

Dein Computer das unbekannte "Wesen"

Es ist anzunehmen, daß viele Leser wenigstens einen Computer besitzt, oder benutzen. Entweder einen Taschenrechner oder Personal Computer, oder einen sog. eingebetteten Computer innerhalb eines Gerätes oder einer Maschine, wie z.B. einem Fotoapparat, einer Filmkamera, einer Waschmaschine, einem Auto, einem Videorecorder, einem Meßgerät, einem Gerät im Beruf u.s.w.

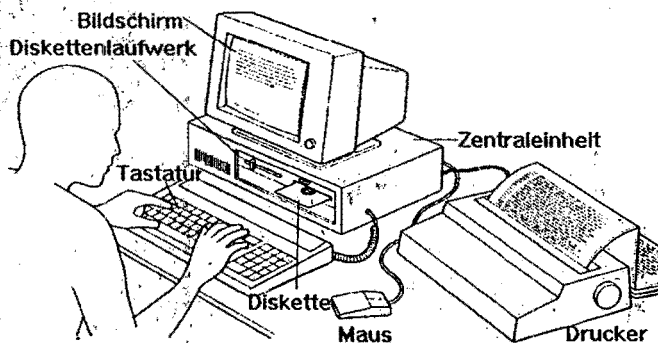


Bild 1: PC-Arbeitsplatz: die Zentraleinheit enthält den Mikroprozessor und die Speicher, sowie Ein-/Ausgabeschneitstellen zum Anschluß der Tastatur, des Bildschirms, des Druckers und einer Maus.

Was geht in einem Computer vor und wie tritt er mit seiner Außenwelt in Kontakt? Eine allgemeine Formulierung der damit angeschnittenen Fragestellung lautet: Wie kann man Nachrichten (oder Daten) kodieren, weiterleiten, speichern und verarbeiten? Die Antwort auf diese Frage hat zwei Aspekte, einen logisch, mathematischen und einen physikalischen.

Kodierung der Daten

Wir wollen hier nicht alle denkbaren Antworten untersuchen, sondern die heute realisierten. Die Nachrichten bzw. Daten werden in einem Computer als eine Folge von Zahlen dargestellt, wobei die Zahlen dem einfachsten Zahlensystem angehören das möglich ist, dem dualen Zahlensystem, welches bekanntlich mit nur zwei Ziffern auskommt: der Null und der Eins.

Die Dualzahl 1101 entspricht der Dezimalzahl 13

Mit Hilfe dieser einfachsten Zahlen kann man dann die einzelnen Zeichen des Alphabets - Buchstaben, Dezimalziffern und Sonderzeichen - numerieren. Eine Nachricht, die ja aus einzelnen Wörtern und diese wiederum aus mehreren Buchstaben etc. besteht setzt sich somit aus einer Folge von Zahlen zusammen, welche die einzelnen Zeichen repräsentieren.

Dieses Ersetzen von Zeichen eines Alphabets durch eine Dualzahl nennt man auch Kodieren (Verschlüsseln). Zur Durchnumerierung (Kodierung) der genannten Zeichen - und noch einiger weiterer - benutzt man eine 8-stellige Dualzahl, d.h. diese Zahlen bestehen aus einer Folge von acht Nullen und Einsen. Für diese Zahlen wurde ein besonderer Begriff geprägt, man nennt sie Bytes. Jede einzelne Ziffer in diesem Byte wird Bit genannt. Daraus folgt, daß ein Byte aus 8 bit besteht. Ein Bit kann immer nur den Wert Null oder Eins annehmen.

$$1 \text{ bit} \rightarrow 0 \text{ oder } 1$$

$$65_D = 01000001 \rightarrow 1 \text{ byte}$$

$$\leftarrow 8 \text{ bit} \rightarrow$$

Der Wertebereich eines Bytes erstreckt sich von 0 bis 255, d.h. ein Byte kann 256 verschiedene Werte annehmen und somit kann es zur Kodierung von 256 verschiedenen Zeichen unseres Alphabets etc. herangezogen werden. Die am weitesten verbreitete Kodierung dieser Art ist der sog. ASCII (American Standard Code of Information Interchange).

$$\text{ASCII: } ! = 33, \ " = 34, \ \# = 35, \ \$ = 36, \dots$$

$$A = 65, \ B = 66, \ C = 67, \ D = 68, \dots$$

$$a = 97, \ b = 98, \ c = 99, \ d = 100, \dots$$

Die Nachricht "Abgrund!" besteht dann aus den Zahlen (Kode): 65 98 103 114 117 110 100 33

Neben der bis hier besprochenen Kodierung allgemeiner Nachrichten, d.h. Nachrichten wie wir Menschen sie zur Kommunikation untereinander benutzen, gibt es noch eine weitere Art von Nachrichten: Vielleicht sind dies sogar in dem hier besprochenen Zusammenhang die wichtigsten, oder zumindest die grundlegendsten.

Gemeint sind die Nachrichten an den Computer selbst, sie werden meistens Befehle genannt. Erst durch diese Befehle kann man den Computer veranlassen mit den allgemeinen Daten (Nachrichten) etwas sinnvolles anzufangen, d.h. Datenverarbeitung zu betreiben. Auch die Befehle für den Computer werden einfach durchnumeriert, so wie die allgemeinen Nachrichten.

Befehle an den Computer:
Beispiel: Die Befehlszahl 01000000 bedeutet, erhöhe die Zahl in deinem Rechenpeicher (Akkumulator) um eins. Eine Folge solcher Befehle wird Programm genannt.

Ob für einen Computer ein bestimmtes Byte eine allgemeine Nachricht, oder einen Befehl bedeutet, legt der Programmierer fest, wenn er ein Programm für den Computer schreibt, wobei ein Programm aus einer Folge von Befehlen an den Computer besteht. Hieraus ergibt sich unmittelbar, daß die ersten Bytes die zu einem Computer gesandt werden immer Befehle darstellen, da hierüber erst bestimmt wird wann und welche Bytes auch eine allgemeine Nachricht darstellen.

Physikalische Realisierung der Dualzahlen

Im vorangegangenen wurde der logisch, mathematische Aspekt der Kodierung behandelt. Es ist nun noch zu klären, wie einem Computer die Kode-Zahlen "verständlich" gemacht werden können, oder anders ausgedrückt: welche materielle bzw. physikalische Realisierung für die Dualzahlen angewandt wird. Es gibt hierzu viele Möglichkeiten, hauptsächlich benutzt wird jedoch die sog. Spannungskodierung, d.h. den beiden Dualziffern 0 und 1 werden zwei unterschiedliche elektrische Spannungen zugeordnet.

Meistens entspricht hierbei der Null eine kleine Spannung (engl.: low → L) und der Eins eine hohe Spannung (engl.: high → H), deshalb verwendet man auch anstelle der beiden Zeichen 0 und 1 die Zeichen L und H um Dualzahlen darzustellen. Die Zeichen L und H werden insbesondere dann benutzt, wenn im konkreten Fall die physikalische Realisierung einer Dualzahl stärker im Vordergrund steht.

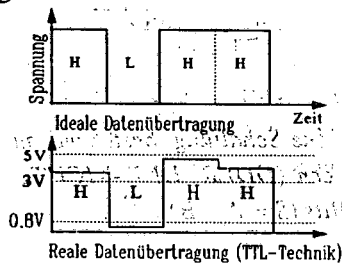


Bild 2: Serielle Datenübertragung im Spannungs/Zeit-Diagramm: Bit für Bit hintereinander. HLHH → 1011

Zusammenfassend können wir festhalten:

Wenn einem Computer ein Befehl erteilt werden soll, muß die entsprechende Befehlsnummer (Kode) in Form einer Dualzahl, repräsentiert durch elektrische Spannungen, auf die Eingangsleitungen des Computers gebracht werden. Der Computer empfängt diesen Kode und weiß was zu tun ist, d.h. er arbeitet diesen Befehl ab. Im Verlauf der Ausführung weiterer Befehle können Daten (-Bytes) auch die Bedeutung von allgemeinen Nachrichten (z.B. Texte) erlangen.

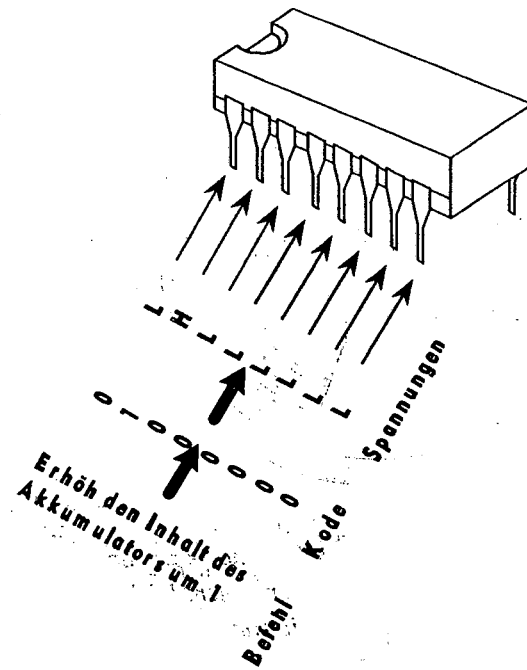


Bild 3: Parallele Übertragung eines Befehlsbytes an den Computer

Computer-Gedächtnis

Im vorangegangenen wurde geklärt, auf welcher Basis man einem Computer Befehle erteilen kann und wie alle übrigen Nachrichten kodiert werden. Der nächste Schritt führt uns zu der Frage, wie sich der Computer diese Daten merken kann, d.h. wie sie gespeichert werden. Diese Thematik ist sehr wichtig, da sie die Leistungsfähigkeit einer Datenverarbeitungsanlage wesentlich beeinflusst.

Das Speichern von Daten bedeutet, für die beiden Werte eines Bits (0 oder 1) physikalische Zustände zu finden die sie repräsentieren können. Die wichtigsten heute angewandten Verfahren benutzen elektrische Ladungen oder magnetische Dipole zur Speicherung von Daten. Das Vorhandensein von wenig elektrischer Ladung kann z.B. der Null (oder L) und viel Ladung der Eins (oder H) zugeordnet werden. Mittels dieser Technik kann man in den bekannten elektronischen Chips, bei einer Größe von weniger als einem Quadrat-zentimeter, Millionen von Bits speichern. Diese sog. Halbleiterspeicher finden vor allem innerhalb der Computer Anwendung. Man nennt diese internen Speicher auch Haupt- oder Arbeitsspeicher.

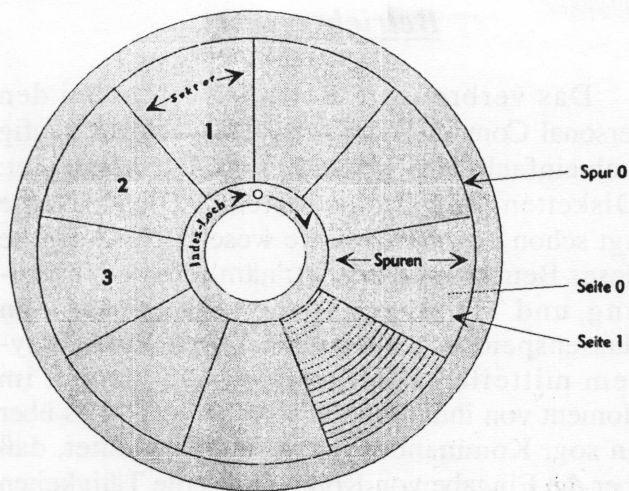


Bild 4: Rotierende, magnetische Scheibe zur Speicherung großer Datenmengen → Massenspeicher: Disketten, Festplatten. Speicherung von Ein- bis einigen Hundert-Millionen Bytes

Bei den magnetischen Speicherverfahren wird z.B. ein magnetischer Südpol der Dualzahl Null und ein magnetischer Nordpol der Zahl Eins zugeordnet. Die Magnetisierung erfolgt wie bei den bekannten Musik- oder Videokassetten, d.h. innerhalb dünner magnetisierbarer Schichten werden winzige Magnete mit unterschiedlicher Ausrichtung erzeugt! Diese magnetischen Speicher bestehen aus Bändern oder rotierenden Scheiben und können große Datenmengen aufnehmen (bis zu einigen hundertmillionen Bytes), deshalb werden sie auch als Massenspeicher bezeichnet. Häufig haben diese externen Speicher austauschbare Speichermedien, wie z.B. die sog. Disketten, welche aus rotierenden Magnetfolien bestehen.

Die Weiterentwicklung der Massenspeicher führte zu den sog. optischen Speichern. Ein Beispiel hierfür sind die bekannten Musik-Disketten (CD = compact disk). Die Musik-CDs enthalten Dualzahlen, welche die Tonhöhe (Frequenz) und die Lautstärke von Musik kodieren. Hierzu wird ein Musikstück in 40000 Stücke pro Sekunde zerlegt und jedem dieser kurzen Augenblicke eine Dualzahl zugeordnet (digitalisiert) und abgespeichert. Neben dieser bekannten Anwendung zur Tonspeicherung werden die gleichen CDs jedoch auch als Massenspeicher mit besonders hoher Speicherkapazität in der Datenverarbeitung eingesetzt (z.B. zur Speicherung von Katalogen oder anderen umfangreichen Nachschlagewerken).

Datenverarbeitung

Wir wissen nun wie Nachrichten kodiert, weitergeleitet und gespeichert werden, bleibt noch zu klären wie der Computer Daten verarbeitet. Es ist sicher klar geworden, daß unsere heutigen Computer die Daten auf elektronischem Wege handhaben, d.h. in Form elektrischer Spannungen. Infolgedessen bedeutet Datenverarbeitung ein Umgang mit den zwei Spannungszuständen (L oder H) aus denen sich eine Dualzahl zusammensetzt. Was kann ein Computer mit diesen elektrischen Signalen anstellen? Im wesentlichen sind es zwei Aktivitäten aus denen sich alle weiteren Fähigkeiten eines Computers ableiten lassen:

Ein Computer kann Signale (Daten) transportieren und vergleichen, d.h. er kann organisatorische und logische Operationen durchführen, alle komplexeren Aktivitäten lassen sich auf diese einfachen Vorgänge zurückführen.

Der erste Schritt zu einer höheren Komplexität besteht aus dem Aufbau eines sog. Addierwerkes aus logischen Verknüpfungsgliedern. Das Addieren ist die Basisfähigkeit eines jeden Computers, alle anderen arithmetischen Operationen sind auf die Addition zurückführbar. Ein Computer kann somit eigentlich nur Daten transportieren, vergleichen und addieren. Dies jedoch mit ungeheurer Geschwindigkeit; viele Millionen mal pro Sekunde.

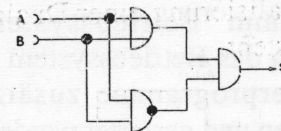


Bild 5: Elektronische Schaltung, bestehend aus logischen Verknüpfungsgliedern (ODER, UND-NICHT, UND), zur Addition von zwei Bits ($S = A + B$).

Wird ein Computer eingeschaltet, so holt er sich seine Befehle - Byte für Byte - aus seinem Speicher und tut was man ihm befiehlt. Die Ausführung der Befehle führt dazu, daß ein Prozeß zur Lösung einer Aufgabe abläuft. Zur Lösung dieser Aufgabe oder dieses Problems hat vorher jemand zunächst einen sog. Lösungsalgorithmus erarbeitet und diesen dann mittels einer Programmiersprache in einzelne Computerbefehle (Bytes) übersetzt (kodiert). Diese, die Befehle repräsentierenden Bytes, wurden dann in den entsprechenden Speicher geschrieben.

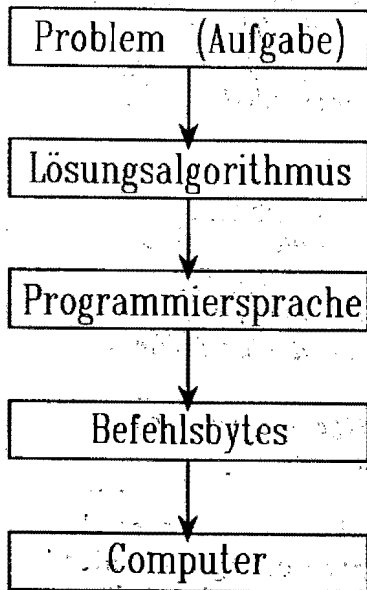


Bild 6: Von der Stellung einer Aufgabe bis zur Lösung des Problems durch einen Computer

Bei einem eingebetteten Computer innerhalb eines Gerätes etc. ist das Programm in einem oder mehreren Halbleiter-Chips gespeichert und für den Nutzer unveränderbar. Ein Personal Computer dagegen hat nur ein kleines unveränderbares Programm innerhalb eines Chips (ROM). Ein sog. Urlader sorgt dafür, daß die eigentlichen Programme z.B. von einer Diskette oder Festplatte in den Hauptspeicher (RAM) geladen werden. Zuerst wird das sog. Betriebssystem in den Speicher geladen und gestartet, d.h. das Programm "Urlader" gibt die Kontrolle über den Computer an das Programm "Betriebssystem" ab. Über Kommandos an das Betriebssystem können dann sog. Anwenderprogramme zusätzlich in den Speicher geladen und gestartet werden.

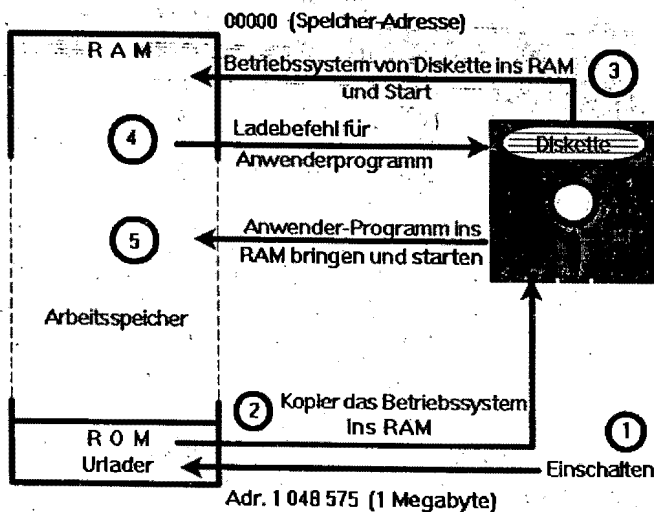


Bild 7: Start eines Personal Computers durch das Einlegen einer Systemdiskette vor dem Einschalten: Das Betriebssystem wird geladen und übernimmt die Kontrolle über den Computer

Betriebssystem

Das verbreitetste Betriebssystem bei den Personal Computern ist MS-DOS, welches häufig auch einfach DOS genannt wird. DOS bedeutet: "Disketten-Operations-System". Dieser Name sagt schon aus, welches die wesentliche Aufgabe dieses Betriebssystems ist, nämlich die Verwaltung und Handhabung der Daten auf den Massenspeichern. Damit man dem Betriebssystem mitteilen kann welche Aktivitäten im Moment von ihm erwartet werden verfügt es über ein sog. Kommandosystem. Dies bedeutet, daß über die Eingabe von Kommandos die Tätigkeiten des Betriebssystems steuerbar sind. Gibt man z.B. über die Tastatur die Abkürzung DIR in den Computer ein und drückt dann die Ausführungstaste (enter, return, ↵), so erscheint auf dem Bildschirm ein Inhaltsverzeichnis des gerade aktiven Massenspeichers (DIR = directory).

Kommando: DIR ↵ → Inhaltsverzeichnis

Name	Bytes	Datum	Zeit
BRIEF.TXT	1268	15.04.91	14.22
KAPITEL.2	8136	22.06.90	8.34
PROGRAM1.PAS	957	2.01.91	9.00
EDITOR.COM	85397	9.10.89	7.11
ACAD.EXE	189488	5.04.90	11.23

Bild 8: Beispiel für die Ausgabe eines Disketten-Inhaltsverzeichnisses auf dem Bildschirm

Die auf einer Diskette oder Festplatte gespeicherten Daten bekommen einen Namen damit man sie leicht wiederfinden kann. Der Name besteht aus bis zu acht Zeichen und es können, getrennt durch einen Punkt, noch weitere drei Zeichen angehängt werden, z.B.: BRIEF.TXT, KAPITEL.2, PROGRAM1.PAS, EDITOR.COM, ACAD.EXE. Diese mit einem Namen versehenen Datenblöcke werden Dateien (engl. file) genannt. Die Erweiterung des Dateinamens - hinter dem Punkt - dient vor allem zur Klassifizierung der Dateien. Damit ist gemeint, daß diese Erweiterung häufig eine Aussage über die Art der Datei macht.

Zur Erinnerung: Die Daten (Bytes) können Kodes für Buchstaben und andere Zeichen sein und damit vor allem einen kodierten Text darstellen (BRIEF.TXT), desweiteren können es Befehle an den Computer sein (EDITOR.COM), oder aber die Daten sind als das aufzufassen was sie ja eigentlich sind, nämlich Zahlen.

Alle Dateien mit der Erweiterung .COM oder .EXE (engl.: command file, executable file) enthalten Befehlsbytes für den Computer. Wenn man den Namen einer solchen Datei in den Computer eingibt (ohne den Punkt und die Erweiterungszeichen) und danach die Ausführungstaste drückt, so lädt das Betriebssystem den Inhalt dieser Datei in den Arbeitsspeicher und macht dann einen Sprung in dieses Programm, d.h. es wird gestartet und übernimmt die Kontrolle über den Computer.

EDITOR.J → Texteditor aufrufen

COPY BRIEF.TXT PRN.J

→ Kopier den Inhalt der Datei "BRIEF.TXT" auf dem Drucker (PRN = printer)

TYPE KAPITEL.2.J

→ Bring den Inhalt der Datei "KAPITEL.2" zum Bildschirm

DEL PROGRAM1.PAS.J

→ Lösch die Datei PROGRAM1.PAS

Bild 9: Beispiele zur Erteilung eines Kommandos: Alle Dateien die eine Erweiterung .COM oder .EXE haben sind Kommandodateien (sie enthalten ein Computerprogramm).

Ein Betriebssystem kennt vor allem Kommandos um mit den Daten im Computer umgehen zu können: Transport von Dateien von einem Massenspeicher zu einem anderen, oder zum Bildschirm und Drucker (nur Textdateien), oder aber auch zu einem anderen Computer.

Anwenderprogramme

Die meisten Computeranwender (engl.: user) wollen den Computer nicht selbst programmieren, sondern als ein Hilfsmittel oder Werkzeug benutzen. Zu diesem Zweck steht eine große Fülle von Anwenderprogrammen zur Verfügung. Für kein Betriebssystem auf der Welt gab es je so viele Programme wie für MS-DOS. Diese Anwenderprogramme werden auf einer Diskette geliefert und haben meistens einen Namen der mit der Anwendung im Zusammenhang steht. Die Namensendung ist entweder .COM oder .EXE (so wie oben besprochen). Wenn auf der Diskette z.B. eine Datei mit dem Namen EDITOR.COM ist, so braucht man nur den Namen einzugeben, wodurch das Programm gestartet wird und den Computer zu einem leistungsfähigen Textverarbeitungssystem macht.

Programme zur Textverarbeitung
WordStar, Word, Write, Textus, Startexter, Editor
Desktop Publishing
VenturaPublisher, PageMaker, etc.
Grafik-Programme
Draw, Designer, Paint, Arline, ImageEdit, etc.
Computer Aided Design
AutoCad, OrCad, etc.
Branchen-Programme
zur Lösung der speziellen Aufgaben in den unterschiedlichsten Wirtschaftszweigen.

Bild 10: Einige Beispiele für bekannte Anwenderprogramme

Zusätzlich zu den unterschiedlichsten Programmen zur Lösung spezieller Probleme oder Problembereiche gibt es auch noch sog. Bedienoberflächen um dem Anwender den Umgang mit den einzelnen Programmen und dem Betriebssystem zu erleichtern. Ein Beispiel hierfür ist das sog. WINDOWS. Das Programm WINDOWS stellt eine Ergänzung des Betriebssystems MS-DOS dar und erweitert dessen Möglichkeiten beträchtlich. Es kann mehr Arbeitsspeicher (Hauptspeicher) benutzt werden und mehrere Programme können fast gleichzeitig laufen (engl.: multitasking).

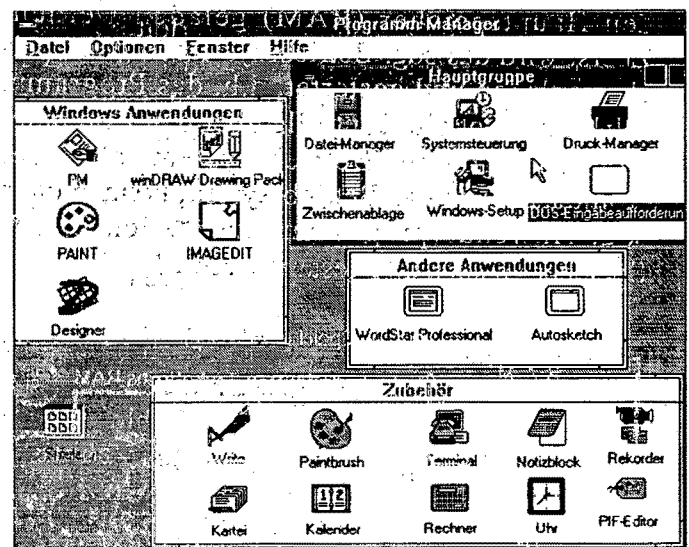


Bild 11: Grafische Bedienoberfläche von WINDOWS. Das Bild zeigt sog. Fenster und Ikonen (kleine Bilder). Der bewegliche Pfeil ist oben rechts im Bild zu sehen, er wird durch die Maus (Zeigegerät) bewegt.

Dem Anwender steht zur leichteren Bedienung eine grafische Oberfläche zur Verfügung, dies bedeutet, daß auf dem Bildschirm Bilder und sog. Fenster abgebildet sind und mit Hilfe einer sog. Maus (Zeigegerät) ein Pfeil über den Bildschirm bewegt werden kann.

Wenn der Pfeil auf ein Bild (Ikone) oder einen Schriftzug gebracht und eine Taste an der Maus betätigt wird, ist damit ein bestimmter Auftrag an den Computer verbunden, d.h. es wurde ein Kommando erteilt ohne die Tastatur zu benutzen. Neben der Ausgabe von Grafiken und Bildern auf einem Bildschirm können diese heute auch in den Computer eingelesen und abgespeichert werden. Das entsprechende Eingabegerät wird Scanner genannt; es tastet eine Vorlage - z.B. ein Foto - Punkt für Punkt ab und ermittelt jeweils eine Zahl die der Helligkeit dieses Punktes entspricht. Es ist z.B. üblich auf diese Weise in einem Raster von weniger als 0,1 mm zu arbeiten und für jeden Punkt ein Byte abzuspeichern. Das Byte repräsentiert dann entweder Grauwerte von 0 bis 255, oder auch entsprechende Farbwerte.

Ein Bild der Größe $10 \times 10 \text{ cm}^2$ besteht somit aus ca. 1,4 Millionen Punkten (engl. pixel), d.h. zur Speicherung werden ca. 1,4 Millionen Byte benötigt. Bei reinen schwarz/weiß-Grafiken wird nur ein Bit pro Bildpunkt benötigt und damit reduziert sich der Aufwand auf ein Achtel.

Eingebettete Computer

Der eingangs bereits erwähnte Einsatzbereich der Computer als universelle Steuereinheit ist enorm groß. In diesem Bereich sind die meisten Computer zu finden, auch wenn man sie im allgemeinen nicht sieht.

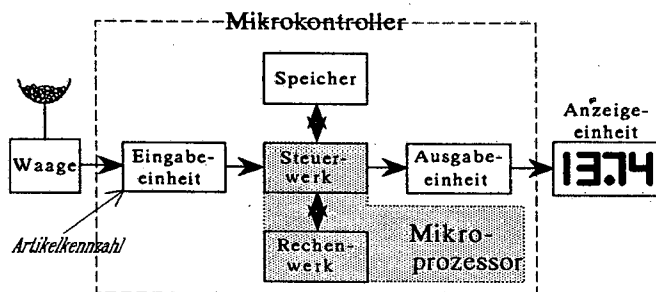


Bild 12: Eingebetteter Computer am Beispiel einer Waage. Diese Steuerungscomputer sind entweder aus einem Mikroprozessor aufgebaut, so wie die PCs, oder aber aus speziellen Mikrokontrollern die bereits zusätzliche Einheiten auf ihrem Chip haben.

Beim Verkauf von Obst z.B. - das abgewogen werden muß - benutzt man heute meistens eine computergesteuerte Waage. Der Ablauf vom Wägen bis zur Nennung des Preises erfolgt automatisch. Ein eingebetteter Computer bekommt über eine Eingabeeinheit das Gewicht mitgeteilt (als Dualzahl), berechnet anhand einer Preistabelle - die in seinem Speicher steht - im Rechenwerk den Preis und gibt diesen über eine Ausgabereinheit an eine Ziffernanzeige weiter. Hier kann der Kunde dann den Preis ablesen.

Die Waage könnte den Preis auch nennen, so wie ein Mensch das tut, dies ist jedoch hier nicht so praktisch, da es zur Zeit noch schwierig ist die Waage zu veranlassen auch auf Rückfragen des Kunden zu reagieren.

Die zentrale Computereinheit mit welcher heute solche Anwendungen realisiert werden nennt man Mikroprozessor oder Mikrokontroller. Die Speicher dieser Computer sind Halbleiterspeicher (Chips); sie enthalten unveränderliche Daten und das Programm in sog. ROMs und ein sog. RAM zur zeitweisen Zwischenspeicherung von Daten. (ROM → engl.: read only memory = Nur-Lese-Speicher, RAM → engl.: random access memory = Schreib-Lese-Speicher).

Ausblick

Für die Weiterentwicklung der Computer sind im Moment keine Grenzen abzusehen, insbesondere wenn man auch ganz neue Lösungsansätze berücksichtigt. Die nahe Zukunft wird uns eine weitere Durchdringung aller Arbeits- und Lebensbereiche des Menschen mit diesen unauffälligen Dienern (oder Sklaven) bringen. Insbesondere die ständig steigenden Ansprüche an Komfort und Freizeit lassen sich nur auf diesem Wege realisieren, nämlich durch den Einsatz von immer mehr und immer "intelligenteren" Sklaven - in Form der Computer.

Große Herausforderungen stellen zur Zeit die Nachbildungen verschiedener menschlicher Fähigkeiten dar, wie z.B. das Erkennen von Bildern bzw. Mustern und der Sprache und zwar sprecherunabhängig. Gerade in diesem Bereich versprechen neuere Entwicklungen, die sog. neuronalen Computer welche die Arbeitsweise des menschlichen Gehirns nachahmen, einen Durchbruch.

Große Probleme bereiten die immer komplexer werdenden Programme. Unentdeckte Programmfehler können verheerende Folgen haben, wie durch viele Beispiele belegbar ist.

Literatur

Hannemann, D., 1991: "Mikroinformatik", Teil 1, ISBN 3-920088-10-7

Gelsenkirchen-Buer, den 2. August 1991