

# Der Weg zur Halbleitertechnologie

Externe Speicher spielen immer dann eine Rolle, wenn bei z. B. Anwendungen im kaufmännischen Bereich die zu verarbeitenden Daten sehr umfangreich sind und sie andererseits auch aufbewahrt werden müssen. Technisch wissenschaftliche Computeranwendungen stehen in einem gewissen Gegensatz dazu. Zu Beginn der 50er Jahre waren in den USA Computer entwickelt worden, die einen externen Magnetbandspeicher besaßen, um diese Anforderungen zu erfüllen. Im März 1951 wurde der erste UNIVAC I von Remington Rand in Betrieb genommen. Seine Magnetbänder bestanden aus Stahl. Die IBM lieferte im Frühjahr 1953 ihren ersten Computer, dessen Magnetbänder aus Kunststoff bestanden. (IBM701) Tabelliermaschinen wurden für die Druckausgabe eingesetzt. "Elektronisches Datenverarbeitungs-system" war seitdem die Bezeichnung.



## 1.1. Externe Speicher:

Eine weitere Neuerung lieferte der Computer IBM 305 RAMAC (Random Access Method for Accounting and Control). Als Technologie der externen Speicherung enthielt die Magnetplatteneinheit bewegliche Schreib- und Leseköpfe. Daraus ergaben sich wesentliche Vorteile. Bisher konnten die Daten vom Magnetband nur hintereinander gelesen werden und auf ein anderes Band geschrieben werden. Dieser Magnetplattenspeicher erlaubte, daß Daten nach ihrer Verarbeitung an dieselbe Stelle zurückgeschrieben werden konnten. Man konnte also mitten in den Datenbestand eingreifen und hatte direkten Zugriff auf die Daten. Die externe Speicherung auf Magnetplatten führte zur Ausweitung der Anwendungsmöglichkeiten und hatte direkten Einfluß auf die Verarbeitungsgeschwindigkeit der Computer.

## 1.2. Interne Speicher:

Das Magnettrommelprinzip war eines der verschiedenen Möglichkeiten der Verwirklichung interner Speicher, wobei an die Kapazität desselben aufgrund der in ihm gespeicherten Programme größere Ansprüche gestellt werden mußten. Bei Buchungsmaschinen spielte z.B. der IBM 650 (Magnettrommelrechner) von 1953 lange Zeit eine große Rolle. Erst Mitte der 50er Jahre ergab sich jedoch erst eine befriedigende Lösung, interne Speicher mit genügend großer Kapazität zu schaffen.

- Magnetkernspeicher von J.W.Forrester

## 1.3. Die Entwicklung von Betriebssystemen

Die Notwendigkeit, eine übergreifende Organisation zu schaffen ergab sich aus einer Reihe von Problemen. Die Programmierung elektronischer Datenverarbeitungssysteme wurde zunehmend komplizierter je mehr unterschiedliche Ein- und Ausgabeeinheiten eingesetzt werden mußten. Die peripheren Einheiten arbeiteten relativ langsam, und dies führte zu einer schlechten Nutzung der Zentraleinheit. Diese wäre in der Lage gewesen, mehrere Programme gleichzeitig abzuarbeiten, wenn die Möglichkeit bestanden hätte, die Programme abwechselnd auszuführen. Zahl und Umfang der einzelnen Anwendungen stiegen sehr schnell, so daß das Zusammenwirken der einzelnen Teile eines Elektronischen Datenverarbeitungssystems besser abgestimmt und die Leistung des Gesamtsystems durch Betriebssysteme rationaler genutzt werden konnten.

## 1.4. Die Entwicklung von Programmiersprachen

Die Typen- und Modellvielfalt für elektronische Datenverarbeitungssysteme nahm seit 1951 immer mehr zu. Bei Einzelherstellern mehrten sich die Probleme hinsichtlich der Entwicklung, der Produktion, des Vertriebs und der Wartung ihrer Systeme. Die Kompatibilität der einzelnen Anwendungsprogramme war nicht gewährleistet, so daß auch beim Verbraucher Probleme auftraten, da die sich rasch entwickelnde Computertechnik ständig mit Neuheiten aufwartete. Das Hauptproblem war nicht die Art des jeweiligen Computers, sondern die Art der damals üblichen Programmierung in der Maschinensprache des jeweiligen Computers. Sie erforderte die Zerlegung der zu programmierenden Aufgabe in kleinste Schritte und auch die genaue Kenntnis der internen Computerabläufe. Der Zeitaufwand der Programmierung nahm zu. Es ergaben sich viele Fehlerquellen und die Fehlersuche gestaltete sich äußerst schwierig. Die Zahl der Programmieraufgaben wuchs, es fehlte jedoch an geeigneten Programmierern. Speziell aus diesem Problem heraus wurde für bestimmte Anwendergruppen -z.B. für die rechnerische Arbeit von Wissenschaftlern und Ingenieuren die Programmiersprache FORTRAN (Formula Translator) bei der IBM entwickelt. 1954

begannen die Arbeiten unter der Leitung von John Backus. 1957/58 wurde der erste "Compiler" (Sprachübersetzer) für FORTRAN entwickelt. Dieser war für das Datenverarbeitungssystem IBM 704, den Nachfolger der IBM 701, verfügbar.

## 1.5. Die Entwicklung von Computerfamilien

Eine logische Schlußfolgerung und ein Weg zur Kompatibilität war die Entwicklung von Computerfamilien, deren einzelne Modelle aufwärts kompatibel waren. Bei allen Anwendern konnte so die Gesamtheit aller Anwendungen abgedeckt werden. Im April 1964 wurde das im IBM System /360 verwirklicht. Zwei Betriebssysteme standen für diese Computerfamilie zur Verfügung:

- DOS/360 für die kleineren und mittleren Modelle
- OS/360 für die großen Modelle

Auf technischem Gebiet lief die Entwicklung parallel und so wurde die Relaisstechnologie durch die Elektronenröhrentechnologie abgelöst und mit einbezogen.

## 1.6. Transistoren statt Elektronenröhren

1948 wurde durch die US amerikanischen Physiker J. Bardeen und W. H. Brattain in den Bell Telephone Laboratories der Punktkontakttransistor und durch W. Shockley der Flächentransistor erfunden. Da die Umsetzung dieser Erfindungen in die Praxis sich als sehr schwierig erwies, nahm dieser Prozeß mehrere Jahre in Anspruch. Erst in der zweiten Hälfte der 50er Jahre war deren Entwicklung soweit fortgeschritten, um in Computern eingebaut werden zu können. Doch die kleinen Dimensionen des neuen Bauelements und das Halbleitermaterial selbst, für das man anfangs Germanium und erst später Silizium verwendete, erschwerten die Herstellung von Transistoren erheblich. Außerdem waren die Bauelemente sehr teuer, da es nur wenige funktionsfähige Transistoren gab. Durch diese und andere Probleme konnten die ersten transistorisierten und neuentwickelten Datenverarbeitungssysteme erst 1959/60 ausgeliefert werden. Zwar wurde durch die neue Technologie die Datenverarbeitungssysteme leistungsfähiger und wurde auf breiterer Basis eingesetzt, aber die Grenzen für eine Weiterentwicklung zeigten sich deutlich. Die Miniaturisierung der Bauelemente, der Baugruppen und der sie verbindenden Leitungen war nötig um diese besagte Grenze zu überschreiten.

## 1.7. Beginn der Miniaturisierung

Ständig neue Ideen und Methoden wurden für die Herstellung entwickelt. Die entscheidende Idee war es, den Transistor nicht mehr aus Einzelteilen zusammenzusetzen, sondern ihn in einem Siliziumkristall aufzubauen. Transistoren, Widerstände, Kondensatoren und Dioden wurden ( „nicht kleiner gemacht, sondern ) zu Schaltkreisen und Baugruppen zusammengefaßt. Diese Integration begann mit einer neuen Stufe des Computer-Aufbaus. Verbunden damit war die rasch zunehmende Automatisierung der Produktionsverfahren bei der Computer-Herstellung.

### 1.7.1. Die diskrete Technik

1959 wurde von IBM ein Standardmodularsystem (SMS) in dem Datenverarbeitungssystem IBM 1401 verwendet, bei dem einzelne Bauelemente oder Schaltkreise auf Schaltkarten gelötet wurden, die bereits die notwendigen Leiterbahnen enthielten. Diese wurden an der Rückseite von Leiterplatten eingesteckt, die eine entsprechende Verdrahtung besaßen.

### 1.7.2. Die hybride Technik

1964, im April, kündigte IBM ein Logikmodul an, bei dem die Transistoren von einem oder mehreren Schaltkreisen zu einem Chip zusammengefaßt und mit den notwendigen Widerständen und Dioden vereint worden war. In der Computer-Familie IBM System/360 wurde diese "Solid Logic Technology" (SLT) eingebaut und seitdem ständig verbessert, da die Zahl der Transistoren pro Modul ständig weiter wuchs.

### 1.7.3. Die monolithische Technik

Der erste Computer mit einer derartigen Technik war das Modell 145 des IBM Systems/370, das 1971 entwickelt und vorgestellt wurde. Durch einen aus einer Vielzahl einzelner Schritte bestehenden Fertigungsprozeß wurde es möglich, mehrere Schaltkreise in einem Chip in einem einzigen Kristall zu vereinen. Auch der interne Speicher, der bis dahin aus einem Magnetkern aufgebaut war, wurde durch einen monolithischen Speicher ersetzt. Der integrierte Schaltkreis wurde möglich.

In der Transistortechnologie ersetzte man die bis dahin verwendeten bipolaren Transistoren durch Metalloxidsilizium-Feldeffekttransistoren (MOSFET).

Sogenannte Wafers ermöglichten eine noch größere Konzentration von Transistoren auf Siliziumeinkristallscheiben. Die Medium-Scale Integration führte in der weiteren Entwicklung zur Large-Scale Integration. ( mittlere zu hochgradiger Integration)