Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins

Herausgeber: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke

Band: 59 (1968)

Heft: 18

Artikel: Merkmale programmgesteuerter Nachrichtenanlagen

Autor: Laett, H.A.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-916073

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: 10.07.2025

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

Merkmale programmgesteuerter Nachrichtenanlagen

Vortrag, gehalten an der 27. Schweiz. Tagung für elektrische Nachrichtentechnik vom 25. Juni 1968 in Baden (AG),

von *H. A. Laett,* Bern

621.39:681.3.06

Noch vor einigen Jahren waren Datenverarbeitung mittels Rechenautomaten (Computers) und Nachrichtentechnik in sich abgeschlossene Sachgebiete ohne wesentliche Berührungspunkte. Hüben und drüben arbeiteten Spezialisten und sprachen ihre eigene Sprache. Die rasante Entwicklung der Technologie der Halbleiter verkürzte die Verarbeitungszeit der Computer aber bald derart, dass diese praktisch als «allzeit bereit» erschienen. Echtzeitverarbeitung (real-time processing) wurde möglich und damit war der Schritt in die Nachrichtentechnik getan.

Bereits diese kurze historische Feststellung offenbart ein äusseres Unterscheidungsmerkmal zwischen Nachrichtentechnik und Datenverarbeitung: das Fachvokabular, bzw. Jargon. Es wird daher sicher das Verständnis fördern, wenn die Nachrichtentechniker (und das dürfte bei einer STEN-Tagung doch für die Mehrheit der Anwesenden zutreffen) sich über einige Begriffe des Computerwesens Klarheit schaffen. Dabei wird es sich nicht umgehen lassen, dass oft englische Ausdrücke fallen. Diese haben sich aber im nicht-englischen Sprachraum wegen ihrer bestechenden Prägnanz eingebürgert.

Aus dem umfassenden Gebiet der Informationsleitung und -Verarbeitung seien die programmgesteuerten Nachrichtenanlagen herausgegriffen. Der Einführung sollen einige philologische Betrachtungen dienen. Nachrichten: Zusammensetzung aus «nach» und «richten» = berichten, berichtigen, recht bzw. wahr machen. Die Tatsache des «nach» weist auf eine Korrektur aufgrund einer Tatsache hin, setzt also eine Eingangsgrösse, bzw. Signal voraus. Damit sind die grundlegenden Merkmale der Nachrichtentechnik bereits erwähnt. Programmsteuerung, oder auch Programmierung leitet sich primär ab vom griechischen programma; das Programm ist demnach Vorschriftenordnung, Reihenfolge, Wegweisung, Verzeichnis und Liste, militärisch kurz: «Befehl, Instruktion». Die Académie française umschreibt es treffend mit: «Suite d'actions que l'on se propose d'accomplir pour arriver à un résultat» und fügt für «Programmation» hinzu: «élaboration et codification de la suite des opérations formant un programme».

Der grundlegende Wesensunterschied zwischen Nachrichtentechnik und Computertechnik liegt nun gerade in der Verwirklichung des Zieles, von «arriver à un résultat». Während die klassische Nachrichten-, insbesondere die Übertragungstechnik, dieses Ziel durch eine gerätemässig möglichst mit dem Signalfluss zusammenfallende Konfiguration (hardware-orientiert) zu erreichen sucht, folgt die Systemsynthese der Datenverarbeitungsanlagen vorwiegend aufbaumässigen Prinzipien: Zusammenfassung gleicher Bausteine und gleicher Operationen und deren Verwendung im Ablauf, eben nach Programm (software-orientiert). Der Signal- bzw. Informationsfluss ist nicht mehr aus der Verdrahtung ersichtlich, sondern durch eingebaute, vorbestimmte Entscheidungsstellen beeinflusst. Deren Bestimmung kann fest, bzw. zeitlich unabhängig oder durch weitere Bedingungen, bzw. Subroutinen zeitlich veränderlich sein.

Der Übergang von mehrheitlich hardware-orientierten zu mehrheitlich software-orientierten Systemen erfolgt stetig und viele Mischformen sind möglich. Man bemerkt, dass doch einige, eindeutig zur Nachrichtentechnik zu zählende, Anlagen bereits erheblich software-orientiert sind. Dabei spielt es morphologisch eine untergeordnete Rolle, ob das Programm zeitlich fest ist (Synchronsysteme) oder nicht (Fig. 1).

Nach diesen, Übersichtscharakter aufweisenden, Einführungen gelte das Hauptaugenmerk — den sprachlichen Usanzen entsprechend — einem engeren Kreise von programmgesteuerten Nachrichtenanlagen, nämlich denjenigen mit Speicherprogrammierung. Definitionsgemäss werden bei derartigen, im allgemeinen Falle als Datenverarbeitungsanlagen anzusprechenden, Systemen die Programme in Speichern aufbewahrt, bzw. «abgelegt». Technologisch folgt daraus, dass dies in einer Form, und in einem Format, geschieht, das für die Aufbewahrung und die Adressierung vorteilhaft ist. Beide Forderungen werden in idealer Weise durch die digitale Informationsdarstellung erfüllt.

Nach ihren Hauptfunktionen gegliedert, besteht eine speicherprogrammierte Rechenanlage —

2375-2387

Sachgebiet	Übertragung	Raummultiplex	Zeitmultiplex	Echtzeit-DV	Batch-DV
Anwendungen	Trägerfrequenz Richtstrahl Servo	Tf. + Tx Zentralen Ablaufsteuerung	TDM Zentralen PCM Synchrongeräte	Adressensteuerung Abfrage Fernrechnen Verkehrssteuerung	Administration Buchhaltung Bewirtschaftung Simulation

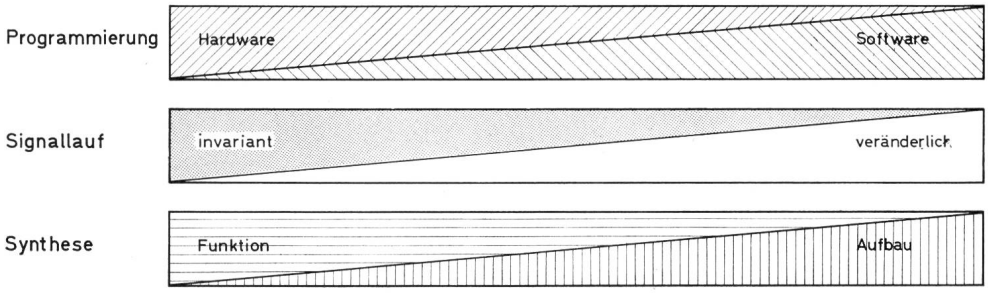

Fig. 1
Systematik der Informationsverarbeitung
Zwischen der reinen, signalorientierten Übertragungstechnik einerseits und der vorwiegend programmorientierten Batchverarbeitung liegen verschiedene gemischte Sachgebiete. Hinsichtlich Programmierung, Signallauf und Synthese laufen die Tendenzen gegenläufig und stetig

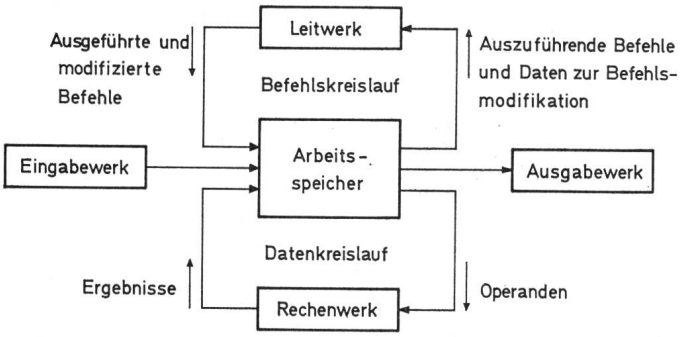

Fig. 2
Prinzipschema einer programmgesteuerten Rechenanlage
Vom Arbeitsspeicher aus werden über zwei Schlaufen die Befehle (Programm) sinnvoll interpretiert und die arithmetischen bzw. logischen Daten entsprechend verarbeitet. Das Eingabe- bzw. Ausgabewerk umfassen die Gesamtheit aller peripheren Geräte

und unter Rechnen versteht man auch alle Operationen des Logikkalküls — aus dem Arbeitsspeicher, dem Leitwerk und dem Rechenwerk (Fig. 2).

Im Arbeitsspeicher werden sowohl die zu verarbeitenden Daten als auch die zur Verarbeitung notwendigen Programme gespeichert. Im Leitwerk wird der Ablauf der Programme gesteuert, der jeweils auszuführende Befehl entschlüsselt, eventuell modifiziert und die Steuerung der im Befehl enthaltenen Operationen veranlasst. Im Rechenwerk werden die Daten in der im Befehl angegebenen Weise verarbeitet, also z. B. Additionen, Multiplikationen, logische Operationen usw. ausgeführt. Für Anwendungen im Rahmen der Nachrichtentechnik wird es sich dabei nur in wenigen Fällen um arithmetische Operationen handeln; häufig hingegen um logische Entscheidungen wie «grösser bzw. kleiner als», «länger bzw. kürzer als», «häufig bzw. seltener als» und dgl. sowie um Zählvorgänge.

Unschwer lassen sich aus der Grundform einer programmgesteuerten Rechenanlage zwei wesentliche Informationskreisläufe erkennen: Befehls- bzw. Datenkreislauf. Durch entsprechende Ein- und Ausgabeprogramme erreicht man, dass sowohl die erforderlichen Befehle und Daten in den Arbeitsspeicher gelangen (Befehls- und Dateneingabe) als auch die Resultate und die nicht mehr benötigten Befehle aus dem Arbeitsspeicher entfernt werden (Befehls- und Datenausgabe).

Auch das Speicherwesen kennt ein Ordnungs bzw. Hierarchieprinzip. Je nach Informationsmenge, Abfragehäufigkeit und Zugriffsbedingungen wird der Gesamtspeicherbedarf eines programmgesteuerten Rechners auf verschiedene Ebenen aufgeteilt (Fig. 3). Eine für eine bestimmte Anwendung optimale (d. h. hinsichtlich Leistung und Preis) Lösung zu finden, hängt ganz wesentlich von der Speicherorganisation einer Anlage ab. Die technologische Entwicklung hat gerade auf diesem Spezialgebiet unerhörte Umschichtungen hervorgerufen. Wurden vor kaum 5 Jahren für das einzelne Bit eines raschen Speichers mit Willkürzugriff (random access) inkl. Ansteuerung ca. 1 Fr. gerechnet, so liegt heute dieser Wert bei 10...20 Rp.; im Falle von Lesespeichern (read-only memory) liegt er noch tiefer. Damit verschiebt sich das Gleichgewicht Software/Hardware unaufhaltsam zu Gunsten des ersteren.

In den Zusammenhang einer derartigen Übersicht gehört normalerweise auch ein Glossarium von Fachausdrücken. Bezüglich der Definitionen von Begriffen wie z. B. «Bit», «Wort», «Speicherstelle», «Speicherzelle», «Zykluszeit» usw. sei auf die einschlägige Literatur hingewiesen.

Noch einmal kurz zusammengefasst: Hardware- bzw. gerätemässig konzipierte Anlagen basieren auf dem Exklusivitäts- und dem Optimalitätsprinzip. Mit anderen Worten: man versucht, mit einem Minimum von (signalorientierten) Zweiporten (um nicht zu sagen «Vierpolen») *eine* zeitlich unveränderliche Aufgabe möglichst gut (im ingenieurmässigen Sinne) zu lösen. Programmgesteuerte Anlagen eignen sich hingegen besonders vorteilhaft dort, wo:

a) Eine *Vielzahl* von zum voraus bekannten Problemstellungen berücksichtigt werden muss, woraus:
b) Zu jedem Zeitpunkt die günstigste Lösung ausgesucht wird.

Um programmgesteuerte Nachrichtenanlagen handelt es sich dann, wenn die Auswahl — also quasi der Rechenprozess — aufgrund von momentan erfassten (mithin von aussen anfallenden) Daten, den Eingabewerten, zu erfolgen hat, wenn es also wörtlich um ein «nachrichten» geht.

Voraussetzung einer zweckmässigen Programmierung ist somit die Kenntnis der Gesamtheit der Möglichkeiten und deren (intelligenter) Einteilung — eine typische Aufgabenstellung der Menschenlehre, der theory of sets. Die Anlage selbst ist nicht «intelligent» (inter-legere = «zwischenden-Zeilen lesen», d. h. Zusammenhänge erdenken), von einem Elektronenhirn kann somit nie die Rede sein.

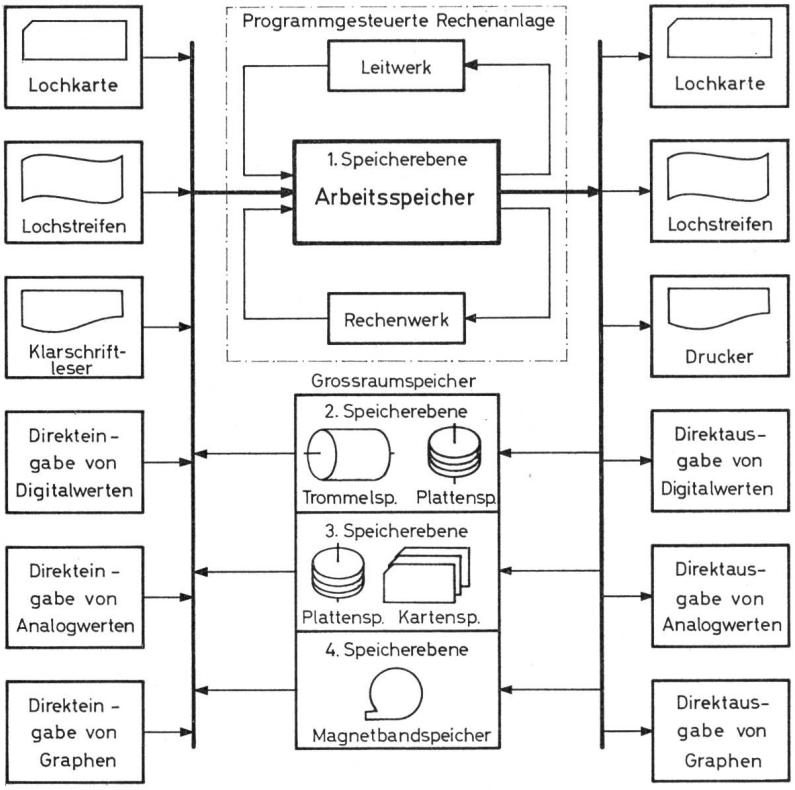

Fig. 3
Hierarchische Gliederung einer Datenverarbeitungsanlage
Je nach Kapazität, Zugriffsbedingungen und Aktualität werden Daten und Programme in verschiedenen Speicherebenen abgelegt. Die Ein- und Ausgabe von Daten erfolgt auf dem Sammelschienenprinzip im (asynchronen) Zeitmultiplexverfahren

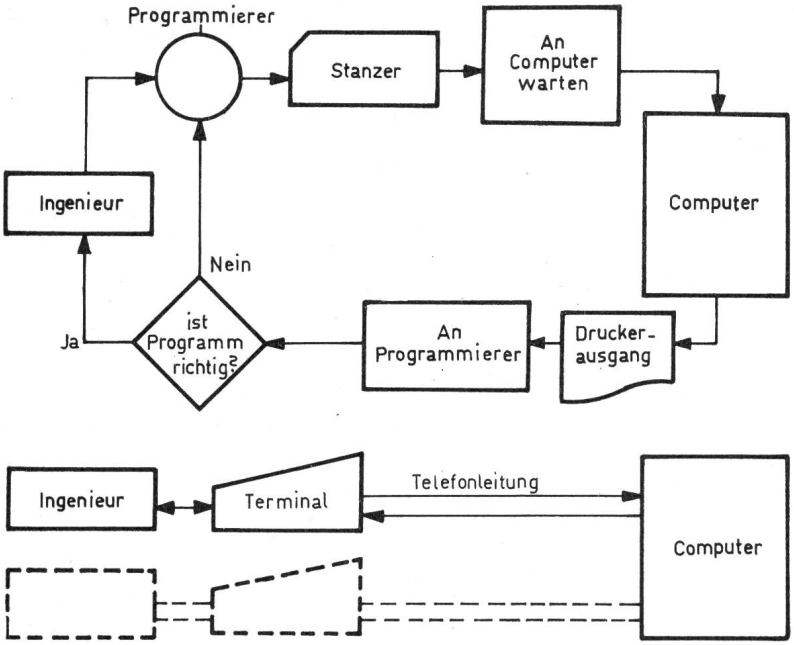

Fig. 4
Stellung des Ingenieurs zum Computer
Bei der zeitlich willkürlich ablaufenden Batchverarbeitung (*a*) kann der Ingenieur (= technischer Benützer) nur durch einen Programmierer mit der Datenverarbeitungsanlage verkehren. Im Falle der Echtzeitverarbeitung (*b*) ist der direkte Dialog Ingenieur–Datenverarbeitungsanlage über besondere Übersetzungsgeräte möglich

Durch die Tatsache, dass bei gleicher Hardware lediglich durch Änderung des Programms, bzw. des Instruktionsablaufs gänzlich unterschiedliche Aufgabenstellungen behandelt werden können, kommt dem Problem der Konversation, des Dialogs, des Menschen mit der Maschine grosse Bedeutung zu. Man spricht vom «man-machine interface» (= Trennstelle). Offenbar bildet diese Verständigungsaufgabe die Hauptarbeit des Programmierens: der Mensch muss seinen Denkprozess auf das naive, ja sogar primitive, Niveau der Maschine absenken. Dabei haben sich gewisse, auf bestimmte Anwendungen spezialisierte, Instruktionsvokabulare als vorteilhaft erwiesen: die sog. Programmiersprachen wie Cobol, Fortran, Algol, Basic und Jovial. Feste, wiederkehrende Interpretations- und Kodierungsaufgaben sind ähnlich der Stenographie, bzw. einem Kodewörterbuch in einfachen Befehlen zusammengefasst; der auf der Seite «Mensch» unserer Intelligenz angepasste Formalismus wird über eine Programmatrix (Compiler) in Maschineninstruktionen umgewandelt.

Der Einsatz programmgesteuerter Datenverarbeitungsanlagen erfolgt in zwei deutlich ausgeprägten Schritten:

a) Dimensionierung und Konfiguration. Diese Aufgabe ist typisch Domäne des Ingenieurs; er untersucht die zeitliche und räumliche (Speicher-)Belegung aller Systemteile, bestimmt die zur Erreichung einer bestimmten Betriebssicherheit notwendige Redundanz (Überbestimmung, Weitschweifigkeit) und befasst sich mit peripheren Fragen wie z. B. Anschaltung von Übertragungsleitungen, Energieversorgung, Kühlung usw.

b) Programmierung. In stetem Zwiegespräch mit dem Benützer — und bei Nachrichtenanlagen wird das meistens ein Ingenieur oder Techniker sein — erstellt der Programmierer vorerst ein Flussdiagramm und, davon ausgehend, die eigentlichen Ablaufprogramme. Meistens wird ihm das nicht in einem Schritt gelingen — Fehler, Auslassungen, zeitliche Inkompatibilitäten usw. schleichen sich ein — und er wird mit dem Computer die Unzulänglichkeiten zu bestimmen suchen. Die Programmausprüfung, das system's check-out und programme-debugging (=Entlausen), gehören untrennbar zu jeder Inbetriebsetzung einer Datenverarbeitungsanlage.

Ein Wort noch zur Frage der relativen Kosten. Als Richtschnur kann bei Echtzeit-Datenverarbeitungsgrossanlagen mit systemmässiger Redundanz angenommen werden, dass sich die Totalkosten ungefähr wie 3:2:1 auf Hardware, Software und Hilfsbetriebe (Energieversorgung, Klimaanlagen, bauliche Anpassungen) verteilen. Die Programmierung kann also nicht vernachlässigt werden.

Die Anforderungen an die Betriebssicherheit bestimmen den Grad der einzuplanenden Redundanz. Ausgangspunkt sind klassische MTBF-[1])Rechnungen — die aufgrund der Festkörper-Technologie und der grossen Anzahl gleichartiger Komponenten sehr gut zutreffen — die durch den Systemplaner sowohl hardware- als auch softwaremässig zu berücksichtigen sind. Die Überlegungen hinsichtlich Mikro- und Makroredundanz liegen gleich wie in der klassischen, linearen Übertragungstechnik. Im Gegensatz zu Batchaufgaben wird die Ausfallrate i. allg. nicht mehr als 10^{-3} betragen dürfen; für bestimmte Systeme sind sogar Planungswerte von besser als 10^{-6} gefordert. Denken wir daran, dass 1 Ms (Megasekunde) 6 Monaten entspricht, einer Ausfallrate von z. B. 10^{-5} entspricht somit eine Ausfallzeit von 20 s im Jahr oder von 10 min in 30 Jahren.

Die Tatsache, dass ein programmgesteuertes Nachrichtensystem sich aus Hardware und Software zusammensetzt, beeinflusst wesentlich die Organisation des Unterhaltes. Redundanzschleifen und off-line-Subsysteme wirken in der gleichen Richtung. Von den drei Möglichkeiten der Unterhaltsorganisation:

$$\left.\begin{array}{ll}\text{vorbeugend} & \text{(preventive)}\\ \text{korrigierend} & \text{(corrective)}\\ \text{zerstörend} & \text{(destructive)}\end{array}\right\}\ \text{maintenance}$$

wird man i. A. nur die erste in Betracht ziehen — im Gegensatz zur Praxis bei vielen Fernmeldeanlagen, wo vornehmlich die zweite und auch die dritte Form gewählt wird. Gerade die Tatsache der Programmsteuerung gestattet es, über

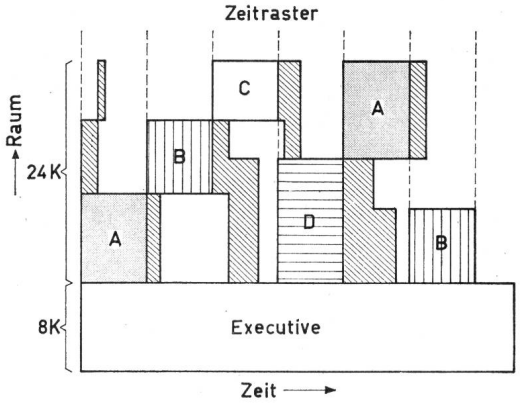

Fig. 5
Zuordnung von Speicherkapazität und Anlagenzeit bei time-sharing
Die einzelnen Aufgaben bzw. einzelnen Kunden (A, B, C, D) laden und entladen innerhalb fest oder variabel zugeteilter Zeitabschnitte den Speicher, damit die entsprechenden Programme ablaufen können. Die Grundbelastung des Speichers durch das Executivprogramm dient den zeitlichen, prioritätsmässigen und gegebenenfalls buchhalterischen Belangen

K = Einheit der Ordinatenachse = Kiloworte Speicherkapazität

[1]) MTBF = mean time between failures.

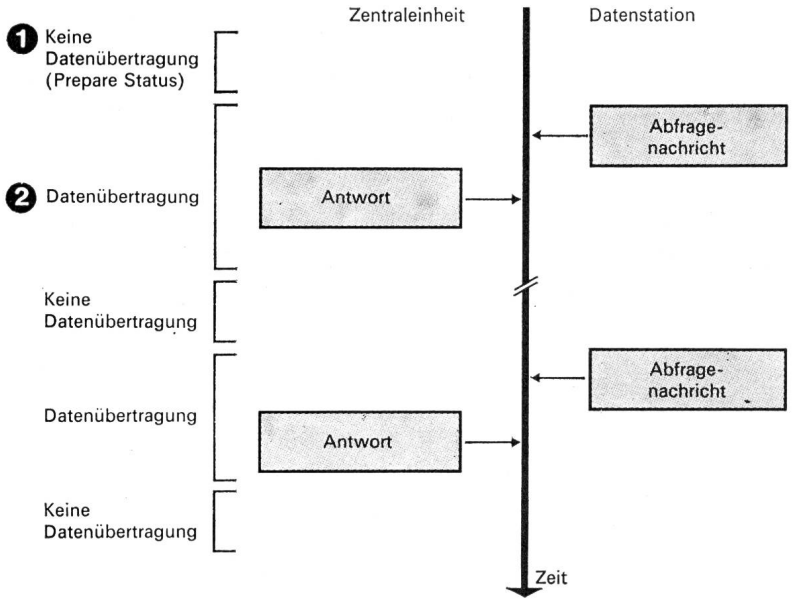

Fig. 6
Typisches Time-sharing-Konversationssystem
Die zentrale Einheit ist in der Lage, auf Anfrage einer Datenstation hin entsprechende Antworten zu übermitteln

Monitoraufgaben hinaus gewisse Diagnostikverfahren einzuplanen (Dialog: Mensch—Maschine).

Im Anschluss an die etwas trockenen theoretischen Betrachtungen greife ich aus der Fülle typischer Anwendungsmöglichkeiten von speicherprogrammierten Nachrichtenanlagen einige markante Beispiele heraus, und zwar aus naheliegenden Motiven aus dem weiteren Tätigkeitsgebiet der Radio-Schweiz AG (Fig. 4).

Oft nur im mittelbaren Zusammenhang mit Nachrichtenanlagen, hinsichtlich Systemorganisation jedoch untrennbar verbunden, stehen alle unter dem Sammelbegriff des Time-sharing gehörenden Anwendungen. Das Time-sharing ist prinzipiell ein Zeitmultiplexverfahren, bei welchem die Zuordnung gewisser Teile des datenverarbeitenden Systems nach Bedarf und Beanspruchung erfolgt. Die Zuteilung von Zeit und Raum erfolgt also nicht starr — wie dies z. B. bei PCM [2]) der Fall ist — sondern rahmenprogrammgesteuert (Executive) (Fig. 5). Das Rahmenprogramm wacht darüber, dass gewisse Prioritäten und/oder Gleichberechtigungen eingehalten werden. Jede der an die Reihe kommenden Aufgaben kann über sein eigenes, individuell verschiedenes, Programm verfügen. In diese Klasse von programmgesteuerten Nachrichtenanlagen gehören typischerweise Reservationssysteme (Fig. 6), Abfrage-(polling)Systeme (Fig. 7) und Telecomputing. Das «Nachrichten» des Systems geschieht aufgrund der von aussen anfallenden Daten (agent sets, Abonnent), während das Programm die Art der Verarbeitung bestimmt (Fig. 8). Dabei kann beispielsweise bei den Reservationsanlagen eine, zeitlich veränderliche Überbuchung der Transportmittel bewusst eingeplant werden, und zwar aufgrund der Wahrscheinlichkeit sich nicht einfindender Passagiere (Fig. 9).

Über einen weiteren typischen Vertreter, den dreidimensionalen Fall der Regelung des Luftverkehrs, oder genauer, die Flugverkehrsleitung, sollen einige Worte verloren werden. Wie im Strassenverkehr geht es auch hier darum, willkürlich anfallende Verkehrsbewegungen so zu steuern, dass ein Optimum an Flüssigkeit mit einem Maximum an Sicherheit gekoppelt wird. Dabei sind die Gesetze der Kinematik der Luftfahrzeuge gewissen Beschränkungen (constraints) unterworfen: z. B. Bremsweg (!), Steig- und Sinkfähigkeit, Geschwindigkeit, Beschleunigung, Kurvenradien usw. Neben der Verarbeitung der Flugpläne — eine Aufgabe, welche viele Analogien zur Speichervermittlung von Meldungen aufweist und worauf zurückgekommen wird — geht es darum, signifikante Nachrichten zu beschaffen, d. h. die Raumkoordinaten des Luftfahrzeugs und deren erste zeitliche Ableitung. Die Rohinformation steckt hier in analoger Form im Signal von Primär- und Sekundärradar. Daraus wird durch Digitalisierung ein für die Behandlung in Computern geeignetes Eingabesignal erzeugt (Fig. 10). Aus dem mit Rauschen und Clutter verseuchten Signal wird vorerst mit Hilfe der Korrelationsanalyse ein mit genügender Wahrscheinlichkeit richtiges Echo ermittelt. Dies geschieht, indem man in der Ebene Radiusvektor/Azimut ein schachbrettartiges Fenster, das sog. Gleitfenster, als digitale Lupe über die Radarantwortsignale legt und zwei Grenzwerte für die Anzahl Koinzidenzen wählt (Fig. 11). Unterschreitet diese Anzahl die (frei wählbare) untere Grenze, so wird das Echo als ungültig betrachtet, überschreitet es die obere Grenze, so wird ein Echo als sicher angenommen. Dieses Verfahren

[2]) PCM = Pulse Code Modulation.

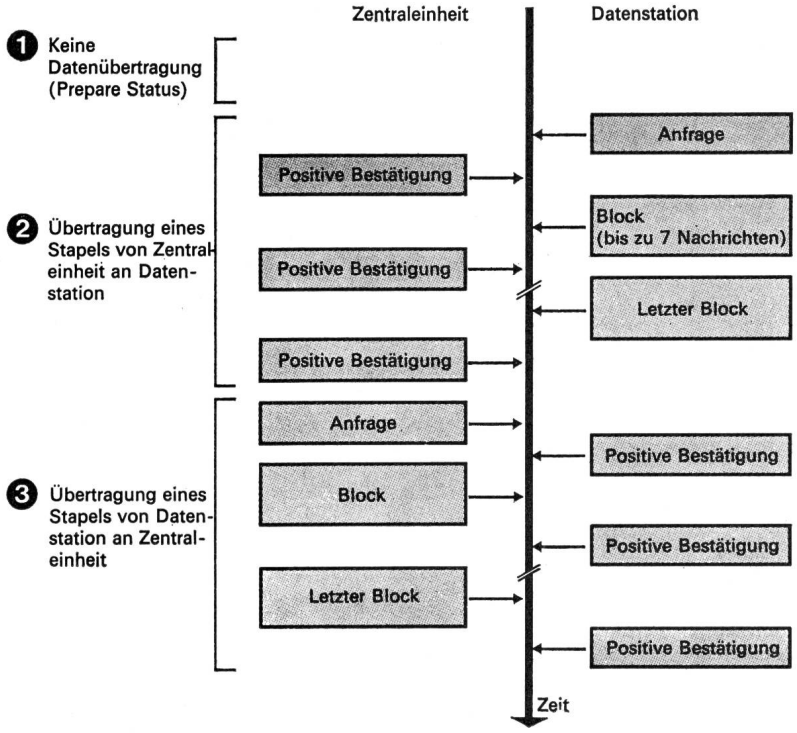

Fig. 7
Beispiel eines Ablauf-(polling)systems
Sowohl die Zentraleinheit als auch die Datenstationen können sich gegenseitig befragen und entsprechende Antworten geben. Eine Aufrufroutine verhindert die falsche Zuordnung von Meldungen und Stationen; die Übertragung selbst kann blockweise vor sich gehen, damit die zur Korrektur von eventuell auftretenden Übertragungsfehlern notwendige Speicherkapazität klein gehalten werden kann

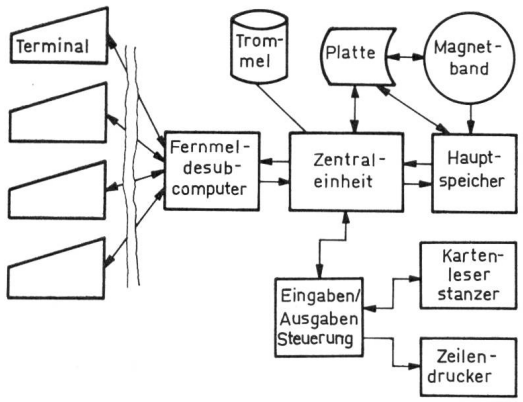

Fig. 8
Blockschema einer Datenfernverarbeitungsanlage (tele-computing)
Bei Grossanlagen, welche eine Vielzahl von Kunden zu bedienen haben, werden zweckmässigerweise die spezifischen Fernmeldeaufgaben von der eigentlichen Datenverarbeitung getrennt und in einem Subcomputer zusammengefasst. Funktionell ist dieser eine Zeitmultiplex-Endausrüstung, die nach Bedarf und Priorität die Anschaltung der Aussenstationen an die zentrale Datenverarbeitungsanlage steuert

bleibt grundsätzlich auch beim Radar mit versetzter Wiederholungsfrequenz (staggered PRF) bestehen; die (virtuelle) Bewegung des Gleitfensters wird dann entsprechend dem Verhältnis der Wiederholungsfrequenzen sprunghaft.

Echos die tatsächliche Flugbahn berechnen, diese auch darstellen und auf Konfliktsituationen überprüfen. Dadurch wird der Flugverkehrsleiter in die Lage versetzt, sich vornehmlich auf die Situationen zu konzentrieren, die seiner Aufmerksamkeit bedürfen.

Im Telegrammdienst besteht vielerorts das Bedürfnis, nicht Leitungen, sondern Meldungen durchzuschalten. Eine zentrale Vermittlungsstelle empfängt und überprüft die ankommenden Telegramme und leitet sie gemäss den Angaben im Telegrammkopf — Art, Priorität, Adresse, Leitweg — zur entsprechenden Ausgangsleitung (Fig. 12 und 13). Ist diese bereits belegt, so wird die Meldung bis zum Freiwerden der entsprechenden Abgangsleitung gespeichert. Derartige Speichervermittlungen sind in den letzten Jahren in grosser Zahl entstanden mit Anwendungen bei Fernmeldebetrieben, Fluglinien, Flugsicherungsbehörden, Börsen- und Bankwesen usw. Sie sind nicht etwa nur bei Grossbetrieben wirtschaftlich, sondern bereits bei Kleinvermittlungszentralen von wenigen Ein- und Ausgangsleitungen.

Zum Abschluss ein Blick auf die allernächste Zukunft. Vielleicht erscheint das Folgende wie ein Science-fiction-Roman; die Entwicklung selbst wird aber die wildeste Phantasie übertreffen.

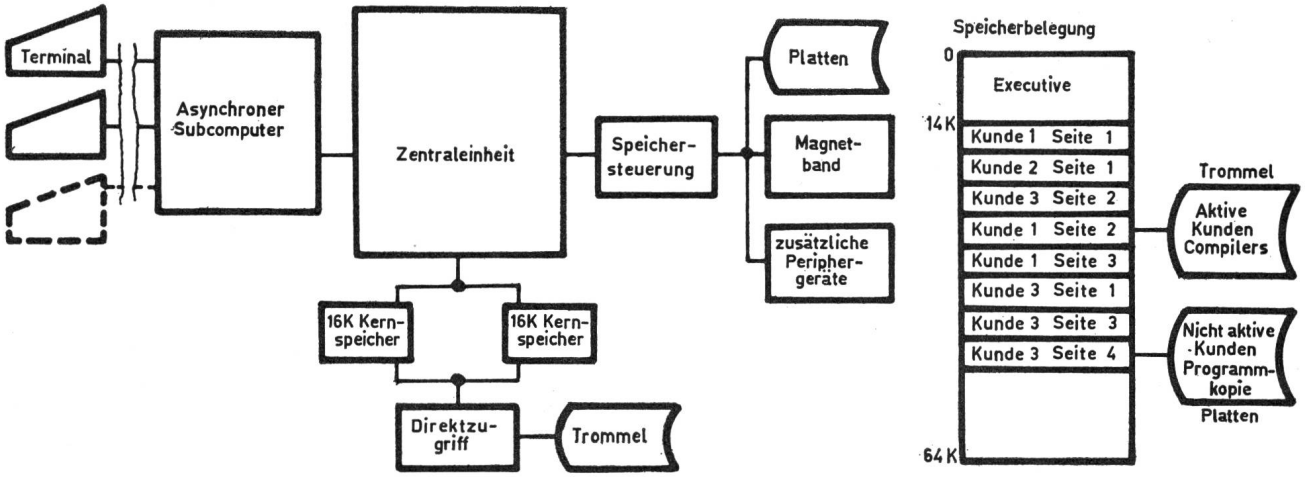

Fig. 9
Konfiguration einer Multi-programming-Anlage
Jeder Kunde verfügt über ein nur ihm zugängliches Programm, welches bei Bedarf aus den höheren Speicherebenen in den Arbeitsspeicher transferiert wird
K Kiloworte Speicherkapazität

Sind die Luftfahrzeuge für Sekundärradar ausgerüstet, also mit einem Antwortgeber (transponder) versehen, so erfolgt die Korrelation «härter». Darüber hinaus besteht dann die zusätzliche Möglichkeit, vom Flugzeug aus gleich noch die Höhenangabe zum Boden zurückzusenden.

Der durch solche digitalisierten Radaranlagen ansteuerbare Computer wird nun seinerseits mittels der korrelierten

Die Informationstheorie lehrt, dass ein Fernmeldesystem dann optimal arbeitet, wenn dessen Belastung überall gleich ist. Als Beispiel diene der Fall einer Telephonwahlverbindung von Bern nach Zürich. In den Hauptverkehrsstunden kann es vorkommen, dass sämtliche direkten Fernleitungen belegt sind. Eine erste Stufe einer Verbesserung wird durch Tandemschaltungen erreicht, beispielsweise mit dem Sekundär-

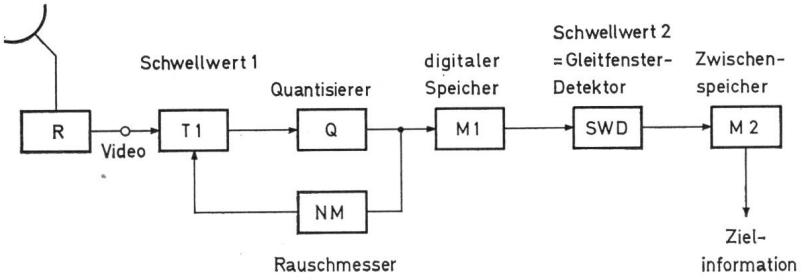

Fig. 10
Die Digitalisierung der Radarinformation
Aus dem analogen Primärradarsignal wird durch einen vom Rauschabstand abhängigen Begrenzer die Amplitude quantisiert. Das nun in digitaler Form vorliegende Radarsignal wird in einem Speicher abgelegt, aus welchem es aufgrund eines Korrelationsprogrammes (Gleitfensterdetektor) abgerufen wird

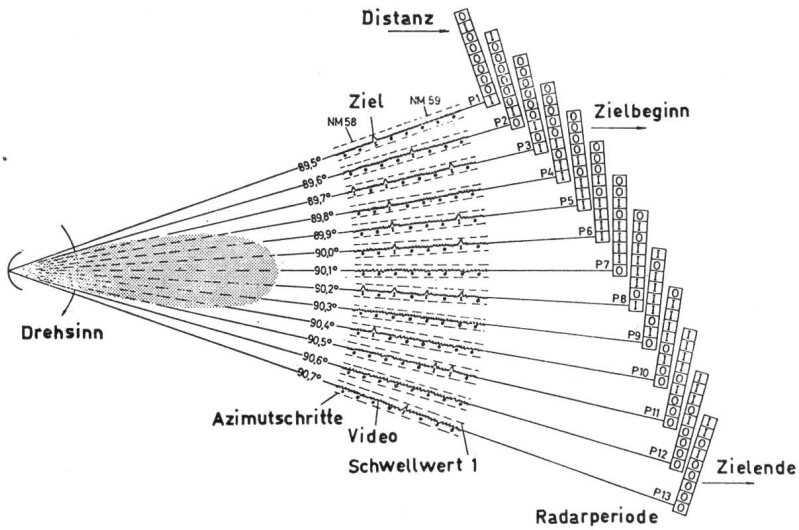

Fig. 11
Prinzip des Gleitfensterdetektors
Die digitalisierten Echoimpulse werden einem Schieberegister zugeführt, dessen kumulierter Inhalt ein Mass für die Lagewahrscheinlichkeit des Zielschwerpunktes darstellt
P zeitliche Folge der Radarimpulse

weg über Luzern. Eine weitere Annäherung an das informationstheoretische Optimum würde dadurch erreicht, dass eine programmgesteuerte Anlage sich dauernd über die Belegszustände sämtlicher Fernleitungen informiert, so dass also nicht nur hardwaremässige, sondern softwaremässige Umwegverbindungen möglich werden, also z. B. Bern—Lausanne—Zürich oder Bern—Neuenburg—Zürich usw. Queue- und Prioritätenprogramme wachen darüber, dass durch solche Umwegverbindungen nicht etwa die Umwegsnetze benachteiligt werden.

Ein weiteres Beispiel aus der Welt der Spitäler, wo ja infolge des Pflegepersonalmangels Rationalisierung besonders gross geschrieben werden muss. Mittels einer programmgesteuerten Echtzeitanlage wäre es ohne weiteres möglich, jeden, oder eine bestimmte Auswahl von Patienten klinisch signifikant zu überwachen und gewisse Kriterien einzustellen. Der Herzpatient würde z. B. hinsichtlich Frequenz, Regelmässigkeit, Amplitude und Druck überwacht; der Diabetiker bezüglich Insulin und Adrenalinstatus und dergleichen mehr. Eine Intervention wird dann, und nur dann stattfinden, wenn hiezu Anlass besteht; die Art der Alarmierung, bzw. der Gegenmassnahmen kann ebenfalls automatisch ausgelöst werden.

Ein noch weiterer Schritt ist im öffentlichen Transportwesen denkbar. Statt Grosstransporter, wie Busse, Trams, Züge usw., denke man sich eine Armada von Minibussen. Mit Hilfe des Telephons (oder spezieller Tastaturen an Verkehrspunkten) wird eigener Standort, Anzahl Personen und Ziel angegeben. Der Computer bestimmt aufgrund der ihm, zum mindesten grob, bekannten Standorte und Fahrrichtungen mit einem linearen, algorithmischen Programm die zweckmässigsten Fahrbefehle und Auslastungen der Fahrzeugflotte. Dadurch kann ein Tür-zu-Tür Transportsystem aufgebaut werden, dessen Auslastung (und Wartezeiten) im Shannonschen Sinne optimal sind.

Der Einsatz programmgesteuerter Datenverarbeitungsanlagen in der Nachrichtentechnik eröffnet neue Wege der Systemplanung, die auch wirtschaftlich sehr attraktiv sein können. Bei der Lösung von Aufgaben der Nachrichtentechnik ist man daher gut beraten, die Möglichkeit der Verwendung von Computern in Betracht zu ziehen. Die rasante Entwicklung der Halbleitertechnologie verbessert dauernd das Verhältnis Leistung/Preis, während die Softwarefragen das systemmässige Denken erheblich beeinflussen.

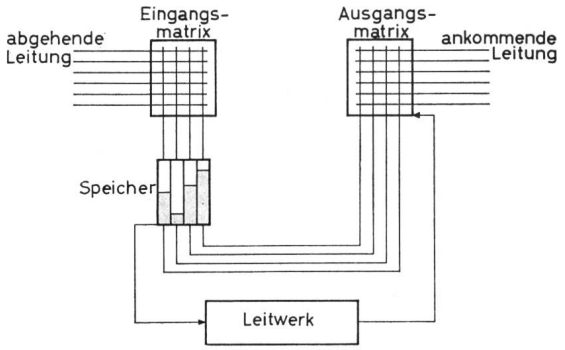

Fig. 12
Prinzipschema einer adressengesteuerten Speichervermittlung
Eine ankommende Meldung (Telegramm) wird einer freien Speicherzelle zugeführt und von dort bei Freiwerden der entsprechenden Ausgangsleitung abgerufen. Das Leitwerk besorgt die Haushaltfunktionen (Prioritäten, queues, Leitwege und Abrechnung)

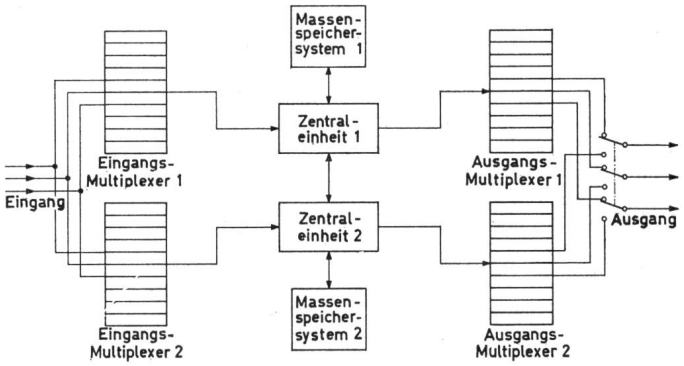

Fig. 13
Dualsystem einer Speichervermittlung
Die beiden eingangsseitig parallel geschalteten Anlagen müssen ablaufmässig miteinander gekoppelt werden, damit die ausgangsseitig erfolgende Umschaltung von der Betriebs- auf die Reserveanlage ohne Informationsverlust erfolgen kann

Literatur

[1] Proceedings of the international conference on information processing. Paris, Unesco, 1960.
[2] *L. Webster:* Choosing optimum system configurations. Proceeding of the tenth national symposium on reliability and quality control, Washington, January 7, 8, 9, 1964. New York, IEEE, 1965, S. 345...359.
[3] *W. H. Pierce:* Failure-tolerant computer design. New York, Academic Press, 1965.
[4] *P. M. Woodward:* Probability and information theory with applications to Radar. London, Pergamon Press, 1953.
[5] *P. J. Klein:* International Telex service through computerized line switching. Western Union technical review 21(1967)1.
[6] *K. F. Nolle:* Datenfernverarbeitung, Betriebsweise, Funktion und Steuerung der Datenstation. IBM Nachrichten 18(1968)188, S. 144...151.
[7] *L. G. Roberts:* Access control and file directories in computer networks. IEEE international convention, New York 1968.
[8] *P. R. Low:* The impact of large scale. Integration on small data processing equipment. IEEE international convention, New York 1968.

Adresse des Autors:
H. A. Laett, Vizedirektor, Radio-Schweiz AG, Postfach, 3000 Bern 25.