Kupka, I. & Maaß, S. (1983). A view of man-machine communication and cooperation. International Journal of Man-Machine Studies, 19, 309-333.
- Oechslin, L. (1985). Die Uhr als Modell des Kosmos und der astronomische Apparat Bernando Facinis. Città del Vaticano: Bibliotheca Apostolica Vaticana.
- Rosen, L. & Weill, M. (1988). Computer anxiety: Research and applications. Paper read at the Ninth Conference of the Society for Test Anxiety Research STAR, Padua.
- Sauer, L. (1983). Marionetten, Maschinen, Automaten. Bonn: Bouvier.
- Schmidt-Biggemann, W. (1975). Maschine und Teufel. Freiburg: Alber.

- Schmidt-Biggemann, W. (1980). Maschine. In J. Ritter & K. Gründer (Hrsg.), Historisches Wörterbuch der Philosophie (Band 5, S.790-802). Basel: Schwabe.
- Schönpflug, W. (1987). Gedächtnis - Hilfen. Psychologie heute, Heft 7, 36-43.
- Sethe, K. (1964). Vom Bilde zum Buchstaben. Hildesheim: Olms.
- Siegel, L.S. (1982). The development of quantity concepts: Perceptual and linguistic factors. In Ch.J. Brainerd (ed.), Logical and Mathematical Cognition (pp. 123-155). New York: Springer.
- Turkle, S. (1984). Die Wunschmaschine. Reinbek: Rowohlt.
- Zacher, H.J. (1973). Die Hauptschriften zur Dyadik von G.W. Leibniz. Ein Beitrag zur Geschichte des binären Zahlensystems. Frankfurt a.M.: Klostermann.
- Zipf, G.K. (1949). Human Behavior and the Principle of Least Effort. Cambridge, MA: Addison-Wesley.
- Zuse, K. (1984). Der Computer. Mein Lebenswerk. Berlin: Springer.

Prof. Dr. Wolfgang S c h ö n p f l u g
Institut für Psychologie der Freien Universität Berlin
Habelschwerdter Allee 45
D-1000 Berlin 33