

Umgangsformen zwischen Mensch und Computer im Spiegel der Zeit

Von Ralf Isau

Die ABC-Schützen der Datenverarbeitung lernen in aller Regel sehr bald eine ehrwürdige Dame kennen, deren Name zu den ältesten unserer Welt gerechnet werden darf: EVA

Obwohl auf diesem Namen die Last der Jahrtausende ruht, steht er im Umfeld der elektronischen Informationsverarbeitung doch für die Beschreibung eines einfachen Grundprinzips, das nachwievor aktuell ist:

E = Eingabe

V = Verarbeitung

A = Ausgabe

Sicher, im grellen Lichte neuerer Konzepte und Philosophien mag diese elementare Betrachtungsweise der in einem Computer ablaufenden Prozesse etwas angestaubt erscheinen. Die Praxis zeigt jedoch, daß sich die Mehrzahl der heutigen Computer-Anwendungen das neue Denken unserer Informatiker noch nicht zu eigen gemacht haben. Im Lichte dieser Tatsachen stellt sich die Frage: Was verleiht EVA diese Anziehungskraft, die ihr Generationen von Computern (und deren Anwender) zu Füßen liegen läßt?

Die Absicht einer eingehenden Betrachtung unserer „Dame“ EVA erweist sich schnell als eine äußerst vielschichtige Aufgabe. Unterschiedlichste Faktoren müssen berücksichtigt werden: die aktuelle Weiterentwicklung der apparativen Bestandteile von Computersystemen (Hardware), die damit Hand-in-Handgehende ingenieurmäßige Erstellung neuer Programme (Software Engineering), psychologische, physiologische und soziale Gesichtspunkte und so weiter und so fort. Selbst wenn alle diese Faktoren genügend recherchiert sind, kann der damit erworbene fachliche Überblick verschiedensten

Zielsetzungen dienen: der Bereitstellung eines zeitgemäßen Leitfadens für den Personenkreis der Hard- und Software-Entwickler, der Arbeitsplatz-Ergonomen oder anderer mit der Thematik befaßter Fachleute; der Verherrlichung oder auch Verdammung des technischen Fortschritts oder ganz einfach der Transparentmachung von Zusammenhängen und Entwicklungen, die einerseits immer undurchschaubarer werden, andererseits unser Leben aber immer nachhaltiger beeinflussen und daher jeden interessieren sollten. Letzteres ist das Ziel dieser Abhandlung, die sich dabei insbesondere auf den Aspekt der Umgangsformen zwischen Mensch und Computer im Spiegel der Zeit konzentriert.

Anstatt mit einer bändefüllenden und damit gleichermaßen zeitraubenden wie auch ermüdenden Diskussion zu langweilen, wird in diesem Beitrag ganz bewußt die subjektive - und damit zu Widerspruch anregende - Sicht des Autors dargelegt. Harte Fakten sollen dabei trotzdem nicht zu kurz kommen. Es obliegt somit dem Leser, daraus die Grundlage zu einer eigenen, kritischen Auseinandersetzung mit den Fragen der gegenwärtigen und zukünftigen Mensch-Computer-Kommunikation abzuleiten.

Die Anatomie der EVA

Seitdem es so etwas wie Datenverarbeitung gibt, ist es erforderlich, die zu verarbeitenden Daten zunächst einzugeben - man benötigt also Medien und Werkzeuge, um die Daten zugänglich zu machen. Erst der nächste Schritt dient der eigentlichen Bearbeitung der Daten. Vergleicht man einen Computer mit einer Erdölraffinerie, dann übernimmt dieser quasi den Destillationsprozess des Rohöls (der unbearbeiteten Daten). In dem Datenbestand befinden sich wie im Rohöl bereits alle Hauptbestandteile der späteren Endprodukte. Einem Computeranwender

würde es mit diesen „Rohdaten“ aber nicht besser ergehen als einem rassistigen Sportwagen, den man mit Rohöl betankt: Beide würden schon auf der Startlinie „verenden“. Erst die Trennung der unterschiedlichen Bestandteile durch Destillation und Cracken liefert brauchbare Produkte. In einem Computer werden die eingegebenen Informationen umgeformt und verdichtet, von überflüssigen Daten befreit und zum Schluß als fertiges Produkt „ausgespuckt“. Eine Raffinerie fertigt aus dem gleichen Ausgangsstoff mehrere Endprodukte (Benzin, Petroläther, Dieselöl usw.). Das Computersystem tut es ebenso - manchmal zeitlich versetzt (vor allem in Personal Computern), oft aber auch simultan (in Mehrplatzsystemen).

Und damit wäre auch schon die dritte Komponente unserer EVA angesprochen: die Ausgabe. Die verarbeiteten Daten haben nur dann einen Wert, wenn sie in weiterverwendbarer Form ausgegeben werden können (keine Raffinerie würde ihr Rohöl ewig im Röhrenofen brodeln lassen; es erhält erst dadurch einen wirklichen Wert, daß es in einer für den Endverwerter nützlichen Form - z.B. als bleifreies Superbenzin - das Werk verläßt und an den Zapfsäulen zur Verfügung gestellt wird).

Im klassischen Sinne beschreibt EVA also drei klar voneinander trennbare Funktionskomplexe, von denen jeder erst greifen kann, wenn der vorhergehende zu einem definierten Abschluß gekommen ist. Das moderne Software-Engineering betrachtet diese Komplexe als eigenständige (entkoppelte), sich jedoch fortwährend gegenseitig beeinflussende Prozesse - Ausgaben können gleichzeitig neue Eingaben sein, Einzelkomponenten sind im Rahmen unterschiedlicher Aufgabenstellungen beliebig austauschbar. Doch über diese zweifellos flexibleren und produktiveren Vorgehensweisen beim ingenieurmäßigen Softwaredesign dürfen die logischen Grundfunktionen der Informationsverarbeitung nicht vergessen

werden. Den Anwender interessiert nur wenig, wie die Maschine im Innern seine Anforderungen verarbeitet, für ihn ist zuallererst seine persönliche Sicht von Belang. Und hinter diesem weniger technischen als vielmehr subjektiv-logischen Horizont, sieht er wieder unsere EVA aufsteigen.

Merke: In dem Augenblick, in dem Informationen „bewegt“ - also einem Verarbeitungsprozess zugeführt - werden, kommt EVA zum Zuge.

Gesichter einer EVA

Die Leistungsfähigkeit heutiger Computer hat in allen drei Bereichen EVAs erhebliche Fortschritte gemacht. Ein kleiner Exkurs in die Geschichte der „Computerei“ soll dies verdeutlichen.

Die *New Encyclopaedia Britannica* definiert den Begriff Computer wie folgt:

„Ein Computer ist ein Gerät, welches Probleme durch die Anwendung von Arbeitsvorschriften auf die ihm eingegebenen Daten löst.“

Auf der Grundlage dieser Definition lassen sich Computer heute in drei Hauptkategorien einordnen:

Da wären zunächst die Analog-Computer. Sie arbeiten auf der Basis von variablen physikalischen Größen, welche von ihnen als fortlaufender Datenstrom aufgenommen und in Echtzeit verarbeitet werden.

Die Arbeitsweise von Analog-Computern ist uns allen von thermostatgesteuerten Systemen bestens bekannt. Eine ständig gemessene Temperatur wird beispielsweise in einen elektrischen Strom umgewandelt, dessen Stärke vom Steigen oder Fallen der Temperatur abhängt. Dieser Strom kann dann wiederum zur Steuerung einer Klimaanlage verwendet werden.

Analog-Computer haben eine lange Tradition. Schon im Jahre 1872 konstruierte Lord Kelvin ein Gerät, das der Vorhersage von Gezeiten diente.

Wenn heute jemand von einem Computer spricht, dann denkt er jedoch in aller Regel an einen Digital-Computer. Diese Spezies unterscheidet sich von ihren analogen Artgenossen etwa in der Weise, wie sich Messen von Zählen unterscheidet. Digitale Computer arbeiten mit Nummern, Worten und Symbolen, welche sämtlichst in Ziffern (digits) ausgedrückt und von ihnen einzeln verändert oder gezählt werden.

Folgerichtig findet man die Vorläufer heutiger Digital-Computer in den digitalen Recheninstrumenten, die seit Jahrtausenden in Gebrauch sind. Diese Altersangabe ist gewiß nicht übertrieben, denn wenn man den Abakus betrachtet, dessen orientalischen Ursprung man tatsächlich fünftausend Jahre zurückdatiert, dann hat das Rechnen mit anderen Werkzeugen als den eigenen zehn Fingern eine lange Tradition. Im Vergleich zum Abakus mutet die Additionsmaschine, die der französische Philosoph und Wissenschaftler Blaise Pascal im Jahre 1642 baute schon als „neumodischer Kram“ an. Immerhin wurde seine Leistung in einschlägigen Kreisen als historischer Meilenstein auf dem Weg zum heutigen Digital-Computer gewertet, so daß man in den frühen siebziger Jahren unseres Jahrhunderts glatt eine neue Programmiersprache auf den Namen PASCAL taufte. Schon 1673 setzte der deutsche Philosoph, Naturforscher und Mathematiker Gottfried Wilhelm Leibniz - inspiriert von Pascals Erfindung - noch eins drauf: Er baute eine Maschine, die nicht nur addieren und subtrahieren sondern auch multiplizieren, dividieren und Quadratwurzeln ziehen konnte. Trotz dieses enormen Sprungs nach vorne, ist dem Autor keine Programmiersprache mit Namen „LEIBNIZ“ bekannt.

Als äußerst beachtenswert erweist sich das Werk des Engländers Charles Babbage, der in

den 1830er Jahren die Konstruktionspläne für eine Analytische Maschine entwickelte, welche bereits alle wichtigen Komponenten moderner Digital-Computer aufwies: Ein-/Ausgabeeinheiten (per Lochkarten), eine arithmetische Einheit, ein Speicher zum Ablegen von Zahlen und eine sequentielle Ablaufkontrolle (vergleiche Abbildung 1). Babbages Konstruktion war derart bahnbrechend, daß die Realisierung an den mangelnden Fertigungstechniken seiner Zeit scheiterte - immerhin war sein Computer ein voll-mechanisches Gerät! Erst 1937 entdeckte man seine Konstruktionspläne wieder und staunte nicht schlecht. Was wunder, wenn sich auch hier die Computer-Wissenschaftler nicht zurückhalten konnten und zumindest den Namen einer von Babbages Mitarbeitern, der Countess of Lovelace, Augusta Ada Byron, in der Programmiersprache Ada verewigten (warscheinlich war man sich über die Erfolgsaussichten einer Programmiersprache mit dem Namen „Babbage“ nicht so ganz im Klaren).

Aus den beiden vorstehend genannten Grundtypen, dem Analog- und dem Digital-Computer, wurde ein dritter Typus, der Hybrid-Computer, entwickelt. In der Regel bestehen die Basiskomponenten der Hybrid-Computer aus einem digital arbeitenden Prozessor und Zentralspeicher, in dem das digitale Hauptprogramm abläuft. Eine ganze Reihe analog arbeitender Komponenten können an diesen zentralen Steuerteil angeschlossen werden und ihn damit in die Lage versetzen, fortlaufend parallele Berechnungen durchzuführen. Anwendungen für diesen Computertypus sind z.B. Simulationen in der Flugzeug- und Raumfahrtindustrie. Hybrid-Computer spielten auch eine wichtige Rolle im US-amerikanischen Space Shuttle Projekt für wiederverwendbare Raumfahrzeuge.

Man könnte behaupten (zugegeben, dies ist eine starke Untertreibung), der menschliche Organismus ist das beste Beispiel für die Funktionsweise eines Hybrid-Computers. Allein der Gehörsinn beweist dies sehr

anschaulich. Die vom Außenohr empfangenen (analogen) Schallsignale werden an das Mittelohr weitergeleitet. Die akustische Vibration der Schallwelle wird dort in eine mechanische Vibration umgewandelt. Schon ein Schalldruck von 10-10 bar reicht aus, um diese analog arbeitende Apparatur in Gang zu setzen! Im Innenohr werden die mechanischen Schwingungen nochmals umgewandelt, diesmal in hydraulische Druckwellen, die die Basilarmembran in der sogenannten Schnecke in Schwingung versetzen. Auf dieser Membran befindet sich das Cortische Organ, in dem durch die Schwingungen feinste sensorische Haarzellen angeregt werden, deren Anzahl sich auf mindestens 15.000 beläuft. Die Haarzellen wiederum sind mit tausenden von Nervenfasern verbunden, welche die Informationen über die Frequenz, Intensität und Klangfarbe des Geräusches an das Gehirn weiterleiten. Dort entsteht schließlich - in einem Verfahren, das heute noch immer nicht vollständig erklärt werden kann - der eigentliche Höreindruck, die Gehörempfindung. Bemerkenswert bei diesem Vorgang ist die Übertragung der analogen Schallinformationen vom Cortischen Organ ans Gehirn.

Untersuchungen haben gezeigt, daß die Signale von allen Haarzellen in Länge und Stärke etwa übereinstimmen. Daher ist man der Überzeugung, nicht der Inhalt der Signale ist Träger der vom Gehirn benötigten Information, sondern die Signale selbst. In anderen Worten: Es werden keine (analogen) Messgrößen sondern (digitale) Werte übertragen. Interessanterweise wenden moderne Kommunikationssysteme ein Verfahren namens Pulsmodulation an, das auf dem gleichen Prinzip beruht. Mit Hilfe dieser Technik konnten deshalb so gestochen scharfe Bilder vom Mars zur Erde übermittelt werden, weil nicht stark störanfällige analoge Daten sondern in Binärcodes verschlüsselte Ziffernfolgen verwandt wurden. Letztere haben den Vorteil, daß sie durch heute verfügbare mathematische Verfahren sogar bei Verlust

eines Teils der Digitalinformation maschinell wiederhergestellt werden können.

Natürlich ist die vorstehende Beschreibung der Vorgänge im menschlichen Ohr stark vereinfacht. Sie zeigt jedoch recht anschaulich, daß wissenschaftlich-technischer Fortschritt oft nur eine Nachahmung der von der Schöpfung vorgegebenen Verfahren ist. Tatsächlich haben A. Newell und H. A. Simon 1972 in ihrem Werk *Human Problem Solving* ein abstraktes Modell beschrieben, dessen vier Grundkomponenten gleichermaßen auf natürliche wie auch auf von Menschen geschaffene Informationssysteme anwendbar ist (siehe Abbildung 2). Im Interesse gepflegter Umgangsformen zwischen Mensch und Computer erscheint die Orientierung technischer Einrichtungen an der menschlichen Beschaffenheit natürlich als ein wünschenswertes Ziel. Mehr als das! Wie wir noch sehen werden, kann die Vernachlässigung der menschlichen Belastungsgrenzen auch zu Überreaktionen führen, die die Nutzung des Computers eher behindern denn unterstützen.

EVAs Lebenslauf

Betrachtet man EVAs Lebenslauf - beginnend mit Babbages Analytischer Maschine, bis hin zu den heutigen „Supercomputern“ - etwas eingehender, dann offenbart sich interessanterweise, daß sich die wirklichen Innovationen größtenteils auf das *E* (die Eingabe) und das *A* (die Ausgabe) konzentriert haben. Was das *V* (die Verarbeitung) betrifft, so sind zwar die Werkzeuge veredelt worden - heutige Rechner sind unvergleichlich schneller und kompakter als die ersten Computer -, die internen Abläufe bei der Verarbeitung binärer Daten sind aber nahezu gleich geblieben. Ein Blick auf die hierzu verwendeten Technologien zeigt dies ganz deutlich.

Bereits die von Charles Babbage konstruierte Maschine, weist die wesentlichen Architekturkomponenten heutiger Computer auf (siehe Abbildung 1). Die Lochkartengestützte Ein-/Ausgabe bediente

eine arithmetische Einheit (Rechenwerk) und verfügte über einen Speicher, in dem Rechenergebnisse zur Zwischenablage aufbewahrt werden konnten. Heute bezeichnet man diese Verarbeitungskomponente als Zentraleinheit oder CPU (Central Processing Unit).

Obwohl Babbages Computer der 1830er Jahre ein rein mechanisches (Wunder-)Werk darstellte, war er den technischen Möglichkeiten seiner Zeit voraus. Bereits für die US-amerikanische Volkszählung von 1890 wurde eine von dem Statistiker Herman Hollerith ersonnene Tabelliermaschine verwendet, die mittels elektromechanischer Komponenten in der Lage war, die auf Lochkarten erfaßten Erhebungsdaten zu zählen bzw. aufzusummieren. Die von Hollerith eingeführten Geräte zum Einlesen und Stanzen von Lochkarten bezeichnet man als die Vorläufer der modernen Computerperipherie (apparative Einrichtungen zur Unterstützung des eigentlichen Rechners, der Zentraleinheit, bei der Daten-Ein-/Ausgabe).

Im Jahre 1944 stellte die IBM mit ihrem Harvard Mark I ein elektromechanisches Computer-Monstrum von 15 Metern Länge und einer Höhe von 2,4 Metern vor. Das Programm des Mark I befand sich auf einem Lochstreifen. Die Ein-/Ausgabe erfolgte über Lochkarten. Zusätzlich konnten Ergebnisse auch auf einer elektrischen Schreibmaschine ausgegeben werden.

Doch schon vor diesem Zeitpunkt, nämlich im Jahre 1939, läutete der US-amerikanische Mathematiker und Physiker John V. Atanasoff eine Entwicklung ein, die für die sogenannte erste Generation von Computern entscheidend war: Er „implantierte“ in seinen Prototyp eines elektromechanischen Digital-Computers eine Vakuumröhre, um damit Berechnungen durchzuführen. Sein Beispiel machte Schule. 1943 baute man in England einen Röhren-Computer, der auf den Namen Colossus hörte. Colossus war eine Spezialentwicklung, die im zweiten

Weltkrieg dazu eingesetzt wurde, mit dem deutschen Geheimschreiber verschlüsselte Nachrichten zu „knacken“. Bereits 1946 wurde dann mit der ENIAC (Elektronisch-numerische Integrations- und Rechenanlage) der erste allgemeinverwendbare Röhren-Computer vorgestellt. Bei oberflächlicher Betrachtung könnte sich der Eindruck aufdrängen, in den vierziger Jahren sei der Gradmesser für den Fortschritt in der Computertechnologie die äußere Abmessung und das Gewicht der gewaltigen Rechner gewesen. Um sich eine ENIAC ins Rechenzentrum zu holen, mußte man damals eine Stellfläche von 140 Quadratmetern freimachen, und der Fußboden hatte einem Gewicht von 27 Tonnen Paroli zu bieten. Auch die Sicherungen hatten ganze Arbeit zu leisten. Immerhin verschlangen die 19.000 Röhren des „Compu-Sauriers“ soviel Energie wie 1.300 100-Watt-Glühlampen. Im Zeitalter der Tischrechner muten solche Werte wahrhaft monströs an (wer könnte und würde sich heute schon eine ENIAC auf den Schreibtisch stellen?). Immerhin war dieser frühe Röhren-Computer schon mehr als tausendfach schneller als seine elektromechanischen Vorgänger - er arbeitete wirklich voll-elektronisch!

Im Jahre 1959 wurde dann die zweite Generation von Computern aus der Taufe gehoben. Im Vergleich zu ihren „röhrenbeheizten“ Vorgängern folgten sie dem Grundsatz „klein aber fein“. Ab jetzt arbeiteten die schnellen Rechner mit kompakten Transistoren. Und schnell waren sie wirklich! Schaffte ENIAC noch gerade 5.000 Additionen in der Sekunde, so brachten die Transistorrechner es immerhin schon auf 100.000 solcher arithmetischer Operationen.

Ende der sechziger Jahre trat die dritte Generation auf den Plan. IC (integrated circuit) hieß jetzt das Zauberwort - gemeint sind integrierte Schaltkreise. Die ICs brachten zunächst etwa einhundert elektronische Bauelemente (Transistoren, Dioden, Widerstände) auf einem daumennagelgroßen Silizium-Chip unter.

Die weitergehende Miniaturisierung der Chips führte über die ICs zu den LSIs (large scale integration) und schließlich zu den heutigen VLSIs (very large scale integration), die auf fünf Quadratmillimetern hunderttausende von elektronischen Bauteilen vereinigen. Mit dem VLSI-Chip löste die vierte Generation die dritte ab, und im Verein mit den ständig kleiner gewordenen Bauelementen schrumpften auch die Computer unaufhörlich weiter. Dadurch wurde ein Prozess in Gang gebracht, der ironischerweise an die Domestizierung des einst so „monströsen Compu-Sauriers“, des Großcomputers, erinnern läßt. Die Existenz dieser computer-urzeitlichen Riesen war ausschließlich im Schutze der Mauern sicher abgeschotteter Rechenzentren denkbar. Der IC brachte in den siebziger Jahren eine Welle von Mini-Computern über uns, die sich bereits in die Büroumgebung vorwagten, und die hoch- und höchstintegrierten Chips bescherten uns die Flut der Micros, uns allen besser bekannt als PC

(Personal Computer - oder vielleicht doch „Pet Computer“?). Längst sind die PCs nicht mehr nur auf den Schreibtisch beschränkt. In Form der Laptops „hüpften“ sie uns auf den Schoß - als ständige Begleiter, jederzeit bereit. Und auch die Laptops sind schon wieder „eingelaufen“. In miniaturisierter Gestalt nennen sie sich Handhelds und glänzen mit Leistungen, die den Begriff Taschenrechner als Schimpfwort erscheinen lassen. Ja, die ersten sogenannten vollwertigen PCs, die wirklich „handzahn“ sind, sich also in der Handfläche betreiben lassen, wurden bereits vorgestellt.

Von der Göre zur Dame

Wenn man diese eindrucksvolle technische Entwicklung vor seinem geistigen Auge Revue passieren läßt, dann mag der Eindruck entstehen, sie repräsentiere einen ständigen, revolutionären Umwälzungsprozess in der Informationsverarbeitung. Wer so denkt, der hat jedoch auf Sand gebaut (denn genau das ist der Grundstoff unserer heutigen Silizium-

Chips: Quarzsand) - er unterliegt einem Trugschluß, oder - um die fleißige Arbeit der Ingenieure nicht in Abrede zu stellen - er sieht nur die halbe Wahrheit. Computer sind zwar in dem Maße, in dem sie geschrumpft sind, schneller und schneller geworden; auf sie trifft aber nachwievordie (zugegeben etwas respektlose) Titulierung zu, die ihnen respektable Persönlichkeiten vor Jahren verpaßt haben: Computer sind „Hochgeschwindigkeitsidioten“. Das *DUDEN Bedeutungswörterbuch* setzt den Begriff der Idiotie unter anderem mit „Schwachsinn“ gleich, ein Fremdwörter-Lexikon bringt sie mit „völliger Bildungsunfähigkeit“ in Verbindung - ein interessanter Aspekt, auf den einzugehen sich lohnt.

Selbst die in neuester Zeit heftig proklamierten Gallium-Arsenid-Chips, die den angekündigten Cray-3-Computer mit 20 Milliarden Gleitkomma-Operationen zum schnellsten Computer der Welt machen sollen, ändern nichts an dieser Tatsache. Das Problem liegt in der Rechnerarchitektur und der damit einhergehenden sequentiellen Befehlsverarbeitung (siehe Abbildung 1). Der weitaus größte Teil heute im Einsatz befindlicher Computer arbeitet noch nach derselben Grundstruktur wie einst die Compu-Saurier der vierziger Jahre. Erst in kürzerer Zeit zielen Begriffe wie Parallelprozessoren und neuronale Netze auf Verarbeitungstechniken, die - angewandt auf Maschinen - eher das Etikett „neu“ verdienen (an dieser Stelle sei bemerkt, daß sich bereits in den späten fünfziger und den sechziger Jahren Forscher wie Bernhard Widrow, M. E. Hoff und Frank Rosenblatt mit der Thematik neuronaler Netze befaßten, daß aber das mit der Künstlichen Intelligenz verfolgte Ziel des „menschlichen Denkens“ aufgrund mangelnder technischer Möglichkeiten noch lange nicht verwirklicht worden ist; wir werden später noch einmal auf diesen Punkt eingehen).

Mit der ständig wachsenden Verarbeitungskapazität der Computer, ihrer gleichfalls zunehmenden Verbreitung am Arbeitsplatz und ihrer nahezu unveränderten „Schwachsinnigkeit“ wurde ein nicht nur in den Augen der Arbeitswissenschaftler bedenklicher Prozess in Gang gesetzt: Die parallele Entwicklung immer leistungsfähigerer Ein-/Ausgabekomponenten erleichterte zwar den Umgang mit dem elektronischen Rechenkünstler, auch wurde dadurch die Menge der verarbeitbaren Daten unaufhörlich gesteigert. Die Umgangsformen zwischen Mensch und Computer wurden aber nicht im gleichen Maße verbessert. De facto

beschränkte sich die Tätigkeit an vielen Arbeitsplätzen in der Elektronischen Datenverarbeitung (EDV) auf das „füttern“ des Computers. Diese an sich geringerwertige Arbeit wurde mit dem Zusatznutzen gerechtfertigt, den man sich von der Hilfestellung des verdrahteten Kollegen versprach. Wenn dem Computer ein Problem nur in genügend kleine Arbeitsschritte zerhackt wurde, dann war er in der Lage, dieses in Hochgeschwindigkeit zu lösen und damit den Menschen zu entlasten. Heutige Computersysteme können eine Informationsflut bewältigen, die ohne Zuhilfenahme technischer Mittel außer Diskussion stände. Das hat dazu geführt, daß Computer Aufgaben bearbeiten, die nur noch bedingt als Entlastung des Menschen betrachtet werden können - denn was ich sowieso nicht tue, das kann man mir auch nicht abnehmen.

Der Ehrlichkeit halber muß erwähnt werden, daß sich das globale Zusammenleben der Menschen mittlerweile so komplex und ineinander verzahnt gestaltet, daß es ohne den Computer nicht denkbar wäre. Der Status quo konnte jedoch ohne gegenseitige Beeinflussung nicht entstehen. Das Voranstreben des Menschen zu fremden Horizonten förderte die technische Entwicklung, diese wiederum ließ uns in Dimensionen vorstoßen, die automatisch neue Aufgaben stellten und damit wiederum

weitergehende Entwicklungen forderten. Dadurch wurde ein scheinbar unendlicher Kreislauf in Bewegung gebracht. Kritische Stimmen, die fragen, ob es irgendwann einmal unerlässlich - und dann auch noch möglich - sei, aus diesem Teufelskreis wieder auszubrechen, werden ständig lauter.

Die rasante technische Entwicklung führte nämlich zu einem Problem, das Arbeitspsychologen mehr und mehr beschäftigt: Der Computer-Anwender fühlt sich - bewußt oder unbewußt - von seinem maschinellen Kollegen mehr und mehr unter Druck gesetzt. Der Ergonom Dr.-Ing. Karl-Friedrich Kraiss vom Forschungsinstitut für Anthropotechnik führte zu diesem Sachverhalt folgendes aus: „Eine in kurzer Zeit dargebotene große Menge von Informationen überfordert die menschliche Leistungsfähigkeit. Deshalb müssen auch die Grenzen der kognitiven Fähigkeiten des Operateurs für die Gestaltung der Maschine maßgeblich sein.“ Anders ausgedrückt, der Computer kann ununterbrochen nach Eingaben fragen und Ergebnisse abliefern - er wird so gut wie nie krank und Urlaub nimmt er auch nicht. Doch der Mensch hat vielfältige Bedürfnisse, die er auch befriedigt wissen möchte. Werden diese auf lange Zeit vernachlässigt, so artet der Umgang mit dem Computer in negativen Streß aus, und dieser - darüber ist man sich heute im klaren - kann über kurz oder lang zu schweren seelischen und körperlichen Schäden führen. Zu gepflegten Umgangsformen zwischen Mensch und Computer muß daher eine gegenseitige Abstimmung des Arbeitsrhythmus' und der Anzahl auszutauschender Informationseinheiten gehören.

Was wunder, daß in den sechziger Jahren, in denen die EDV begann, sich einen Platz im Bewußtsein der Menschen zu erobern, sowohl positive wie auch negative Stimmen laut wurden. Die „Elektronengehirne“, wie man sie damals nannte, wurden je nachdem als wahre Alleskönner emporgehoben oder als ebenso launische wie unzuverlässige

Drahthaufen verteufelt. Man achte auf die an „beste“ Kriegsberichterstattung erinnernde Wortwahl, wenn die Zeitschrift Capital 1968 schreibt: „In den nächsten fünf bis sieben Jahren werden Magnetband-Geräte den Hauptkampf gegen die Lochkarte führen. Dann werden automatische Lesemaschinen und Direkteingabe-Stationen die Kampfführung übernehmen.“

EVA lernt sprechen

Wir wissen heute, daß die ebenerwähnten Einsatztruppen tatsächlich so aufmaschiert sind. Das Fossil der Lochkarte ist - obwohl noch immer nicht ganz ausgestorben - wohl bald wirklich nur noch im Museum zu bewundern. Magnetbänder lösten einen Wechsel in der Technik, nicht aber in der Methode der Stapel-/Batchverarbeitung aus. Schreibkonsolen machten dann erstmals so etwas wie einen Dialog zwischen Mensch und Maschine möglich. Mit der Einführung von Bildschirmarbeitsplätzen wurde die Grundlage dafür geschaffen, diesen Dialog zu kultivieren. Bis es soweit war, strichen allerdings noch einige Jahre ins Land. Die Rolle des Menschen in dem „Kampf“ der Ein-/Ausgabe-Komponenten, blieb zunächst diejenige des Fütternden, der Computer beschränkte sich auf's „fressen“, soll heißen, auf die Verarbeitung des ihm zugeführten Stapels (Batch).

Die Ende der sechziger Jahre zu beobachtenden Umgangsformen zwischen Mensch und Computer waren also bestens dazu angetan, die bereits vorstehend beschriebenen Probleme eskalieren zu lassen. Dies rief in den Siebzigern die Ergonomen auf den Plan (die sich damals noch anders nannten). Unter Ergonomie verstand man zunächst nämlich nicht viel mehr als die menschenfreundlichere Gestaltung von Schreibtischen, Bildschirmen usw. Tastaturen fanden sich plötzlich losgelöst von den Monitoren wieder, diese wiederum konnten geneigt und gedreht werden, die Büromöbel sorgen zusätzlich für eine griffgünstige Position - einfach ausgedrückt: Man mußte sich nicht mehr das Kreuz, den Hals oder

sonstige Körperteile ruinieren, um mit dem Computer kommunizieren zu können.

Doch die bessere Passform der Arbeitsmittel allein brachte nicht den gewünschten ergonomischen Effekt, genausowenig wie man das Maß für gepflegte zwischenmenschliche Umgangsformen allein auf gute Sicht, eine akzeptable Akustik und eine bequeme Kleidung reduzieren kann. Ergonomie schließt ebenfalls ein, daß die Kommunikation des Computers mit dem Menschen angepaßt ist. *Knaurs Fremdwörter-Lexikon* definierte Ergonomie 1977 deshalb auch wie folgt: „Zweig der Arbeitswissenschaft, der sich mit der Anpassung der Technik an den Menschen (zur Erleichterung der Arbeit) befaßt“ und das Handlexikon Organisation ergänzte bereits 1976 „... sowie umgekehrt des Menschen an die Arbeit“.

In den nachfolgenden Jahren wurden daher eine Reihe von Entwicklungen vorgenommen, die nicht nur die Hardwarekomponenten sondern auch die Software veränderten. Da man erkannte, daß die Bedienung der Bildschirm-Tastatur ein oftmals mühseliges und zudem überhaupt nicht der menschlichen Physis angepaßtes Unterfangen ist, konzentrierte man zahlreiche Aktivitäten zunächst auf diese Glied der Mensch-Computer-Kommunikation. Bereits kleinste Kinder sind in der Lage, mit ausgestrecktem Zeigefinger (und einem begleitenden „Da! Da!“) auf Gegenstände zu zeigen und damit kundzutun, daß diese augenblicklich im Mittelpunkt ihres Interesses stehen. Folgerichtig begann Anfang der Siebziger ein Trend, der bis heute mit unverminderter Heftigkeit und in teilweise absurden Auswüchsen anhält: Man löste sich von der Tastatur - oder sagen wir: man versuchte es jedenfalls. Vorreiter in der tastaturarmen

Mensch-Computer-Kommunikation war der Lichtgriffel (Lightpen). Dieser durch ein Kabel mit dem Bildschirm verbundene Lichtstift konnte verwendet werden, um auf

bestimmte Bildschirmfelder zu zeigen, und damit kundzutun, daß diese augenblicklich im Mittelpunkt des Interesses standen. Im Jahre 1983 kam Hewlett-Packard der „kleinkindgerechten“ Bedienung noch näher, indem das Unternehmen den berührungssensitiven Touchbildschirm vorstellte. Jetzt konnte man tatsächlich den Finger benutzen und neben Fettflecken auch geeignete Reaktionen des Computers auf den Bildschirm zaubern.

Da Fingerkuppen bisweilen nicht nur fettig sondern auch sehr breit sein können (und damit die Auswahlvarianten am Bildschirm sehr eingeschränkt sind), gab es auch andere Bestrebungen, die Tastatur effizienter oder gar überhaupt nicht mehr zu benutzen. Soft-Keys, das sind Funktionstasten, die je nach Bedarf vom Programm neu definiert werden können, galten noch 1978 als „nicht nur eigenwillige, sondern auch zweifellos sehr nützliche Form der 'Mensch-Maschine-Kommunikation“ (Zeitschrift *bit*); heute sind sie selbstverständlicher Bestandteil vieler Computeranwendungen. Die Firma Epson versuchte es in den Achtzigern mit einem Touch-Key-Panel, einem druckempfindlichen (sensitiven) Feld in der Tastatur, das mit einer LCD-Anzeige (liquid crystal display) kombiniert war, welche je nach Funktionsbelegung gleich den passenden Beschreibungstext „unter“ dem Tastfeld mitlieferte. Erst in diesem Jahr trieb die Grid Systems Corp. dieses Prinzip in abgewandelter Form auf die Spitze. Der graphikfähige LCD-Bildschirm ihres tastaturlosen Kleincomputers arbeitet horizontal, mit anderen Worten: der Bildschirm ist Anzeige- und Eingabeeinheit zugleich. Mit einem Griffel werden die Eingaben direkt auf die Monitorfläche „geschrieben“. Die so vorgenommenen Eingaben werden von dem netzunabhängigen Rechner digital umgesetzt, um nachfolgend weiterverarbeitet oder ausgedruckt zu werden.

Ein Zeigeinstrument, das ebenfalls in den achtziger Jahren eingeführt wurde und sich steigender Beliebtheit erfreut ist die Maus.

Frei nach dem Spruch „Die Maus auf dem Tisch erspart den Finger auf der Mattscheibe“ erlaubt dieses, von Fachleuten als Pointing Device bezeichnete Mäuslein, durch Verschieben auf der Tischplatte einen - im Vergleich zum Finger - sehr feinen Zeiger über den Bildschirm zu jagen und gleichzeitig mit den Maustasten alle wichtigen Programmfunktionen auszulösen. Gewöhnliche Mäuse (sozusagen Feld-, Wald- und Wiesenmäuse) begnügen sich mit zwei oder drei Funktionstasten. Dem Ergeiz der Maus-Züchter sind jedoch keine Grenzen gesetzt. So bietet Prohance mit seiner Powermouse einen ganz außergewöhnlichen Rassenager an. Nicht weniger als 40 (in Worten: vierzig!) Tasten schmücken diese Maus und befähigen sie damit zu sage und schreibe 240 Funktionsaufrufen. Laut Herstellerangaben, soll die Powermouse für viele Anwendungen den lästigen Griff zur Tastatur ersparen. Es fragt sich nur, ob man bei einem Zeigeinstrument mit 40 Tasten nicht die eine Tastatur gegen eine andere ausgetauscht hat.

Andere Hilfsmittel, wie Digitalisier-Tabletts und -Lupen ermöglichen ein noch feineres Zeigen am Bildschirm, als es die Maus bewerkstelligen kann, und der als Steuerknüppel ausgelegte Joystick erfreut vor allem die Benutzer von aktionsgeladenen Computerspielen. „Dat hältst'de ja am Kopp nich aus“, sagten sich wohl die Anwender des auf der Hannover Messe 1985 vorgestellten Nod-Systems, das mittels einer kleinen, am Kopf befestigten Platte in der Lage war, die Kopf-Bewegungen des Benutzers in die entsprechende Cursorsteuerung umzusetzen. Für den professionellen Einsatz war diese Entwicklung jedenfalls nicht geeignet. Die Liste der Pointing Devices ließe sich noch eine ganze Weile fortsetzen. Auch andere Peripheriegeräte, die in Form von Lese pistolen, Hand-Scannern oder Klarschriftbeleglesern Eingaben direkt von einer Vorlage „herunterlesen“ können, haben die Tastatur in vielen Bereichen verdrängt. Im Supermarkt findet sich kaum noch ein Artikel, der keinen Strich-Code (Bar-Code)

besitzt und selbst unsere Personalausweise und Pässe sind mittlerweile maschinenlesbar. All diese Eingabegeräte haben eines gemeinsam: Sie erhalten erst durch entsprechende Software ihren eigentlichen Nutzen.

Nicht jede Software läßt sich ohne weiteres unter Verzicht der Tastatur - z.B. ausschließlich mit Maus oder Stift - bedienen. Die Entwicklung der neuen Zeigeeinstrumente forderte gleichzeitig ein Umdenken bei der Gestaltung der Software. Heute schließlich spricht man von graphischen Benutzerschnittstellen (GUIs). Der Leitsatz „Ein Bild sagt mehr als tausend Worte“ hat bei der Entwicklung der GUIs Pate gestanden. In einer modernen graphischen Benutzerführung kann der Anwender die auszuführenden Funktionen in Form von Ikonen (Bildsymbole, Piktogramme) anwählen. Sogenannte Fenster (Windows) werden eingesetzt, um entweder zwischen verschiedenen Anwendungen hin- und herzuspringen oder kleine Zusatzmenüs einzublenden, aus denen dann die gewünschten Daten oder Hilfsfunktionen ausgewählt werden können. Der Anwender hat große Freiheit darin, neue Fenster zu eröffnen, bestehende am Bildschirm zu verschieben, einschrumpfen oder wieder wachsen zu lassen. Mäuse, elektronische Stifte und andere hilfreiche (Zeige-)Geister sind hier in ihrem Element und machen somit die Handhabung all dieser Komfortfunktionen denkbar einfach. Müßig zu erwähnen, daß es das Ganze auch in Farbe gibt!

Aber nicht nur die leichtere Handhabung und die Optik sind Gegenstand der aktuellen Bemühungen um bessere Umgangsformen zwischen Mensch und Computer. Zum menschlichen Informationsaustausch gehören auch und insbesondere die Sprache und das Gehör. „Sprache ist die wichtigste Form zwischenmenschlicher Verständigung; von so überragender Bedeutung, daß der Begriff als solcher fast zum Synonym für Verständigung schlechthin geworden ist. Man denke nur an Wortschöpfungen wie Zeichensprache,

Augensprache, Körpersprache“ (*Bild der Wissenschaft*, Juli 1978). Daß der Welt der Töne auch für die zukünftige Mensch-Computer-Kommunikation ein hoher Stellenwert eingeräumt wird, zeigte sich anlässlich der Vorstellung des NeXT-Computers im Jahre 1988. Das jüngste Baby des als Apple-Mitbegründer bekanntgewordenen US-Amerikaners Steven Jobs besitzt die Fähigkeit, Töne von Konzerthallenqualität zu erzeugen. Bei seiner Einführung spielte der schwarze NeXT-Würfel dann auch konsequenterweise ein Duett, zusammen mit einem echten (menschlichen) Violinisten.

Systeme wie Freestyle von Wang Laboratories (wir werden später noch einmal darauf zurückkommen) können bereits heute menschliche Sprache in digitalisierter Form speichern, verarbeiten und wieder ausgeben. Maschinen, die in der Lage sind, synthetische Sprache zu erzeugen, stellen heute ebenfalls kein Novum mehr dar. Bereits 1980 stellte die IBM eine Audio-Einheit vor, die für Blinde und Sehbehinderte konzipiert war. Während dieses Gerät, wie eine Reihe nachfolgender Entwicklungen, sich noch damit begnügte, die einzelnen Anschläge auf der Tastatur nachzusprechen, konnte DEC sich 1984 schon einer DECTalk-Box rühmen, die Texte, welche als Zeichenketten über die Tastatur eingegeben wurden, in „hochwertige künstliche Sprache“ zu übertragen wußte. Interessanter - aber auch weitaus schwieriger - gestalten sich die Bemühungen, den Computern auch das Verstehen von Sprache beizubringen. Heutige Systeme arbeiten überwiegend sprecherabhängig, das heißt, der Computer muß durch seinen Anwender trainiert werden. Dies erfolgt dergestalt, daß der Mensch dem Computer ein Sprachmuster liefert, er sagt dem Gerät also, wie er zukünftig bestimmte Worte auszusprechen gedenkt. Hält er sich daran, dann kommt der elektronische Gesprächspartner ganz gut mit dem Gesagten zurecht. Sollte der Sprecher jedoch einmal unter Einflüssen stehen, wie sie eine anständige Erkältung oder der allzu freizügige Genuß hochprozentiger

Erfrischungsgetränke mit sich bringen, dann wird der Computer sich stur stellen. Selbiges kann eintreten, wenn der Sprecher wechselt, wenn also mal der Kollege vertretend einspringen soll.

Überhaupt gestaltet sich die Konversation mit einem spracherkennenden Computer heute noch sehr eintönig. Schuld daran ist einerseits der äußerst begrenzte Wortschatz der Geräte, andererseits die Vielschichtigkeit der menschlichen Kommunikation. Was die Anzahl Worte betrifft, die ein Computer heute verstehen kann, sind vielversprechende Fortschritte erkennbar. Im Jahre 1988 berichtete der Diebold Management Report, daß die Carnegie Mellon University das sprecher-unabhängige Programm SPHINX entwickelt habe, das die menschliche Sprache mit einer Genauigkeit von mindestens 94% versteht und auf Sprachmuster des Benutzers völlig verzichten kann. Der Wortschatz dieser SPHINX lag damals noch bei 1.000 Wörtern. Eine Erweiterung auf 20.000 Wörter wurde aber bereits angekündigt.

Verstehen und Begreifen sind jedoch zweierlei Dinge. Computer werden zwar recht bald einen akzeptablen Wortschatz (syntaktisch) verstehen, deshalb müssen sie aber noch lange nicht die darin liegende Bedeutung (die Semantik) erkennen. Tiefsinnige philosophische Unterhaltungen mit dem Computer werden auf unabsehbare Zeit ebenso ins Reich der Science Fiction gehören wie schwülstige Liebeserklärungen. Gespräche zwischen Mensch und Computer werden sich vorläufig noch auf eher sachlich und fachlich orientierte Themenkreise beschränken - in puncto Wortreichtum mehr der Kommunikation eines Feldwebels mit seinem Untergebenen gleichend. Für die blumige Berichterstattung der Erlebnisse des vergangenen Wochenendes bleibt der Kollege aus Fleisch und Blut nachwievor der geeignete Ansprechpartner.

Intelligenztest - oder: Unheimliche Begegnung der fünften Art

Die fünfte Generation von Computern hält sich nicht nur die Prämissen der kleineren Ausmaße, der schnelleren Verarbeitung und der Bewältigung noch größerer Datenmengen vor Augen. Das Ziel der künftigen Entwicklungen besteht vor allem darin, dem Computer Künstliche Intelligenz (KI) einzuhauchen (siehe Abbildung 3). Darunter versteht man mehr als nur die Schaffung von sogenannten Expertensystemen, die in Bereichen wie Medizin, Geologie und der Jurisprudenz bereits heute ihren Einsatz finden und damit einen weiten Anwenderkreis in die Lage versetzen, auf der Basis von Expertenwissen fachlich eingegrenzte Problemstellungen zu analysieren. Die Vision der Künstlichen Intelligenz geht wesentlich weiter. Sie besteht darin, den Computer in die Lage zu versetzen, selbständig Ursachen und Beziehungen zu erkennen und daraus zu lernen. Computer werden ihre Fähigkeiten also ständig erweitern und auf der Grundlage der so geschaffenen verbreiterten Wissensbasis Entscheidungen zu fällen. Die Angst, daß hier dem Menschen ein selbsterschaffener Konkurrent erwachsen könnte, ist sicher fehl am Platze.

Zugegeben, einige Wissenschaftler stellen die Leistungsdaten heutiger Computer in einer Form heraus, die im unbedarften Beobachter den Eindruck wecken könnten, die „Elektronenhirne“ seien von dem menschlichen Gehirn nicht mehr weit entfernt. So schießen die Elektronen beispielsweise mit einer Geschwindigkeit von ca. fünf Kilometern pro Sekunde durch einen hochmodernen Gallium-Arsenid-Chip. Im menschlichen Gehirn legt ein elektromechanischer Impuls in der gleichen Zeit gerade 30 Meter zurück. Allein diese Zahlen suggerieren ein vernichtendes Ergebnis, im Wettkampf unseres eigenen Denkkapparats mit den - aus den höchst ungesunden Elementen Gallium und Arsen bestehenden - künstlichen Denkmaschinen. Ob dieser (scheinbaren) Niederlage mag sich der tränengeschwängerte Blick des einst

objektiven Betrachters schonmal verschleiern - wodurch weiteren Sensationsmeldungen natürlich Vorschub geleistet wird. Ein weiterer Vergleich hilft jedoch, die wirkliche Leistung der beiden Kontrahenten wieder ins richtige Licht zu rücken: Einer der beeindruckendsten heutigen Computer, der die Größe einer Waschmaschine hat, vereinigt 65.536 Prozessoren in seinem Innern. Das menschliche Gehirn dagegen bringt 150.000mal so viele „Prozessoren“ in einem einzigen menschlichen Schädel unter! Um die Gegenüberstellungen auf die Spitze zu treiben, sei auf das Werk *Use Both Sides of Your Brain* von Tony Buzan hingewiesen. Dieser führt aus, daß unser Gehirn aus etwa 100 Milliarden Nervenzellen und anderen Zellen besteht. Die Zahl der direkten Verbindungen, die diese Zellen miteinander eingehen können, wird auf 10.800 geschätzt. Diese unvorstellbar große Zahl ist überwältigend 10.700mal so groß wie die Zahl aller Atome im Universum. Selbst wenn diese nicht mehr faßbaren Größenordnungen nur die theoretische Anzahl der Verbindungsmöglichkeiten aufzeigt, verdeutlicht sie doch recht eindringlich, wie es um einen Vergleich von elektronischen mit menschlichen Gehirnen bestellt ist. Man kann sich zwar bemühen, die Funktionsweise menschlicher Denkprozesse besser zu verstehen, um sie in stark vereinfachter Form auf die Arbeitsweise von Computern zu übertragen, doch ist man weit davon entfernt, die Leistungen unseres Gehirns mit denen eines Computers nachzuvollziehen.

Abschließend sei zu diesem Thema ein Artikel der Zeitschrift *Computerworld* vom 27. Februar 1989 zitiert. Dort wird resümiert: „Der ganze Sinn der Übung besteht darin, zu zeigen, wie schwierig der Versuch ist, das menschliche Gehirn durch eine wie auch immer geartete Hardware- oder Softwarearchitektur nachzuahmen. Selbst unter den einfachsten Bedingungen steht das Gehirn immer noch als einzigartiger Computer da, und alle anderen Modelle - wie leistungsfähig sie auch sein mögen - sind

Nachahmungen, die im Verleib dazu höchstens wie ein Wurm kriechen.“

Wenn sich die KI im Vergleich zum Menschen also auf der Stufe eines Wurms bewegt, dann ist es sicherlich nicht zeitgemäß, die Frage zu stellen, ob der Mensch eines schönen Tages von der Intelligenz des Computers überflügelt werden wird. Fragen wir uns lieber, was uns dieser aus der fünften Computergeneration erwachsende Wurm heute - oder in naher Zukunft - bringen kann. Bei dem Versuch, diese Frage zu beantworten, stoßen wir wieder auf die oben beschriebenen Sorgen der Arbeitswissenschaftler, die ein wesentliches Problem der Mensch-Computer-Kommunikation in der Überforderung des Menschen durch die Maschine sehen. Schon 1968 hatte Marvin L. Minski in der MIT Press behauptet, eine echte Benutzer-Schnittstelle sei nur durch die Speicherung von Benutzer-Profilen realisierbar. Aufgabe künftiger KI-Systeme wird es daher sein, nicht nur über ein Abbild der Umwelt zu verfügen, sondern auch zu wissen, welche Kenntnisse der Anwender bei ihnen voraussetzt. Nur so wird es möglich sein, auf Benutzerebene eine gemeinsame Grundlage zu schaffen und damit eine „unheimliche Begegnung der fünften Art“ zu vermeiden. Der Computer wird das Benutzer-Verhalten kennenlernen und sich in einem sogenannten adaptiven Verfahren dem wachsenden Kenntnisstand des Benutzers anpassen. Auf diese Weise kann sich die Mensch-Computer-Kommunikation zu einer anheimelnden Begegnung mit der fünften Computergeneration mausern.

Berührungsängste überwinden - oder: Schenk mir doch ein Bild von Dir

Doch derlei Fähigkeiten gehören heute noch zur - wenn auch nicht unerreichbaren - Zukunftsmusik. Praxis dagegen sind die beschriebenen Fortschritte auf den Gebieten der graphischen Benutzeroberflächen und der Ein-/Ausgabeperipherie. Und hier hören und lesen wir täglich Neues. War man vor einiger Zeit noch auf COM-Ausgaben (computer-

output microfilm) stolz, so sind heute optische Platten, die unserer Musik-Compact Disk aufs Haar ähneln und eine Speicherkapazität von bis zu 650 Millionen Zeichen aufweisen, in aller Munde. Auch der oben erwähnte NeXT-Computer verfügte standardmäßig über ein solches CD-Laufwerk, das sogar wiederbeschreibbar ist (da diese Einheit jedoch sehr langsam arbeitet, hat man sich mittlerweile schweren Herzens dazu durchgerungen, den NeXT auch mit konventionellen, magnetischen Festplattenlaufwerken zu bestücken). Auch die Mittel zur optischen Präsentation der verarbeiteten Daten stellen sich vielfältig dar: Kontrastreiche, schnelle und farbige LCD-Bildschirme sowie Laser- und Tintenstrahldrucker - auf Wunsch ebenfalls mit farbiger Ausgabe - sind bereits im Laden zu kaufen. Für die Weitergabe von Informationen an andere Anwender (auch eine Form der Datenausgabe) stehen weitverzweigte Netzwerke sowohl im Nah- als auch, mittels Satellitentechnik, im globalen Bereich zur Verfügung. All dies sind Schlaglichter, die einen Umfang von technischen Möglichkeiten andeuten, der längst noch nicht das Ende der Entwicklung erkennen läßt. Wozu das Ganze? Die Informationsflut steigt ständig und mit ihr auch die Interdependenzen (gegenseitige Abhängigkeiten) bei der Entscheidungsfindung. Egal ob Kaufmann, Wissenschaftler oder Politiker, jeder, der heute eine richtige Entscheidung fällen will, muß eine Vielzahl von Faktoren berücksichtigen, deren Informationsbasis oft nur noch mit elektronischen Hilfsmitteln beherrscht werden kann.

Gerade die Personen, die die schwerwiegendsten Entscheidungen fällen, haben oft noch die größte Hemmschwelle zu überwinden, wenn es gilt, den Computer zu befragen. Schließlich brauchte man in der Vergangenheit einen erheblichen Trainingsaufwand, um mit Computern produktiv umgehen zu können - und welcher Top-Manager hat schon die Zeit (und die Motivation), sich noch einmal auf die

Schulbank zu setzen? Selbst wenn diese Berührungssängste nicht vorhanden sind, erfordern die vorstehend genannten Prämissen, daß sich der Umgang mit dem Computer so einfach wie möglich gestaltet.

Noch befinden wir uns in einem Zeitalter des Übergangs. Viele der heutigen Computeranwender - vor allem auch im Managementbereich - sind zu einer Zeit ins Arbeitsleben eingetreten, zu der Handarbeit selbstverständlich war und die EDV bestenfalls für einen zentral gehüteten, teuren Maschinenpark stand, der regelmäßig dicke Listen lieferte. Verbindung zur EDV-Abteilung war gleichzusetzen mit Prestige, und die Gradzahl des persönlichen Prestiges ließ sich an der Anzahl und Stärke der EDV-Listen ablesen, die sich auf dem Schreibtisch türmten. In dem Bemühen der Hersteller, die Leistung ihrer Computersysteme einem möglichst großen Benutzerkreis zugänglich zu machen, konzentrierten sie sich immer mehr auf Benutzeroberflächen, die die Arbeit am Bildschirmarbeitsplatz weitestgehend enttechnisieren. Man könnte fast behaupten, die Bio-Welle habe nun auch den Bildschirmarbeitsplatz erreicht. Graphische Benutzeroberflächen sind der letzte Schrei. Doch wie die Freunde der gesunden Lebensweise bei der Wahl des „voll starken“ Müslis durchaus unterschiedliche Ansichten vertreten, so divergieren auch die Meinungen über die Qualitäten heute angebotener graphischer Benutzeroberflächen.

Apple galt mit seinem Macintosh als Wegbereiter auf diesem Gebiet. Und obwohl die Schaar der Mac-Jünger noch immer ebenso standhaft wie enthusiastisch (bis hin zum öffentlichen Bekenntnis per Autoaufkleber, nach der Devise: „I love Mac“) für das von ihnen favorisierte GUI eintreten, tobt längst der Glaubenskrieg. Microsoft droht mit der neuesten Version seines Windows-Systems dem GUI-Pionier den Rang abzulaufen. Andere Marktbeobachter proklamieren Microsofts Presentation-Manager (PM) als den GUI-Standard der 90er Jahre. Microsofts Produkte

verbuchen für sich den Vorteil, auf industriekompatiblen PCs abzulaufen. Damit kann Windows und der PM auf eine zahlenmäßig umfangreichere Hardwarebasis aufbauen, was den beiden Oberflächen von Microsoft gegenüber dem Mac zu größeren Erfolgsaussichten verhilft.

Ebenso wichtig für die Erhebung eines Produktes zum Standard ist die Akzeptanz bei den Anbietern von integrierten Hard- und Software-Lösungen. Solche Unternehmen bemühen sich natürlich, ihre Produkte einem möglichst großen Anwenderkreis schmackhaft zu machen. Was wunder, daß sie dabei auf das Pferd mit den vielversprechensten Siegeschancen setzen.

Im Zuge der Bestrebungen zur Standardisierung von Betriebssystemen, Software-Architekturen und eben auch GUIs spielt sich zur Zeit ein anderer Streit in der UNIX-Welt ab. Dort konkurrieren das von der Open Software Foundation (OSF) definierte Motif mit dem von AT&Ts Unix Software Operations (USO) protegierten Open Look. Mißt man den Erfolg eines In-spe-Standards an der Zahl der sich dafür interessierenden Hardware-/Software-Hersteller, so hat OSF/Motif augenblicklich klar die Nase vorn. Exemplarisch für eine solche Entwicklung ist „Open Desktop, die integrierte Systemumgebung mit graphischer Oberfläche“ von der Santa Cruz Operation (SCO) - nach eigenen Angaben größter Anbieter von UNIX-Produkten. Das kalifornische Unternehmen weist in der Ausstattungsliste seines Open Desktop-Systems auf die „benutzerfreundliche graphische Schnittstelle auf OSF/Motif- und X Window-Basis mit MS-Windows- und Presentations Manager-kompatiblen Erscheinungsbild und Verhalten“ hin. Das US-amerikanische Unternehmen Wang Laboratories - nach Aussagen der Zeitschrift *DATAKOM* (April 1990) fraglos zu den „Office-Perfektionisten“ gehörig - ist mit seiner Entscheidung sogar noch einen Schritt weitergegangen und kann damit stellvertretend für viele ähnliche Aktivitäten

anderer Hard- und Software-Hersteller genannt werden. Man ist zu dem Schluß gekommen, daß es in absehbarer Zeit keinen einheitlichen Standard in der EDV geben wird - weder in Bezug auf Betriebssysteme noch in anderen Kategorien, wie GUIs, Telekommunikation usw. Für seine graphisch orientierte Betriebssystem-Schnittstelle ClearView hat Wang daher gleich auf zwei De-facto-Standards gesetzt und damit sowohl Risiko, wie auch Gewinnchancen verteilt: Unter Microsofts DOS basiert ClearView auf MS Windows und in der UNIX-Welt auf OPEN Desktop von SCO (und dieses baut, wie ja bereits erwähnt, seinerseits auf dem OSF/Motif-Standard und auf X Window auf). Den Anwendern kann eine solche Produktpolitik der Hersteller nur willkommen sein, ermöglicht sie ihnen doch schon jetzt, in einer Zeit in der die verschiedenen Lager noch fanatisch um „ihren“ Standard kämpfen, sich für Anwendungen und Benutzeroberflächen zu entscheiden, die sich in jeder ernstzunehmenden Systemumgebung zuhause fühlen.

Mit Produkten, wie den oben genannten, kann man den Bereich der GUIs - zumindest für den Sektor der Mikrocomputer - als den Kinderschuhen entwachsen einordnen – „state of the art“, wie man so schön sagt. Allerdings mit Einschränkungen! Wie wir bereits gesehen haben, besteht der Kosmos der Computer aus sehr unterschiedlichen Spezies. Das eben Gesagte trifft sicherlich voll auf den Sektor der Mikrocomputer zu. Die Welt der Minis tut sich da schon schwerer. Immerhin versprechen die Anbieter von PC-Netzwerken oder von UNIX-Mehrplatzsystemen für ihre Produkte heute schon die Leistung von Minicomputern. Über diesen Umweg können sich also auch die Anwender kleinerer De-facto-Multi-User-Systeme der Segnungen graphischer Benutzer-Schnittstellen erfreuen.

Im Bereich der Mainframes (Großrechner) muß hier allerdings noch einiges getan werden. Da noch immer viele Bildschirmarbeitsplätze am Großrechner mit sogenannten „dummen“ Terminals ausgestattet

sind und der Mainframe angehalten ist, seine Rechenleistung für andere Aufgaben als die graphisch ansprechende, benutzerfreundliche Kommunikation einzusetzen, müssen sich gleichnishaft tausende von Anwendern noch mit der elektronischen Buschtrommel begnügen, obwohl es doch schon das Farbbildschirmtelefon gibt.

Da, wo unterdessen schon der Freuden graphischer Benutzerführung gefrönt werden darf, zögern viele ob der Unsicherheit, welcher Lösung man sich denn nun anschließen solle. Man möchte sich natürlich an einem Standard orientieren, denn Standards versprechen Sicherheit für die getätigten Investitionen. Anwender sollen schließlich nicht jedes Jahr für eine neue Benutzerführung geschult werden, und erstellte oder gekaufte Anwendungsprogramme müssen so stabil wie möglich ausgelegt werden, damit sich die unvermeidlichen Wartungsarbeiten auf ein Minimum beschränken. Die oben zitierte Open Desktop-Beschreibung von SCO weist in diesem Zusammenhang ein interessantes Faktum auf, das auf die meisten der heute etablierten GUIs zutrifft: Die Bedienung der verschiedenen graphischen Benutzeroberflächen ist

im Grunde sehr ähnlich. Das wiederum hat eminente Vorteile! Ein Anwender, der sich mit einem System vertraut gemacht - sozusagen die Umgangssprache des Computers erlernt - hat, findet sich wesentlich schneller auch auf einem fremden System zurecht, das nicht wirklich eine neue „Sprache“ verwendet, sondern sich eher nur eines anderen Dialekts bedient. Dieser Sachverhalt läßt sich recht anschaulich mit dem Autofahren vergleichen. Sobald man erst einmal gelernt hat, ein Auto sicher durch den Verkehr zu bewegen, spielt es nur noch eine untergeordnete Rolle, ob dieser Wagen nun von einem Stern, einem rassigen Hengst, einer Raubkatze oder einer Weinbergschnecke geziert wird - die Bedienung aller Fahrzeuge bleibt sich im wesentlichen gleich.

Die Philosophie, die hinter dieser Erscheinung steht, wird von Fachleuten als „Prinzip der geringsten Verwunderung“ (principle of least astonishment) bezeichnet, soll heißen, der am Computer agierende Anwender erhält bei der Bedienung immer die Reaktionen, die er unter Einsatz des gesunden Menschenverstandes auch erwarten darf; Situationen, die ihm ein erstauntes „Huch!“ entlocken könnten, sind tunlichst zu vermeiden. Nirgends ist man der Verwirklichung dieses Prinzips so nahe gekommen, wie in der graphisch orientierten Benutzerführung moderner PC-Software. Ein Anwender kann sich daher mit den am Markt eingeführten PC-Produkten in der Regel sehr schnell zurechtfinden, erspart sich eine Menge Einarbeitungszeit. Dieser Effekt wird dort noch verstärkt, wo im Prinzip gleiche Oberflächen unter verschiedenen Systemumgebungen zum Einsatz kommen - das vorstehend erwähnte ClearView von Wang ist ein treffendes Beispiel hierfür. Selbsterstellte Anwendungssoftware, die gewissenhaft nach diesen für jedermann verfügbaren Richtlinien konzipiert und realisiert wurde, erzielt das gleiche Resultat. Darüber freuen sich nicht nur die Bewohner der Management-Etagen, die natürlich ein ökonomisches Interesse am produktiven Einsatz ihrer Mitarbeiter und am Schutz der getätigten Investitionen haben. Auch die Anwender selbst werden die Auswirkungen einer solchen Standardisierung schätzen, denn nichts ist so frustrierend, wie das ergebnislose Herumprobieren mit undurchsichtigen und unberechenbaren Computeranwendungen! Und gerade das waren viele der alten, mit hilfreichen Bedieninformationen sehr zurückhaltend umgehenden Applikationen. Warum also noch warten? Für Berührungssängste besteht heute kein plausibler Grund mehr. Wo die Möglichkeit geboten wird, sich der neuen Umgangsformen zwischen Mensch und Computer zu bedienen, da sollte man nicht länger zögern, sondern zugreifen.

Merke: Wer erst lang wartet, muß später große Schritte machen. Oder: Es lohnt sich nicht, noch lange Zeit mit den überholten Technologien zu arbeiten und dabei auf den allgemeingültigen Standard-für-alle zu hoffen (den wird es voraussichtlich nie geben). Besser ist es, schon heute die Vorteile eines weit verbreiteten und anerkannten Systems zu nutzen, das nach Möglichkeit unter verschiedenen etablierten Systemumgebungen verfügbar sein sollte. Die Umstellung auf zukünftige Standards wird dann für alle beteiligten Parteien (Anwender wie Anbieter) wesentlich einfacher vonstatten gehen.

Unterdessen wird mit Hochdruck daran gearbeitet, die Umgangsformen zwischen Mensch und Computer weiter zu verfeinern. Die GUIs sind bereits in ihre zweite Entwicklungsphase eingetreten. Wang Laboratories hat mit seinem auf AT-kompatiblen PCs lauffähigen Produkt Freestyle einen bedeutenden Schritt in Richtung objektorientierter, graphischer Benutzeroberflächen mit Abbildung „natürlicher“ Arbeitsverfahren vorgelegt. Der Freestyle-Anwender muß nicht mehr mit der Maus Ikonen auswählen, um dann irgendwann doch wieder zur ungeliebten Tastatur zu greifen und dem Computer weitere Anweisungen mitzuteilen. Unter optimalen Arbeitsverhältnissen hat der Freestyle-Anwender keine Tastatur mehr! Mit einem speziellen Schreibstift arbeitet er auf einem elektronischen Tablett, das flach auf seinem Schreibtisch liegt. Er wählt damit Ikonen aus, die für gängige Schreibtisch- und Bürounterschieden stehen (Schreibpapier, Fotokopierer, Drucker, Papierkorb, Papierhefter und -Enthefter, Aktenordner usw.). Dokumente beliebiger Art können bearbeitet werden, wobei es keine Rolle spielt, ob das Dokument nur aus Texten und Zahlen besteht oder ob es zusätzlich graphische, und sprachliche Informationen beinhaltet. Jede Vorlage kann gescannt und in Freestyle als Image (digitalisiertes Bild) weiterverarbeitet werden. Mit dem Stift können handschriftliche und mit einem Telefon verbale Bemerkungen hinzugefügt

werden. Die gesamte Benutzeroberfläche entspricht also der eines konventionellen Schreibtisches. Selbst wenn der Anwender in die MS Windows-Umgebung hinüberwechselt, muß er seinen Freestyle-Stift nicht aus der Hand legen. Kombiniert ist das Ganze mit den Möglichkeiten der elektronischen Informationsverarbeitung, also mit komfortablen Speicher-, Verarbeitungs- und Wiederauffindungsfunktionen. Selbstverständlich existieren auch Kommunikationsschnittstellen zu elektronischen Mitteilungssystemen (Wang OFFICE), die die auf dem „Schreibtisch“ erstellten Dokumente jedem gewünschten Mitarbeiter - oder über Telefax auch jedem Geschäftspartner - zugänglich machen oder im Gegenzug die Mitteilungen anderer Kommunikationspartner empfangbar und weiterverarbeitbar machen.

Eine solche Funktionalität muß sicher jeden, der sich bisher nur aus Gründen der Handhabbarkeit von Computern ferngehalten hat, begeistern.

Schöne Aussichten

Um eine Prognose zu wagen (keine sehr mutige allerdings), sei an dieser Stelle jedoch behauptet, daß auch Systeme wie Wangs Freestyle nur eine Brücke zu zukünftigen Entwicklungen schlagen. Die sogenannten EDV-Freaks sind gegenüber allzu „natürlichen“ Arbeitsweisen oft skeptisch eingestellt, wenn es um den eigenen Verkehr mit dem Computer geht. Knauers Fremdwörterlexikon beschreibt einen Freak als „jemanden, der die Normen der Gesellschaft nicht akzeptiert und nur seinen eigenen, häufig extremen Neigungen lebt“. Gesellschaftliche Normen sind aber nicht statisch. Die Vergangenheit hat gezeigt (ob zum Guten oder zum Schlechten, das sei dahingestellt), daß diese Normen einem ständigen Wandel unterworfen sind. Angewandt auf die Umgangsformen zwischen Mensch und Maschine wird dieser Wandel ebenfalls nicht ausbleiben. Möglicherweise sind die Freaks von heute die „normalen“ EDV-Anwender von morgen.

Diese Entwicklung scheint sich bereits abzuzeichnen. Ob Maus oder Stift, die GUIs drücken dann die Arbeitsproduktivität, wenn eine Vielzahl von Informationen zwischen Mensch und Maschine ausgetauscht werden sollen. Der klassische Fall hierfür ist die konventionelle Textverarbeitung. Einen Fließtext mittels Ikonen zu erstellen, würde wohl bei jedem ablehnendes Kopfschütteln hervorrufen. Symbole am Bildschirm brauchen nämlich Platz, und da die Bildschirmfläche begrenzt ist (und man im übrigen ja auch die Übersichtlichkeit nicht aufgeben will), kann man nur eine eingeschränkte Anzahl von Ikonen pro Bildschirmmaske anzeigen. Das Auslösen einer bestimmten Funktion oder das Abrufen einer Information über Ikonen muß daher oft über mehrere Anwahlebenen (Maus-Klicks) erfolgen. Dies ist zeitaufwendig! Untersuchungen haben auch gezeigt, daß komplizierte Bildsymbole für den neuen Anwender zwar eine hohe Aussagekraft besitzen, vom erfahrenen Benutzer aber langsamer verarbeitet werden als vergleichsweise einfach gestaltete Piktogramme oder gar völlig auf Graphik verzichtende Menü- und Kommando-Prozessoren. Der vorgenannte Freak begnügt sich mit Kommandos, erhält aber dafür (fast) sofort die Antwort des Computers.

Es wird nie der Zeitpunkt kommen, da alle heutigen Computer-Anwender sich zu Freaks gewandelt haben (was sie ja im Sinne der Definition dann auch nicht mehr wären). Wenn man jedoch beobachtet, wie Kinder in den Schulen heute mit Computern umgehen, dann muß es wohl keine Kühnheit erfordern, zu behaupten, daß hier EDV-Know-how aufgebaut wird, das vor wenigen Jahren noch von den Freaks gepachtet war. Der deutsche Physiker Max Plank bemerkte einmal sinnigerweise: „Eine neue wissenschaftliche Wahrheit triumphiert nicht dadurch, daß sie ihre Gegner überzeugt, sondern eher deshalb, weil ihre Gegner sterben und eine neue Generation heranwächst, die mit dieser Wahrheit vertraut ist.“ Angewandt auf die Kommunikation zwischen Mensch und

Computer mag dies bedeuten, daß die Umgangsformen, die heute noch von wenigen spleenigen Spezialisten in T-Shirt und Gesundheitslatschen gepflegt werden, zukünftig zum alltäglichen Standard zählen.

In dem Moment, in dem der Computer aber nicht mehr der unberechenbare Haufen Technik ist, mit dem man nur verkehrt, wenn er sich dazu herabläßt, in möglichst natürlichen Umgangsformen aufzutreten, werden sich die Prioritäten verändern.

Vor 100 Jahren empfahl es sich für einen Autoreisenden noch, entweder ein versierter Kfz-Mechaniker zu sein oder zumindest einen solchen als Chauffeur mit sich zu führen. Die „unnatürliche“ Fortbewegung mit dem pferdelosen Wagen wurde von vielen als vorübergehende Modetorheit kopfschüttelnd abgetan. Heute ist daraus eher eine allgemeine „Motorheit“ geworden: Millionen technisch ungebildeter Autofahrer reisen in ihren komfortablen Wägelchen durch die Lande und kaum jemand spricht darüber, daß diese Art der Fortbewegung der menschlichen Natur zuwiderlaufe.

Ähnlich wird sich der Umgang des Menschen mit dem Computer entwickeln. Der Leitsatz unserer Tage fordert, durch Methoden, die den klassischen Handgriffen am Arbeitsplatz zum Verwechseln ähnlich sein sollten, den Übergang zur effektiven Nutzung elektronischer Hilfsmittel so einfach wie möglich zu gestalten. Diese Bemühungen sind sicher richtig und sollten unterstützt werden! Zukünftig wird die Ein- und Ausgabe von Informationen jedoch weniger nur der manuellen Vereinfachung dienen, als vielmehr einer insgesamt rationelleren Vorgehensweise. Verarbeitungstechniken, die heute noch auf die wissensbasierten Systeme (Expertensysteme) beschränkt sind und mit dem wohlklingenden Etikett der Künstlichen Intelligenz versehen sind, werden den normalen Mensch-Maschine-Dialog bestimmen. Der Computer wird nicht nach Informationen fragen, die sich auf Grund von „vernünftigen“ Schlüssen erübrigen. Er wird

seinen Anwender „kennenzulernen“, und intuitiv auf seine Eigenheiten, seinen aktuellen Qualifikationsstand, seine bevorzugten Vorgehensweisen und Arbeitsgebiete eingehen. Er wird also lernfähig sein. Bei der Erarbeitung von Problemlösungen und der Informationsbeschaffung aus schier unermesslichen Datenbeständen wird er nicht nur mit atemberaubender Verarbeitungsgeschwindigkeit und komfortablen Kommunikationseinrichtungen aufwarten, sondern auch selbst Anregungen und Vorschläge unterbreiten, wie das angepeilte Ziel am schnellsten und effektivsten erreicht werden kann.

Natürlich werden hierbei Hilfsmittel wie Graphik und Sprache nach wie vor ihren Stellenwert haben. Jedoch wird das Ende der Entwicklung sicher nicht ein nur noch bewegte, bunte Bilder anzeigender Arbeitsplatz sein, mit dem man sich pausenlos unterhalten muß (man würde sich ja den Mund fustelig reden und zudem die in Hörweite angesiedelten Nachbarn gegen sich aufbringen, wenn man ununterbrochen redete, und diese damit in ihrer eigenen Konversation mit dem elektronischen Partner störte). Andererseits wird der Anwender von morgen aber auch nicht wieder dutzende von Kommandos beherrschen und tippen müssen, um seinem Computer die gewünschten Informationen zu entlocken. Die Technik, gedachte Anweisungen anhand von Gehirnstrommustern effektiv auszuwerten, ist heute noch nicht so weit fortgeschritten, um zu beurteilen, wann dies ein möglicher Weg der Kommunikation zwischen Mensch und Maschine sein könnte (und sollte).

Finale Grande

Fazit ist, daß wir heute nicht wissen, wohin die Straße der Nutzung von Computern durch Menschen verläuft. Wir können zwar ein Stück weit auf dieser Straße entlangblicken. Wir können auch für einen begrenzten Zeitraum die ungefähre Richtung abschätzen. Darüberhinaus aber hüllt sich die Zukunft in den Mantel des Schweigens. Doch dies sollte

niemanden entmutigen. Im Gegenteil, betrachten wir es als Herausforderung!

Aus gegenwärtiger Sicht kann getrost behauptet werden, daß Computer aus dem menschlichen Leben nicht mehr wegzudenken sind. Als logische Folge, ergibt sich daraus, daß uns auch die eingangs erwähnte EVA noch ein Weilchen erhalten bleiben wird. Aber sie wird sich wandeln (wie alle modebewußten Frauen). Neben der steigenden Verarbeitungsleistung der Computersysteme, wird die Informations-Ein-/Ausgabe und in erster Linie der Mensch-Maschine-Dialog Formen annehmen, die sowohl den natürlichen Arbeitsweisen entlehnt sind als auch den effizienteren Einsatz der Computerressourcen ermöglichen. Letzterer wird durch Unterstützung von Funktionalitäten, die in dem Bereich der Künstlichen Intelligenz angesiedelt werden, die Möglichkeit eröffnen, auch die komplexen und informationsüberladenen Aufgabenstellungen der Zukunft zu bewältigen.

Doch so lange brauchen wir nicht zu warten. Wenn auch der Dialog zwischen Mensch und Computer im Laufe seiner Entwicklung bedenkliche Blüten getrieben hat, so sind wir doch heute sensibilisiert. Dadurch ist unter dem Fanal der Ergonomie ein Prozess in Gang gekommen, der die menschlichen Fähigkeiten und Bedürfnisse in den Mittelpunkt der Entwicklungen stellt. Uns präsentieren sich heute - quasi als Zwischenergebnis auf diesem Wege - hervorragende Werkzeuge für einen gepflegten Umgang zwischen Mensch und Computer. Nutzen wir diese Mittel!

Literaturverzeichnis:

- 1) *The New Encyclopaedia Britannica*; 15. Ausgabe, 1989 (Band 16, Seite 629 ff), Chicago 1989
- 2) *DUDEN Bedeutungswörterbuch*; Günther/Drosdowski, Dudenverlag Mannheim/Wien/Zürich 1985
- 3) *Knaurs Lexikon in zwanzig Bänden*; Lexikographisches Institut München, München 1974

- 4) *Computerworld* – „Künstliche Intelligenz - auf der Stufe eines Wurms“; 27. Februar 1989
- 5) *Bild der Wissenschaft* – „Wie unser Gehirn Laute erkennt“; Henning Scheich, Stuttgart, Juli 1978
- 6) *Use Both Sides of Your Brain*; Tony Buzan, E.P. Dutton & Co. 1974 (First American Edition paperback 1976)
- 7) *Knaurs Fremdwörter-Lexikon*; Lexikographisches Institut, München 1977
- 8) *DATAKOM* – „Mit Mattscheibe und Maus, Mensch-Computer-Kommunikation“; Fritz J. Schmidhäusler, Pulheim, Februar 1990
- 9) *Computerwoche* – „Prohance funktioniert Eingabeberät zur Tastatur um“; München, 23. März 1990
- 10) *DATAKOM* – „PC Netze, Vorschau“; Thomas Kattler, Pulheim, April 1990
- 11) *Computerwoche* – „Anwender favorisieren OSF/Motif vor Open Look“, München, 27. April 1990
- 12) „Open Desktop: Die integrierte Systemumgebung mit graphischer Oberfläche“ Produktübersicht und technische Hintergrundstudie von SCO); The Santa Cruz Operation, Inc., Santa Cruz (Kalifornien, USA), Januar 1990
- 13) *1989 Britannica Book of the Year*; Encyclopaedia Britannica, Inc., Chicago 1989
- 14) *Menschliches Denken - Künstliche Intelligenz*; William F. Allman, Droemer Knauer, München 1990

Anmerkung

Der vorstehende Artikel erschien in den Ausgaben Dezember 1990 und Januar 1991 des Magazins *DATAKOM*.