

# Computer für Wissenschaft und Forschung

VON SIEGFRIED SELBERHERR

**Das Zählen als Voraussetzung des Rechnens ist ein derart inhärenter Bestandteil der menschlichen Existenz, daß der Mensch immer nach Wegen gesucht hat, diesen Prozeß zu beschleunigen und zu erleichtern. Um die Bedeutung und die Leistungsfähigkeit heutiger Rechenmaschinen zu begreifen, sollte man zuerst über deren Entwicklung nachdenken. Rechenmaschinen können aus historischer Sicht in vier Kategorien eingestuft werden: händisch, mechanisch, elektrisch und elektronisch.**

Der ABACUS, welcher im zwölften Jahrhundert in China erfunden wurde, ist die erste händische Rechenmaschine, die in manchen Ländern auch noch heute Verwendung findet. Die Funktion des ABACUS beruht auf der Verwendung von zwei Abstraktionen: Kugeln werden als Zählleinheit verwendet (in der Art wie Finger einer Hand) und die Position der Kugeln wird zur Qualifizierung des Typs der Zählleinheit verwendet (z. B. Zehnerereinheit, Hundertereinheit). Derartige Abstraktionen sind die Schlüssel für jede erfolgreiche Rechenmaschine. So übertrug Robert Bissaker im Jahre 1617 die von John Napier erfundenen Logarithmen in Form von Skalen auf nebeneinander gleitende Holzbrettchen und schuf dadurch den ersten Rechenschieber, welcher Multiplizieren durch Addieren von Logarithmen beherrschte. Diese Rechenmaschine hat in unserem Jahrhundert ein beeindruckendes Ausmaß an Ausgereiftheit erlangt, und sie wurde erst vor etwa zehn Jahren durch den elektronischen Taschenrechner verdrängt.

Die Zeit der mechanischen Rechenmaschinen begann 1642 mit einer Entwicklung von Blaise Pascal. Seine Maschine beruhte auf der Verwendung von über Zahnräder und Stifte gekoppelten runden Scheiben mit Zahlen auf dem Umfang. Dieses Konzept ist die Basis aller mechanischen Registrierkassen, welche auch heute noch teilweise in Verwendung sind. 1694 verbesserte Leibnitz das Konzept von Pascal für die Multiplikation durch wiederholte Addition. Weder Pascal noch Leibnitz waren Ingenieure, so daß ihre Maschinen mechanische Konstruktionsmängel zeigten. Es dauerte bis zum 19. Jahrhundert, bis die Technologie der erforderlichen Mechanik hinreichend ausgereift war, um mechanische

Univ.-Doz. Dipl.-Ing. Dr. Siegfried Selberherr ist Oberassistent am Institut für Allgemeine Elektrotechnik und Elektronik (Abteilung für Computerunterstützte Konstruktion) der TU Wien.

Rechenmaschinen tatsächlich einzusetzen. 1823 ersann der Engländer Charles Babbage praktisch alle grundlegenden Ideen moderner Rechner, welche damals auf Grund technologischer Schwierigkeiten ebenfalls nur bedingt in die Realität umgesetzt werden konnten. Babbage setzte mit seinem Konzept des „Difference Engine“, bei welchem ein Rechen-

problem partitioniert von kommunizierenden, unabhängigen Rechenwerken gelöst wird, sogar den Grundstein für modernste Parallelrechner.

Um 1930 wurden die mechanischen Konzepte durch die Unterstützung von Elektromotoren erweitert, wodurch die Ära der elektrischen Rechenmaschinen eingeleitet war. Neue Mög-

*Nur ein Mercedes ist ein Mercedes*

## Intelligent statt permanent.



### Die denkenden Fahrodynamik-Systeme von Mercedes-Benz.

Alle Fahrodynamik-Systeme von Mercedes-Benz treten elektronisch gesteuert nur dann in Kraft, wenn die Fahrsituation es erfordert. Das Resultat: souveränes Vorwärtskommen auch unter extremen Bedingungen.

ASD – das elektronisch-automatische Sperrdifferential für leichteres Anfahren – besonders im Winter.

ASR – die elektronisch-automatische Antriebs-Schlupf-

regelung. Deutlicher Zugewinn an Stabilität und Traktion sind die Folge.

4MATIC – der elektronisch-automatische Vierradantrieb. Hauptnutzen: Er setzt nur in Situationen ein, in denen der Vierradantrieb objektiv Vorteile bringt.

Das Ergebnis: Streif-Entlastung und noch mehr Fahrqualität. Durch intelligent eingesetzte Elektronik von Mercedes-Benz.

Überzeugen Sie sich durch eine Probefahrt. Bei Ihrem Mercedes-Benz Partner.



**MERCEDES-BENZ**  
Ihr guter Stern auf allen Straßen.

lichkeiten, wie die Berechnung der Quadratwurzel, konnten nun verwendet werden. Zuse entwickelte 1941 die erste programmgesteuerte elektromechanische Rechenmaschine, den Computer mit Namen Z3.

Eckert und Mauchly stellten 1946 die erste mit Röhren bestückte Rechenmaschine namens ENIAC vor. Das Zeitalter der elektronischen Rechenmaschinen hatte begonnen. Schon 1957 folgte der Österreicher Heinz Zemanek mit dem an der Technischen Hochschule Wien entwickelten MAILÜFTERL, dem ersten Computer mit diskreten Transistoren. Im Oktober 1965 kündigte die amerikanische Firma Victor den ersten Computer mit integrierten Halbleiterschaltungen (29 Stück mit insgesamt 21.000 integrierten Transistoren) an. Ein Durchbruch war gelungen. Das Zeitalter der Informationsverarbeitung konnte beginnen.

Die Computer von heute eröffnen der Wissenschaft und Forschung ein vollkommen neues Szenario. Die Lösung von Problemen, welche man noch vor wenigen Jahren als utopisch abgetan hat, ist auf Grund der enormen Leistungsfähigkeit heutiger Supercomputer möglich geworden. Die Abbildung zeigt die theoretische Maximalleistung aktueller Superrechner, aufgetragen über dem Einführungsdatum im logarithmischen Maßstab. Die Leistung ist angegeben in sogenannten MFlops, das sind Millionen „Floating Point“ (= Gleitkomma) Operationen pro Sekunde. Die absolute theoretische Spitzenleistung liegt heute also bei 10.000.000.000 Gleitkomma Operationen pro Sekunde. Die zu erwartende Steigerung der Leistungsfähigkeit für die nächsten zehn Jahre wird dabei von internationalen Experten auf etwa einen Faktor 2000 (!) geschätzt. Es ist leicht einzusehen, daß derartige Kapazitäten eine signifikante Auswirkung auf unser aller Leben haben werden. Um so schwerer ist es jedoch, diese Auswirkungen im Detail zu prognostizieren, zumal die Erfahrung lehrt, daß die menschliche Phantasie im Abschätzen der Auswirkung technologischer Entwicklungen sehr bescheiden ist.

Die in der Graphik angegebenen Superrechner verdanken ihre große Rechengeschwindigkeit dem Parallelisieren und/oder dem „Pipeline“-Prinzip. Diese Rechnerarchitekturen ermöglichen es, Rechenoperationen mit ganzen Feldern von Variablen gleichzeitig und/oder überlappend bei Unterteilung einer Rechenoperation in verschiedene Schritte gemäß dem Förderbandprinzip in der Automatisierung durchzuführen.

Diese Supercomputer werden entweder in den USA oder Japan produziert. Die quadratischen Symbole im Bild kennzeichnen japanische Fabrikate; achteckige Symbole bedeuten amerikanische Fabrikate. Der durch ein Dreieck gekennzeichnete Rechner YH1 ist ein chinesischer Nachbau der inzwischen legendären Cray 1, und der ebenfalls durch ein

Dreieck gekennzeichnete Rechner PS2000 ist ein russischer Nachbau der CDC-205/4. Eigenentwicklungen von Superrechnern dürfte es in diesen Ländern heute noch nicht geben.

Superrechner kosten heute etwa 100 Mio. öS. Dies mag ein Grund sein, weshalb in Österreich noch kein derartiges Modell installiert worden ist.

Eine Frage, die im Zusammenhang mit Superrechnern wiederholt gestellt wird, bezieht sich auf die Sinnhaftigkeit derselben. Kann man solche Computer überhaupt noch mit sinnvollen Aufgaben auslasten? Ohne einen zu weiten Exkurs in wissenschaftliche Details machen zu müssen, kann man diese Frage mit einem klaren Ja beantworten. Einige Beispiele, wo die Leistungsfähigkeit heutiger Supercomputer gerade die bescheidensten Anforderungen erfüllt, sind: in der Pharma-

forschung die Entwicklung nebenwirkungsarmer Medikamente; in der Automobil- und Flugzeugindustrie die Analyse des Unfallverhaltens und die Verbesserung der Ausnutzung des Treibstoffes; in der Medizin die Analyse des Ausbreitungsverhaltens kranker Zellen (man denke an Krebs, AIDS etc.); in der Materialforschung die Analyse elementarer Zusammenhänge der Materie, in der Meteorologie die Vorhersage von Wetter und Naturkatastrophen, in der Astronomie die Analyse des Kosmos, in der Philologie die Analyse der Struktur und Entwicklung einer Sprache.

Es wird niemals eine derartig leistungsfähige Rechenmaschine geben, welche nicht von einem Wissenschaftler, der seinem Drange folgt, die Welt besser zu verstehen, zur Gänze sinnvoll ausgelastet werden kann. ●

