

Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins, des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen = Bulletin de l'Association suisse des électriciens, de l'Association des entreprises électriques suisses

Herausgeber: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen

Band: 71 (1980)

Heft: 21

Artikel: Software in der Nachrichtentechnik

Autor: Simmen, A.

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-905307>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 26.01.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Software in der Nachrichtentechnik

Von A. Simmen

681.3.06: 621.39;

Die Verwendung von Prozessoren erhält laufend zunehmende Bedeutung für die Geräte und Systeme der Nachrichtentechnik. Die für die Nachrichtentechnik typischen Einsatzarten und Betriebsbedingungen erfordern entsprechende Software-Techniken für die Programmierung der Prozessoren. Diese Technologie verleiht den neuen Produkten grosse Leistungsfähigkeit, sie prägt aber auch die Entwicklung und z.T. den Unterhalt dieser Produkte.

L'utilisation de processeurs devient de plus en plus importante pour la commande d'appareils et de systèmes des télécommunications. Le logiciel pour ces processeurs doit correspondre aux conditions d'utilisation et d'exploitation spécifiques à ce genre d'équipement. Cette technologie confère à ces nouveaux produits une puissance accrue tout en influençant leur développement et, en partie, leur maintenance.

1. Einleitung

Der Einsatz von Mikroprozessoren, von Minicomputern und Grosscomputern in den Geräten und Systemen der Nachrichtentechnik erlaubt es, dem rasch wachsenden Bedarf an Verkehrskapazität und Dienstleistungen zu folgen. Die Anwendungsbeispiele reichen vom kleinen Mikroprozessor im Telefonapparat bis zum Grosscomputer im Satelliten-Verbundnetz. Damit diese Prozessoren und Computer richtig funktionieren, braucht es zusätzlich zum Material, der «Hardware», auch die Programme, die «Software».

Die Einsatzarten und Betriebsbedingungen der Nachrichtentechnik bestimmen die grundsätzlichen Anforderungen an die einzusetzende Software. Andererseits werden die Geräte und Systeme geprägt durch die Software-Technologie. Diese gegenseitige Wechselwirkung von Software und Nachrichtentechnik soll im folgenden anhand einiger Beispiele veranschaulicht werden.

2. Anforderungen an die Software

Die Art und Weise, wie die Geräte in der Nachrichtentechnik eingesetzt werden, bestimmt einige typische Anforderungen an die Software, welche in diesen Geräten steckt. Jede Anforderung für sich genommen ist nicht eine Exklusivität der Nachrichtentechnik, aber die Summe aller dieser Anforderungen ergibt ein Anforderungsprofil, das für die meisten nachrichtentechnischen Projekte typisch ist.

2.1 Zuverlässigkeit im 24-Stunden-Dauerbetrieb

Die aus anderen Anwendungsgebieten bekannten Erscheinungen, wie z.B. «Anlage nachts wegen Wartungsaufgaben ausser Betrieb» oder «nach Netzausfall Programm neu laden», sind im allgemeinen nicht zulässig. Die Soft- und Hardwarekonzepte müssen entsprechend ausgelegt werden. Man stelle sich die Folgen vor, wenn die Zentrale eines Fernwirk- oder Alarmsystems ausgerechnet während eines Alarms ausser Betrieb wäre!

2.2 Real-Time

In der Nachrichtentechnik arbeiten die Geräte im sog. Real-Time-Betrieb, d.h. im Echtzeit-Betrieb. Die zeitlichen Abläufe im Prozessor sind mit den zeitlichen Abläufen ausserhalb des Gerätes korreliert. Wenn der Telefonbenutzer den Hörer abhebt und eine Verbindung wählt, muss der Prozessor in der Telefonzentrale sofort reagieren, er kann diese Arbeit nicht später in Angriff nehmen. In bezug auf die Real-Time-Anforderung haben die Gebiete der Nachrichtentechnik und der Prozesssteuerung (Process Control) viel Gemeinsames.

Der Gegensatz zum Real-Time-Betrieb ist der sog. Batch-Betrieb, bei dem der zeitliche Ablauf nicht festgelegt ist: Der

EDV-Anlage, welche die Steuerrechnung ausrechnet, wird nicht vorgegeben, wann und wie lange sie rechnen soll; man erwartet höchstens aus wirtschaftlichen Überlegungen eine kurze Rechenzeit.

Im Real-Time-Betrieb kann der Parameter «Zeit» dem Software-Designer harte Nüsse zum Knacken geben. Besonders anspruchsvoll werden die Problemlösungen in den Fällen, in denen viele Ereignisse, die untereinander zeitlich nicht korreliert sind, auf den Prozessor einwirken. Ein typisches Beispiel ist wiederum die prozessorgesteuerte Telefonzentrale. Der Prozessor muss richtig arbeiten, unabhängig davon, ob einer oder viele Teilnehmer gleichzeitig eine Verbindung aufbauen wollen. Er muss die gleichzeitig eintreffenden Verbindungswünsche zeitlich quasi parallel bearbeiten. Diese Technik der sog. parallelen Prozesse ist eines jener Gebiete, in denen die Software-Technologie heute mit grossen Mitteln weiterentwickelt wird.

2.3 Benutzerfreundlichkeit für den Normalverbraucher

Prozessorgesteuerte Geräte weisen eine sehr grosse Leistungsfähigkeit auf. Diese Leistungsfähigkeit kann aber nur voll ausgenutzt werden, wenn der Benutzer das Gerät auch richtig bedienen kann. Die Benutzer speziell der Teilnehmerendgeräte sind aber keine Fachleute. Eine vollelektronische, programmgesteuerte Haustelefonzentrale oder ein Linienwähler, zwei typische Beispiele, müssen so gestaltet sein, dass sie der Normalverbraucher problemlos bedienen kann.

2.4 Lebensdauer der Geräte

Die von den Behörden eingesetzten nachrichtentechnischen Ausrüstungen haben eine Lebensdauer von 15 bis 30 oder noch mehr Jahren. Wie und wie lange der Software-Support für Änderungen und Erweiterungen eines bestimmten Gerätetypen in der noch jungen und sich schnell wandelnden Prozessor-technik aufrecht erhalten werden kann, ist ein typisches Problem der Nachrichtentechnik.

3. Vorstellung einiger Produkte

Die Softwaretechnologie ermöglicht laufend bessere Leistungsmerkmale der prozessorgesteuerten Geräte. Sie prägt aber auch die Entwicklung dieser Geräte. Am besten lässt sich das anhand einiger Beispiele verfolgen, die so gewählt sind, dass verschiedene Grössen von Prozessoren (Hardware) vorkommen.

Wie Figur 1 vereinfacht zeigt, ist die kleinste Prozessor-Hardware ein «Single-Chip»-Mikroprozessor. Der grössere Bruder ist ein Multichip-Mikrocomputer, und oben schliesst der Minicomputer an. Weiter oben könnte man den Gross-

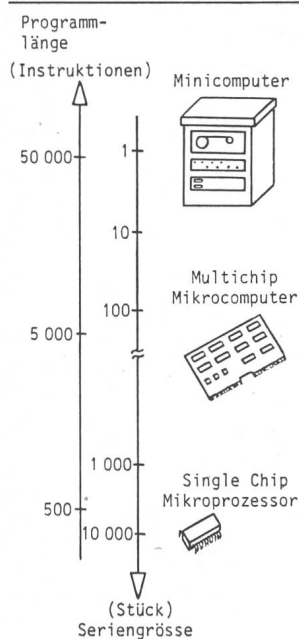


Fig. 1 Prozessorgröße, Programmlänge und Seriengröße

computer anfügen. Je komplexer die Aufgabenstellung, desto grösser wird die zu verwendende Hardware und desto länger wird auch das Programm, das dafür zu schreiben ist. Umgekehrt verhält es sich mit den Seriengrößen der zu fertigenden Geräte: Je kleiner die Geräte sind, desto grösser ist im allgemeinen der Absatzmarkt und damit die Seriengröße. Dies ist zu berücksichtigen bei der Optimierung der Arbeitsaufteilung und damit der Kostenaufteilung auf die Entwicklung und auf die Produktion eines Gerätetypen.

3.1 Universaltelefon

Die in Figur 2 gezeigte Telefonstation gehört zu einer Gerätefamilie von Geschäftstelefonapparaten, die dem Benutzer wahlweise eine Reihe von Möglichkeiten bieten: Man kann sich damit auf eine zweite Telefonleitung aufschalten, ein Anruf kann automatisch umgeleitet werden, im Lautsprecherbetrieb kann ohne Mikrotel telefoniert werden, in einer Typenvariante ist für Datenübertragung ein Modem eingebaut usw. Die Figur 3 zeigt schematisch die Ein- und Ausgänge des «Single-Chip»-Mikroprozessors in einer häufig vorkommenden Geräteversion des Universaltelefons. Die wichtigsten Aufgaben bzw. Funktionen des Mikroprozessors lauten:

Bedienungskomfort des Telefons	→ Kombinatorik
Rufsignalaufbereitung	→ Bandpass
Tastentprellung	→ Tiefpass
Signalisiererrhythmen	→ Zeitregister (16 unabhängige Register)
Initialisierung und Überwachung	→ Zustandskontrolle nach Netzausfall, Sicherung des Notbetriebes

Anstelle des Mikroprozessors hätten diese Funktionen, rein von der Technik her gesehen, auch mit logischen Bausteinen ohne Prozessor und damit ohne Software gelöst werden können (sog. diskrete Lösung). Die Untersuchungen haben jedoch gezeigt, dass die Mikroprozessor-Lösung unter Berücksichtigung aller Aspekte (Platzbedarf, Preis, Qualität) vorteilhafter ist.

Die Länge des Programms in diesem Mikroprozessor ist in Anbetracht der vielen Funktionen, die dieser «Chip» ausführt, überraschend klein: Es sind nur etwa 400 Instruktionen oder Befehle.

Dieses Universaltelefon wird in grossen Stückzahlen gefertigt; es hat sich deshalb gelohnt, bei der Entwicklung die Hard- und Software mit zusätzlichem Aufwand so zu optimieren, dass das Gerät möglichst preiswert hergestellt werden kann.

3.2 Zeittaktgeber

Der Zeittaktgeber nach Figur 4 wird in allen Telefonzentralen der Schweizerischen PTT eingerichtet werden. Er erlaubt der PTT z.B. die Einführung des Niedertarifs im Ortskreis. Durch Tarifywahlbefehle können die gewünschten Zeitimpulse auf die Zeittaktverstärker geschaltet werden. Wie aus dem Blockschema in Figur 5 ersichtlich ist, besteht das Gerät aus einer ganzen Reihe von Prozessoren. «Single-Chip»-Mikroprozessoren sind 31mal vorhanden (einer pro Zeittaktverstärker), und diese werden von 3 Multichip-Mikrocomputern Typ 8085 gesteuert.

Aus Sicherheitsgründen ist das System zur Zeittakterzeugung doppelt vorhanden. Im Normalbetrieb ist eines dieser Systeme im Wartezustand; das andere System ist aktiv. Im Fehlerfall wird automatisch durch den Überwachungsmikrocomputer auf das andere System umgeschaltet. Bei Ausfall des Überwachungsmikrocomputers kann die Zeittakterzeugung weiter funktionieren. Die ausgeklügelten Sicherheits- und Überwachungsverfahren unterstützen auch die Arbeit des Servicemannes. Im Unterschied zur bekannten Bauweise, bei der im ganzen Gerät verstreut auf jeder Leiterplatte Kontrollmesspunkte und Lämpchen anzutreffen sind, werden beim Zeittaktgeber alle Zustands- und Fehlermeldungen zentral alphanumerisch angezeigt. Der Servicemann kann über nur zwei Tasten das Gerät warten und allfällige Fehler lokalisieren. Zum Beispiel würde ein defekter Ausgabespeicher auf Platz 24 folgende Fehlermeldung auf dem Anzeigefeld des Gerätes auslösen: DEF AGS PLATZ 24.

Die Art von Problemlösung mit mehreren Mikroprozessoren, eine Art von «Multiprocessing», kommt immer häufiger vor und hat eine Reihe von Vorteilen gegenüber einer Lösung mit nur einem Mikroprozessor. Ein Vorteil liegt z.B. in der Betriebssicherheit: Der Ausfall eines Mikroprozessors verursacht einen Totalausfall beim Gerät, in welchem alles mit einem einzigen Mikroprozessor gelöst wird; im Gerät mit mehreren Mikroprozessoren wird höchstens ein Teilausfall verursacht. Dem Entscheid in der Designphase über die Struktur bezüglich der Anzahl Mikroprozessoren kommt sehr grosse



Fig. 2 Universaltelefon mit eingebautem Mikroprozessor

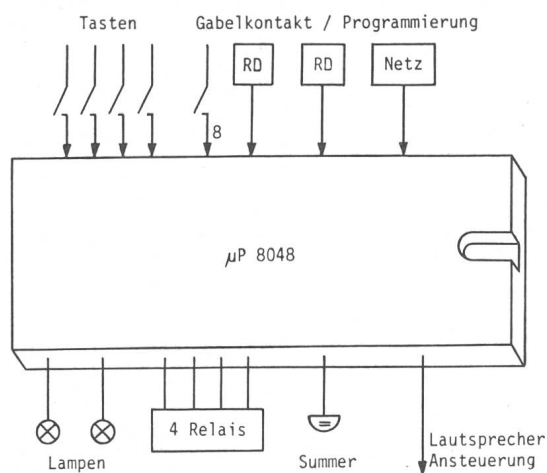


Fig. 3 Schematische Darstellung der Ein- und Ausgänge eines «Single-Chip»-Mikroprozessors in einem Universaltelefon
RD Rufdetektor
µP Mikroprozessor

Bedeutung zu. Die Multiprozessor-Lösung bringt den Softwareleuten Vor- und Nachteile. Ein Vorteil liegt darin, dass die Aufgaben der einzelnen Mikroprozessoren einfacher und übersichtlicher werden, was die zu schreibende Software vereinfacht. Demgegenüber müssen spezielle Programme geschrieben werden, welche die Funktionen der einzelnen Mikroprozessoren koordinieren und den notwendigen Informationsaustausch besorgen. Diese Programme sind namentlich in der Phase der Definition (Pflichtenheft) und in der Testphase (z. B. Belastungssimulationen) anspruchsvoll. Die Programmlänge der Software in den Mikroprozessoren der Zeittaktverstärker ist ähnlich wie beim vorherigen Beispiel des Universaltelefons: Es sind etwa 200 Instruktionen. Hingegen sind die Programme in den Mikrocomputern für die Zeittakterzeugung länger: In jedem der beiden Systeme ca. 1000 Instruktionen. Der Überwachungs-Mikrocomputer hat ein Programm von 2000 Instruktionen.

Der Entwurf dieser Software erfolgte nach dem Verfahren der strukturierten Programmierung. Figur 6 zeigt ein Struktogramm als Beispiel für diese Technik. Die Gegenüberstellung der Vor- und Nachteile verschiedener Programmieretechniken und der verschiedenen Darstellungsarten wie Flussdiagramm, Struktogramm usw. würde den Rahmen dieses Artikels sprengen. Dies sind keine spezifischen Fragen der Nachrichtentechnik, und es besteht eine umfangreiche Spezialliteratur.

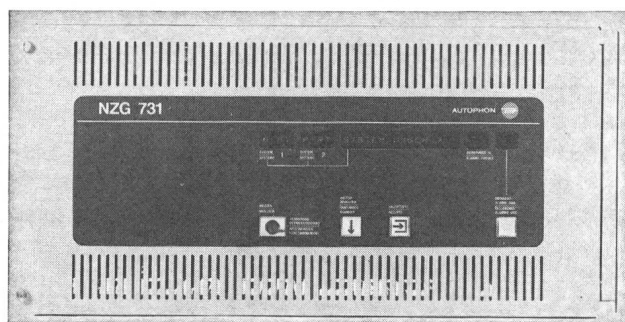


Fig. 4 Vollelektronischer Zeittaktgeber
Die Anzeigefelder für Klartext-Informationen sind deutlich sichtbar

3.3 Deviseninformationssystem FOXI

FOXI steht für *FO*reign *eX*change *I*nformation. Derartige Systeme stehen in Banken und berechnen dem Devisenhändler Wechselkurs und alle mit den Kurswerten zusammenhängenden Daten.

Diese Informationen werden sowohl bank-intern wie auch weltweit übermittelt, und die Informationsdarstellung erfolgt z. B. gemäss Figur 7. Der Aufbau eines solchen Systems ist in Figur 8 schematisch dargestellt. Das Herz der Anlage ist ein Minicomputer, dessen Grösse je nach Ausbau variiert. Plattenspeicher und Magnetband erlauben die Abspeicherung grösserer Datenmengen. Die Devisenhändler arbeiten mit ihren Händler-Tastaturen. Die Information wird auf Monitoren und Gross-Anzeigetafeln dargestellt, und über Interfaces erfolgt der Informationsaustausch z. B. mit weltweiten Daten-netzen.

Die für solche Systeme geschriebene Software wird in bezug auf den Schreibaufwand der Programme sowie auf die Applizierbarkeit optimiert, d. h. ein Grundstock von Standard-Programmen wird so ausgelegt, dass diese als Bibliothek immer wieder angewendet werden können. Dazu kommen sog. Applikationsprogramme; das sind Ergänzungsprogramme, die kundenspezifisch zu erstellen sind.

Die Benützung von Betriebsprogrammen als Software-Infrastruktur, die vom Rechnerlieferanten oder von spezialisierten Software-Häusern geliefert wird, ist bei solchen Anlagen eine wesentliche Voraussetzung zur Erleichterung der Arbeiten des Programmentwicklers. Die Programmlänge bei

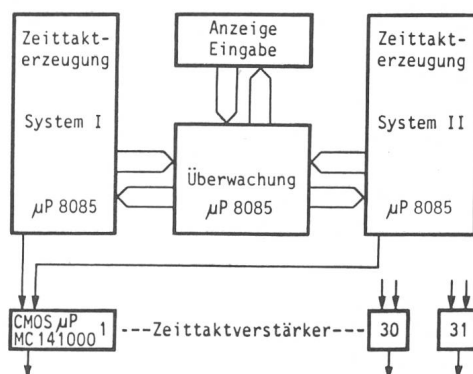


Fig. 5 Blockschema des Zeittaktgebers
Der CMOS-µP Typ MC 141000 ist ein «Single-Chip»-Mikroprozessor, der in CMOS-Halbleitertechnik hergestellt wird
µP Typ 8085 = Multichip-Mikrocomputer

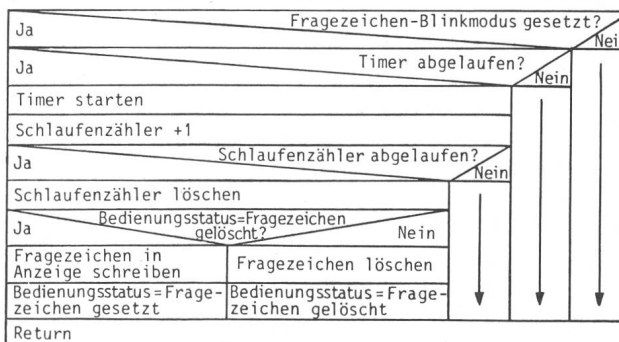


Fig. 6 Strukturprogramm eines Unterprogrammes, welches im Zeittaktgeber das Fragezeichen im Anzeigefeld zum Blinken bringt

diesen FOXI-Systemen liegt in der Grössenordnung 50000 Instruktionen.

Im Unterschied zu den beiden ersten Beispielen, wo es sich um Geräte (Telefon, Taktgeber) gehandelt hat, ist das FOXI

09-MAR-80 09:50:39		AUTOPHON FOXI	
	STG/DM	CAN/DM	\$/DM Spot 1.8970-80
S	11-MAR-80 4.109-13	1.6155-254	HFL/DM SFR/DM
1	11-APR-80 38-37	105-98	93.31-41 113.75-93
2	12-MAY-80 78-76	214-206	39-33 72-70
3	11-JUN-80 114-113	333-325	80-75 142-141
6	11-SEP-80 215-212	638-628	129-125 219-219
Y	11-MAR-81 378-373	1150-1127	289-280 429-428
			555-540 786-786
	BFR/DM	FF/DM	DKR/DM
S	6.387-94	44.24-29	35.61-64
1	40-39	28-26	35-31
2	80-78	58-56	64-60
3	123-121	90-88	100-97
6	241-238	183-178	191-183
Y	443-436	348-336	336-322
	LIT/DM	OES/DM	PTA/DM
S	0.2271-73	13.933-48	2.869-73
1	22-20	50-39	21-16
2	44-41	97-79	43-32
3	64-61	161-138	68-64
6	124-118	355-318	145-136
Y	225-214	709-639	287-275
	HK/DM	YEN/DM	
S	167.46-81	0.8726-38	
1	77-69	18-12	
2	166-157	37-31	
3	250-234	68-62	
6	518-501	145-134	
Y	1023-1007	316-281	

Fig. 7 Deviseninformationssystem
Darstellungsbeispiel aus dem System FOXI

nicht ein einzelnes Gerät, sondern eine ganze Anlage oder ein System. Der Lieferant liefert schlüsselfertig ein System, das aus einer ganzen Reihe von Geräten und Software-Paketen besteht, zu dem er aber auch Installation, Inbetriebnahme und vor allem das System Engineering liefert. In solchen Systemen macht die Software einen wesentlichen Anteil des Aufwandes aus. Diese Art von Projekten kann nur dann erfolgreich abgewickelt werden, wenn das Projektmanagement sowohl auf seiten des Kunden wie des Lieferanten sauber durchgeführt wird.

4. Zukunftsaussichten

Die Software ist an sich eine junge Technologie. Dies gilt noch verstärkt für die technische Software der Mini- und Mikrocomputer. Minicomputer gibt es seit 20 Jahren, die ersten Mikrocomputer-Chips kamen vor knapp 10 Jahren auf den Markt. Der Software-Aufwand bei der Entwicklung von neuen Geräten und Anlagen wächst dementsprechend überdurchschnittlich mit etwa 20% jährlich. Um dieses Wachstum zu stabilisieren, werden namentlich die Methoden der Software-Herstellung ständig verbessert und die Aufteilung in Hard- und Software neu überdacht.

Einen wichtigen Fortschritt bei der Software-Herstellung bringen die höheren Programmiersprachen. Werden diese richtig eingesetzt, so zeigen sich in verschiedenen Beziehungen Vorteile gegenüber der Assembler-Programmierung. Die bekanntesten höheren Programmiersprachen, FORTRAN und BASIC, sind für Real-Time-Anwendungen nicht geeignet und werden deshalb in der Nachrichtentechnik nur in Sonderfällen eingesetzt. Dagegen sind die INTEL-Sprache PL/M und verwandte Sprachen anderer Lieferanten weit verbreitet. Weltweit werden eine Reihe von neuen Sprachen entwickelt und angeboten, worunter besonders PASCAL zu erwähnen ist. PASCAL wurde an der ETH von Prof. N. Wirth entwickelt und ist heute weltweit eine der bekanntesten Sprachen für technische Software. Die Weiterentwicklung zum «Concurrent PASCAL» wird auch den Einsatz für parallele Prozesse in

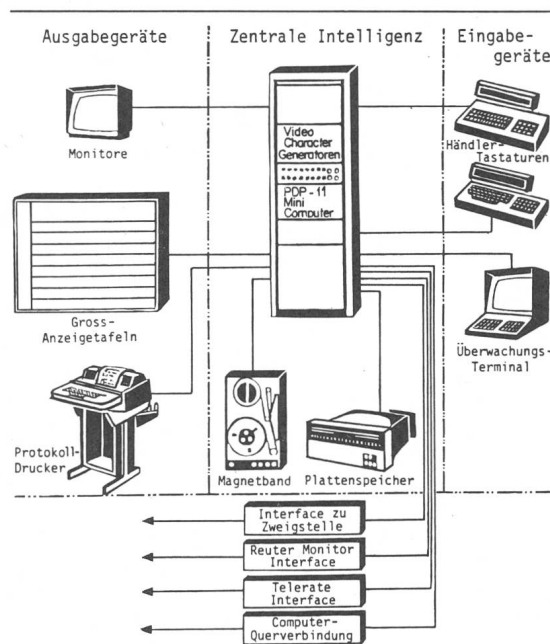


Fig. 8 FOXI: Systemaufbau
Reuter-Monitor und Telerate sind weltweite Datennetze

Real-Time erleichtern. Die CCITT hat für den Bereich der prozessgesteuerten Amtstelefonzentralen eine eigene Sprache entwickelt: CHILL (CCITT High Level Language).

Der Einsatz höherer Programmiersprachen kann nur dann vollen Nutzen bringen, wenn vor dem Beginn des Programmierens der System Design und die Strukturierung der Daten und Funktionen sauber durchgeführt werden. In diesem Zusammenhang wird z.B. an der ETH eine Arbeit über «Strukturiertes Programmieren auf Mikroprozessoren» ausgeführt, welche von der Autophon-Stiftung finanziell unterstützt wird.

Zur Aufgabe des System-Designers gehört auch der Entscheid, wie die Problemlösung in Hard- und Software aufgeteilt wird. Hier gilt es, die langfristigen Prognosen der Mikroprozessor-Lieferanten rechtzeitig in die Planung einzubeziehen: Um den Software-Aufwand in Grenzen zu halten, werden die Mikroprozessor-Produzenten ganze Programmteile als Software-Infrastruktur bereits bei der Herstellung des Mikroprozessors im Chip fest einprogrammieren («Software in Silizium»). Die Konsequenzen namentlich auf die Wertschöpfung in der Schweiz, auf die Materialbewirtschaftung und auf die Zusammenarbeit der Mikroprozessor-Hersteller mit ihren Kunden, den Geräteherstellern, müssen sorgfältig verfolgt werden. Im allgemeinen ist jedoch für die Schweiz die Software-Technologie eine günstige Technologie: Sie braucht keine Rohstoffe, und sie ist namentlich auf dem in diesem Artikel beschriebenen Teilgebiet der technischen Software und der anwenderorientierten Software nicht auf riesige Produktionsstückzahlen angewiesen. Dagegen braucht es gut ausgebildete Ingenieure. Die bisher von den Fach- und Hochschulen wie auch von der Industrie erbrachten Leistungen lassen erwarten, dass mit dem technischen Fortschritt massgeblich Schritt gehalten werden kann und dass bei entsprechenden Anstrengungen sich in absehbarer Zeit auf dem Arbeitsmarkt Angebot und Nachfrage für Softwareingenieure ausgleichen werden.

Adresse des Autors

Dr. A. Simmen, dipl. Ing. ETH, Autophon AG, 4500 Solothurn.