

## Die Geschichte der modernen Steuerungstechnik

# Von den Relais bis zur Hochleistungs-CPU

Kaum ein Bereich der Automatisierungstechnik hat sich dank der Mikroelektronik so rasant entwickelt wie die Steuerungstechnik. Selbst Konrad Zuse baute seinen Z1 1938 noch mechanisch auf. Betrachtet man die Entwicklung – von mechanischen Rechenmaschinen, über Röhren und Transistoren bis zum heutigen Mikroprozessor – zeigt dies eine doppelt exponentielle Steigerung der Leistungsfähigkeit. Davon haben natürlich auch SPSen und IPCs profitiert.

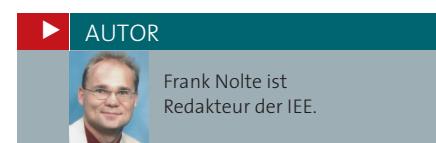
► Bis in die Anfänge der siebziger Jahre prägten Schaltkreissysteme die Steuerungstechnik. Sie lösten ihre Aufgaben durch Hardware-Verbindungen zwischen einfachen logischen Schaltkreisen – mit frappierenden Nachteilen. Da die Hardware aus unzähligen elektrischen oder pneumatischen Schaltkreisen bestand, die man alle logisch miteinander verknüpfen musste, benötigten diese Systeme einen enormen Platzbedarf und waren extrem unflexibel. Kleine Änderungen in einem Steuerungsablauf zogen oft große Umbauarbeiten an der Hardware nach sich. Dann erblickte die SPS das Licht

der Steuerungswelt und leitete einen Paradigmenwechsel ein.

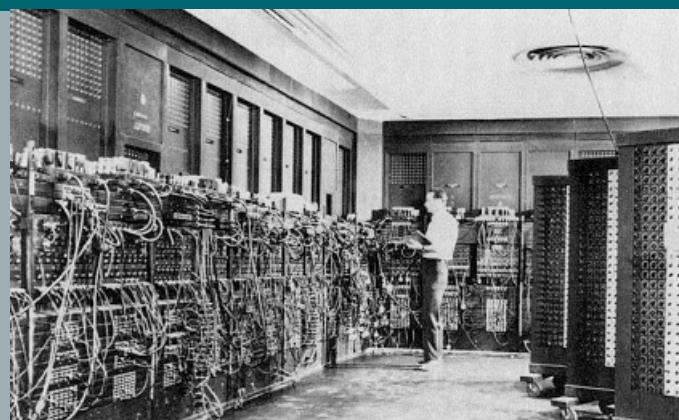
### SPS macht die Steuerung Hardware-unabhängig

Die erste SPS, Ende der 60er Jahre bei General Motors entwickelt, zeichnete sich durch eine extrem starkstromnahe Ausführung aus und wurde mit den gleichen Leitungen und Werkzeugen wie Schützsteuerungen angeschlossen. Der wesentliche Nutzen zeigte sich in der Hardware-Unabhängigkeit. Steuerungsaufgaben ließen sich jetzt in Form von Software-Programmen umsetzen. Im Zuge der Wei-

terentwicklung der SPS wuchs das Angebot durch in Leistung sowie Ausbaugrad abgestufte Ausführungen mit den dazugehörigen Signalumformern für verschiedene Ein- und Ausgangsspannungen beziehungsweise Ausgangsströme. Hinzu kam, dass kurze Reaktionszeiten den Einsatz schneller Prozessoren erforderten. Einer der wichtigsten Erfolgsfaktoren der SPS war ihre einfache Hand-



1938 baute Konrad Zuse seine Z1. Sie verfügte über einen Speicher für 64 Gleitkommazahlen mit je 22 Bit. Das mechanische Rechenwerk beherrschte die Operationen Addition, Subtraktion, Multiplikation, Division, Dezimal-Dual- sowie Dual-Dezimal-Umwandlung – leider etwas unzuverlässig.



1946 wurde mit dem ENIAC der erste elektronische digitale Universalrechner in Dienst gestellt. Er beanspruchte eine Fläche von 10 x 17 m und wog 27 t. Der Stromverbrauch der 17468 Elektronenröhren, 7200 Dioden, 1500 Relais, 70000 Widerstände und 10000 Kondensatoren lag bei 174 kW.



# all-electronics.de

ENTWICKLUNG. FERTIGUNG. AUTOMATISIERUNG



Entdecken Sie weitere interessante  
Artikel und News zum Thema auf  
all-electronics.de!

Hier klicken & informieren!



habung. Die robuste Aufbautechnik benötigte keinen Lüfter und erlaubte den direkten Anschluss externer Leitungen in Schraub- oder Stecktechnik.

Auch die Programmierumgebung entwickelte sich weiter. Programmiergeräte ermöglichen nicht nur die Erstellung, sondern auch das Korrigieren und Dokumentieren der Programme sowie die Inbetriebnahme der Anlage und die Fehlersuche. Um die Funktionsabläufe beobachten und dokumentieren zu können, konnten Standardperipheriegeräte wie Drucker und Sichtstationen an die Steuerungen angeschlossen werden.

### Robustheit als Erfolgsfaktor

Der nächste Innovationssprung in der Geschichte der SPS war die Dezentralisierung der Ein- und Ausgänge. Die Triebfeder für diesen Strukturwandel war die Reduzierung der Verkabelungskosten. Die E/A-Peripherie wurde über dünne 2- oder 4-Drahtleitungen mit der zentralen Steuerung verbunden. Da die Signale in wenigen Millisekunden übertragen werden konnten, ergaben sich Reaktionszeiten, die für die meisten Anwendungen genügten. Die neuen Anwendungsbereiche, welche sich der SPS eröffneten, verlangten nach einer gemeinsamen Konvention, damit alle Peripheriegeräte an Feldbusse angeschlossen werden konn-

ten. Deshalb begann Anfang der 90er Jahre der Standardisierungsprozess mit der Schaffung der IEC 1131-3-Norm. Ziel war, eine zukunftssichere und für jeden Hersteller offene Norm für Programmierung und Schnittstellen festzulegen.

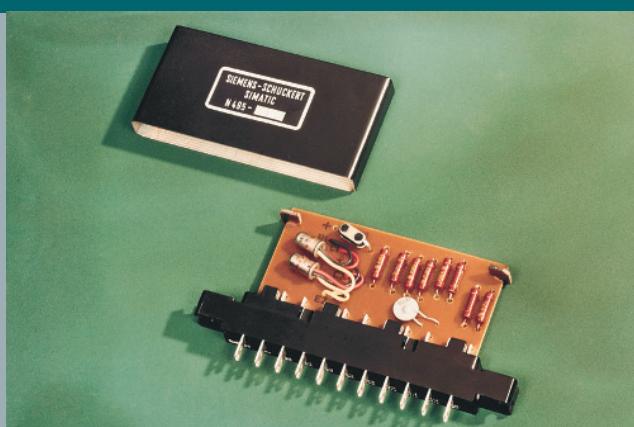
Rückblickend auf die Entwicklung der SPS zeigt sich, dass die wesentliche Eigenschaft für ihren Erfolg die Robustheit war. Aus diesem Grund spielt die SPS auch noch heute eine zentrale Rolle in der Steuerungstechnik. Moderne Ausführungen sind einfach, modular und ohne Lüfter aufgebaut. Oft lassen sich Baugruppen sogar unter Spannung ziehen oder stecken. Während die SPS früher mehr die klassischen Steuerungsaufgaben des Steuerns übernahm, kennzeichnet sie sich heute zusätzlich durch ein großes skalierbares Angebot an Technologiefunktionen, wie Zählen, Messen, Positionieren, Regeln oder Nockensteuern. Viele moderne SPSEN sind klassische Computersysteme (Microcontroller, PC-basiert) mit einer Basissoftware, die aus einem Echtzeitbetriebssystem und SPS-spezifischen Bausteinen bestehen, die Addierer und sonstige Verknüpfungsglieder nachbilden. Durch abgestufte CPU-Spektren stehen verschiedene Ausführungen vom Einsteiger-Gerät bis hin zum Hochleistungsmodell zur Verfügung. Bei einigen SPSEN besteht sogar die Möglichkeit,

für noch mehr Leistung mehrere CPUs im Multicomputing zusammenarbeiten zu lassen.

### Mit Relais und Röhren fing alles an

Wer mehr Rechenleistung benötigt und nicht ganz so viel Wert auf Robustheit und deterministisches Verhalten legt, verwendet heute einen Industrie-PC. Dass Computer einmal Maschinen und Anlagen steuern würden, daran hat vor gut 65 Jahren wohl noch niemand gedacht.

In den 30er Jahren bestand das Rechenwerk eines Computers zunächst aus Relais und mechanischen Bauelementen. Auch Konrad Zuse versuchte es erst einmal mit Mechanik. Seine Z1 arbeitete allerdings bereits mit dem Binärsystem und war frei programmierbar – genauer: Sie arbeitete nicht, denn die komplexe Mechanik wollte nie so richtig funktionieren. Der Durchbruch kam erst mit der relaisbasierten Z2 und deren Nachfolgern Z3 und Z4. Trotzdem gilt die Z1 heute als der erste frei programmierbare Computer der Welt. Zuse hatte seine ersten Geräte mit Relais aufgebaut – erstens weil er diese leichter bekommen konnte und zweitens weil ihm die Röhrentechnik suspekt war. Dabei waren die Vorteile der Vakuumröhren bestechend, schließlich



1959: Die aus Transistororschaltungen bestehenden Steuerungs- und Regelungsbausteine des Simatic-Systems erlauben das Realisieren von Schaltungen zum logischen Verknüpfen, Speichern, Zählen und Rechnen.



1964 entwickelte DEC mit dem PDP-8 den ersten Kleinrechner. Durch die Portabilität und den verhältnismäßig simplen Aufbau konnte dieser Rechner auch in kleineren Industriebetrieben eingesetzt werden und Marktnischen füllen, die mit Großrechnern bisher nicht zu erreichen waren.

hatten sie Schaltzeiten, die nur bei einem tausendstel derer eines Relais lagen. Deswegen begann man in den 40er Jahren Computer mithilfe von Röhren zu bauen, wodurch sie schneller und weniger störanfällig wurden. In den frühen 60ern wurden die Röhren dann sukzessive von den Transistoren verdrängt. Den ersten volltransistorisierten und in Serie hergestellten Computer mit der Bezeichnung Siemens 2002 brachte die Siemens AG 1957 heraus.

### Von Chips und CPUs

1962 kamen in den USA die ersten integrierten Schaltungen auf den Markt. Auf einem fünf Quadratmillimeter großen Siliziumplättchen waren acht Transistorfunktionen mit allen Verbindungsleitungen und Kontakten untergebracht. 1969 fasste ein Chip schon 64 Schaltkreise mit 664 Transistoren. Diese zunehmende Integration von immer mehr Transistor- und Gatterfunktionen auf einem Chip führte dann fast zwangsläufig zu dem, was heute als Mikroprozessor bekannt ist.

Im Jahr 1971 stellte Intel mit dem 4004 die erste CPU auf einem Chip vor. Mit nur 4 Bit breiten Registern und einer Taktfrequenz von knapp über 100 kHz war der 4004 aber nicht gerade besonders leistungsfähig. Seine im Vergleich mit den klassischen CPUs äußerst kompakte Bauform verhalf dem Mikroprozessor aber schließlich trotzdem zum Durchbruch. Bekanntlich sind heute bereits Prozessoren mit 2 GHz und 2 Gbyte RAM im Einsatz, wobei ein geringer Stromverbrauch inzwischen fast wichtiger ist als die Taktrate.

### Mit embedded zum Mond

Das gilt vor allem für Embedded-Systeme, die sich auf Grund ihrer Vorteile in der Industrie einen festen Platz erobert haben. Sie basieren meist auf derselben Hardware wie Arbeitsplatzcomputer, unterliegen jedoch stark einschränkenden Randbedingungen: Minimale Kosten und damit geringer Platz-, Energie-, Speicher- verbrauch. Die Fertigung in großen Stückzahlen, oft im Millionen-Bereich, ist ein weiterer wichtiger Punkt zur Kostenredu-

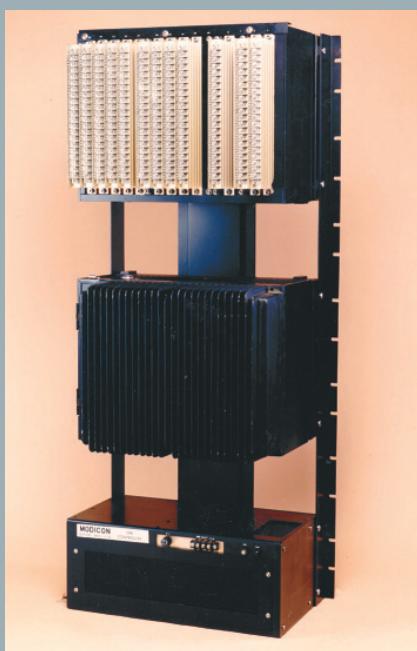
zierung. Die einzelnen Komponenten wie Prozessor und RAM basieren häufig auf Weiterentwicklungen älterer Komponenten, was die Langlebigkeit steigert, Stromverbrauch und -kosten jedoch senkt.

Ein ROM- oder Flash-Chip ersetzt meist mechanische Speicherkomponenten wie eine Festplatte, da bewegliche Teile Verschleiß bedeuten, der im industriellen Umfeld besonders unerwünscht ist. Wenn überhaupt, dann gibt es meist nur ein Tastenfeld und die Ausgabe wird – so weit vorgesehen – durch ein LCD realisiert. Embedded Systems vereinigen daher durch ihre oftmals sehr hardwarenahe Konstruktion die große Flexibilität von Software mit der Leistungsfähigkeit der Hardware.

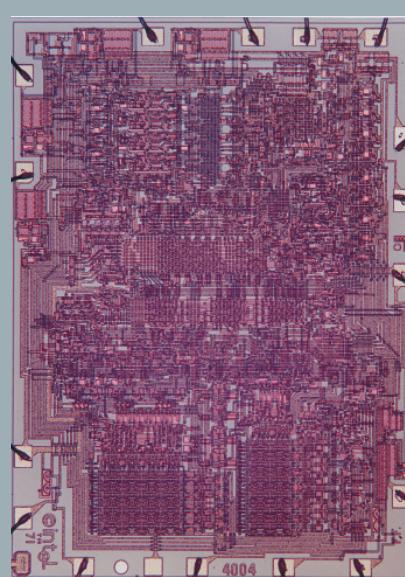
Das erste bemerkenswerte moderne Embedded System war der von Charles Stark Draper zusammen mit dem MIT Instrumentation Laboratory entwickelte Apollo Guidance Computer. Zwei dieser Systeme wurden bei jedem Flug auf den Mond für die Steuerung verwendet.

### Das Ganze im Fokus

Aktuell versucht die Automatisierungs- technik, sich nicht mehr an der Entwicklung individueller einzelner Komponenten zu orientieren. Viel mehr steht die Schaffung ganzheitlicher, durchgängiger Systeme, die zu einer Gesamtlösung zusammengefügt werden können, an erster Stelle. Dabei kommt es auf eine ganzheitliche Betrachtung der Anlage beziehungsweise der Maschine an. Neben der Realisierung der Produktionseinrichtung gehört dazu auch die Umsetzung der im Betrieb ablaufenden Produktionsprozesse, die der Manufacturing Execution Systems (MES)-Ebene zugeordnet sind, wie Auftragssteuerung, Material-, Qualitäts- oder Maintenance-Management. Die heute häufig vorhandenen Insellösungen, bei denen mehrere Experten mit abgegrenzten Verantwortungsbereichen und Kompetenzen ihre Teilaufgabe im Gesamtprozess bewältigen, verschmelzen dabei zu einem durchgängigen Workflow. □



1967 realisierte das Entwickler-Team Robert Morley mit der Modicon 084 die erste industriell eingesetzte SPS.



1971 brachte Intel mit dem 4004 den ersten in Serie produzierten Ein-Chip-Mikroprozessor auf den Markt. Er besaß 2250 Transistoren und hatte eine Strukturbreite von 10 µm sowie eine Taktfrequenz von 108 kHz.