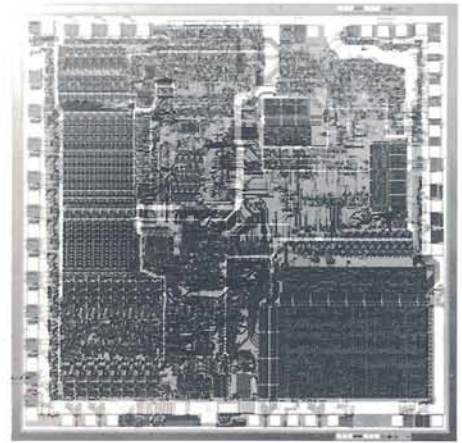


# Technik für uns alle

Zehnte Folge



Innenansicht vom Siemens Mikro-Computer Typ 8086. Hier sind 29.000 Transistoren auf 33 Quadratmillimetern Siliziumfläche vereint.

## Welche Teile sind zum Aufbau eines Mikro-Computers nötig?

Zentrum wird das Gebiet einer Stadt genannt, wo die größte Betriebsamkeit herrscht, weil hier viele Straßen zusammenlaufen und sich hier die unterschiedlichen Werke von Handel und Industrie niedergelassen haben. Diese Beobachtung läßt sich verallgemeinern. Im Blickpunkt ist die Elektronik: Beim Mikro-Computer bildet ein Mikro-Prozessor das Zentrum oder, wie es in der Fachsprache heißt, die Zentraleinheit. Auch hier herrscht größte Betriebsamkeit, Daten treffen über ein Verkehrssystem — dem „Bus“ — ein und müssen in die verschiedenen Werke geleitet und verarbeitet und auf gleichem Wege ausgegeben werden. Wie die Verbindungswege im Mikro-Computer laufen, welche Peripherie sich um das Zentrum gliedert, wo eingegeben, gespeichert, bearbeitet und ausgegeben wird, zeigt am anschaulichsten eine schematische Darstellung.

## Das Ganze soll leben

Neben diesem Aufbau, der nur optisch das dinglich Greifbare, nämlich die Hardware eines Computers beschreibt, ist noch die Software nötig, die den Computer belebt und ihn erst einsatzfähig macht.

Anwender von Mikro-Computern können nur mit den System-Komponenten Hard- und Software arbeiten, weil beide zum System gehören. Fällt eine davon weg, ist der Erfolg gleich Null. Ist eine davon minderwertig, ist der Erfolg zweifelhaft und unrentabel.

## Wie sieht ein Mikro-Prozessor von innen aus?

Mit dem bloßen Auge erkennt man auf dem freigelegten Chip, dem Trägerplättchen eines Mikroprozessors, nur eine verwirrend feine Struktur. Mit einer starken Lupe sind allerdings schon Einzelheiten zu sehen. Eine weitere starke Vergrößerung und ein Schnitt durch das Chip zeigt ein Bild, das nachstehend schematisch dargestellt ist. In ihm läßt sich das Wesentliche der Mikroelektronik, in der alle Mikroprozessoren gebaut sind, erkennen.

Das Bild zeigt, wie ein typisches Bauelement, der Transistor und seine Leitungen in sehr dünnen Ebenen aufgebaut und vereint sind. Man spricht hier darum von Planartechnik (Planum, lat. die Ebene). Dieses technische Wunderwerk läßt sich nur mit äußerster Präzision herstellen: Arbeitsgänge, zu denen ein hohes Know-how gehört. Dennoch, der Aufbau ist auch hier im Prinzip ganz einfach. Der im Schema gezeigte MOS-Transistor (er ist der gebräuchlichste Typ) besteht aus einer Steuerelektrode aus Metall (M), einer Isolierschicht aus Oxid (O) und dem hochreinen einkristallinen Material Silizium (S).

## Funktion des Transistors

Wird an das Metall (die Steuerelektrode) eine Spannung gelegt, sammeln sich in der Kanalzone (n) Ladungsträger und machen sie leitend. Dadurch werden zwei Anschlußgebiete (p) elektrisch miteinander

Schematischer Aufbau eines Mikro-Computers

Das Innenleben der Mikro-Prozessoren wird von Transistoren bestimmt: MOS-Transistor-Schema

In digital-elektronischen Rechnern haben Transistoren die Funktion von Schaltern

Betriebsart 1: Strom schicken  
Schalter geschlossen

Der Transistor ist leitend

Betriebsart 2: keinen Strom schicken  
Schalter offen

Der Transistor ist sperrend

Signalfluß in digitalen Rechanlagen

high, 1, L  
low, 0, 0  
(Kennzeichnungen des Signalzustands)

verbunden. Ohne Spannung an der Steuerelektrode existiert diese Verbindung nicht. Damit ist ein winziger elektronisch funktionierender Schalter für die Zustände „Ein“ und „Aus“ bzw. für die Informationen 1 und 0 realisiert. Seinesgleichen finden sich zu Tausenden auf wenigen Quadratmillimetern.

## Sehr schnelles Schalten — was ist Datenverarbeitung mit digitalen Rechnern?

Bekanntlich können Sendungen eines Radiosenders vom Empfangsgeräten empfangen werden, die auf ihn eingestellt sind. Dabei wird ein Signalrepertoire übertragen, das der Lautsprecher als Musik oder Sprache ausgibt. Auch bei der Datenverarbeitung werden Signale eingegeben und ausgegeben. Aber wie es der Name schon andeutet, findet zusätzlich eine Verarbeitung von Signalen statt, bei der die verschiedenen eingegebenen Signale schnell und fehlerfrei nach logischem Gesetz verknüpft werden. Zur Verknüpfung gehören mindestens zwei binäre Signale:  $x_1$  und  $x_2$ . Das aus ihnen abgeleitete binäre Signal ist y. Die Elektronik von digitalen Rechnern, zu denen auch die winzigen Mikroprozessoren gehören, ist grob betrachtet ein System von Zigtausenden von Schaltern, die nach logischen Regeln elektrisch ein- oder ausgeschaltet werden und damit Rechenarbeit, die Datenverarbeitung leisten. Dabei wird sehr schnell geschaltet: bis zu vielen Millionen Schaltungen in der Sekunde!

## Die Befehle — wer schaltet ein und aus?

Das Programm, ein wichtiges unumgängliches Erzeugnis. Wer einen Mikroprozessor selbst bauen würde, was nur theoretisch wegen der winzigen Abmessung möglich ist, wird feststellen, daß er mit dem Bau nur halbe Arbeit geleistet hat. Warum? Die ganzen Schaltungen arbeiten nicht, denn Sie können nur mit Steuerungssignalen in Gang gesetzt werden, die in ihrer einfachsten Form 1 oder 0 heißen.



1 heißt Strom schicken, 0 heißt keinen Strom schicken. Die Schalter sind abgeschlossen oder offen.

Um die Null von dem Buchstaben „O“ zu unterscheiden wird sie häufig mit einem Schrägstrich versehen: 0.

Statt der Logischen 1 wird oft der Buchstabe L gewählt, damit auch hier keine Verwechslungen möglich sind.

## Das Programm — eine Zusammenstellung von Arbeitsanweisungen

Mikroprozessor-Technik hat, wie in der letzten Folge beschrieben wurde, den Vorteil, daß sie in gewissen Grenzen frei programmiert werden kann. Aber der Anwender hat damit auch eine zusätzliche Aufgabe: Er muß ein Programm herstellen, herstellen lassen oder kaufen.

Dabei ist sehr viel Aufmerksamkeit erforderlich, denn im Gegensatz zum Menschen als Rechner, der gewisse Mängel in seinen Aufgabenstellungen ausgleichen und übergehen und trotzdem zum richtigen Ergebnis finden kann, wird ein Mikroprozessor nur mit einem fehlerfreien Programm sinnvolle Dienste leisten. Wenn ein neuer Maschinentyp gebaut wurde, kommt er auf einen Prüfstand und wird getestet. Das kennt man. Meßgeräte geben Aufschluß über eventuelle Fehler. Ein Programm ist ein theoretisches Produkt und besteht aus Befehlen für die Elektronik — es wird *Software* genannt.

Viele Mitarbeiter unserer Firma befassen sich mit Software. Software von so hohem Niveau, wie sie z.B. für die Systeme Digiset oder Chromacom benötigt wird, erfordert die Arbeit von Spezialisten, nicht nur bei ihrer Entwicklung, sondern auch in der Testphase und in der Weiterentwicklung. Ebenso wie Konstrukteure immer bessere Motoren bauen müssen, haben Software-Spezialisten die wichtige Aufgabe, eine möglichst komfortable Ware anzubieten, denn die Software soll den Laien ohne großes Spezialwissen vergessen lassen, wie „verschlungen“ die Arbeit im Computer läuft.

## Stichworte der Datenverarbeitung

### Binär

werden solche Signale genannt, die mit nur zwei Zuständen darstellbar sind, z.B. durch 0 und 1.

### Digital

wird eine Elektronik bezeichnet, bei der die Ziffer (engl.: digit) 0 oder 1 den Signalfluß bildet. Ein bit (engl.: binary digit, abgekürzt) ist die kleinste Informationseinheit, mit der sich digital elektronisch arbeiten läßt. Es ist ein Schritt, der entweder den Wert 0 oder den Wert 1 hat.

**Flußdiagramm eines Programmes mit der Aufgabe die Zahlen 1...n zu addieren**

```

graph TD
    A[Eingabe von n] --> B[S := 0]
    B --> C[i := 1]
    C --> D[S := S + i]
    D --> E[i := i + 1]
    E --> F{i > n?}
    F -- ja --> G[Ausgabe von S  
S = sum_{i=1}^n i]
    F -- nein --> D
  
```

Das gleiche Programmstück in PASCAL, einer höheren Programmiersprache

```

READ(N); S:=0;
FOR I:=1 TO N DO S:=S+I;
WRITE(S);
  
```

Ein Hilfsprogramm (Compiler) wird dann dazu benutzt diese PASCAL Formulierung automatisch in eine entsprechende Folge von Prozessorbefehlen zu übersetzen, die der Reihe nach ausgeführt das gewünschte Ergebnis liefern

## Das Testen der Software

Software wird getestet, indem man sie in Gang setzt und abwartet, bis ein Fehler auftaucht. Dann wird überlegt und untersucht, wie es zu dem Fehler gekommen ist. Die Verwendung von Testdaten macht die Arbeit leichter. Man weiß dann, was herauskommen muß. Der Fehler wird eingekreist, indem man Programmstücke ablaufen läßt und die Zwischenergebnisse prüft, immer wieder prüft, bis alles perfekt ist.

Es können Programme auch von vornherein mit Testpunkten versehen werden. Ein definierter Datensatz liefert dann vor-ausrechenbare Ergebnisse an den Testpunkten.

### Software

Die von Programmierern hergestellte immaterielle Ware ist ein Programmkomplex, mit dem auf einer vorgegebenen Hardware ein bestimmter Komplex von Funktionen zur Verfügung gestellt wird. Für die Software-Herstellung wird oft mehr Geld ausgegeben als für die Hardware, die Rechner, die damit arbeiten.

### Computer

Englische Bezeichnung für elektronische Datenverarbeitungsanlagen.

## Was heißt Programmieren?

— kurz zusammengefaßt:

Zerlegen einer Aufgabe in kleinste Schritte, die der Rechner als Folge von Befehlen ausführen kann.

Die Aufgabe, die Zahlen 1 bis N zu addieren, läßt sich in eine Reihe von Rechenbefehlen gliedern.

1. Befehl, Setze S: = 0
2. Befehl, Setze I: = 1
3. Befehl, Setze S: = S + I
4. Befehl, Setze I: = I + 1

Entscheide, ob I größer ist als N, wenn ja, dann weiter. Wenn nein, dann zurück auf Befehl 3. I ist die natürliche Zahl, die zu addieren ist. I fängt mit 1 an und wird auf S addiert, bis I gleich N ist.

## Womit wird gerechnet?

Üblicherweise wird mit dezimalen Zahlen gerechnet.

Z.B.  $10 + 12 = 22$

Im Bereich der Computer hat man sich angewöhnt, mit Dualzahlen zu arbeiten, denn sie sind besonders geeignet für die Arbeitsweise im Computer, der ja auch nur mit zwei Zuständen arbeiten kann, nämlich ein und aus. Die Dualzahl beruht auf Potenzen der Zahl 2.

Dezimalzahl	Dualzahl
10	= 01010
12	= 01100
22	= 10110

$$1 \cdot 2^4 + 0 \cdot 2^3 + 1 \cdot 2^2 + 1 \cdot 2^1 + 0 \cdot 2^0 = 22$$

10110 Die Dualzahl beruht auf Potenzen der Zahl 2.

Im Vergleich fällt auf, daß die Dualzahl eine viel größere Anzahl von Stellen hat, aber das macht nichts: der Computer ist ja im Rechnen viel schneller als ein Mensch. Alle Rechenvorgänge des Computers beruhen auf Additionen. Soll er multiplizieren oder dividieren, wird die Formel so umgewandelt, daß eine Rechenarbeit herauskommt, nämlich Zusammenzählen. Daß ein Rechner dennoch rentabel arbeiten kann, beruht auf seiner Geschwindigkeit. Sie liegt bei einem heute gängigen Mikro-Prozessor bei etwa 400.000 Befehlen pro Sekunde, die verarbeitet werden.

Ein Digitalrechner arbeitet immer mit Zahlen, ganz gleich welche Arbeit er zu erledigen hat, in der Buchhaltung, beim Freizeitspiel oder, wie es bei HELL vorkommt in der Verarbeitung von Bildern und Texten. Es müssen also Rechengrößen, die ihrer Natur nach keine Zahlen sind, vor der Verarbeitung im Rechner in Zahlen umgewandelt werden.

Wolf Rustmeier

## Das Thema der nächsten Folge:

**Maschinensteuerung ein Spezialgebiet der Rechnertechnik**