

Beihefte der TECHNISCHEN MITTEILUNGEN AEG-TELEFUNKEN
Berlin 1970



Bild auf der Titelseite

Mit der Ruhr-Universität Bochum wurde im Herzen des Rheinisch-Westfälischen Industriegebiets eins der fortschrittlichsten Bildungszentren der Bundesrepublik geschaffen. Das nach neuzeitlichsten Konzeptionen angelegte Rechenzentrum der Universität wurde mit einem Großrechensystem TR 440 von AEG-TELEFUNKEN ausgerüstet

Photo freigegeben vom Reg.-Präs. Münster unter Nr. 5266/69



Teilansicht des Rechenzentrums der Ruhr-Universität Bochum. Die Bedientische gehören (von links) zur Zentraleinheit des TR 440, zum Satellitenrechner TR 86 und zu einem zusätzlichen selbständigen Rechner TR 86. (Dieses Bild und das Bild auf der Titelseite erscheinen mit freundlicher Genehmigung der Ruhr-Universität Bochum)

DATENVERARBEITUNG

Beihefte der TECHNISCHEN MITTEILUNGEN AEG-TELEFUNKEN
3. Jahrgang (1970) Heft 3

Inhaltsverzeichnis

- 101 **Großrechner – Made in Germany**
Friedrich v. Sydow
- 101 **Die TR-440-Staffel**
Friedrich v. Sydow
- 104 **Der zentrale Rechner des TR 440**
Gunter Stadie
- 109 **Adressierung im RD 441**
Günther Stiege
- 112 **Zum Betriebssystem BS 2**
Jürgen Piper, Herbert Meißner, Franz Stetter und Michael Heinz
- 115 **Das Teilnehmer-Betriebssystem BS 3**
Manfred Evers und Werner Hoheisel
- 122 **Das Satellitensystem des Telefunken-Rechensystems TR 440**
Enno Schmidt, Norbert Linn, Andreas Schwald und Hanno Krainer
- 124 **Zum Programmiersystem des Telefunken-Rechensystems TR 440**
Gunter Stadie
- 132 **Der TR 440 mit zwei Rechnerkernen und Massenkernspeicher**
- 133 **Periphere Einheiten der TR-440-Staffel (Auswahl)**
- 135 **Anlagenkonfiguration eines Teilnehmer-Rechensystems TR 440**
Heinz Kääh
- 136 **Die Mathematische Programmbibliothek des TR 440**
Hannspeter Voltz
- 136 **Anwendungssysteme für den TR 440**
Eike Jessen
- 141 **Gedanken über die Beziehungen zwischen Fernmelde- und Informationstechnik und ihre zukünftige Entwicklung**
Horst Meintzen
- 145 **Studienarbeiten unterstützen Ausbildung für Informatik-Ingenieure**

Die TR-440-Staffel

v. Sydow, Friedrich
DATENVERARBEITUNG AEG-TELEFUNKEN 3 (1970) 3, S. 101–104, 3 B.

Einem kurzen Streifzug durch die jüngere Entwicklung von Anforderungen an große Rechensysteme, als Herausforderung, folgt ein Überblick über die Rechensysteme der TR-440-Staffel, als einer Antwort auf die Herausforderung. Hardware und Software des TR 440 in den verschiedenen Stufen werden kurz umrissen und an Hand dreier Bilder überschaubar vorgestellt. Dieser Beitrag stellt damit eine Verbindung unter den anderen Beiträgen zu einzelnen Gegenständen des TR 440 in diesem Heft her.

DATENVERARBEITUNG AEG-TELEFUNKEN

DK 681.322 TR 440

Der zentrale Rechner des TR 440

v. Sydow, Friedrich
DATENVERARBEITUNG AEG-TELEFUNKEN 3 (1970) 3, S. 104–109, 5 B.

Vom Digitalrechner RD 441 als Zentraleinheit von Systemen der TR-440-Staffel werden allgemeine Eigenschaften, Aufbau und Ausbaustufen beschrieben. Seine funktionelle Gliederung wird in Text und Bildern vorgeführt. Da sich ein so komplexes Gerät nicht auf wenigen Druckseiten vollständig abhandeln läßt, wird lediglich die Darstellung von Zeichenketten und von Zahlen etwas eingehender und gemeinverständlich behandelt. Alle wichtigen konstruktiv vorgesehenen Formate sind in einem Bild zusammengefaßt. Eine Zusammenstellung wichtiger Daten des Rechners und eine Erläuterung der Schaltkreistechnik bilden den Abschluß.

DATENVERARBEITUNG AEG-TELEFUNKEN**Adressierung im RD 441**

Stadie, Gunter
DATENVERARBEITUNG AEG-TELEFUNKEN 3 (1970) 3, S. 109–111.

Die Seitenadressierung gestattet z. B. nicht nur eine bequeme Verwaltung des Zentralspeichers, sondern sie bringt auch Probleme, die z. B. zur Einrichtung von Assoziativregistern führen. Neben der Seitenadressierung wird auch auf die absolute Adressierung eingegangen, und es werden die unterschiedlichen Adressierungsmodi motiviert. Schließlich werden die Einrichtungen der Indexspeicheransteuerung geschildert, die einen schnellen Zugriff auf Indexgrößen ermöglichen.

DATENVERARBEITUNG AEG-TELEFUNKEN

DK 681.322.06 TR 440

Zum Betriebssystem BS 2

Stiege, Günther
DATENVERARBEITUNG AEG-TELEFUNKEN 3 (1970) 3, S. 112–115, 3 B, 1 Qu.

Das Betriebssystem BS 2 des TR 440 ist für kleinere und mittlere Anlagen vorgesehen. Es ist ein Mehrprogrammsystem für Batch- und Stapelfernverarbeitung. Besonderer Wert wurde auf geringen Kernspeicherbedarf und flexible Geräte- und Dateiverwaltung gelegt. Von den drei Versionen des BS 2 bietet Version 1 Zweiprogramm-Betrieb, Version 2 Parallelbetrieb von bis zu acht Programmstufen und eine dynamische Zwischenpufferung der Aufträge, Version 3 ermöglicht zusätzlich Stapelfernverarbeitung.

DATENVERARBEITUNG AEG-TELEFUNKEN

DK 681.322.06 TR 440

Das Teilnehmer-Betriebssystem BS 2

Piper, Jürgen, Meißner, Herbert, Stetter, Franz und Heinz, Michael.
DATENVERARBEITUNG AEG-TELEFUNKEN 3 (1970) 3, S. 115–122, 4 B.

In einem Überblick werden die Forderungen an ein Betriebssystem aufgeführt sowie die Lösungen im BS 3 vorgestellt. Die Begriffe Akteur, Prozeß, Abwickler, Operateur werden dabei definiert. Ausführlich wird auf die Betriebsmittelsteuerung im Betriebssystem eingegangen, wobei Entscheidungskriterien des Prozesses *Kontrollfunktion* vorgestellt werden. Die Verdrängung von Aufträgen innerhalb der Betriebsmittelsteuerung wird gesondert hervorgehoben. Den Abschluß bilden ein Abriss über die Datenorganisation und die langfristige Datenhaltung im Teilnehmer-Betriebssystem BS 3.

DATENVERARBEITUNG AEG-TELEFUNKEN

Herausgeber und Verlag:

**ALLGEMEINE ELEKTRICITÄTS-GESELLSCHAFT
AEG-TELEFUNKEN**
Berlin-Grünwald.

Für den Inhalt verantwortlich: Dr. Klaus Johannsen, Berlin-Grünwald.

Schriftleiter: Günther Iserlohe, Konstanz, und Detlef Lorenz, Berlin-Grünwald (stellvertretend).

Die hier veröffentlichten Originalarbeiten dürfen ohne jede weitere Genehmigung auszugsweise wiedergegeben werden, vorausgesetzt, daß bei der Veröffentlichung Verfasser und Quelle genau angegeben und der Schriftleitung nach dem Erscheinen zwei Belegexemplare zur Verfügung gestellt werden. Für vollständigen Nachdruck und für Übersetzungen bitten wir jedoch vorher Genehmigung einzuholen. Photokopieren einzelner Aufsätze, auch für berufliche Zwecke, ist erlaubt.

Referate, die lediglich den Inhalt einzelner Beiträge dieser Zeitschrift beschreiben, dürfen zu Dokumentationszwecken unter Angabe von Verfasser und Quelle vervielfältigt und unentgeltlich verbreitet werden. Alle übrigen Rechte bleiben vorbehalten. Ein Jahrgang der Zeitschrift DATENVERARBEITUNG AEG-TELEFUNKEN umfaßt mindestens drei Hefte.

Bestellungen und sonstige Mitteilungen sind zu richten an AEG-TELEFUNKEN, Technisch-Literarische Abteilung, 1 Berlin 33 (Grünwald), Hohenzollerndamm 150.
Bezugspreis DM 18,- jährlich, Einzelheft DM 6,-.

Ausgabedatum: 3. März 1971

AEG-TELEFUNKEN

Großrechner – Made in Germany

Dieses Heft behandelt als Schwerpunktthema einige wesentliche Aspekte von Rechensystemen der TR-440-Staffel. Dies geschieht nicht in geschlossener Darstellung sondern – durchaus lückenhaft und mit unterschiedlicher Eindringtiefe – an Hand einiger ausgewählter Beiträge unter verschiedenen Gesichtswinkeln.

Auf diese Weise soll einmal besonders eindringlich gezeigt werden, wie weit inzwischen – trotz anfänglicher Startschwierigkeiten – die Entwicklung auch großer Rechensysteme *Made in Germany* bei AEG-TELEFUNKEN in Konstanz gediehen ist.

Den in diesem Heft gebotenen speziellen Beiträgen zum Telefunken-Rechensystem TR 440 ist als vereinendes Band eine Übersicht über die TR-440-Staffel vorangestellt.

Ergänzend sei auf Firmenschrifttum zum TR 440 und auf einschlägige Artikel in früheren Ausgaben dieser Zeitschrift hingewiesen.

Die TR-440-Staffel

Vom mittleren Rechensystem bis zum dialogfähigen Teilnehmer-Rechensystem

DK 681.322 TR 440

Friedrich v. Sydow

Die Aufgabe . . .

Die Anforderungen an äußerst leistungsfähige Rechenhilfsmittel sind während der letzten zehn Jahre in mehrfacher Hinsicht gestiegen. Immer zahlreicher und ausgedehnter werden die Aufgaben, die sich der maschinellen Datenverarbeitung stellen. Flugsicherung und automatische Dokumentation gehören als nichtnumerische Probleme ebenso hierher wie die Wettervorhersage als extrem umfangreiches numerisches Problem.

Andere Anforderungen an die Datenverarbeitung gehen in die Richtung gesteigerten Komforts für den Umgang mit der Maschine. Bequemere Umgangsformen werden besonders für zahlreiche kleine und kleinste Aufgaben gefordert, denn die zurückliegende Entwicklung hatte dazu geführt, den Abstand zwischen der Maschine und dem einzelnen Benutzer mit zunehmender Geschwindigkeit und Leistungsstärke der Anlagen zu vergrößern.

Betrachtet man die Wirtschaftlichkeit verschieden großer Rechensysteme, so spricht für ein großes System die Tatsache, daß hier eine einzelne Operation stets billiger ist als bei kleineren Systemen. Dies entspricht dem allgemeinen Gesetz der Kostendegression, demzufolge größere Einheiten – wo sie zu rechtfertigen sind – billiger arbeiten als kleinere. Das verhält sich bei Rechenanlagen nicht anders als bei Kraftwerken oder Verkehrsflugzeugen.

Größere, schnellere Rechensysteme als

bisher werden benötigt, um Aufgaben, die eine umfangreiche Datenhaltung erfordern, überhaupt lösen zu können, Aufgaben, für die bisher das Werkzeug noch nicht ausreichte. Größere Systeme werden auch zur Lösung schrittweise angewachsener Aufgaben und für zahlreiche kleine und kleinste Aufgaben benötigt. Gegenwärtig dominiert daher das Bestreben, Einzelanwendungen und umfassende Anwendungen wirtschaftlich zu vereinigen.

Wesentliche Trends erfordern neue Betriebsarten und Mischungen vertrauter mit neuen Betriebsarten, Bereitstellung großer Zentralspeicher wie leistungsfähiger peripherer Speicher, gesteigerte Zuverlässigkeit, Wartbarkeit und Verfügbarkeit. Die Benutzer sollen nicht mehr auf einen Arbeitsplatz in der Nähe der Anlage angewiesen sein. Mittel der Datenübertragung sollen ihnen die Rechenleistung am eigenen Tisch zugänglich machen. All das erfordert neben modernster Rechnertechnik einen hohen Aufwand an vorgefertigten Programmier-Unterstützungen.

. . . ihre Lösung

Vor acht Jahren hat Telefunken das erste, seinerzeit zu den großen zählende Rechensystem, den nun vielfach bewährten TR 4, auf den Markt gebracht. In der Zwischenzeit hat AEG-TELEFUNKEN zahlreiche Analog-, Digital- und Hybrid-Rechensysteme entwickelt und vertrieben und konnte damit das Spektrum ihrer Lieferungen

sowie der Anwendungen beträchtlich erweitern.

Es mußte aber auch manch neuer Weg gefunden werden, um diese Erfahrungen, verbunden mit neuen Einsichten, in das Großrechnerprojekt für die 70er Jahre einzubringen, in die TR-440-Staffel, die von AEG-TELEFUNKEN geschaffene Lösung der großen Aufgabe.

Die TR-440-Staffel ist eine Gruppe moderner Digitalrechensysteme von sehr unterschiedlicher Größe und Leistung. Ihre Mitglieder sind für den Einsatz in mittleren bis großen Rechenzentren zur Lösung administrativ-kommerzieller und technisch-wissenschaftlicher Aufgaben geeignet.

Stufen der Zusammensetzung der Systeme und unterschiedlicher Auswahl ihrer Bausteine entsprechen Stufen der Leistungsumfänge und verschiedenen Formen des Zugangs zu numerischer und nichtnumerischer Rechenleistung für die Anwender. Die Stufen und die Möglichkeit des nahtlosen Übergangs von schon installierten zu immer größeren Rechensystemen TR 440 – sei es nun, um einen noch größeren Durchsatz zu erzielen oder um zusätzliche Nutzungsarten zu erschließen – führten zu der Bezeichnung *Staffel*.

In diesem Beitrag werden Art und Bedeutung der Bestandteile der Systeme, wesentliche Beziehungen unter ihnen und allgemeine Eigenschaften umrissen, damit die Gegenstände der nachfolgenden Beiträge in den größeren Zusammenhang eingeordnet werden können.

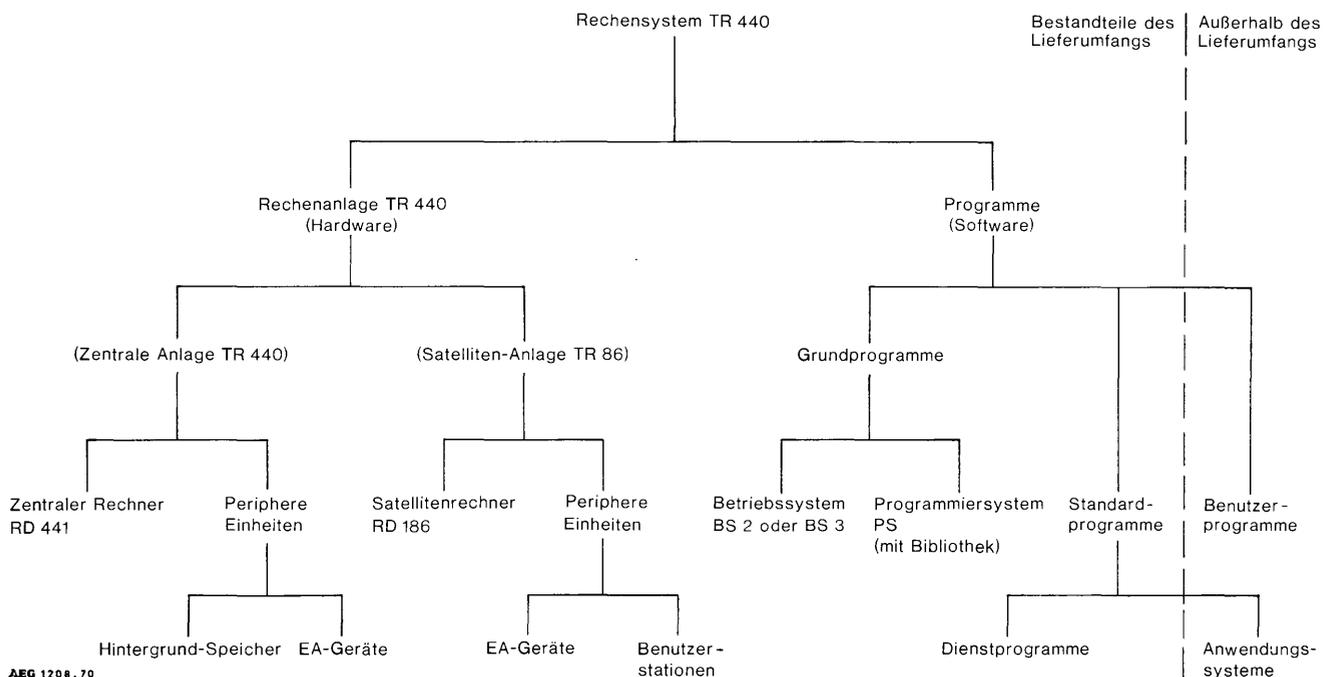


Bild 1. Gliederung von Rechensystemen der TR-440-Staffel (vereinfacht)

Dabei werden auch Möglichkeiten des Bildens von Konfigurationen, Betriebsarten der Systeme und Unterstützungen für die Benutzer skizziert. Beweggründe zur Konzeption der Staffel ergeben sich aus dem Abschnitt *Die Aufgabe...* Zunächst soll Bild 1 einen Überblick über die Architektur des Rechensystems TR 440 geben.

Jedes Rechensystem der Staffel besteht mindestens aus einer Rechenanlage (Hardware) und einer Grundprogrammausstattung (Software). Jede Anlage umfaßt einmal einen Digitalrechner RD 441 als Zentraleinheit und zum zweiten Hintergrundspeicher und Geräte für Eingabe und Ausgabe als periphere Einheiten; hinzu kommen bei größeren Anlagen Satellitenrechner (Digitalrechner RD 186) und – als periphere Einheiten zu diesen – Benutzerstationen wie Fernschreiber und Sichtgeräte oder auch zusätzliche EA-Geräte¹⁾, zum Teil gleich denen, die unmittelbar an den zentralen Rechner angeschlossen werden. Die Grundprogrammausstattung jedes TR 440 umfaßt ein Betriebssystem und das Programmiersystem, deren Einschleusung in eine Anlage aus dieser erst das wirtschaftlich einsetzbare und benutzerfreundliche Gesamtsystem entstehen läßt.

Zur Hardware

Der zentrale Rechner des TR 440 ist ein Digitalrechner mit Einrichtungen

für Zeichenverarbeitung. Seine mittlere Operationsgeschwindigkeit ist abhängig vom Ausbau; sie setzt bei etwa 800 000 Operationen je Sekunde ein (näheres weiter unten). Der RD 441 ist mit einem oder zwei Rechnerkernen (Befehlswerk, Rechenwerk) ausstattbar und verfügt über einen schnellen Kernspeicher, der je nach Ausbau 32 K bis 256 K Worte zu 52 Bits aufnimmt²⁾ bzw. 192 K bis 1536 K Bytes (Oktaden) zu 8 Bits (zusätzlicher Massenkernspeicher bis 2056 K Worte bzw. 12 336 K Bytes) sowie über maximal 16 Kanalwerke zur Eingabe und Ausgabe (vier Schnell-Kanalwerke mit je einem Anschluß, zwölf Standard-Kanalwerke mit je vier Unterkanälen). Sein Befehlsvorrat umfaßt 240 Befehle für den Rechnerkern (größtenteils Einadreßbefehle), die je ein Halbwort einnehmen, und sieben Dreiadreßbefehle für das EA-Werk¹⁾, die je ein Ganzwort belegen. Es können mehrere Werke zeitlich überlappt auf den Zentralspeicher arbeiten. Bis zu sechzehn Kanalprogramme können simultan zu Programmen im Rechnerkern ablaufen.

Der RD 441 ist in verschiedenen Grundausbaustufen erhältlich, aus denen wiederum mehrere Varianten ableitbar sind (jeweils bis zur nächsthöheren Stufe). Die mittlere Operationsgeschwindigkeit beträgt bei einem Rechnerkern (wie schon erwähnt) etwa 800 000 Operationen je Sekunde, bei zwei Rechnerkernen etwa das 1,7fache. Sie ist desto

höher, je größer der Zentralspeicher ist (näheres im anschließenden Beitrag im Abschnitt 2.2).

Der Zentralspeicher (schneller Kernspeicher; zusätzlich Massenkernspeicher) wird durch periphere Speicher als Hintergrundspeicher mit gestuften Arbeitsgeschwindigkeiten und grobstufig wählbaren Kapazitäten ergänzt. Aus den verschiedenen Typen wird eine mit den jeweiligen Schwerpunktaufgaben und den sonstigen Komponenten einer Konfiguration abgestimmte Speicherhierarchie gebildet. Es handelt sich um Trommel-, Platten-, Wechselplatten- und Magnetbandspeicher. Die beiden letztgenannten bilden insofern einen Übergang zu den EA-Geräten¹⁾, als ihre Speichermedien, Plattenstapel bzw. Magnetbandspulen austauschbar sind. Mit ihnen wird also eine praktisch unbegrenzte Speicherkapazität erschlossen. Der bei einem TR 440 mit einer Trommel (hier Plattenspeicher mit Trommelcharakter) erreichbare Durchsatz wird durch Hinzunahme einer zweiten Trommel nahezu verdoppelt.

Als eigentliche EA-Geräte zur unmittelbaren Eingabe in das Rechensystem bzw. Ausgabe daraus stehen Geräte

1) EA steht genaugenommen für Eingabe oder Ausgabe oder beides. Geräte, die entweder zur Eingabe oder zur Ausgabe dienen, sind daher gleichwohl EA-Geräte.

2) K steht in der Datenverarbeitung für $2^{10} = 1024$ (ähnlich k für 1000).

aller üblichen Klassen zur Wahl; z. B. Lochkartenleser und -stanzer, Lochstreifenleser und -stanzer, Schnelldrucker mit unterschiedlichen Zeichenvorräten und Druckgeschwindigkeiten. Bild 2 veranschaulicht eine einfache Konfiguration (Abkürzungen siehe S. 133). Ob eine Verbindung in einer oder in beiden Richtungen benutzt wird, ist aus den Pfeilspitzen ersichtlich.

Zur Bildung großer Rechensysteme der Staffel, besonders Teilnehmer-Rechensysteme, müssen Anlagen von der Art wie in Bild 2 noch mit zusätzlichen Satelliteneinheiten versehen werden: Digitalrechnern RD 186 als Satellitenrechner und peripheren Einheiten dazu, d. h. praktisch ganzen Rechenanlagen TR 86, die sonst als selbständige Anlagen verwendet werden. Der RD 186 ist gleichfalls in verschiedenen Zusammensetzungen und Ausbaustufen erhältlich. Als Satellitenrechner ist er jedoch entsprechend den Aufgaben der Vorverarbeitung, des Sammelns und Verteilens des Datenstroms zu und von Benutzerstationen weitgehend auf eine bestimmte Zusammensetzung festgelegt.

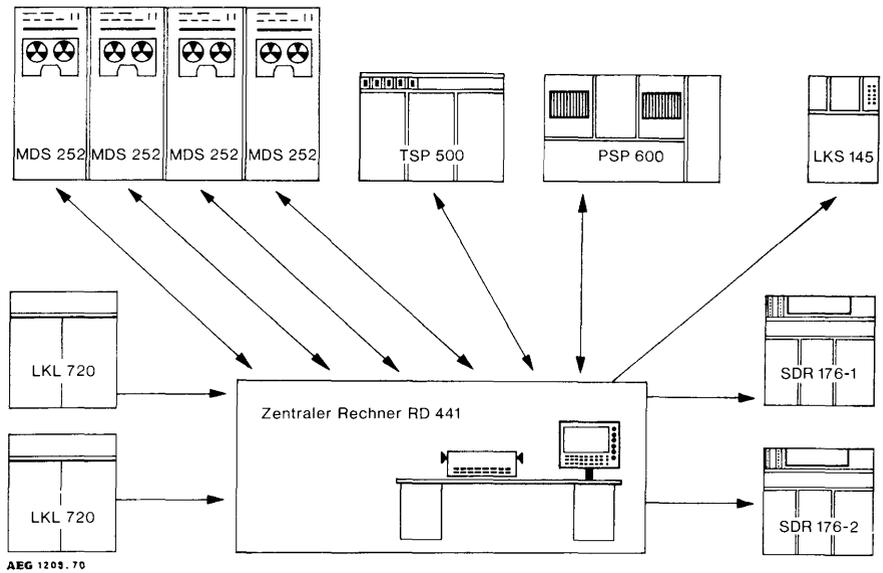


Bild 2. Eine TR-440-Konfiguration ohne Satelliteneinheiten

Eine wesentliche Aufgabe ist bei beiden Betriebssystemen die zentrale Verwaltung (Zuteilung und Entziehung) von Betriebsmitteln, wie Rechnerkern, Speicher aller Art und anderes mehr. Es unterhält hierzu alle erforderlichen Ver-

bindungen mit der Hardware, der es von den verschiedenen Schichten der Software am nächsten steht. Die Konzeption der Betriebssysteme wurde daher mit der Konzeption der Hardware abgestimmt.

Zur Software

Unter Grundprogrammen (Basis-Software) der TR-440-Staffel werden alle diejenigen Programme verstanden, die der allgemeinen Organisation des Betriebs von Rechensystemen TR 440 dienen oder zwischen Programmiersprachen und Maschinensprache vermitteln. Bei jeder Grundprogrammausstattung eines TR 440 werden zwei Systeme von Programmen unterschieden: Betriebssystem und Programmiersystem.

Betriebssysteme

Gegenwärtig kann unter zwei Betriebssystemen gewählt werden: dem Betriebssystem BS 2 und dem Teilnehmer-Betriebssystem BS 3. Beide sind Plattenbetriebssysteme. Sie gehören in der jeweils erreichten Ausbaustufe und gewählten Version (Zusammensetzung) zum Lieferumfang jedes Rechensystems TR 440 und werden durch Änderungsdienst und Programmpflege (Maintenance) auf dem laufenden gehalten. Die Auswahl des Betriebssystems und der Version hängt besonders vom Ausbau des Kernspeichers ab und erfolgt zusammen mit der Festlegung der Konfiguration. Zur Anpassung an das Einsatzgebiet des Rechensystems, die Aufgabenzusammensetzung und die Konfiguration können von der Rechenzentrumsleitung Betriebsparameter eingestellt werden.

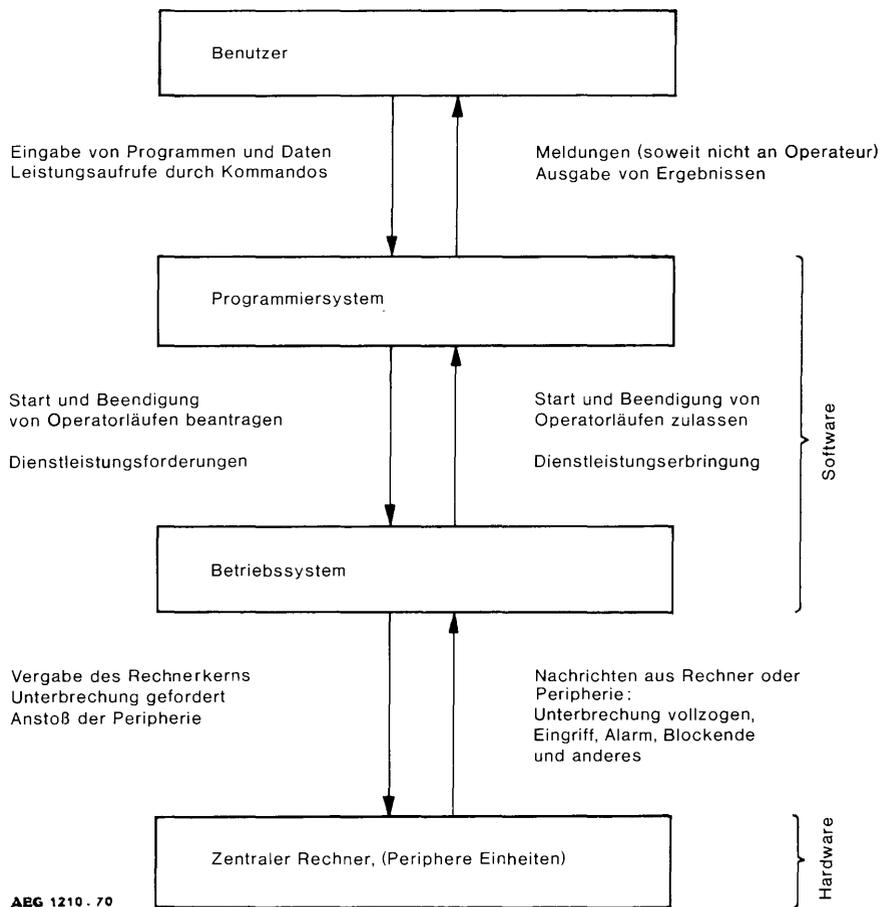


Bild 3. Software-Schichten zwischen Benutzer und Anlage

Für den nachträglichen Übergang von dem kleineren der beiden Betriebssysteme auf das größere wurden Vorkehrungen getroffen und gelten Bedingungen, die eine problemlose Umstellung ermöglichen.

Das Betriebssystem BS 2 wurde für administrativ-kommerziellen und für technisch-wissenschaftlichen Einsatz geschaffen. Es ist für die Betriebsarten Stapelverarbeitung, Mehrprogrammbetrieb (für zwei oder mehr Benutzerprogramme) sowie für Stapelfernverarbeitung über Satellitenrechner RD 186 ausgelegt und erschließt dem Benutzer vor allem die kleineren Kernspeicherkonfigurationen der TR-440-Staffel.

Das Teilnehmer-Betriebssystem BS 3 ist universell anwendbar für alle Arten numerischer und nichtnumerischer Aufgaben, die mit einem Digitalrechner gelöst werden können. Es ist ausgelegt für die Betriebsarten Stapelverarbeitung, Mehrprogrammbetrieb (für bis zu sieben Benutzerprogramme) und für Teilnehmerbetrieb im Dialogverkehr über Benutzerstationen an RD 186.

Programmiersystem

Beide Betriebssysteme werden mit dem gleichen Programmiersystem PS verbunden. Dieses besteht aus bestimmten Dienstprogrammen in der Form sogenannter Operatoren, die den Benutzern für Programme in zulässigen Programmiersprachen die Leistungen des Re-

chensystems TR 440 vermitteln. Die Operatoren des Programmiersystems, beispielsweise Übersetzer, Montierer, Sort-Generator, werden vom Benutzer durch Kommandos (Steueranweisungen einer Betriebssystemsprache) aufgerufen, die von einem Kommandoentschlüssler entschlüsselt werden.

Die so jeweils aktivierten Operatoren bedienen sich ihrerseits der im Betriebssystem bereitgestellten Dienstleistungen. Diese über mehrere Schichten gehenden Zusammenhänge sind zum besseren Verständnis in Bild 3 schematisch dargestellt. Der Verkehr des Benutzers mit dem Rechner spielt sich also mit der oberen Schicht der Software im Bild ab. Hierzu kann er sich zunächst einer der Programmiersprachen ALGOL 60, FORTRAN IV, COBOL oder TAS (Telefunken-Assembler-Sprache) bedienen. In Vorbereitung sind außerdem Übersetzer für die Sprachen GPSS und BASIC.

Besondere Vorzüge des Programmiersystems liegen in der Kombinierbarkeit der Programmiersprachen und in der komfortablen Kommandosprache, die es unter anderem ermöglicht, mit einem DEFINIERE-Kommando zusätzliche Kommandos nach eigenen Bedürfnissen einzuführen. Sie ermöglicht außerdem der Texthaltung dienende Manipulationen wie Eintragen, Löschen, Korrigieren und Protokollieren. Als Test- und Diagnosehilfen werden bei allen Spra-

chen Überwachungsfunktionen und Zustandsanalysen von Programmläufen angeboten, die von den Übersetzern auf Wunsch bei der Erzeugung eines Objektprogramms vorbereitet werden. Auch bezüglich dieser Hilfen sind Programmteile, die aus verschiedenen Quellsprachen hervorgehen, kombinierbar.

Das Spektrum

Die Baukastenarchitektur oder Modularität der Hardware, verbunden mit den hier natürlich nur sehr gedrängt dargestellten Varianten und Eigenschaften der Software, ermöglicht – dies war das Entwicklungsziel – ein breit gefächertes Spektrum von Systemen der TR-440-Staffel mit unterschiedlichen Leistungscharakteristika.

Eine Ausstattung des Zentralspeichers für 32 K Worte bzw. 192 K Bytes (Oktaden) stellt eine für den Einstieg in die Staffel sinnvolle untere Grenze dar. Die obere Grenze des Zentralspeichers liegt dann erst bei einer Kapazität für 256 K Worte entsprechend 1536 K Bytes (zu 8 Bits), oder – bei Hinzunahme eines Massenkernspeichers – bei einem Vielfachen davon.

Das Spektrum der Staffel reicht damit von mittleren Rechensystemen bis zu sehr großen dialogfähigen Teilnehmer-Rechensystemen. (Die Konfiguration eines großen Teilnehmer-Rechensystems ist auf S. 135 dargestellt.)

Der zentrale Rechner des TR 440

DK 681.322 TR 440

Friedrich v. Sydow

1. Einige Eigenschaften

Zentraleinheit jedes Rechensystems der TR-440-Staffel ist ein programmgesteuerter Digitalrechner RD 441, der in verschiedenen Ausbaustufen geliefert wird und mit wachsenden Anforderungen nachgerüstet werden kann. Der RD 441 ist mit mikrominiaturisierten Festkörperschaltkreisen hoher Zuverlässigkeit und mit einem in Moduln gegliederten Koinzidenzferritkernspeicher ausgestattet.

Er verarbeitet einerseits Worte bestimmter Länge oder Stellenzahl, halbe oder ganze Maschinenworte parallel, so z. B.

binäre Darstellungen 13stelliger Dezimalzahlen bei numerischem Rechnen mit festem (gedachtem) Punkt; damit andererseits auch – etwa bei nicht-numerischem Rechnen – einzelne Zeichen (Wortteile) aus Zeichenreihen oder Texten ausgewählt, verglichen, umgestellt, getilgt oder eingefügt werden können, wurde der RD 441 auch hierfür eingerichtet; insbesondere sind Manipulationen mit sogenannten Bytes oder Silben zu 4, 6, 8 oder 12 Bits schon durch Konstruktion der Hardware besonders unterstützt.

Für diesen Rechner kann daher in An-

spruch genommen werden, daß er die Vorzüge einer Wortmaschine, nämlich relativ schnelle, weil parallele Verarbeitung von Worten und relativ kurze Adressen ihrer Speicherplätze mit Vorteilen der Zeichenverarbeitung vereinigt.

Ein Maschinenwort des RD 441 besteht aus 52 Bits. Der eigentlichen Informationsdarstellung dienen davon 48 Bits. Von den restlichen 4 Bits dienen zwei zur Sicherung (Dreierprobenergänzung) und zwei zur Unterscheidung von vier Worttypen, nämlich Gleitpunktzahl, Festpunktzahl, Befehlswort, Textwort (alpha-

numerisch). Das Format von 48 Bits eines Textworts ist ein gemeinsames Vielfaches der Byte-Formate für 4, 6, 8 oder 12 Bits.

Die im Rechner verdrahteten Befehle der sogenannten Maschinensprache (Rechnerkernbefehle) sind größtenteils Eindrückbefehle; sie teilen sich zu zweit in ein Maschinenwort. Von ihnen werden, nach den Operationsteilen, 240 Arten unterschieden. Daneben gibt es außerdem sieben Arten von EA-Werks-Befehlen. Die Ausführungszeiten vieler Befehle werden überlappt, EA-Werks-Befehle werden zeitlich parallel zu Rechnerkernbefehlen abgearbeitet. Die mittlere Operationsgeschwindigkeit des RD 441 mit einem Rechnerkern liegt bei 800 000 Operationen je Sekunde, ist jedoch, wie weiter unten gezeigt wird, abhängig vom Ausbau des Speichers.

Vier verschiedene Adressierungsmodi ermöglichen unterschiedliche Adreßinterpretationen bei der Ausführung von Befehlen und damit zugleich eine Unterscheidung wesentlich verschiedener Stufen von Programmen in Verbindung mit unterschiedlichen Arten von Speicherschutz. So können ablaufinvariant programmierte Systemprogramme unter strikte Schreibsperre gestellt werden und Daten eines Benutzerprogramms wählbar etwa unter Schreib- und/oder Lesesperre für andere Programme (was außer den Adressierungsmodi Führung getrennter Tabellen erfordert). Im Normalmodus, dem Adressierungsmodus für Benutzerprogramme, wird Seitenadressierung (*paging*) angewendet, als eine von mehreren Voraussetzungen für einen Mehrprogrammbetrieb, der den Benutzern nicht die Segmentierung von Programmen aufbürdet.

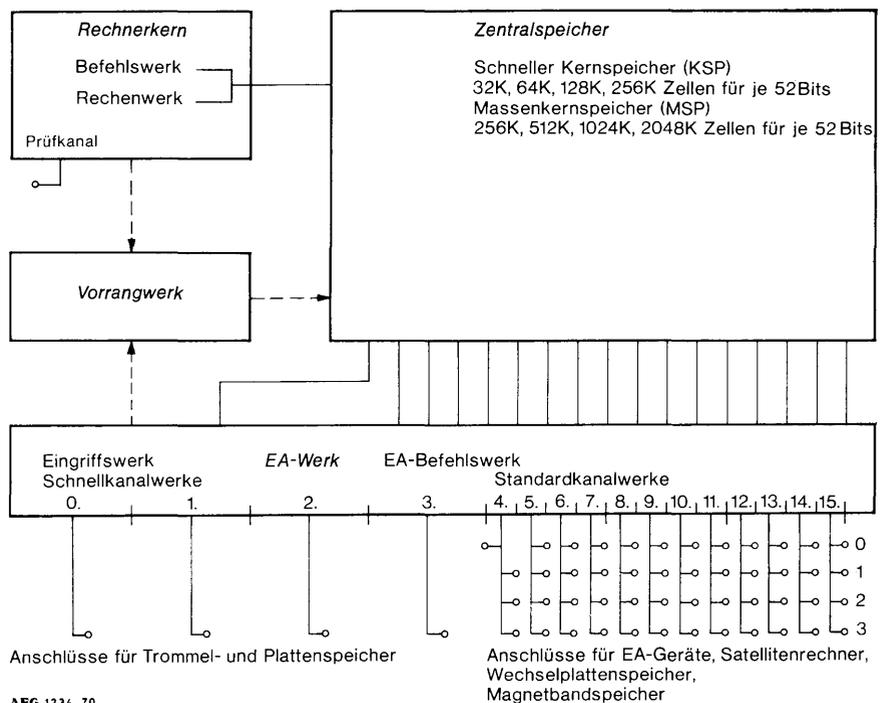
Eine andere in der Hardware angelegte wesentliche Voraussetzung für Mehrprogrammbetrieb und zugleich für Dialogverkehr einer Vielzahl von Teilnehmern liegt schließlich im Unterbrechungssystem, das die Unterbrechung und Rückstellung von Programmläufen auf Grund von Eingriffen und Alarmen ermöglicht.

2. Funktionelle Gliederung

Unabhängig von der jeweiligen Ausbaustufe wird der Digitalrechner RD 441 (Zentraleinheit jedes TR 440) in folgende vier Funktionseinheiten gegliedert:

Rechnerkern,
Zentralspeicher (Hauptspeicher),
Vorrangwerk,
EA-Werk (Eingabe-Ausgabe-Werk).

Die unter ihnen bestehenden Zusammenhänge, die nächste Stufe der Unter-



AEG 1234.70

Bild 1. Digitalrechner RD 441, Werke im Zusammenhang

gliederung (in nächst kleinerer Schrift) und die Anschlußmöglichkeiten (Übergabestellen) für periphere Einheiten einschließlich Satellitenrechnern sind in Bild 1 veranschaulicht.

Kanalwerke und Geräteanschlüsse in Bild 1 entsprechen dem maschinentechnischen Maximum. Verschiedene Ausbaumöglichkeiten des Rechners unterscheiden sich in der Kapazität des Zentralspeichers sowie in der Ausstattung des EA-Werks mit Kanalwerken unterschied-

licher Leistung, Zusammensetzung und Anzahl. Es ist außerdem möglich, einen zweiten Rechnerkern einzubauen.

Zur Grundausstattung jedes RD 441 gehört eine Kontrollschreibmaschine KSM 106 und ein Lochstreifenleser LSL 040 für Elementareingabe. Für den Operateur wird die KSM gemäß Bild 2 auf das Standardkanalwerk Nr. 4, Unterkanal 0, geschaltet, für Elementar-Eingabe oder -Ausgabe kann sie auch auf den Prüfkanal am Rechnerkern umge-

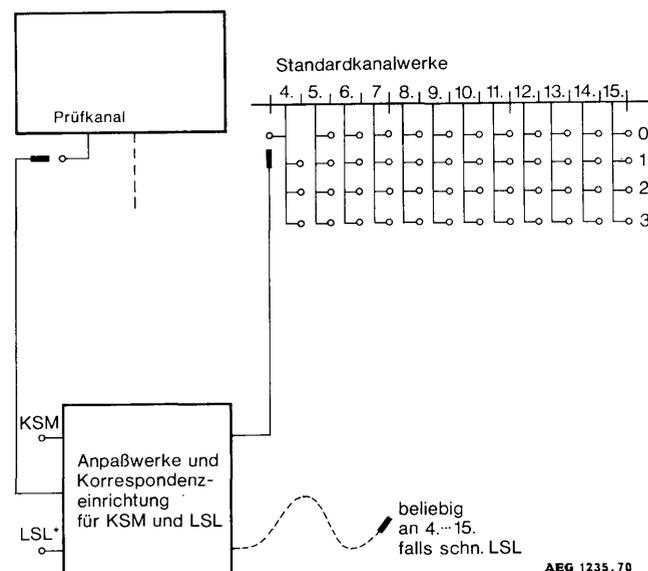


Bild 2. Anschluß von Kontrollschreibmaschine KSM und Lochstreifenleser LSL

(* für Elementareingabe)

AEG 1235.70

schaltet werden (nur zum Urladen und für die Wartung).

2.1. Der Rechnerkern

Der Rechnerkern umfaßt das Befehlswerk (Leitwerk) mit 30 Registern und das Rechenwerk mit 16 Registern. Beide Werke sind über ein gemeinsames Sammelregister mit dem Zentralspeicher verbunden. Insgesamt 16 Register sind über den Operationsteil von Befehlen ansprechbar. Mit dem Befehlswerk und dem Rechenwerk werden in Verbindung mit einem Mikroprogramm-Steuerwerk die 240 Arten von Rechnerkernbefehlen ausgeführt. Einige organisatorische Befehle, wie Sprünge und Adreßmodifikationen, führt das Befehlswerk allein aus. Dies geschieht in zeitlicher Überlappung zu der Ausführung von Rechnerkernbefehlen im Rechenwerk, die zuvor lediglich im Befehlswerk entschlüsselt wurden.

Operationen der Eingabe und Ausgabe werden mit bestimmten Befehlen vom Rechnerkern aus gestartet und dann im EA-Werk mit EA-Werks-Befehlen abgewickelt, die dafür von Grundprogrammen in vereinbarten Speicherzellen abgelegt werden. Zum Befehlswerk gehören unter anderem zwei Zuordner aus je vier Assoziativregistern. Der eine dient der Zuordnung von Seitenadressen, der andere der Zuordnung von Indexadressen. Die Assoziativregister nehmen die jeweils zuletzt angesprochenen, aktuellen Adressen auf, die aus ihnen bei erneutem Vorkommen praktisch zeitlos entnommen werden können (siehe Aufsatz „Adressierung im RD 441“ auf Seite 109).

2.2. Der Zentralspeicher

Der Zentralspeicher ist als schneller Kernspeicher KSP ausgelegt und kann zusätzlich einen Massenkernspeicher MSP umfassen. Beide sind Koinzidenz-Ferritkernspeicher aus ferrimagnetischen Ringkernen (KSP in 3D-Organisation, MSP in 2^{1/2}-D-Organisation). Beide sind in selbständig arbeitende Moduln mit eigenen Funktionssteuerungen gegliedert.

Jeder KSP-Modul faßt 16 K Worte zu je 52 Bits (ein Ganzwort mit Prüfbits und Typenkennung). Der einzelne KSP-Modul hat eine Zykluszeit von 0,9 µs und eine Zugriffszeit von 0,3 µs.

Konstruktionsbedingt können nur 2, 4, 8 oder 16 KSP-Moduln zusammengeschlossen werden. Da die einzelnen Moduln selbständig arbeiten, können ihre Zyklen zeitlich überlappt werden; bedingt durch die Einhaltung von

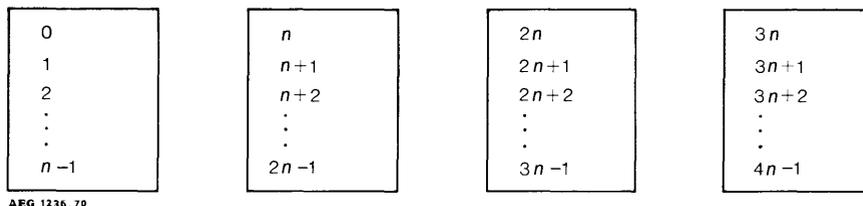


Bild 3. Unverschränkte Verteilung der Adressen auf vier Moduln

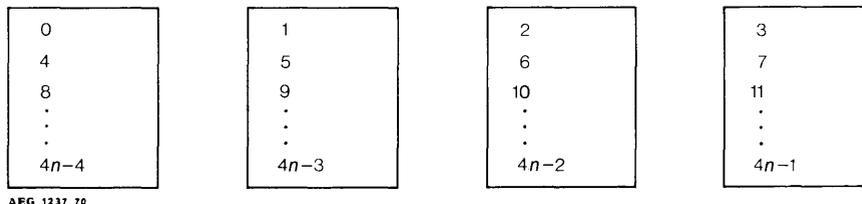


Bild 4. Verschränkte Verteilung der Adressen auf vier Moduln

Kostengrenzen bei der Auslegung mit Speicherleitungen und durch die Vorrangsteuerung ist jedoch keine totale Überlappung der Zykluszeiten möglich, sondern nur eine teilweise Überlappung, aus der jedoch eine erheblich verkürzte Zykluszeit für Lesen und eine für Schreiben resultiert. Adressenverschränkung ermöglicht Zyklenüberlappung auch für aufeinanderfolgende Adressen; sie ist in Bild 4 dargestellt im Vergleich zu Bild 3. Die verkürzten Zykluszeiten sind um so kürzer, je größer die Anzahl der Moduln ist. Grenzwerte werden jedoch nicht überschritten. Verkürzte Zykluszeiten sind: etwa 0,38 µs für Lesen in Speichern ab vier KSP-Moduln und etwa 0,13 µs für Schreiben im Speicher mit 16 KSP-Moduln. Der schnelle Kernspeicher kann bei Maximalausbau 256 K Ganzworte aufnehmen.

Jeder MSP-Modul faßt 512 K Worte zu je 52 Bits (ein Ganzwort mit Prüfbits und Typenkennung). Es können auch zwei oder vier MSP-Moduln zusammengeschlossen werden. Der einzelne MSP-Modul hat eine Zykluszeit von 2,1 µs und eine Zugriffszeit von 1,1 µs. Modularität und Adressenverschränkung ermöglichen auch beim Massenkernspeicher Zyklenüberlappungen. Der Massenkernspeicher kann bei Maximalausbau 2048 K Ganzworte aufnehmen.

2.3. Das Vorrangwerk

Das Vorrangwerk koordiniert alle auf den Zentralspeicher gerichteten Lese- und Schreibanforderungen von Befehlswerk, Rechenwerk und Kanalwerken, abhängig von Prioritätsstufen der Werke und davon, ob die dabei angesproche-

nen Speichermoduln frei sind. Das Vorrangwerk ist an sich vom Rechnerkern und vom EA-Werk unabhängig und steht dem Zentralspeicher am nächsten (gleichsam in der Rolle eines Pförtners). Aus Gründen einer übersichtlichen Systematik als gesondertes Werk angesehen, ist es aus technischen Gründen zusammen mit einem Teil des EA-Werks baulich zusammengelegt.

2.4. Das Eingabe-Ausgabe-Werk (EA-Werk)

Das EA-Werk hat als Ganzes die Aufgabe, den gesamten, unabhängig vom Rechnerkern betriebenen EA-Verkehr abzuwickeln. Es besteht aus dem EA-Befehlswerk, das bis zu fünf Befehle simultan ausführen kann, sowie maximal vier Schnellkanalwerken und 12 Standardkanalwerken. Jedes Standardkanalwerk hat vier Anschlußmöglichkeiten (Übergabestellen) für EA-Geräte, Wechselplattenspeicher, Magnetbandspeicher oder auch Satellitenrechner. Von einem Schnellkanalwerk kann ein peripherer Speicher, nämlich Trommel- und Plattenspeicher (als Hintergrundspeicher) angesteuert werden, womit über ein vollausgebautes EA-Werk maximal 52 periphere Geräte hardwareseitig betrieben werden können. Standardkanalwerke erlauben Übertragungsraten (bei 10 m Kabellänge) von 700 000 Bytes/s, Schnellkanalwerke Übertragungsraten von 3 000 000 Bytes/s (Bytes zu 8 Bits). Da jedem der Schnellkanalwerke ein eigenes EA-Befehlsregister zugeordnet ist, können die an sie angeschlossenen Geräte parallel betrieben

werden. Für die Standardkanalwerke steht insgesamt ein EA-Befehlsregister im EA-Befehlswerk zur Verfügung, so daß die Standardkanalwerke im Zeitmultiplex betrieben werden.

3. Interne Informationsdarstellung

Im Rechner werden alle Informationen binär dargestellt, d. h. mit Zeichenreihen aus zwei Zeichen, z. B. 0 und 1 oder, wenn man die 1 auf den Kopf stellt, um einen augenfälligen Unterschied zur dekadischen Zahlenschreibweise herzustellen: 0 und L.

Obgleich nun sowohl Texte als auch Zahlen binär dargestellt werden, be-

stehen doch grundlegende Unterschiede in der Darstellungsweise dieser beiden Informationsarten (Bild 5).

3.1. Textdarstellung

Texte werden Zeichen für Zeichen, und zwar Buchstabe für Buchstabe, Ziffer für Ziffer usw. dargestellt; jedes Schriftzeichen wird durch ein binäres Codewort erfaßt. Das kann z. B. gemäß dem Zentralcode ZC1 für RD 441 geschehen, bei dem jedes Codewort für ein Zeichen aus acht Bits besteht, z. B. für X das Codewort LL0L0LLL und für x das Codewort LLLL0LLL.

Bei diesen Codeworten handelt es sich

also um Bytes zu 8 Bits, die eindeutig auch Oktaden heißen. Als Bestandteile von Texten werden Zahlen nicht anders dargestellt; sie werden als solche Ziffer für Ziffer verschlüsselt.

3.2. Zahlendarstellung

Anders verhält es sich mit der Darstellung von Zahlen als Operanden numerischer Rechnung. Hierfür sind im RD 441 zwei Möglichkeiten vorgesehen: eine Festpunktdarstellung und eine Gleitpunktdarstellung von Zahlen.

Festpunktdarstellung ist von Tischrechenmaschinen her bekannt, nur hat man dort keinen Anlaß, sie so zu nen-

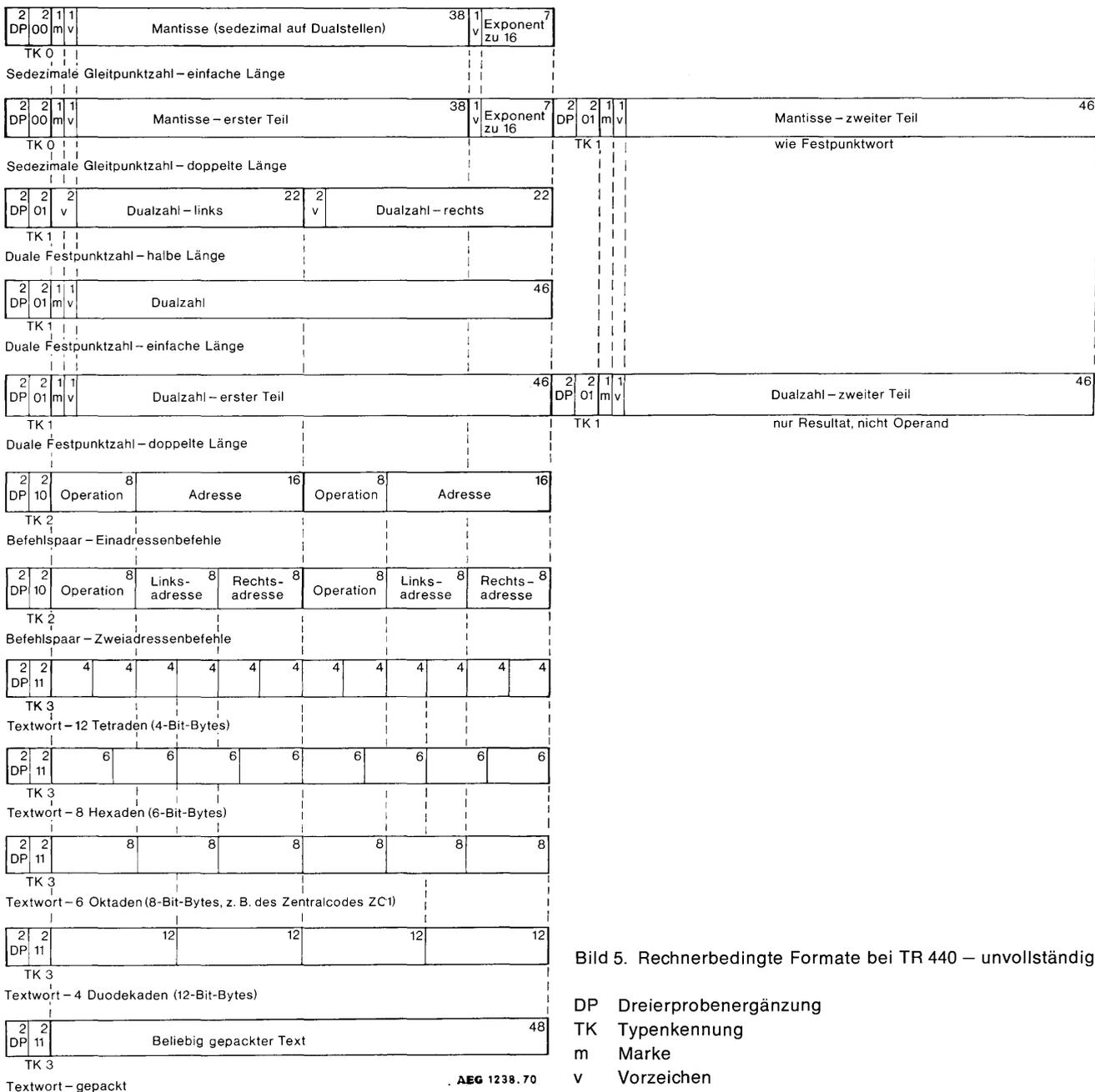


Bild 5. Rechnerbedingte Formate bei TR 440 – unvollständig

nen, weil das Gegenstück fehlt. Festpunktzahlen wird man nur verwenden, soweit sicher ist, daß sie sich nicht zu stark in ihrem Stellenbedarf unterscheiden. Da Festpunktzahlen keinen Skalenfaktor enthalten, ist ihr Darstellungsbereich durch die Stellenzahl des Formats abgesteckt.

Eine Gleitpunktzahl ist als das Produkt der höchsten Ziffern (Mantisse genannt) der darzustellenden genauen Zahl mit einem Skalenfaktor anzusehen, dessen Wert die Potenz aus der Basis der Darstellung und dem mitgeführten Exponenten ist.

3.2.1. Festpunktzahlen

Für Festpunktzahlen ist der RD 441 mit zwei Formaten ausgestattet. Wie aus Bild 5 ersichtlich, handelt es sich dabei einmal um die Länge eines Ganzworts und einmal um die eines Halbworts. Das Ganzwortformat ist beispielsweise den üblichen Belangen administrativ-kommerzieller Datenverarbeitung angemessen, während das Halbwortformat eine vernünftige Grenze speichersparender Darstellung kurzer Festpunktzahlen einhält und zugleich mit dem Format für Festpunktzahlen beim RD 186 übereinstimmt (dem Rechner von TR-86-Systemen), der in größeren Rechen-systemen der TR-440-Staffel als Satellitenrechner verwendet wird. Das Halbwortformat ist unter anderem auch für Prozeßsteuerungen im Realzeitbetrieb geeignet, die einem TR 440 bei geeigneter Konfiguration in begrenztem Umfang als Sonderaufgaben übertragen werden können.

Für besondere Anforderungen, unter anderem auch programmierbare Mehrwort-Arithmetik mit Festpunktzahlen, werden Ergebnisse aus Multiplikationen und Divisionen auch in Doppelwortformat errechnet (siehe Bild 5).

Beiderlei Festpunktzahlen werden als Dualzahlen dargestellt. Dem Programmierer ist freigestellt, die Lage des (gedachten) Dualpunkts zu bestimmen. Für ganze Zahlen fielen dieser beispielsweise auf die rechte Formatgrenze. Dies ermöglicht — bei Ganzwortformat — die Darstellung aller ganzen 13stelligen und einiger 14stelliger Zahlen. Negative Zahlen werden im (b-1)-Komplement dargestellt, als Dualzahlen also im Eins-Komplement (entsprechend dem Neun-Komplement bei Dezimalzahlen). Für Additionen, Subtraktionen und Vergleiche müssen die Festpunktzahlen durch Vorkehrungen des Programmierers nach dem jeweiligen Sachzusammenhang ausgerichtet werden (Schifte).

3.2.2. Gleitpunktzahlen

Auch für Gleitpunktzahlen ist der RD 441 für zwei Formate ausgestattet. Wie aus Bild 5 ersichtlich, handelt es sich hier einmal um die Länge eines Ganzworts und einmal um die eines Doppelworts. Diese beiden Formate genügen vielfach gestellten Anforderungen technisch-wissenschaftlicher Datenverarbeitung. Die Resultate aus Gleitpunktoperationen haben üblicherweise die gleiche Länge wie die eingehenden Operanden. Eine Ausnahme hiervon bildet lediglich die Multiplikation von Einwortoperanden mit unverkürztem Ergebnis in Doppelwortformat. Der Exponent hat bei Doppelwortformat ebenso sieben Dualstellen (ohne Vorzeichen) wie bei Einzelwortformat. Ein Übergang auf die Gleitpunktzahlen doppelter Länge bietet daher vor allem größere Genauigkeit, während sich der Zahlbereich nur entsprechend dem Stellen-gewinn erweitert.

Die Gleitpunktzahlen werden — obschon auf Binärstellen — als Sedezimalzahlen dargestellt, d. h. in einem Stellenwertsystem wie dem Dezimalsystem, jedoch zur Basis sechzehn. Binär wird jede Sedezimalziffer mit vier Bits, d. h. einer Tetrade, erfaßt. Wie allgemein üblich, wird die Basis, da sie stets gleichbleibt, in der Darstellung nicht mitgeführt. Für Mantissen $m \neq 0$ in Normalform gilt $1/16 \text{ dez.} \leq m < 1$ und unter Berücksichtigung der Binärdarstellung der Se-

dezimalziffern als vierstellige Dualzahlen $0,000L \leq m < 1$. Von den 38 Dualstellen werden also ungünstigenfalls nur 35 Stellen genutzt. Auf sie können zehn Dezimalstellen abgebildet werden.

Für das Doppelwortformat erhält man entsprechend 24 Dezimalstellen. Der Exponent zu 16 bewegt sich bei beiden Formaten zwischen -127 und $+127$. Daraus können als grobe Grenzen für den Zahlenbereich darstellbarer Dezimalzahlen 10^{-155} und 10^{+152} ermittelt werden.

Ergebnisse aus Gleitpunktoperationen sind gewöhnlich normalisiert (haben also die erwähnte Normalform). Für Fälle, in denen man auf die Normalisierung von Ergebnissen verzichten möchte, gibt es auch Befehle ohne Normalisierung. Rundungsfehler können mit Hilfe eines Schifftzählregisters verfolgt werden, das die Anzahl der beim Ausrichten (Exponentenangleichung) verlorenen Stellen registriert.

3.3. Befehle

Die zwei wichtigsten Befehlsformate von Rechnerkernbefehlen sind aus Bild 5 ersichtlich. Darüber hinaus gibt es einige spezielle Formate von Rechnerkernbefehlen und das der EA-Werks-Befehle. Einen Überblick über den reichhaltigen und vielseitigen Befehlsvorrat des RD 441 gewinnt man am besten aus der *Großen Befehlsliste* zum TR 440.

4. Daten des RD 441

Wortstruktur

Maschinenwort
(Ganzwort)

Textdarstellung

Zahlendarstellung
Halbwort
Ganzwort
Doppelwort

Befehlsdarstellung

Verarbeitung

52 Bits, davon 48 Bits Information,
2 Bits Typenkennung und 2 Bits Dreierprobe

bevorzugt in Oktaden des Zentralcodes ZC1 (bei sechs Oktaden je Ganzwort), daneben in Tetraden, Hexaden, Duodekaden und gepackt

Festpunkt dual	Gleitpunkt sedezimal
6 Dezimalstellen	—
13 Dezimalstellen	10 Dezimalstellen
(27 Dezimalstellen) ¹⁾	24 Dezimalstellen

Rechnerkernbefehle intern, vorwiegend als Einadreßbefehle in Halbworten (24 Bits) mit 8 Bits Operationsteil und 16 Bits Adreßteil; extern in TAS (Telefunken-Assemblersprache). EA-Werks-Befehle in Ganzworten.

Ganzworte und Halbworte parallel; zeichenweise (Tetraden, Hexaden, Oktaden, Duodekaden)

1) Nur für Resultate verdrahtet.

Rechenzeiten (bei einem Rechnerkern)

Numerische Operationen	Festpunkt	Gleitpunkt
Addition	etwa 0,5 μ s	etwa 1,75 μ s
Subtraktion	etwa 0,5 μ s	etwa 1,75 μ s
Multiplikation	etwa 3,44 μ s	etwa 3,38 μ s
Division	etwa 13,75 μ s	etwa 13,31 μ s
Gibson-Mix	etwa 1,23 μ s	
GAMM-Mix	TAS: 4,4 μ s, FORTRAN: 5,3 μ s, ALGOL: 6,4 μ s	

Befehlsvorrat	240 Operationen (Operationsteil) im Rechnerkern 7 Operationen (Operationsteil) im EA-Werk
---------------	--

Zentralspeicher

Schneller Kernspeicher (KSP)	2, 4, 8, 16 KSP-Moduln mit je 16 384 Zellen für 52 Bits (halbzellenweise adressierbar)
Zykluszeit	0,9 μ s je KSP-Modul
Zugriffszeit	0,3 μ s je KSP-Modul
verkürzte Zykluszeit (durch Zyklenüberlappung)	etwa 0,13 μ s beim Schreiben in 16-Moduln-Speicher etwa 0,38 μ s beim Lesen ab 4-Moduln-Speicher
Massenkernspeicher (MSP)	1, 2, 4 MSP-Moduln mit je 524 288 Zellen für 52 Bits (zum größten Teil direkt adressierbar)
Zykluszeit	2,1 μ s je MSP-Modul
Zugriffszeit	1,1 μ s je MSP-Modul

Ein- und Ausgabe

Standardkanalwerke	bis zu 12, für je vier Peripheriegeräte, Übertragungsrate etwa 700 000 Oktaden/s
Schnellkanalwerke	bis zu vier, für je ein Peripheriegerät, Übertragungsrate etwa 3 000 000 Oktaden/s

5. Zur Schaltungstechnik

Dem Stand der Technik entsprechend werden Schaltwerke digitaler Rechenanlagen aus wenigen Bausteintypen mit wohldefiniertem funktionellem und zeitlichem Verhalten aufgebaut. Dabei werden für das einzelne Schaltwerk oft sehr viele Bausteine benötigt, die schon selbst komplexe Gebilde sein können. Moderne Technologien haben Funktionen, die früher nur durch Zusammenschaltung mehrerer elementarer Bausteine wie Diode, Transistor, Widerstand, erreicht werden konnten, in Bausteine verlegt, die heute die praktisch unzerlegbar kleinsten Teile von Schaltwerken sind. Derartige Bausteine können in Abgrenzung von Elementarbausteinen einerseits und den komplexeren Schaltwerken, die sie konstituieren, andererseits, Schaltkreise genannt werden, wobei die Zusammenfassung ihrer Komponenten zu einem Baustein *integriert* genannt wird.

Für den Bau des Digitalrechners RD 441 werden integrierte monolithische Schaltkreise (auch Festkörperschaltkreise genannt) verwendet, ein Ergebnis der Mikrominiaturisierung in der Elektronik, das unter anderem aus Entwicklungsarbeiten des AEG-TELEFUNKEN-Halbleiterwerks Heilbronn hervorgegangen ist. Diese kleinsten Bausteine des Rechners haben ungefähr die Größe farbiger Stecknadelköpfe. Zugunsten leichter Montage sind sie in Flachkapseln von der Größe eines Hemdenknopfes untergebracht.

Adressierung im RD 441

DK 681.322.065.2 RD 441

Gunter Stadie

1. Seitenadressierung

Seiten und Kacheln

Unter Seitenadressierung (paging) versteht man eine mittelbare Adressierung über virtuelle Adressen. Die virtuellen Adressen werden im dynamischen Programmablauf, Befehl für Befehl, durch die Hardware in reelle Speicheradressen transformiert. Im RD 441, dem zentralen Rechner des TR 440, können

Programme, die im Zentralspeicher ablaufen, der Seitenadressierung unterworfen werden.

Der Zentralspeicher ist dazu in gleich große Teile gegliedert, genannt Kacheln. Eine Kachel nimmt genau eine (Programm-)Seite an Information auf. Die Zuordnung von Seiten zu Kacheln geschieht durch Seiten-Kachel-Zuordnungstabellen, kurz Kacheltabellen ge-

nannt. Da die Seiten mittelbar adressiert werden, können zusammenhängend adressierte Seiten im Zentralspeicher auch in nicht unmittelbar aufeinanderfolgenden Kacheln liegen. Dies hat den Vorteil, daß das Betriebssystem bei der Belegung irgendwelcher Restbestände an freien Kacheln keinerlei Zusammenhangsbedingungen zu beachten braucht. Während bei der Entwicklung eines Be-

triebssystems zwischen den Begriffen Seite und Kachel wohl zu unterscheiden ist, braucht der Benutzer fast ausschließlich den Begriff der Seite zu kennen.

Eine Kachel des Zentralspeichers im RD 441 umfaßt $1024 \cong 1 \text{ K}$ Zellen. Die Festlegung der Kachel- bzw. Seitengröße ist das Ergebnis eines Ausgleichs zwischen zwei entgegengesetzten Forderungen: zum einen nach einer feinen Unterteilung des Speicherraums zur möglichst verschnittfreien Nutzung und zum anderen einer genügend groben Unterteilung, die den Umfang der Kacheltabellen in vernünftigen Grenzen hält.

Zentralspeicheransteuerung

Unterliegt ein Programm der Seitenadressierung und erfolgt durch einen Befehl ein Zugriff auf den Zentralspeicher, so wird die im Adreßteil des Befehls enthaltene virtuelle Adresse folgendermaßen durch die Hardware transformiert: Die als Dualzahl aufgefaßte Adresse wird in zwei Teile unterteilt. Der linke Teil wird als Seitennummer aufgefaßt. Mit der Seitennummer als Index wird aus der Kachel-tabelle das entsprechende Element ausgelesen. Es enthält die der angesprochenen Seite zugeordnete Kachelnummer. Der rechte Teil der virtuellen Adresse stellt eine seiten- bzw. kachelrelative Adresse dar. Mit der kachelrelativen Adresse und der ermittelten Kachelnummer wird dann der Speicher angesteuert.

Seitenassoziativregister

Das beschriebene Verfahren der Speicheransteuerung hat den Nachteil, daß ein beabsichtigter Speicherzugriff einen zusätzlichen Speicherzugriff nötig macht: Die einer Seite zugeordnete Kachelnummer muß aus der Kachel-tabelle ausgelesen werden, wobei diese Kachel-tabelle ebenfalls im Zentralspeicher liegt. Um in möglichst vielen Fällen die Zeit zu verkürzen, die zum Auslesen der Kachelnummer erforderlich wäre, verfügt der zentrale Rechner des TR 440 über vier Assoziativregister, die stets die vier zuletzt aufgetretenen Zuordnungen Seitennummer zu Kachelnummer enthalten. (Assoziativregister werden nicht über Adressen aufgerufen, sondern über Kenninhalte; das ist in diesem Fall die Seitennummer.)

Wird nun durch einen Befehl eine Seite angesprochen, deren Nummer bereits in einem der vier Seitenassoziativregister enthalten ist, so erhält man aus diesem

Register die zugeordnete Kachelnummer. Dies geschieht etwa innerhalb eines Maschinentaktes gegenüber etwa elf Takten, wenn die Kachel-tabelle im Speicher angesteuert werden muß.

Die vier Assoziativregister sind zusätzlich mit einem Alterungsmechanismus versehen. Er definiert zwischen diesen Registern eine Reihenfolge derart, wie sie dem dynamischen Auftreten der letzten vier, voneinander verschiedenen Seiten-Kachel-Zuordnungen entspricht. Wird eine Seite angesprochen, deren Nummer bereits in einem der vier Seitenassoziativregister enthalten ist – und damit auch die zugeordnete Kachelnummer –, so wird dieses Register zum jüngsten. Ist eine angesprochene Seite nicht in einem der vier Register enthalten, so wird der Inhalt des Registers mit der am längsten nicht angesprochenen Zuordnung ersetzt durch das zuletzt eingetroffene Paar *angesprochene Seitennummer / zugeordnete Kachelnummer*, und dieses Register wird zum jüngsten.

Weitere Besonderheiten der Adressierung

Bei der Seitenadressierung ist zu unterscheiden zwischen der Größe des virtuellen Adressenraums eines Programms und dem tatsächlich belegten Speicherplatz. Ein Benutzerprogramm könnte mit dem ihm zur Verfügung gestellten Adressenraum theoretisch den gesamten reellen Speicher adressieren. Diesen teilt sich das Programm jedoch mindestens mit dem Betriebssystem. Im Adressenraum eines Benutzerprogramms gibt es daher in der Regel *Lücken*; diese entsprechen Seiten, denen keine Kachel zugeordnet ist. Für diese Lücken braucht man in den Kachel-tabellen ein besonderes Kennzeichen. Im RD 441 ist dies die Zuordnung einer Seite zur Kachel 0. Die reelle Kachel 0 dient einem speziellen Informationsaustausch zwischen Betriebssystem und Hardware, so daß sie niemals in sinnvoller Weise einem Benutzerprogramm zugeordnet werden kann.

Schließlich sei auf die Möglichkeit des Mehrfachzugriffs hingewiesen, in dem Seiten verschiedener Benutzerprogramme den gleichen Kacheln zugeordnet werden. Man erhält mehrfach benutzbare Programme, indem die Programme in einen konstanten und einen variablen Teil getrennt werden. Auf den konstanten Teil wird Mehrfachzugriff angewendet, wie im vorhergehenden Absatz beschrieben. Der konstante Teil

ist also nur einmal im Zentralspeicher enthalten. Die Seiten, die den variablen Teil enthalten, werden jedoch in den Kachel-tabellen von n Benutzerprogrammen n verschiedenen Kachelbereichen zugeordnet. Der variable Teil ist somit n mal im Zentralspeicher vorhanden.

2. Zugriffsschutz

In einem Rechensystem, das von einer mittleren Größe bis zum dialogfähigen Rechensystem reicht, sind den verschiedenen, gleichzeitig im Zentralspeicher angeordneten Benutzerprogrammen abgestufte Sicherungen zu gewähren: nicht nur Schutz vor eigener und fremder Zerstörung, sondern auch *Wahrung der Intimsphäre*. Die Grundprogrammierung des TR-440-Rechensystems stellt hierzu umfassende Möglichkeiten bereit. An dieser Stelle werden die von der Hardware gegebenen Möglichkeiten für den Zentralspeicher angegeben. Auf die Software wird nur eingegangen, soweit dies zum Verständnis notwendig ist.

Lese- und Schreibschutz

Jedem Benutzerprogramm gehört eine eigene Kachel-tabelle. Ein Programm kann nur auf diejenigen Seiten zugreifen, die ihm mit seiner Kachel-tabelle zugeordnet sind. Insbesondere kann auch der Befehlszähler nur über diese Seiten laufen. Das Betriebssystem eröffnet keine Möglichkeit, daß ein Benutzerprogramm einer Seite seines Adressenraums eine Kachel zuordnet, die selbst eine Kachel-tabelle enthält. Veränderungen einer Kachel-tabelle können also nicht unmittelbar durch ein Benutzerprogramm vorgenommen werden, sondern höchstens mittelbar und in kontrollierter Weise durch das Betriebssystem.

Da die Kachel-tabellen im dynamischen Befehlsablauf ausgewertet werden, müssen der Hardware Anfangsadresse und die Länge derjenigen Kachel-tabelle bekannt sein, die zu dem aktuell bearbeiteten Benutzerprogramm gehört. Das Betriebssystem übermittelt diese Information in speziell dafür vorgesehenen Registern.

Die geschilderten Einrichtungen gestatten es, unkontrollierte Lese- und Schreibzugriffe eines Benutzerprogramms auf andere Benutzerprogramme oder auf das Betriebssystem zu unterbinden.

Schreibschutz

Die Unterteilung des Zentralspeichers eignet sich in idealer Weise dazu, den Inhalt dieser Teile jeweils mit einer

Angabe über Schreibschutz zu versehen. Diese Ausgabe ist im RD 441 für jede einzelne Seite möglich.

Ein Benutzerprogramm kann auf den Inhalt einer Kachel, auf die es auf Grund seiner Kacheltabelle überhaupt zugreifen darf, auf jeden Fall lesend zugreifen.

In einem Bit jedes Kacheltablenelements ist die zusätzliche Angabe enthalten, ob für jede Kachelzuordnung Schreibschutz oder Schreiberlaubnis besteht. Diese Angabe wird auch mit in die Seitenassoziativregister (siehe Abschnitt 1) übernommen.

3. Adressierungsmodi

Normal- und Abwicklermodus

Eine wesentliche Tatsache der Adressierung wurde bisher nicht erwähnt: Die Existenz unterschiedlicher Adressierungsmodi im RD 441.

Im RD 441 laufen alle Benutzerprogramme im sogenannten Normalmodus ab. In ihm werden alle Adressen als virtuelle Adressen aufgefaßt und über eine Kacheltabelle in reelle Speicheradressen transformiert.

Im Abwicklermodus werden ebenfalls alle auftretenden Adressen über eine Kacheltabelle transformiert. Dem ablaufenden Benutzerprogramm gehört jedoch eine andere, und zwar umfassendere Kacheltabelle als diejenige im Normalmodus. Dies hat den Sinn, gewisse Systemdienstleistungen benutzernah auszuführen, ohne den Systemkern mit Eingriffssperre und ähnlichem zu belasten. Im Teilnehmer-Betriebssystem BS 3 arbeiten die Abwicklerprozesse im Abwicklermodus. Auf Grund ihrer umfassenderen Kacheltabellen können sie einerseits zur Informationsübertragung auf die unter ihnen ablaufenden Benutzerprogramme zugreifen, andererseits natürlich auf ihren eigenen Datenbestand.

System- und Spezialmodus

Außer der Seitenadressierung gibt es im RD 441 auch die absolute Adressierung. Sie findet im sogenannten Systemmodus statt. In diesem Modus arbeitet das Betriebssystem bzw. der Systemkern. Alle auftretenden Adressen werden als reelle Speicheradressen aufgefaßt, eine Transformation über Kacheltabellen findet nicht statt.

Greift man im Systemmodus auf Benutzerdaten zu, z. B. auf Versorgungsblöcke für aufgerufene Systemdienst-

leistungen, so ist zu beachten, daß die Benutzerdaten unter virtuell aufeinanderfolgenden Adressen liegen. Bei Überschreitung einer Seitengrenze besteht im Speicher in der Regel jedoch keine Aufeinanderfolge (siehe Abschnitt 1.1). Im RD 441 gibt es nun eine Variante des Systemmodus, den sogenannten Spezialmodus. In ihm werden Daten über virtuelle Adressen angesprochen, wobei die dem Benutzerprogramm angehörige Kacheltabelle verwendet wird. Der Befehlszähler enthält jedoch Speicheradressen wie im Systemmodus.

4. Übergänge

zwischen den Adressierungsmodi

In den Abschnitten 2 und 3 wurden die vier Adressierungsmodi Normal-, Abwickler-, System- und Spezialmodus vorgestellt. Im folgenden werden die untereinander möglichen Übergänge behandelt.

Wird eine Systemdienstleistung durch ein Benutzerprogramm aufgerufen, so sind nacheinander nur folgende Übergänge möglich: Normalmodus → Abwicklermodus → Spezialmodus → Systemmodus. Bei jedem derartigen Übergang wird der Befehlszähler neu gesetzt; er enthält eine Adresse, die auf den zur Ausführung gelangenden Befehl im Zielmodus weist. Diese Adresse ist durch den Betriebssystemteil, der in dem betreffenden Zielmodus abläuft, selbst vorgegeben worden. Durch diese Einrichtungen werden *wilde* Sprünge in das Betriebssystem verhindert. Der gesicherte Übergang von einem Modus in den anderen ermöglicht es, den Zugriffsschutz (siehe Abschnitt 2) an dieser Stelle aufrechtzuerhalten.

Trifft ein Alarm oder infolge von EA-Verkehr ein Eingriff ein, so wird das gerade laufende Programm unterbrochen, wobei der Unterbrechungszustand für eine spätere Fortsetzung reserviert wird. Unabhängig vom eingestellten Modus findet daher ein direkter Übergang in den System- bzw. Spezialmodus statt.

Wenn eine aufgerufene Systemdienstleistung erbracht oder ein Alarm oder Eingriff abgehandelt worden ist, hat das Betriebssystem über die Art der Fortsetzung zu entscheiden. Vom System- und Spezialmodus aus kann daher wahlweise in jeden Adressierungsmodus direkt übergegangen werden.

Es ist an dieser Stelle darauf hinzuweisen, daß im RD 441 gewisse privile-

gierte Befehle nur im System- und Spezialmodus anwendbar sind.

5. Indexspeicheransteuerung

Der zentrale Rechner des TR 440 verfügt über keine eigenen Indexregister, vielmehr können 128 aufeinanderfolgende Ganzworte des Zentralspeichers als 256 Indexzellen deklariert werden. Die Anfangsadresse dieses Indexbereichs kann ein beliebiges Ganzwort bezeichnen und auch vom Programmher dynamisch geändert werden. Der Inhalt des jeweiligen Indexbereichs läßt sich mit Indexbefehlen so ansprechen, als stünden 256 einzeln adressierbare Indexregister zur Verfügung. Zur Beschleunigung des Zugriffs auf Indexgrößen wurden im RD 441 folgende Maßnahmen getroffen:

Bei jeder Änderung der Anfangsadresse des Indexbereichs gelangt die absolute Anfangsadresse in ein Indexbasisregister. Die absolute Adresse ergibt sich im Normal-, Abwickler- und Spezialmodus aus der Transformation der virtuellen Adresse über die aktuelle Kacheltabelle.

Da der Indexbereich im virtuellen Adressenraum eine Seitengrenze überschreiten kann, wird durch die Hardware auch die der Folgeseite zugeordnete Kachelnummer im Indexbasis-Zusatzregister festgehalten. Diese Maßnahmen ersparen eine Seiten-Kachel-Zuordnung bei jedem Indexzugriff.

Ferner gibt es vier Indexassoziativregister, in ihrer Wirkung ähnlich den Seitenassoziativregistern (vergleiche Abschnitt 1). Die Indexassoziativregister enthalten die vier dynamisch zuletzt aufgetretenen Indexadressen und die zugehörigen Indexgrößen.

Bei Veränderung einer Indexgröße gelangt der neue Wert zunächst nur in ein Indexassoziativregister und nicht schon in den Indexbereich im Zentralspeicher. Wird im dynamischen Befehlsablauf der Inhalt des ältesten Indexassoziativregisters durch eine neue Zuordnung Indexadresse zu Indexgröße ersetzt oder wird die Anfangsadresse des Indexbereichs verändert, so wird zuvor die im Indexassoziativregister enthaltene alte Indexgröße in den Indexbereich im Zentralspeicher zurückgespeichert. Das Rückspeichern geschieht jedoch nur, wenn die Indexgröße im Indexassoziativregister verändert worden ist, was gegebenenfalls eine weitere Beschleunigung eines Indexbefehls zur Folge hat.

1. Einführung

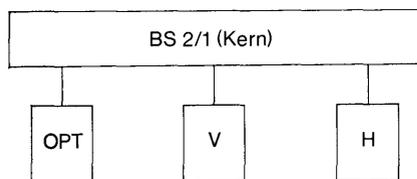
Für die Rechenanlage TR 440 gibt es zwei Betriebssysteme: Das Betriebssystem BS 2 für kleineren und mittleren Ausbau (insbesondere Kernspeicherausbau) und das Betriebssystem BS 3 für großen Ausbau. Das Betriebssystem BS 2 ist ein Mehrprogrammssystem für die Batch- und Stapelfernverarbeitung, aber kein Teilnehmer-Betriebssystem. Dafür ist das Betriebssystem BS 3 vorgesehen, das in [1] beschrieben wird.

Es gibt drei Versionen des BS 2, genannt BS 2/1, BS 2/2 und BS 2/3. BS 2/3 ist eine Erweiterung von BS 2/2 um Datenfernverarbeitungs-Funktionen und wird im folgenden zusammen mit BS 2/2 beschrieben.

BS 2/1 arbeitet mit einem Kernspeicherausbau von 32 K Ganzworten; für BS 2/2 werden mindestens 64 K Ganzworte benötigt. Der Eigenbedarf beträgt für BS 2/1 8 K Ganzworte. Die beiden Versionen sind in Leistungsumfang und Arbeitsweise recht unterschiedlich. Sie werden in den beiden folgenden Abschnitten in Form allgemeiner Überblicke kurz beschrieben. Im vierten Abschnitt dieses Aufsatzes wird ein spezielles Teilgebiet, die Auftragsabwicklung für BS 2/2 eingehender dargestellt.

2. Allgemeiner Überblick über BS 2/1

BS 2/1 ist ein Mehrprogrammssystem mit drei Programmstufen, zwei für Benutzerprogramme und eine für ein Systemprogramm. Bild 1 zeigt schematisch den Aufbau.



AEG 1281. 70

Bild 1. Aufbau des BS 2/1

OPT	Operateurteil
V	Vordergrundprogramm
H	Hintergrundprogramm

Unter Steuerung des Betriebssystemkerns laufen quasisimultan der Operateurteil, ein Vordergrundprogramm und ein Hintergrundprogramm ab, wobei der Operateurteil die höchste und das Hintergrundprogramm die niedrigste Priorität hat.

Im Hintergrund werden nacheinander die Abschnitte (Jobs) von Benutzern verarbeitet. Ein Abschnitt ist ein Lochkartenpaket, das aus einer Folge von Kommandos und Daten besteht. Er beginnt mit einem XBA-Kommando und endet mit einem XEN-Kommando.

Parallel zur Abschnittsverarbeitung laufen Vordergrundprogramme, und zwar zu einem bestimmten Zeitpunkt jeweils nur eins. Vordergrundprogramme werden vom Operateur über Kommandos gestartet und mit Parametern versorgt. Die im Vordergrund laufenden Programme sind entweder normale Benutzerprogramme oder Systemteile.

Den Kontakt des Systems mit dem Operateur vermittelt der Operateurteil, eine dritte Programmstufe, auf der nur Systemteile laufen.

Im normalen Betrieb des BS 2/1 spielen Vordergrund und Hintergrund bei der Stapelverarbeitung zusammen. Ein Stapel ist eine Folge von Abschnitten, die mit einem Stapelanfangskommando (XSA) beginnt, und mit einem StapelendeKommando endet. Die Verarbeitung eines Stapels wird durch ein Operateurkommando ausgelöst und wird sequentiell durchgeführt. Die Verarbeitung kann mit direkter oder indirekter Abschnittseingabe geschehen. Bei direkter Eingabe werden die Karten der einzelnen Stapelabschnitte zu dem Zeitpunkt vom Lochkartenleser eingelesen, zu dem sie von den ablaufenden Programmen verarbeitet werden. Bei indirekter Eingabe wird zunächst der ganze Stapel auf einen Trommelspeicher oder einen Wechselplattenspeicher gebracht und erst zu einem späteren Zeitpunkt mit der Verarbeitung begonnen. Auch die Ausgabe auf Schnelldrucker und die Ausgabe auf Lochkartenstanzer können wahlweise indirekt (d. h. mit Zwischenpufferung auf einem Randomspeicher) oder direkt auf das entsprechende Gerät durchgeführt werden. Bei indirekter Ausgabe wird die gesammelte Information später in einem getrennten Arbeitsgang ausgedruckt bzw. ausgestanzt. Die Abschnittseingabe (NEM)¹⁾, die Druckausgabe (NAM)²⁾ und die Stanzausgabe (NSM)³⁾ für einen Stapel können in beliebiger Kombination direkt oder indirekt gewählt werden.

Das Zusammenspiel zwischen Vordergrund und Hintergrund findet speziell bei indirekter Stapelverarbeitung statt: Zunächst wird im Vordergrund ein Stapel von Abschnitten auf einem Random-

speicher vorgeladen. Danach wird die Verarbeitung dieses Stapels im Hintergrund gestartet, wobei die Druck- und Stanzausgabe indirekt geschieht. Parallel dazu wird im Vordergrund ein zweiter Stapel vorgeladen. Wenn der erste Stapel vollständig verarbeitet ist, wird im Hintergrund mit der Verarbeitung des zweiten Stapels begonnen. Parallel dazu wird im Vordergrund die angesammelte Druck- und Stanzinformation des ersten Stapels ausgegeben und anschließend ein weiterer Stapel vorgeladen. Durch diese vom Operateur gesteuerte Überlappung der Puffervorgänge mit den Verarbeitungsläufen wird ein erhöhter Durchsatz erzielt.

Die genannten Teiltätigkeiten bei der Stapelverarbeitung werden im Vordergrund von Systemteilen durchgeführt. Es ist aber auch möglich, normale Benutzerprogramme im Vordergrund zu starten. Diese Programme sollten zur besseren Anlagenausnutzung große EA-Anteile haben, müssen es aber nicht. Für einige Umsetzvorgänge zwischen Geräten gleichen oder verschiedenen Typs werden mit dem BS 2/1 Programme geliefert, die im Vordergrund ablaufen können – sogenannte Standard-Vordergrundprogramme.

Den ablaufenden Programmen – Hintergrund, Vordergrund, Operateurteil – werden vom Kern des BS 2/1 Systemdienste zur Verfügung gestellt. Die wichtigsten sind die EA-Dienste, die Dateiverwaltungsdienste und die Kernspeicherdienste.

Die EA-Dienste führen Transporte zwischen Kernspeicher und peripheren Geräten durch. Diese Transporte können auf physischer oder auf logischer Stufe durchgeführt werden. Auf physischer Stufe nimmt das System nur die direkten Blocktransporte zwischen Arbeitsspeicher des aufrufenden Programms und peripherem Gerät vor. Auf logischer Stufe arbeitet das aufrufende Programm nur mit Sätzen. Das Zusammenfügen von Sätzen zu Transportblöcken bzw. das Zergliedern von Blöcken in Sätze wird von den EA-Diensten zusätzlich zu den Transporten vorgenommen.

Bei Verarbeitung auf physischer Stufe können die Transporte in zwei Varianten durchgeführt werden. In der W-Variante (Warten) wird das aufrufende Programm in Pause gesetzt, bis der Transport vollständig beendet ist, einschließlich einer eventuell notwendigen Fehlerbehandlung.

In der A-Variante (Abfragen) wird der Transportauftrag vom Betriebssystem entgegengenommen und dem Pro-

1) Normal-Eingabemedium

2) Normal-Ausgabemedium

3) Normal-Stanzmedium

gramm die Regie zurückgegeben. Der Übertragungsvorgang läuft dann echt zeitlich parallel zum Programm ab. Das Programm muß sich allerdings später über einen Abfrageaufruf vergewissern, daß der Transport beendet worden ist. Bei Verarbeitung auf logischer Stufe kann das Benutzerprogramm dem Betriebssystem den doppelten Pufferbereich zur Verfügung stellen. Dann führt das Betriebssystem die Transporte in A-Variante aus und führt außerdem die notwendigen Abfragen durch, so daß eine höhere Verarbeitungsgeschwindigkeit ohne zusätzlichen Programmieraufwand erreicht wird.

Die EA-Transporte werden intern von gerätespezifischen Teilen des Betriebssystems, sogenannten Gerätesteuerprogrammen, durchgeführt. Es können im BS 2/1 folgende Geräteklassen betrieben werden: Lochkartenleser, Lochkartenstanzer, Schnelldrucker, Lochstreifenleser, Lochstreifenstanzer, Magnetbänder (7- und 9-Spur), Trommelspeicher, Wechselplattenspeicher und Konsolschreibmaschine. Bezüglich der Zahl der Geräte einer Klasse besteht keine Einschränkung; alle hardwaremäßig möglichen Kanäle und Unterkanäle können betrieben werden.

Im BS 2/1 werden alle EA-Transporte von bzw. auf Dateien durchgeführt. Ein Programm spricht eine Datei unter einer symbolischen Nummer an. Gewisse Dateien – die Normaldateien und Bibliotheken – sind für jeden Abschnitt vorhanden und brauchen nicht eingerichtet und eröffnet zu werden. Normaldateien sind z. B. das Normaleingabemedium (von dort werden die Eingabekarten des Abschnitts gelesen), das Normalausgabemedium (für Druckausgabe des Abschnitts) und die Normalzwischenmedien (temporäre Arbeitsdateien auf Randomspeichern). Auch das Systemresidenzmedium ist eine Normaldatei. Es liegt entweder auf einem Trommelspeicher oder auf einem Wechselplattenspeicher.

Die Dateien, die keine Normaldateien und keine Bibliotheken sind, die sogenannten Benutzer-Dateien, werden über Dienste der Dateiverwaltung eingerichtet bzw. eingeschleust und eröffnet sowie abgeschlossen. Für Dateien auf Magnetbändern und Wechselplattenspeichern wird eine Kennsatzbehandlung durchgeführt. Damit ist es möglich, die Dateien langfristig, d. h. über den Abschnittslauf hinaus, zu halten. Dateien auf Wechselplattenspeichern und Trommelspeichern werden außerdem in einem zentralen Katalog geführt.

Die Kernspeicherdienste des BS 2/1 ermöglichen einem Programm, Kernspeicherseiten zu beantragen und abzumelden, sowie für bestimmte Seiten Schreibsperre zu setzen bzw. zu löschen. Außerdem kann man sich über den freien Kernspeicher informieren.

3. Allgemeiner Überblick über BS 2/2

BS 2/2 ist eine Weiterentwicklung von BS 2/1. Außer in einigen kleineren Erweiterungen und Verbesserungen unterscheidet sich BS 2/2 von BS 2/1 in folgenden Punkten:

- a Erweiterter Mehrprogrammbetrieb mit Prioritätensteuerung,
- b Dynamische Auftragsabwicklung,
- c Gemeinsam benutzbarer Code,
- d Dynamische Listenverwaltung,
- e Datenfernverarbeitung,
- f Indexsequentielle Zugriffsmethode.

a Erweiterter Mehrprogrammbetrieb mit Prioritätensteuerung

Im BS 2/2 können bis zu elf Programmstufen quasisimultan ablaufen, davon bis zu acht für Benutzerprogramme und zwei bzw. drei für Systemprogramme. Bild 2 zeigt schematisch den Aufbau.

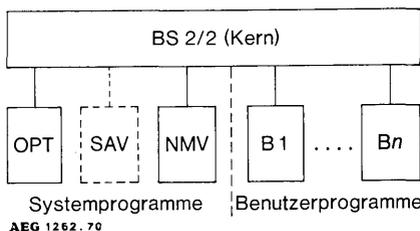


Bild 2. Aufbau des BS 2/2

OPT	Operateurteil
SAV	Satellitenvermittler (nur bei Anlagen mit Datenfernverarbeitung vorhanden)
NMV	Normalmedienvermittler
B 1 . . . B n	Benutzerprogramme ($n = 2, 4, 8$ in Abhängigkeit vom Kernspeicherausbau)

Operateurteil, Satellitenvermittler und Normalmedienvermittler sind Systemprogramme. Sie werden in Abschnitt 4 näher erläutert. Der Satellitenvermittler ist nur bei Anlagen mit Datenfernverarbeitung vorhanden. In Abhängigkeit vom Kernspeicherausbau sind zwei, vier oder acht Programmstufen für Abschnittsläufe der Benutzer vorhanden. Alle Systemprogramme haben eine höhere Priorität als jedes Benutzerpro-

gramm. Unter sich haben die Systemprogramme die Prioritätenreihenfolge: $NMV < SAV < OPT$. Die Priorität einer Benutzerprogrammstufe ist nicht fest, sondern hängt von dem gerade ablaufenden Abschnitt ab. Jeder Abschnitt gehört zu einer der folgenden Prioritätenklassen

- Express: für dringende Aufgaben
- Spezial: für Kurzläufe
- EA-intensiv: für Aufgaben mit starkem Geräteverkehr
- Rechenintensiv: für Aufgaben mit starker Rechnerkernbelastung

Die Priorität eines Abschnitts ergibt sich aus den Angaben im Abschnittsanfangskommando (XBA). Auf den Benutzerprogrammstufen können nun quasisimultan Abschnitte mit beliebiger Kombination der Prioritätsklassen ablaufen, insbesondere also auch mehrere Abschnitte der gleichen Priorität. BS 2/2 ist dabei bemüht, die Mischung der Prioritäten so zu gestalten, daß eine möglichst gute Anlagenauslastung erzielt wird. Die Reihenfolge der Prioritäten ist: Rechenintensiv $<$ EA-intensiv $<$ Spezial $<$ Express. Innerhalb einer Prioritätenklasse wird die Reihenfolge mit einem Zeitscheibenverfahren zyklisch verändert.

b Dynamische Auftragsabwicklung

Dieser Punkt wird im Abschnitt 4 gesondert dargestellt.

c Gemeinsam benutzbarer Code

Ablaufinvariant geschriebene Programme (z. B. Compiler) liegen nur einmal im Kernspeicher, auch wenn sie von mehreren Programmstufen benutzt werden.

d Dynamische Listenverwaltung

Die Listen, die die EA-Dienste und die Dateiverwaltung benutzen, werden im BS 2/2 dynamisch auf- und abgebaut. Außer einer besseren Kernspeicherauslastung wird damit eine größere Flexibilität bei der Anzahl der gleichzeitig eröffneten Dateien und bei der Beschreibung von Dateibereichen erzielt.

e Datenfernverarbeitung

Es ist Stapelfernverarbeitung, also Abschnittseingabe und -ausgabe, vorgesehen. Hardwaremäßig muß an den TR 440 ein TR 86 angeschlossen sein. Über ihn verkehren die Konsolen (Fernschreiber und Sichtgeräte) sowie die Datenstationen mit dem BS 2.

f Indexsequentielle Zugriffsmethode

Außer der sequentiellen und der direkten Verarbeitung von Randomspeicherdateien, die schon im BS 2/1 möglich ist, wird im BS 2/2 indexsequentielle Verarbeitung geboten.

4. Auftragsabwicklung im BS 2/2

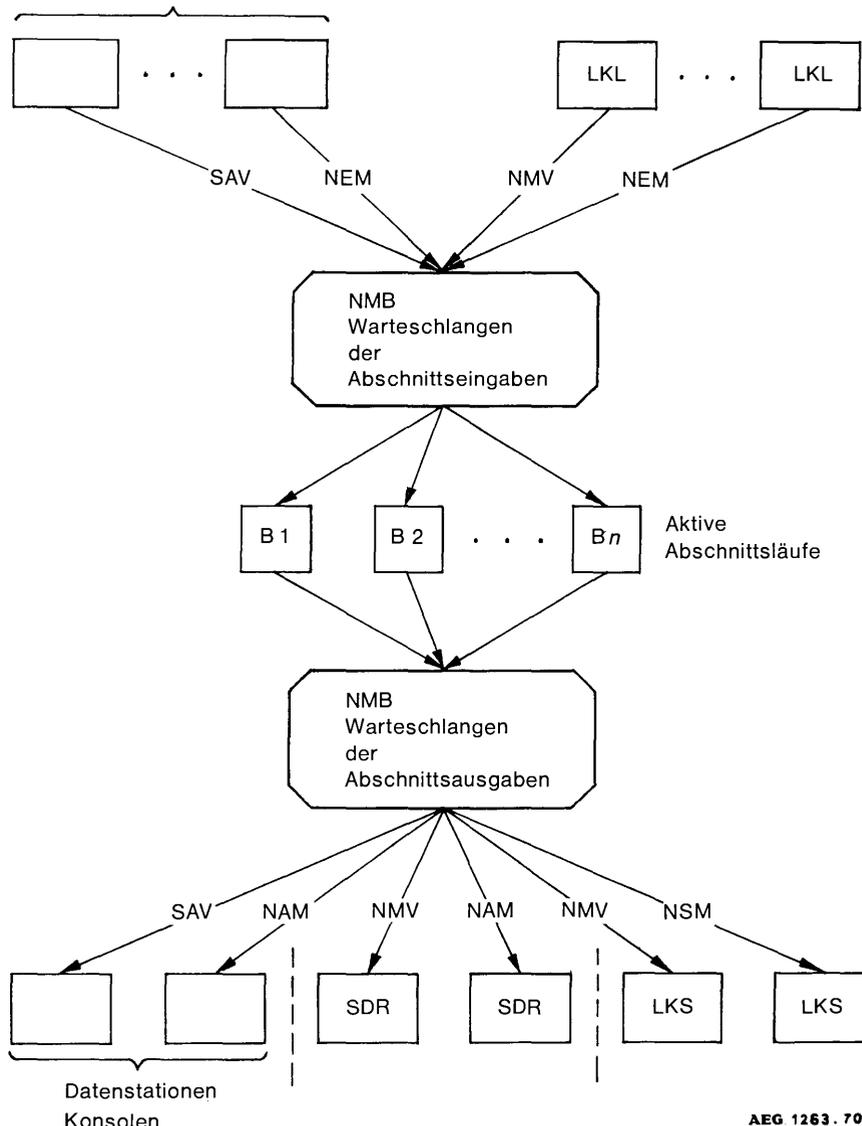
Wie im BS 2/1 laufen auch im BS 2/2 die EA-intensiven Teiltätigkeiten der Auftragsabwicklung – Lesen und Stanzen von Lochkarten, Drucken von Listen – quasisimultan zu den eigentlichen Verarbeitungsläufen ab. Anders als im BS 2/1 geschieht dies im BS 2/2 jedoch völlig automatisch und ohne Zusammenfassung der Abschnitte zu Stapeln.

Im BS 2/2 gibt es einen großen Pufferbereich, in dem die Normaleingaben und -ausgaben von Abschnitten gesammelt werden, den Normalmedienbereich (NMB). Dies ist eine Randomspeicherdatei, deren Größe ein anlagenspezifischer Parameter ist. Im NMB werden sequentielle Unterdateien angelegt, sogenannte Ketten. Eine Kette ist eine Folge von Blöcken zu 128 Ganzworten, von denen je vier im NMB sequentiell hintereinanderliegen. Jeder Block enthält einen Vorwärtszeiger zum nächsten und einen Rückwärtszeiger zum vorangehenden Block. Spezielle Systemteile des BS 2/2 steuern die Verwaltung des NMB, insbesondere den Auf- und Abbau von Ketten.

Die Abwicklung eines Auftrags im BS 2/2, d. h. den Gesamtdurchlauf eines Abschnitts durch das System, zeigt Bild 3.

Abschnitte können im Rechenzentrum oder über Datenfernverarbeitung eingegeben werden. Im Rechenzentrum werden Abschnitte über einen oder mehrere Lochkartenleser eingelesen, die ein Systemprogramm, der Normalmedienvermittler (NMV), betreibt. Bei Datenfernverarbeitung können die Abschnitte manuell (bei Konsolen), über Lochstreifen oder Lochkarten eingegeben werden. Sie werden über den Satellitenrechner TR 86 geleitet, von wo sie an den Rechner TR 440 weitergegeben werden. Dort übernimmt ein anderes Systemprogramm, der Satellitenvermittler (SAV), die weitere Verarbeitung.

Sowohl NMV als auch SAV interpretieren von den Kommandos eines Abschnitts nur das erste, das XBA-Kommando und das letzte, das XEN-Kommando. Aus den Angaben im XBA-Kommando werden ein Planungselement und eine Abschnittsbeschreibung aufgebaut. Außerdem wird ein rechenzentrum-



AEG 1263 . 70

Bild 3. Auftragsbearbeitung im BS 2/2

spezifisches Verwaltungsprogramm gestartet, dem die Abschnittsbeschreibung zur Verfügung gestellt wird und das eine Berechtigungsprüfung vornehmen kann. War das XBA-Kommando fehlerfrei, dann werden die weiteren Sätze des Abschnitts eingelesen und mit ihnen eine Kette im NMB, eine NEM-Kette, aufgebaut. Der erste Block dieser Kette enthält die Abschnittsbeschreibung.

Wenn der Abschnitt vollständig eingelesen worden ist, wird die NEM-Kette in die Warteschlange der auf Verarbeitung wartenden Abschnitte eingetragen. Diese Warteschlange ist in vier Unterwarteschlangen eingeteilt, eine für jede der Prioritäten Express, Spezial, EA-intensiv und Rechenintensiv. Die Kon-

trollfunktion des BS 2/2 mustert immer dann, wenn Betriebsmittel freigeworden sind, die Warteschlange durch und versucht, einen oder mehrere Abschnitte zu starten. Der Auswahlalgorithmus berücksichtigt dabei die Priorität und die Betriebsmittelanforderungen (Planungselement) der wartenden Abschnitte. Abschnitte der Priorität Express erhalten unbedingten Vorrang. Aus den übrigen Prioritäten wird eine Mischung ausgesucht, die die Anlage möglichst gut auslastet. Das Mischungsverhältnis kann vom Operateur gesteuert werden. Während der Verarbeitung liest der Abschnittslauf seine Eingabe aus der NEM-Kette. Gleichzeitig werden eine NAM-Kette und eventuell eine NSM-Kette aufgebaut, in denen die Druck-

ausgabe bzw. die Stanzausgabe des Abschnitts gesammelt werden. Nach Beendigung des Abschnitts laufs wird zunächst die Abschnittbeschreibung um die Abrechnungsdaten, wie Netto-rechenzeit, Gerätebelegung und ähnliches, vervollständigt und ein rechen-zentrumspezifisches Verwaltungsprogramm gestartet, das die Abrechnungsdaten sichern kann. Danach werden die NAM-Kette und die NSM-Kette in die entsprechenden Warteschlangen eingereiht.

Letzter Teil der Abwicklung eines Abschnitts im BS 2/2 ist die Ausgabe der NAM- und NSM-Ketten auf den Ge-

räten. NAM-Ketten druckt entweder der NMV auf einem oder mehreren Schnell-druckern im Rechenzentrum aus oder sie werden vom Satellitenvermittler über den TR 86 an Konsolen und Datenstation zur Ausgabe weitergeleitet. NSM-Ketten werden im Rechenzentrum vom NMV ausgestanzt. Auch bei der Ausgabe der NAM- und NSM-Ketten haben Expreßabschnitte Vorrang, dann folgen Spezialabschnitte und zuletzt vermischt die EA-intensiven und rechenintensiven Abschnitte.

Die Zwischenpufferung von Abschnitt-eingaben und Abschnittausgaben im Normalmedienbereich ist der Normal-

fall im BS 2/2. Es ist jedoch auch möglich, die Eingabe, die Druckausgabe oder die Stanzausgabe direkt vorzunehmen, und zwar jede einzeln oder in beliebiger Kombination. Außerdem kann die Zwischenpufferung für einzelne Abschnitte oder bestimmte Prioritätenklassen auf Magnetbändern erfolgen; auch hierbei gibt es Eingabe, Druckausgabe oder Stanzausgabe wahlweise einzeln oder in beliebiger Kombination.

Schrifttum

- [1] J. Piper, H. Meißner, F. Stettner u. M. Heinz: Das Teilnehmer-Betriebssystem BS 3. DATENVERARBEITUNG AEG-TELEFUNKEN 3 (1970 3, S. 115–122.

Das Teilnehmer-Betriebssystem BS 3

DK 681.322.06 TR 440

Jürgen Piper, Herbert Meißner,
Franz Stetter und Michael Heinz

1. Überblick

Jürgen Piper

1.1. Einleitung

An ein Betriebssystem, das als Grundlage für ein Teilnehmer-Rechensystem dienen soll, werden gewisse Mindestforderungen gestellt, die von dem Aufbau unabhängig sind:

Parallel zum Teilnehmerbetrieb (time sharing mode) muß der bisher übliche Stapelbetrieb verwaltet werden.

Von den Konsolen (terminals) aus kann der Benutzer Daten nur eingeben – Abschnittsmodus (remote job entry) – oder Gespräche führen – Gesprächsmodus.

Von den Konsolen aus muß dem Benutzer die gesamte Verarbeitungsleistung des Rechensystems zugänglich sein, insbesondere auch mit höheren Programmiersprachen.

Zur Verwaltung und Verarbeitung der Daten steht dem Benutzer eine Datenorganisation zur Verfügung, die die langfristige Aufbewahrung und den vollen Zugriff über höhere Programmiersprachen zuläßt.

Durch den Aufbau des Betriebssystems und zur Erfüllung weiterer Aufgaben

ergeben sich bei dem Teilnehmer-Betriebssystem BS 3 des TR 440 folgende wichtige Merkmale:

Die Benutzer- und Systemprogramme werden im Mehrprogrammbetrieb (multiprogramming) verwaltet. Dabei werden bis zu sieben Benutzerprogramme quasisimultan bearbeitet.

Es werden maximal 48 aktive Konsolen durch das Betriebssystem verwaltet und im Zeitscheibenverfahren bedient (time slicing).

Die Ein- und Ausgabeninformation wird auf einem Hintergrundspeicher zwischengepuffert, die Ein-Ausgabe erfolgt also *off-line* (Ausnahme: Magnetband).

Die Datenorganisation gestattet eine Texthaltung zum Aufbewahren, Ergänzen und Korrigieren von Quellprogrammen.

Zahlreiche Betriebsparameter erlauben eine gute Anpassung des Betriebssystems an die speziellen Aufgaben der Rechenzentren.

1.2. Aufbau des Betriebssystems

Das Betriebssystem BS 3 ist durch einen modularen Aufbau gekennzeichnet. Der Teil des BS 3, der im RD 441 (Zentraler Rechner des TR 440) liegt, gliedert sich

in Systemkern und in eine feste Anzahl von selbständigen Programmeinheiten, Akteure genannt.

Die Aufgaben der Akteure lassen sich wie folgt klassifizieren:

Aufgaben, die zeitlich absolut vorrangig sind:

Erledigung der Aufgaben durch die *Systemakteure*.

Aufgaben, die wenig rechenintensiv und stark EA-intensiv sind; sie verursachen lange Wartezeiten auf die – im Vergleich zum Rechnerkern – langsamen peripheren Einheiten:

Erledigung der Aufgaben durch die *Vermittlerprozesse*.

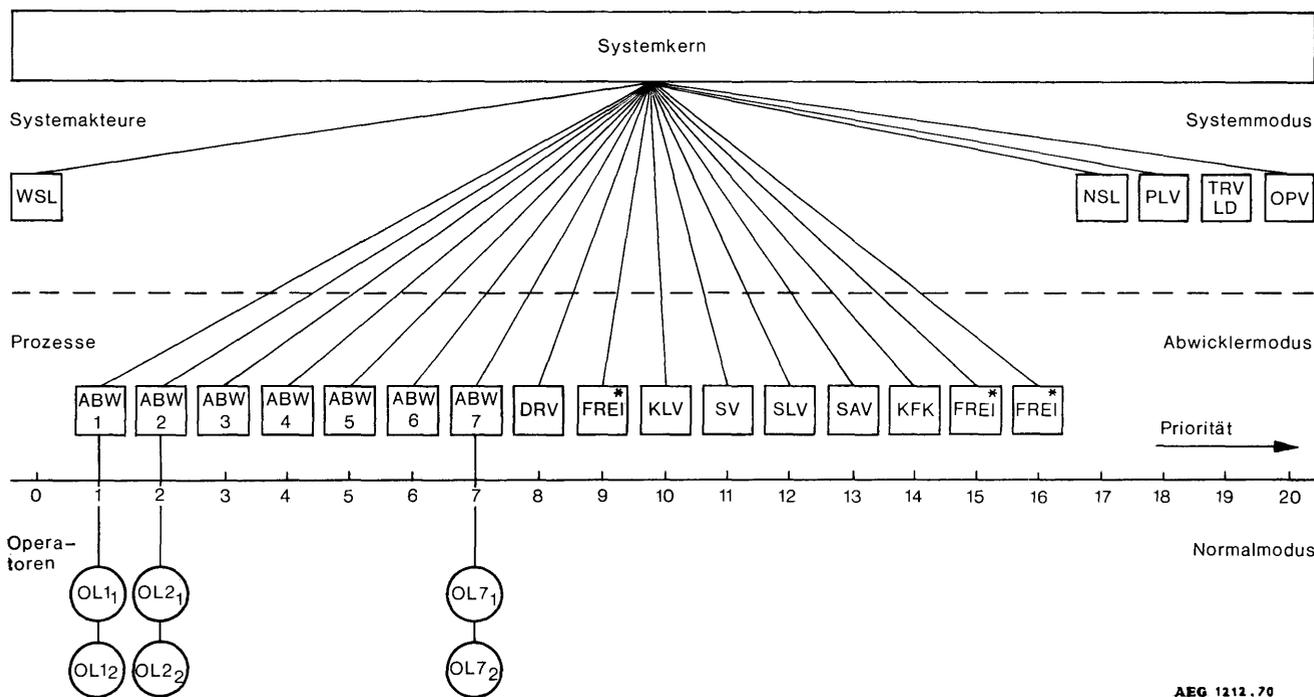
Aufgaben, die rechenintensiv sind und deren Erledigung zeitlichen Bedingungen (Reaktionszeit an den Konsolen) unterliegt:

Erledigung der Aufgaben durch die *(Gesprächs-)Abwickler*.

Aufgaben, die rechenintensiv sind und deren Erledigung keinen zeitlichen Bedingungen unterliegt:

Erledigung der Aufgaben durch die *(Abschnitts-)Abwickler*.

Auf Grund der hier aufgeführten Aufgabenklassen ist eine feste Zuordnung



AEG 1212.70

Bild 1. BS 3 Software-Organisation im RD 441

* Für rechenzentrum-interne Aufgaben

Akteure sind als Quadrat dargestellt

zwischen Akteur und Priorität getroffen worden (Bild 1).

Bei den Aufgabenklassen ist einerseits eine fallende Dringlichkeit festzustellen, zum anderen ist eine bestimmte Reihenfolge der Auftragsklassen zwingend, um Multiprogramming sinnvoll anwenden zu können. Die Menge der Akteure wird in Systemaktoren und Prozesse aufgeteilt; Systemaktoren unterscheiden sich von den Prozessen durch ihre systemnahen Aufgaben und ihren Adressierungsmodus.

Die Darstellung in Bild 1 ist auf der einen Achse nach dem Adressierungsmodus, auf der anderen nach der Priorität gegliedert. Die Erläuterungen der verwendeten Abkürzungen folgen im Text.

1.3. Der Systemkern

Der Systemkern verwaltet im BS 3 die Betriebsmittel Rechnerkern, Kernspeicher, EA-Geräte und Kanäle.

Mit Verwaltung ist hierbei die *physikalische* Verwaltung (Vergabe und Rückgabe) der Betriebsmittel gemeint; die *logische* Verwaltung (Verplanen und Entplanen) wird von der Kontrollfunktion durchgeführt. Im einzelnen erfüllt der Systemkern folgende Aufgaben:

Rechnerkernvergabe

Dem Systemkern stehen selbständige Programmeinheiten – Akteure – gegenüber, die zueinander eine feste Dringlichkeitsstufung – Priorität – haben.

Bedingt durch die Abhängigkeit der einzelnen Akteure voneinander gibt es Situationen, in denen einzelne Akteure nicht an der Zuteilung des Rechnerkerns interessiert sind, d. h., sie haben den Zustand *Nicht Rechenwillig*.

Anderer Akteure bewerben sich um den Rechnerkern, sie haben den Zustand *Rechenwillig*.

Der Systemkern teilt dem rechenwilligen Akteur mit der höchsten Priorität den Rechnerkern zu.

Kernspeicherverwaltung

Die Speichermedien (Kern-, Trommel- und Plattenspeicher) werden in Einheiten von 1 K (1024) Ganzworten verwaltet, der Kernspeicher vom Systemkern, der Trommel- und Plattenspeicher von den Systemaktoren Trommel- bzw. Plattenvermittler (siehe Abschnitt 1.4).

An diese Verwaltungen werden von den Prozessen Forderungen nach freiem Speicherraum und nach Beendigung ihrer Aufgabe deren Freigabe gemeldet.

Koordination der Peripheriegeräte

Der Systemkern erbringt sämtliche Ein-Ausgabe-Kanalleistungen zu den peripheren Geräten. Wichtig sind hierbei die Koordination der Ein-Ausgabe zu Geräten an demselben Kanal und die Organisation der Parallelarbeit der Kanäle.

Die Vermittlerprozesse melden bei EA-Verkehr das betreffende periphere Gerät beim Systemkern an und nach Beendigung des Transports wieder ab.

In der Behandlung durch den Systemkern nimmt das *periphere Gerät* RD 186 (Zentraler Rechner des TR 86) keine Sonderstellung zu den üblichen peripheren Geräten ein; es unterliegt der normalen Behandlung durch den Systemkern.

1.4. Die Systemaktoren

Es gibt folgende Systemaktoren, deren Aufgaben nachstehend stichwortartig beschrieben sind (siehe auch Bild 1)

Operateurvermittler OPV

Der Operateurvermittler enthält das Verkehrsprogramm und den Schreibmaschinenvermittler.

Das Verkehrsprogramm bietet dem Operateur verschiedene Dienste in Form von Operateurkommandos an (z. B.

Starten und Abbrechen von Programmen). Der Schreibmaschinenvermittler ermöglicht das Ein- und Ausgeben von Information zwischen den Akteuren und der Kontrollschreibmaschine.

Trommelvermittler TRV und Lader LD
Der Trommelvermittler verwaltet den Trommelspeicher und organisiert den Informationstransport von und zu diesem Speichermedium. Der Lader ermöglicht das Laden und Kreieren von Prozessen. Es kann dabei vom Lochkartenleser, Magnetband, Lochstreifenleser oder Trommelspeicher geladen werden.

Plattenvermittler PLV
Der Plattenvermittler verwaltet den Plattenspeicher und organisiert den Informationstransport von und zu diesem Speichermedium.

Notschleife NSL
Die Notschleife wird bei Systemnotsituationen rechenwillig gesetzt oder direkt angesprungen (z. B. Dreierproben-Alarm, hardwareseitiger Fehler beim Zugriff auf eine Kernspeicherzelle).

Warteschleife WSL
Die Warteschleife bekommt den Rechenkern zugeteilt, wenn kein Akteur mit höherer Priorität den Zustand *Rechenwillig* hat. Die Warteschleife hat immer den Zustand *Rechenwillig*.

1.5. Prozesse

Unter Prozessen sind Programme zu verstehen, die für den Benutzer der Rechanlage genau definierte Leistungen erbringen. Während die Systemakteure ihre Aufträge von Prozessen erhalten und systemnahe Aufgaben erfüllen, also vom Benutzer nicht direkt erreichbar sind, stehen die Prozesse stellvertretend für den Benutzer dem Systemkern gegenüber. Dabei werden Prozesse unterschieden, die die Peripheriegeräte bedienen – Vermittlerprozesse – und die Rechenaufträge des Benutzers verwalten – Abwicklerprozesse. Die Prozesse werden durch ein Programm koordiniert, das selbst vor dem Systemkern als Prozeß erscheint und das seiner Aufgabe gemäß den Namen Kontrollfunktion (KFK) erhielt. Die KFK wird eingehend in Abschnitt 2.3 erläutert.

An dieser Stelle sollen kurz die Aufgaben der übrigen Prozesse skizziert werden:

Vermittlerprozesse

Die Vermittlerprozesse DRV, KLV, SV, SLV und SAV (siehe Bild 1) organisieren den Informationstransport von und zu den peripheren Geräten Schnelldrucker, Kartenleser, Kartenstanzer, Lochstreifenstanzer, Plotter, Lochstreifenleser und zu dem *peripheren Gerät* Satellitenrechner RD 186.

Dabei haben sie die Aufgabe, die Information in den Zentralcode oder aus diesem in den entsprechenden Gerätecode umzuschlüsseln.

Magnetbandgeräte werden durch einen Vermittler betrieben, der Bestandteil der Abwicklerprozesse ist. Auf Grund dieser Tatsache kann der Magnetbandverkehr – wie durch die Eigenheit des Magnetbandverkehrs auch erforderlich – *on-line* betrieben werden.

Abwicklerprozesse

Ein vom Benutzer gestellter Auftrag (Gespräch, Abschnitt) hat den Ablauf einer Operatorlaufkette (Entschlüsslerlauf, Übersetzerlauf usw.) zur Folge. Der Abwicklerprozeß hat die Aufgabe, diese Operatorlaufkette zu verwalten und den einzelnen Operatorläufen Systemdienste anzubieten. Das vom Benutzer programmierte Quellprogramm ist ein Glied – der Objektlauflauf – in der genannten Operatorlaufkette.

1.6. Das Konsolsystem KOS

Die softwaremäßige Verbindung zwischen dem RD 441 und dem Satellitenrechner RD 186 wird durch das Konsolsystem KOS realisiert.

Das Konsolsystem enthält zwei Programmkomplexe:

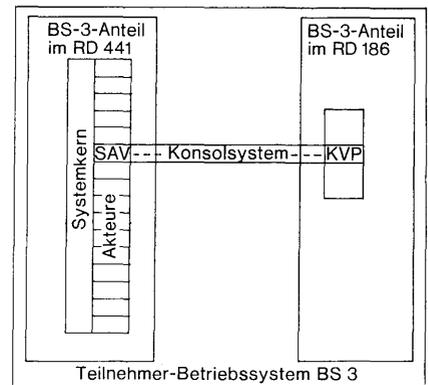
Satellitenvermittler SAV
(Vermittlerprozeß im Kernspeicher des RD 441, siehe Bild 1)

Der Satellitenvermittler ist gemeinsamer Kommunikationspartner aller mit Konsolen in Verbindung stehenden Programmläufe.

Er nimmt im Kernspeicher oder auf dem Hintergrundspeicher gepufferte Ausgaben entgegen und übergibt sie in Teilstücken nach Aufforderung an das Konsolverteilerprogramm.

Eingabeinformation von den Konsolen nimmt der Satellitenvermittler vom Konsolverteilerprogramm entgegen; unvollständige Eingabeinformation puffert er auf Hintergrund-Speichermedien. Vollständige Eingabeinformation wird an den betreffenden Programmlauf weitergeleitet.

Konsolverteilerprogramm KVP
(Programm im Kernspeicher des RD 186, siehe Bild 2)



AEG 1213. 70

Bild 2. Softwarezusammenhang RD 441 – RD 186

Das Konsolverteilerprogramm organisiert im Satellitenrechner RD 186 die Konsolein- und Ausgabe und die Übertragung der Ein- und Ausgabe-Information vom und zum Satellitenvermittler über die Rechnerkopplung.

Das Konsolverteilerprogramm besorgt die Buchhaltung über die Konsolzustände, puffert geringe Ein- und Ausgabemengen und sorgt für den geregelten Fluß von Ein- und Ausgabe-Information.

2. Betriebsmittelsteuerung

Herbert Meißner

2.1. Aufgabenstellung

Ein Benutzer kann die Leistungen des Teilnehmer-Betriebssystems BS 3 durch das Stellen von Aufträgen in Anspruch nehmen. Dies kann auf zwei Arten geschehen:

Der Benutzer ist nach Abgabe eines Auftrags an einer weiteren Einflußnahme auf den Gang der Auftragsbearbeitung nicht interessiert. Diese Form des Auftrags heißt Abschnitt (Monolog).

Der Benutzer möchte während der Auftragsbearbeitung in den laufenden Vorgang eingreifen können, teils spontan, teils als Reaktion auf eine Anfrage. Diese Form des Auftrags heißt Gespräch (Dialog).

Zur Bearbeitung von Aufträgen werden sogenannte Betriebsmittel benötigt. Unter diesem Begriff versteht man – im weiteren Sinn – alle Hardware-Einrichtungen, Programme und Informationen, die für die Bearbeitung von Aufträgen erforderlich sein können. Im engeren Sinn bezieht sich dieser Begriff auf jene Betriebsmittel, deren Verfügbarkeit nicht zu jedem Zeitpunkt gewährleistet ist, von denen es also zu wenige gibt,

um in jedem Fall alle Interessenten gleichzeitig befriedigen zu können.

Die wesentlichste Aufgabe des Prozesses Kontrollfunktion ist es, über die Vergabe der zuletzt genannten Betriebsmittel zu entscheiden. Derartige Betriebsmittel sind unter anderem:
der Rechnerkern,
der Kernspeicher,
der Trommelspeicher,
der Plattenspeicher,
die Ein- und Ausgabegeräte,
die Vermittlerprozesse und
die Abwicklerprozesse.

Bei der Verwendung der zur Verfügung stehenden Betriebsmittel für die Bearbeitung von Aufträgen hat die Kontrollfunktion folgende Forderungen zu beachten:

A Die Betriebsmittel, insbesondere Rechnerkern und Kernspeicher, sind möglichst gut auszunutzen.

B Das Abarbeiten von Aufträgen hat gemäß einer definierten Wichtigkeit (Gewicht, Reihenfolge des Eintreffens oder ähnliches) zu erfolgen.

C Aufträge sollen so schnell wie möglich bearbeitet werden; insbesondere sollen sich bei gesprächswissem Verkehr mit dem Rechner die Reaktionszeiten innerhalb solcher Grenzen bewegen, daß der arbeitende Benutzer den Eindruck hat, in einer – seinem eigenen Arbeitstempo und dem Arbeitsumfang der von ihm dem Rechner gestellten Aufgaben – angemessenen Geschwindigkeit bedient zu werden.

Die genannten Forderungen widersprechen sich zum Teil, weil z. B. ein unwichtiger Auftrag die Betriebsmittel momentan besser ausnutzen könnte als wichtigere Aufträge oder weil z. B. zum Erreichen einer angemessenen Reaktionszeit durchgeführte Transporte von und zu den Hintergrundspeichern der Forderung A widersprechen. Deshalb muß die Kontrollfunktion einen annehmbaren Kompromiß finden. Sie entscheidet dabei auf Grund folgender Festlegungen:

Eine gute Rechnerkernauslastung soll durch das parallele Ablaufenlassen von bis zu sieben Aufträgen erreicht werden (multiprogramming). Dabei werden Wartezeiten, die während der Bearbeitung eines Auftrags (z. B. wegen EA-Verkehr) verursacht werden, durch einen anderen Auftrag ausgenutzt. Im Idealfall ist immer ein geeigneter *Reserveauftrag* vorhanden.

Gespräche sind wichtiger als Abschnitte und sollen deshalb bei der Zuteilung

des Rechnerkerns vor Abschnitten bedient werden.

Für Abschnitte soll nach einer durch die Rechenzentrumsleitung vorgebbaren Formel aus Angaben und Kenndaten des Benutzers ein Gewicht berechnet werden, das die Wichtigkeit des Abschnitts relativ zu den anderen Abschnitten ausdrückt. Das Eintreffen eines wichtigen Abschnitts bewirkt unter Umständen den vorübergehenden Entzug gewisser Betriebsmittel bei unwichtigeren Abschnitten.

Die insgesamt zur Verfügung stehende Anlagenzeit (also nicht nur die Rechnerkernzeit) soll unter die Aufträge so aufgeteilt werden, daß die mit der Forderung C beschriebene Bedienung der Gespräche ermöglicht wird (time sharing). Dabei soll eine angemessene Reaktionszeit durch zyklische Zuteilung des benötigten Kernspeicherraums und des Rechnerkerns an alle laufenden Gespräche erreicht werden. Das in diesem Zyklus (Konsolzyklus) *nächste* Gespräch ist somit das wichtigste. Spätestens nach Ablauf der einem Gespräch für die Benutzung des Rechnerkerns zugestanden Zeit (Bedienungsintervall) wird dem Gespräch der Rechnerkern und der zugewiesene Kernspeicherraum entzogen.

Soweit die genannten Festlegungen dies zulassen, soll die Forderung A (Betriebsmittelauslastung) berücksichtigt werden.

Die Betriebsmittel *Rechnerkern* und *Kernspeicher* stellen in der Praxis häufig Engpässe dar. Insbesondere bei Überholvorgängen ist es dann notwendig, unwichtige Aufträge zu *verdrängen* um wichtigere *vorbeizulassen*. Da das Teilnehmer-Betriebssystem BS 3 in der Lage ist, einem Auftrag die Betriebsmittel Abwicklerprozeß (und damit auch den Rechnerkern) und Kernspeicher zwangsweise zu entziehen, ohne den Auftrag – abgesehen von zeitlichen Verzögerungen – zu schädigen, stellt dieser Vorgang ein wesentliches Hilfsmittel zur Erfüllung der genannten Forderungen dar.

2.2. Auftragsbearbeitung

Im folgenden wird an Hand der typischen Bearbeitungsphasen eines Auftrags ein grober Überblick über die dabei ablaufenden Vorgänge gegeben.

Jede Auftragsbearbeitung beginnt mit den Eingaben zur Auftragserteilung. Darunter sind sämtliche Informationen zu verstehen, die vom Auftraggeber für die Bearbeitung des Auftrags bei

der Auftragsstellung anzugeben sind. Diese Informationen werden von dem für das jeweils benutzte Eingabegerät zuständigen Vermittlerprozeß in den Kernspeicher eingelesen, umgewandelt und auf dem Plattenspeicher abgelegt. Bei Gesprächen entfällt der letztgenannte Vorgang, da bei einer Gesprächseröffnung nur Angaben zur Benutzeridentifikation und zum Betriebsmittelbedarf des Gesprächs eingegeben werden können und diese Informationen im Kernspeicher verbleiben.

Nach erfolgter Eingabe zur Auftragserteilung ist das System in der Lage, die eigentliche Auftragsbearbeitung abzuwickeln. Für diese Tätigkeit gibt es spezielle Akteure, die Abwicklerprozesse.

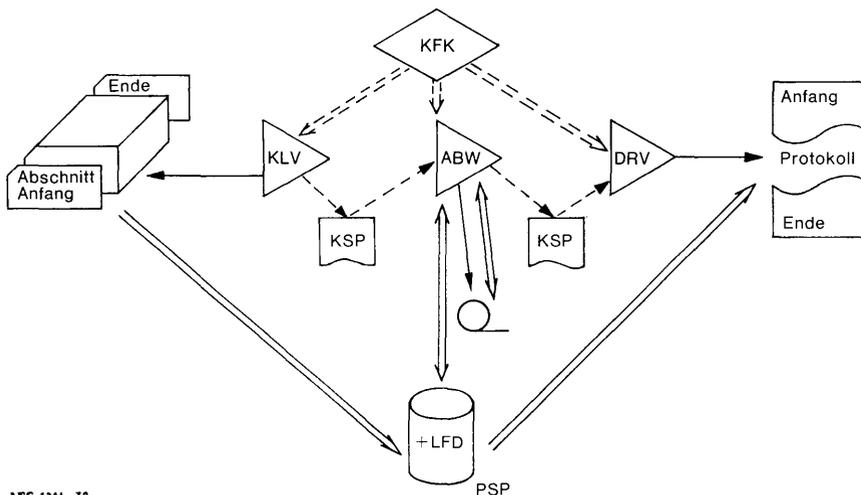
Während oder am Schluß der Auftragsbearbeitung, die in einem Abwicklerprozeß abläuft, können Ein- und Ausgabeinformationen anfallen.

Eingaben zur laufenden Auftragsbearbeitung sind vom Plattenspeicher im Rahmen der langfristigen Datenhaltung und über Magnetbänder möglich.

Während ein Gespräch läuft, können – entsprechend dem Typ dieser Bearbeitungsform – Eingaben von der betreffenden Konsole (Benutzerstation) an das dort eröffnete Gespräch gerichtet werden. Diese Eingaben werden größtenteils Reaktionen auf programmierte Anfragen sein. Spontane Eingriffe in ein laufendes Gespräch sind jedoch in beschränktem Umfang ebenfalls möglich. Eine weitere Eingabequelle für Gespräche ist der Plattenspeicher im Rahmen der langfristigen Datenhaltung. Dagegen können über Lochkarten, Lochstreifen und Magnetbänder keine Eingaben zu einem Gespräch gemacht werden (bei starkem Gesprächsbetrieb würden die relativ wenigen Eingabegeräte dieses Typs einen den Betrieb stark hemmenden Engpaß darstellen).

Ausgaben werden so bald wie möglich (sofern die benötigten Betriebsmittel zur Verfügung stehen und sich keine wichtigeren Aufträge um diese Betriebsmittel bewerben) an die zuständigen Ausgabevermittler weitergeleitet. Handelt es sich um einen Ausgabevorgang für ein Gespräch, so wird die Auftragsbearbeitung daraufhin so lange unterbrochen, bis der Ausgabevorgang beendet ist und, falls eine Reaktion des Benutzers erwartet wird, die nächste Eingabe des Benutzers vorliegt.

Die typischen Bearbeitungsphasen eines Abschnitts sind in Bild 3, diejenigen eines Gesprächs in Bild 4 dargestellt.



AEG 1214. 70

Bild 3. Lochkartenabschnitt

- | | | | |
|------|----------------------------------|-----|---------------------------|
| == | Steuerung der Auftragsvergabe | KLV | Kartenlesevermittler |
| --- | Steuerinformation über Abschnitt | ABW | Abwickler |
| — | Gerätesteuerung | DRV | Druckervermittler |
| ==== | Informationsfluß | LFD | Langfristige Datenhaltung |
| — | | KSP | Kernspeicher |
| KFK | Kontrollfunktion | PSP | Plattenspeicher |

dies zu ermöglichen, bewirbt sich die Kontrollfunktion immer dann um den Rechnerkern, wenn entweder eine Eingabe über einen Eingabevermittlerprozeß abgeschlossen ist und deshalb entweder ein neuer Auftrag formuliert wurde oder eine Gesprächsbearbeitung fortgesetzt werden kann und/oder ein Abwicklerprozeß die Bearbeitung eines Auftrags entweder unterbrochen oder beendet hat und/oder ein Ausgabevermittlerprozeß die ihm zustehende Bearbeitung eines Auftrags beendet hat und/oder seit der letzten Vergabe des Rechnerkerns an die Kontrollfunktion eine gewisse Zeit (0,65 s) verstrichen ist und deshalb eine Kontrolle der laufenden Auftragsbearbeitungen notwendig sein kann.

Erhält die Kontrollfunktion den Rechnerkern, so führt sie unter anderem folgende Tätigkeiten aus:

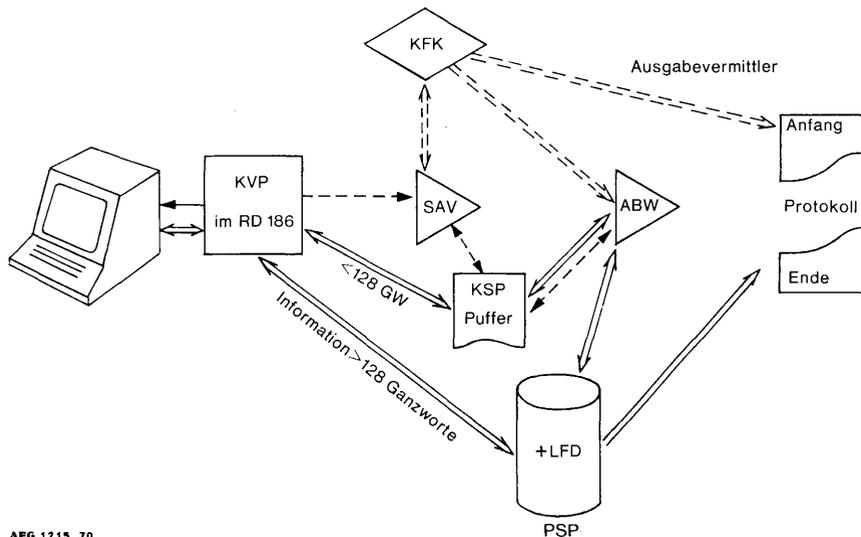
2.3.1. Kontrolle des Standes der laufenden Auftragsbearbeitungen

Bei dieser Kontrolle untersucht die Kontrollfunktion jeden von ihr als Betriebsmittel verwalteten Prozeß und prüft, ob er an einem Auftrag noch arbeitet oder ob er eine Meldung zu einer Auftragsbearbeitung an die Kontrollfunktion übergeben hat. Bei Abwicklerprozessen sind beide Feststellungen für die Kontrollfunktion von Bedeutung, bei Vermittlerprozessen nur die letzte.

Falls festgestellt wird, daß ein Abwicklerprozeß noch an einem Auftrag arbeitet, wird eine Rechenzeitkontrolle durchgeführt. Dabei wird geprüft, ob die vorgegebene Rechenzeitschranke erreicht oder überschritten wurde. Sobald dies zutrifft, erhält der auftragbearbeitende Abwicklerprozeß eine entsprechende Botschaft (Auftrag soll abgebrochen werden).

Falls festgestellt wird, daß ein Gesprächsabwicklerprozeß noch an einem Auftrag arbeitet, wird die Kontrolle des Bedienungsintervalls durchgeführt. Ist es abgelaufen, erhält der auftragbearbeitende Gesprächsabwicklerprozeß eine entsprechende Botschaft (Auftrag soll verdrängt werden).

Eingabevermittlerprozesse können der Kontrollfunktion melden, daß neue Aufträge vorliegen und in die Auftragswarteschlange eingereiht werden müssen. Der Satellitenvermittler kann zu-



AEG 1215. 70

Bild 4. Gespräch

- | | | | |
|------|---------------------------------|-----|---------------------------|
| == | Steuerung der Auftragsvergabe | KVP | Konsolverteilerprogramm |
| --- | Steuerinformation über Gespräch | SAV | Satellitenvermittler |
| — | Gerätesteuerung | ABW | Abwickler |
| ==== | Informationsfluß | LFD | Langfristige Datenhaltung |
| — | | KSP | Kernspeicher |
| KFK | Kontrollfunktion | | |

2.3. Kontrollfunktion

Das bei der Bearbeitung von Aufträgen notwendige Zusammenspiel der Prozesse wird von der Kontrollfunktion koordiniert und gesteuert. Dabei sorgt

sie dafür, daß die zur Verfügung stehenden Betriebsmittel, insbesondere auch die übrigen Prozesse, gemäß der in Abschnitt 2.1 beschriebenen Aufgabenstellung eingesetzt werden. Um

sätzlich Eingaben zu laufenden Gesprächsbearbeitungen melden. Jeder Abwicklerprozeß kann der Kontrollfunktion unter anderem melden, daß

ein Ausgabeauftrag formuliert wurde (daraufhin ordnet die Kontrollfunktion den Ausgabeauftrag in die Ausgabe-warteschlange ein und sorgt dafür, daß die weitere Bearbeitung des Auftrags durch Abwicklerprozesse sichergestellt ist),
eine Auftragsbearbeitung verdrängt wurde (damit ist ein Teil der Betriebsmittel *Abwicklerprozesse* und *Kernspeicher* zur Bedienung anderer, in der Regel wichtigerer Aufträge frei geworden),
eine Auftragsbearbeitung bei Abwicklerprozessen beendet wurde (neben den Betriebsmitteln *Abwicklerprozeß* und *Kernspeicher* wird meist Trommel- und Plattenspeicherraum, in selteneren Fällen werden auch Magnetbandgeräte freigegeben).

Ausgabevermittlerprozesse können der Kontrollfunktion die Beendigung von Ausgabeaufträgen melden. Die Kontrollfunktion stellt daraufhin den freigewordenen Plattenspeicherraum anderen Aufträgen zur Verfügung.

2.3.2. Betriebsmittelplanung für Gespräche

Die Betriebsmittelplanung für Gespräche wird nur ausgeführt, falls die Zahl der Gespräche, die auf die Zuteilung eines Gesprächsabwicklerprozesses warten, und die Zahl der freien Gesprächsabwicklerprozesse größer als 0 ist.

Als erstes wird versucht, die für Gespräche etwa bestehenden Speicherengpässe aufzulösen. Falls dabei festgestellt wird, daß kein Kernspeicherraum frei geworden ist oder ein neuer Kernspeicherengpaß entsteht oder kein freier Gesprächsabwicklerprozeß mehr übrigbleibt, entfällt die weitere Gesprächsplanung. Falls jedoch festgestellt wird, daß kein Hintergrund-Speicherraum für Gespräche frei geworden ist oder ein neuer Hintergrund-Speicherengpaß entstanden ist oder die Auflösung mindestens eines Hintergrund-Speicherengpasses gelungen ist, wird mit der Untersuchung der Gespräche im Rahmen des Konsolzyklus begonnen. Dabei wird nach dem nächsten Gespräch gesucht, das auf die

Zuteilung eines Abwicklerprozesses wartet.

Die Kontrollfunktion versucht, ein auf diese Weise gefundenes Gespräch in das Betriebsmittel Kernspeicher und, falls es sich um ein neu eröffnetes Gespräch handelt, auch in die Betriebsmittel Trommel- und Plattenspeicher einzuplanen. Entsteht dabei ein Kernspeicher-Engpaß, so fällt die weitere Gesprächsplanung weg. Falls das Gespräch in einem Hintergrund-Speicherengpaß steckengeblieben ist, wird der Konsolzyklus zwar fortgesetzt, doch werden neu eröffnete Gespräche übergangen.

Ist das Einplanen des Gesprächs gelungen, wird ihm ein freier Gesprächsabwicklerprozeß zugeteilt. Wenn dann noch mindestens ein freier Gesprächsabwicklerprozeß zur Verfügung steht, ist die Fortsetzung des Konsolzyklus sinnvoll und wird auch durchgeführt.

Die Gesprächsplanung wird beendet, wenn entweder kein freier Gesprächsabwicklerprozeß mehr vorhanden ist oder alle laufenden Gespräche untersucht worden sind.

2.3.3. Betriebsmittelplanung für Abschnitte

Dieser Teil wird nur ausgeführt, falls mindestens eines der drei Ereignisse ein neuer Abschnitt ist eingetroffen, für die Bearbeitung von Abschnitten ist mindestens ein Abwicklerprozeß frei geworden, für die Bearbeitung von Abschnitten ist Speicherraum frei geworden, eingetreten ist.

Beginnend beim wichtigsten, werden der Reihe nach jene Abschnitte gesucht, die auf die Zuteilung eines Abwicklerprozesses warten. In bezug auf einen betrachteten Abschnitt tritt einer der beiden Fälle ein:

Fall 1

Unter den zuständigen Abwicklerprozessen gibt es mindestens einen ohne Auftrag. Damit in diesem Fall der Abwicklerprozeß zugeteilt werden kann, müssen zwei Bedingungen erfüllt sein:

Bedingung 1: Der Bedarf des Abschnitts an den Betriebsmitteln *Magnetbandgeräte*, *Plattenspeicher* und *Trommelspeicher* ist erfüllbar oder erfüllt (ist diese Bedingung nicht erfüllt, so wird der nächste auf die Zuteilung eines Abwicklerprozesses wartende Abschnitt gesucht).

Bedingung 2: Der Bedarf des Abschnitts an dem Betriebsmittel *Kernspeicher* ist

erfüllbar (ist diese Bedingung nicht erfüllt, so wird die Abschnittsplanung beendet).

Sind beide Bedingungen erfüllt, so werden dem betreffenden Abschnitt die von ihm beanspruchten Betriebsmittel (*Speicher*, *Abwicklerprozeß*) zugeteilt. Daraufhin wird der nächste auf die Zuteilung eines Abwicklerprozesses wartende Abschnitt gesucht.

Fall 2

Unter den zuständigen Abwicklerprozessen gibt es keinen ohne Auftrag, aber mindestens einen, der einem anderen Abschnitt zugeteilt ist. Damit in diesem Fall die Verdrängung eines Abschnitts zugunsten des betrachteten drängenden Abschnitts eingeleitet werden kann, müssen drei Bedingungen erfüllt sein:

Bedingung 1: Wie im Fall 1.

Bedingung 2: Die Verdrängung des aus den Betriebsmitteln *Kernspeicher* und *Abwicklerprozesse* zu verdrängenden Abschnitts läuft nicht (ist diese Bedingung nicht erfüllt, so erübrigt sich das neuerliche Anstoßen der Verdrängung, und es wird die Suche nach dem nächsten auf die Zuteilung eines Abwicklerprozesses wartenden Abschnitt aufgenommen).

Bedingung 3: Der drängende Abschnitt ist wichtiger als der zu verdrängende (die Verdrängung wäre eine Mißachtung der Wichtigkeit eines Abschnitts; deshalb wird ein weiterer zuständiger Abwicklerprozeß gesucht).

Sind alle drei Bedingungen erfüllt, erhält der betreffende Abwicklerprozeß den Verdrängungsbefehl. Anschließend wird nach dem nächsten zuteilungswilligen Abschnitt gesucht.

2.3.4. Planung des Einsatzes der Vermittlerprozesse

Die Kontrollfunktion untersucht zunächst die freien Ausgabegeräte, indem sie für jedes dieser Geräte prüft, ob mindestens ein Auftrag auf die Zuteilung des Gerätes wartet. Wenn das der Fall ist, teilt sie dem wichtigsten dieser Aufträge das Ausgabegerät zu und kennzeichnet es als belegt. Daraufhin übergibt sie den Auftrag dem zuständigen Ausgabevermittlerprozeß.

Vom Betriebssystem wird, getrennt für Abschnitte und Gespräche, Eingabespeicherraum auf dem Plattenspeicher verwaltet. Da die Eingabevermittlerprozesse die Engpaßbehandlung für diese Speicherräume selbst durchführen, erübrigt sich eine diesbezügliche Planung in der Kontrollfunktion.

3. Verdrängung von Aufträgen

Franz Stetter

Das Betriebssystem kann einem Auftrag die Betriebsmittel *Abwicklerprozeß* (und damit auch den Rechnerkern) und *Kernspeicher* zwangsweise entziehen. Der aktuelle Stand der Auftragsbearbeitung wird auf dem Hintergrundspeicher gesichert, so daß der Auftrag dann nach einer gewissen zeitlichen Verzögerung an der Unterbrechungsstelle fortgesetzt werden kann.

Die Entscheidung, ob und wann ein Auftrag verdrängt wird, fällt – abgesehen von einigen Fällen, in denen die Auftragsituation eine Verdrängung bedingt – die Kontrollfunktion; die Verdrängung selbst führt der Abwicklerprozeß, unter dessen Regie der Auftrag abläuft, durch.

3.1. Verdrängung von Gesprächen

Ein Gespräch *G* wird in folgenden Fällen verdrängt:

G hat seit der letzten Zuteilung eines Abwicklerprozesses sein Bedienungsintervall an Rechenzeit überschritten.

G führt Konsolenausgabe durch und wartet anschließend auf Konsoleingabe oder kommt dadurch in einen Speicherengpaß; dieser wird durch eine Zwischenausgabe auf der Konsole aufgelöst.

G wird von einem Gespräch in einen Abschnitt übergeleitet und benötigt jetzt mindestens ein Magnetbandgerät.

3.2. Verdrängung von Abschnitten

Ein Abschnitt *A* wird in folgenden Fällen verdrängt:

Es gibt einen wichtigeren Abschnitt *A**, dessen Forderungen nach Magnetbändern und Hintergrund-Speicherraum erfüllt werden können, und *A* belegt den wichtigsten für *A** passenden Abwicklerprozeß, oder die von *A* belegten Betriebsmittel werden für *A** benötigt.

Ein Gespräch *G**, dessen Forderungen nach Hintergrund-Speicherraum erfüllbar sind, muß bedient werden, und *A* ist der unwichtigste Abschnitt. Diese Verdrängung ist nur notwendig, wenn *G** mehr Kernspeicherraum benötigt, als momentan zur Verfügung steht.

A fordert ein freies Magnetbandgerät, das ihm auf Grund seiner Berechtigung zusteht (die Magnetbandgeräte werden zunächst eingeplant), aber das Gerät ist zum Zeitpunkt des Zugriffs nicht ansprechbar (blockiert).

A benötigt mehr Kernspeicherraum, als momentan zur Verfügung steht.

3.3. Technik der Verdrängung

Bei der Verdrängung wird der gesamte, von dem Auftrag belegte Kernspeicherraum zwischenzeitlich freigegeben. Der aktuelle Kernspeicherinhalt wird mit möglichst wenig Aufwand, d. h. minimaler Anzahl von Transporten, auf den Hintergrundspeicher (Trommel) transportiert.

Die Kernspeicherbelegung eines Auftrags setzt sich aus folgenden Teilen zusammen:

Listen des Abwicklers und der Datenorganisation, in denen der Stand der Auftragsbearbeitung und ein Inhaltsverzeichnis der öffentlichen Bibliothek enthalten ist;

Ein- und Ausgabepuffer der Datenorganisation;

Gebiete des Auftrags. Alle Speichermedien sind in der Form von Gebieten organisiert, wobei ein Gebiet eine geordnete Menge von $0, 1, 2, \dots, K$ Speicherraum ist.

Für die Verdrängung werden diese Bereiche im Adressenraum so angeordnet, daß sie möglichst als Block in den Kernspeicher transportiert und dann wieder im Adressenraum wie zum Zeitpunkt der Verdrängung angeordnet werden.

4. Datenorganisation und langfristige Datenhaltung

Michael Heinz

Dem Benutzer des BS3 stehen Trommel, Platte und Magnetbänder zur Speicherung von Daten zur Verfügung. Hierbei kann es sich beispielsweise um Rechenergebnisse, um Texte von Quellprogrammen, um noch nicht translatierte Programme (Montageobjekte) oder um startfähige Operatoren handeln.

Die Information wird in Dateien (files) gehalten und ist somit über die Datei-bezeichnung zugänglich. Die Manipulation und der Zugriff auf Dateien werden durch die Datenorganisation – einen Programmkomplex in den Abwicklerprozessen – ermöglicht. Auf Assembler-ebene geschieht dies durch spezielle Systembefehle und Makros, in den höheren Programmiersprachen durch deren Ein-Ausgabe-Prozeduren, auf Kommandosprachebene durch den Start von Operatoren, die die Kommandos der Texthaltung und der Datenmanipulation realisieren.

Zu jeder Datei gehören die eigentliche Information – die satzweise auf dem jeweiligen Speichermedium liegt – und ihre Verwaltungsinformation, die Dateiliste. Die Dateiliste enthält die Datei-bezeichnung (Dateiname, Generations-

und Versionsnummer, Paßwort), weiterhin die Art des Speichermediums, die Lage der Information auf diesem Speicher und verschiedene Pegel, die intern von der Datenorganisation benötigt werden. Es stehen drei Dateitypen zur Verfügung, und zwar

SEQ für sequentiellen Zugriff,

RAN für Randomzugriff

mit Satznummern und

RAM für Randomzugriff

über Satzmarken.

Während der Bearbeitung befindet sich die Dateiliste einer Datei immer im Kernspeicher.

Mehrere Dateien werden verwaltungsmäßig in einer Datenbasis zusammengefaßt:

Die *öffentliche Datenbasis* enthält die systemeigene permanente Bibliothek, die beim Systemaufbau erstellt wird. Diese umfaßt unter anderem die Übersetzer der verschiedenen Programmiersprachen und sämtliche sonstigen Dienstleistungsprogramme des Programmiersystems, die Montageobjekte aller Bibliotheksunterprogramme (z. B. SIN, SQRT) und die Makrobibliothek. Auf diese Daten kann von allen Benutzern – selbstverständlich nur lesend – zugegriffen werden.

Eine *Standarddatenbasis* wird zu Beginn eines Auftrags (Gespräch oder Abschnitt) erstellt. Sie enthält die temporäre Bibliothek dieses Auftrags, also die von den Übersetzern erzeugten Montageobjekte, Rückverfolgungslisten, die Operatorkörperbeschreibungen der startfähigen Operatoren und temporäre Dateien des Benutzers. Zusätzlich kann man noch weitere *private Datenbasen* kreieren; diese werden wie die Standarddatenbasis am Ende der Bearbeitung des Auftrags aufgegeben.

Die *langfristige Datenhaltung* (LFD) ermöglicht dem Benutzer die Haltung von privaten permanenten Dateien auf dem Plattenspeicher, also von Dateien, die nicht nur ein Gespräch oder einen Abschnitt überdauern, sondern unabhängig vom Vorhandensein des Betriebssystems bestehen. Aus diesem Grund muß die Information auf der Platte selbstinterpretierend organisiert sein, d. h., auch die Verwaltungsinformation der langfristigen Dateien wird auf der Platte abgelegt. Es handelt sich hierbei um die Dateilisten und zusätzlich um ein Inhaltsverzeichnis der LFD. Dieses Verzeichnis ist nach Benutzerkennzeichen (Benutzername aus dem auftragseröffnenden Kommando) geordnet. Hierdurch ist es möglich, nur berechnete Benutzer zur langfristigen Daten-

haltung zuzulassen und eine Prüfung auf maximale Dateianzahl und maximale Plattenspeicherbedarf für einzelne Benutzer durchzuführen.

Das Benutzerkennzeichen läßt sich auch als Name einer benutzereigenen permanenten Datenbasis interpretieren.

Dies bringt den Vorteil, daß keine Verwechslungen zwischen gleichnamigen Dateien verschiedener Benutzer entstehen können.

Die LFD-Kommandos der TR-440-Kommandosprache dienen dazu, LFD-Dateien und damit die zugehörigen Verwaltungsdaten zu kreieren oder zu löschen oder vorhandene Dateien zur Bearbeitung innerhalb eines Abschnitts oder Gesprächs verfügbar zu machen.

Diese Aufgaben werden von besonderen bevorrechtigten Operatoren übernommen.

Das Verfügbarmachen (Anmelden) einer LFD-Datei bedeutet im wesentlichen eine Überführung der Dateiliste von der Platte in die entsprechende Kernspeicherliste der Datenorganisation.

Anschließend kann die langfristige Datei wie eine temporäre Datei über die Dienstleistungen der Datenorganisation insbesondere auch durch die Kommandos der Texthaltung bearbeitet werden.

Nach Auftragsende werden die aktuellen Dateilisten aller angemeldeten LFD-Dateien wieder automatisch auf den Verwaltungsbereich der Platte zurückgeschrieben.

Entsprechend den unterschiedlichen Zielsetzungen der Benutzer gibt es zwei Arten von LFD-Dateien:

Private Dateien in der LFD sind nur solchen Aufträgen zugänglich, die unter dem gleichen Benutzerkennzeichen laufen wie die Datei.

Gemeinschafts-Dateien in der LFD dürfen auch von anderen Benutzern angemeldet werden; hierbei wird eine automatische Koordinierung vorgenommen, derart, daß gleichzeitig entweder ein Benutzer schreibenden Zugriff auf die Datei hat oder beliebig viele Benutzer lesen können.

Lese- und Schreibpaßwörter dienen zur Sicherung der Dateien gegen unerwünschten Fremdzugriff.

Das Satellitensystem des Telefunken-Rechensystems TR 440

DK 681.322 TR 440 : 681.327.8

Manfred Evers und Werner Hoheisel

1. Überblick

1.1. Teilnehmer-Rechensystem

Der Begriff Teilnehmer-Rechensystem umfaßt nicht nur die Forderung, daß viele Benutzer gleichzeitig die Leistung einer großen Rechenanlage in Anspruch nehmen können, sondern er schließt auch die Möglichkeit ein, diesen Zugriff aus einer gewissen Entfernung von der Zentraleinheit vorzunehmen. Information vom Benutzer muß über geeignete Endgeräte und Nachrichtenkanäle in die Rechenanlage übertragen werden, und die vom Rechner erzeugten Daten sind dem Benutzer wieder zuzustellen. Als Endgeräte werden Fernschreiber, Sichtgeräte oder bei komfortablem Ausbau Datenstationen verwendet, die z. B. aus Lochkartenleser, Schnelldrucker und Operateurkonsole bestehen können. Als Nachrichtenkanäle treten die rechner-spezifischen Übertragungsstrecken gegenüber den Leitungen der öffentlichen Fernmeldenetze in den Hintergrund. Kennzeichnend für die Übertragung auf diesen Kanälen ist die gegenüber der Zentraleinheit langsame Übertragungsgeschwindigkeit und das zeichenweise Durchschleusen der Information.

Die Rechenanlage muß von vielen derartigen Nachrichtenkanälen Information übernehmen bzw. Information an sie übergeben. Dabei unterscheiden sich die einzelnen Kanäle in Geschwindigkeit, Code und der verwendeten Übertragungsprozedur voneinander. Die Steuerung des Datenflusses in beiden Richtungen ist eine im Vergleich zur eigentlich von der Rechenanlage verlangten Verarbeitungsleistung einfache, wenn auch zeitaufwendige Aufgabe.

1.2. Satellitensystem

Die Steuerung der verschiedenen Nachrichtenkanäle für den Vielfachzugriff übernimmt im TR-440-Teilnehmer-Rechensystem ein Satellitensystem TR 86 S, das der Zentraleinheit vorgeschaltet ist. Analog zum RD 441 (Zentraler Rechner des TR 440) wird der Zentrale Rechner des Satellitensystems mit RD 186 bezeichnet.

Übergabe und Übernahme von Zeichen der Endgeräte sind mit einer hohen Zahl von Eingriffen verbunden. Die Zentraleinheit wäre dadurch in ihrer Verarbeitungsleistung stark eingeschränkt, weil bei jedem Eingriff der aktuelle

Stand des unterbrochenen Programms sichergestellt werden muß. Der Satellitenrechner fängt diese Eingriffe ab. Er sammelt die Zeichen zu größeren Blöcken auf und übergibt diese der Zentraleinheit. Ebenso erhält er blockweise Information, um sie zeichenweise an die Endgeräte auszugeben. Dadurch wird die Zahl der Eingriffe bei der Zentraleinheit auf einen Bruchteil der ursprünglichen reduziert.

Die Endgeräte verlangen vom Rechner spezifisch auf ihre Eigenschaften abgestimmte Verhaltensweisen. Der Datentransfer wird zum Teil über festgelegte Dialogprozeduren abgewickelt. Der RD 186 wird diesen Forderungen durch eine Vielzahl von Programmen gerecht, die die unterschiedlichen, auf die Geräte und Nachrichtenkanäle abgestimmten Schnittstellen in eine einzige Standardschnittstelle gegenüber dem RD 441 transformieren. Die an dieser Schnittstelle übergebenen Daten haben unabhängig von Absender oder Empfänger einen einheitlichen Code und eine einheitliche Struktur.

Alle am Satellitenrechner angeschlossenen Endgeräte arbeiten unabhängig

voneinander. Da die Standardschnittstelle nur mit einem einzigen Kanal arbeitet, müssen die einlaufenden Datenströme in ein zeitliches Nacheinander eingereiht und der abgehende Datenstrom in Teilströme zu den einzelnen Endgeräten aufgefächert werden. Dazu ist es erforderlich, daß die Kanalkapazität an der Standardschnittstelle größer oder mindestens gleich der Summe der Kapazitäten der Einzelkanäle ist und daß im Satellitenrechner die Information für eine gewisse Zeit gespeichert werden kann.

1.3. Kaskadenschaltung

Durch das Satellitenkonzept wird die Rechenzentrumsperipherie des RD 441 von der Vielfachzugriffssperipherie getrennt. Dieses Konzept läßt sich dahingehend erweitern, daß das Vielfachzugriffszentrum in weitere Unterzentren aufgegliedert wird. An den Satellitenrechner sind dann außer Endgeräten weitere Satelliten mit eigenen Endgeräten angeschlossen. Grundsätzlich kann eine solche Kaskade sich über mehrere Stufen erstrecken. Die Stufung wird allerdings eingeschränkt durch die Forderung, daß die Kanalkapazität der Kopplungskanäle zwischen den Satelliten in Richtung auf den RD 441 zunehmen muß und daß die in der Kaskade höher stehenden Rechner einen Teil ihrer Rechnerkernkapazität für das Durchschleusen von Information von und zu den hinter ihnen angeschlossenen Rechnern benötigen. Für die Datenflußrichtungen in diesem Rechnernetz gilt, daß eine Endstelle des Datenflusses immer der RD 441 sein muß. Diese Festlegung ist deswegen sinnvoll, weil wirkliche Rechenleistung nur vom RD 441 erwartet werden kann.

Die einzelnen Rechner des skizzierten Netzes werden mit einem Konzept betrieben, das den Satelliten mit seinem Programmpaket unabhängig von der Stelle macht, an der er innerhalb der Kaskade verwendet wird. Betriebssystem und Gerätesteuerprogramme aller RD 186 sind also gleich.

Die einzelnen Rechner werden über das Standardkanalwerk des RD 186 und ein Koaxialkabel gekoppelt. Diese Koppungsart ist vor allem zwischen RD 441 und dem ersten Satellitenrechner vorgeschrieben, da nur diese Schnittstelle am RD 441 verfügbar ist. Die Kopplung kann auch über breitbandige Postleitung mit Hilfe von Datenfernübertragungseinrichtungen und Modems durchgeführt werden.

Das Satellitensystem benötigt zur Erfül-

lung seiner Aufgaben einen Gesprächspartner im RD 441, den Satellitenvermittler. Er sammelt die einlaufenden Daten auf den Hintergrundspeichern nach Endgeräten getrennt zu Abschnitten auf und formuliert daraus die eigentlichen Verarbeitungsaufträge für das Betriebssystem des TR 440. Die auszugebenden Dateien werden von ihm in kleinere Blöcke zerteilt und nacheinander dem entsprechenden Endgerät zugestellt.

2. Steuerung des Konsolatenflusses im Satellitenrechner

2.1. Forderungen

Die für den Vielfachzugriff vorgesehenen Konsolen (Fernschreiber und Sichtgeräte) sind mit dem Satellitenrechner über Duplexkanäle verbunden. Die Eingabe wird daher nicht durch Umsetzen des Tastenanschlags in einen Typenanschlag im Gerät protokolliert, sondern durch Ausgabe der vom Rechner empfangenen Information. Allein hierdurch ist eine saubere Koordinierung im Fall der gleichzeitigen Ein- und Ausgabe möglich.

Die Anforderungen an das Programmsystem im Satellitenrechner bestehen nun darin, daß die von den angeschlossenen Konsolen einlaufende Information, die durch Tastenanschlag entsteht, unter Realzeitbedingungen, d. h. binnen weniger Millisekunden, abgenommen werden muß. Hingegen kann die Ausgabeinformation in ihrem Ablauf vom Rechner gesteuert werden. Um eine schleppende Protokollierung zu vermeiden, sollte jedoch eine Verarbeitungszeit vom Eintreffen bis zur Protokollausgabe im 100-ms-Bereich sichergestellt sein.

Da die beschriebenen Forderungen nicht nur bezüglich einer, sondern einer Vielzahl von parallel arbeitenden Konsolen erhoben werden, treten im Satellitenrechner Spitzenbelastungen auf, die in der Konstruktion des Programmsystems berücksichtigt werden müssen.

2.2. Leistungen

Das Satellitensystem erbringt folgende Teilleistungen:

Aufsammeln der Eingabe zu Zeichen, Zulässigkeitsprüfung, Protokollierung von Zeichen, Umcodierung und Aufsammeln zu an den RD 441 übergebbaren Zeichenfolgen, Abtrennung von Zeichenfolgen, die der Steuerung von Ein- und Ausgabe dienen, und deren Verarbeitung, Abschicken und Empfangen von Zeichenfolgen und Steuerinformationen zum und vom RD 441,

Aufbereiten der Ausgabe und zeichenweise Ausgabe und schrittweise Ausgabe.

Die vom Programmsystem (Satellitenprogramm) verlangte Leistung wird durch die Summe von Teilleistungen verschiedener, funktionell getrennter Programm-Moduln, sogenannter Bausteine, erbracht. Eine Teilleistungsforderung an einen Baustein wird von außen durch Interrupt gestellt, innen zwischen zwei Bausteinen jedoch durch einen deponierten Auftrag formuliert.

Die Teilleistungen sind so abgegrenzt, daß sie in einer allen gleich vorgegebenen Maximalzeit erfüllt werden können. Während der Baustein, der eine Teilleistung zu bringen hat, arbeitet, erzeugt er im allgemeinen weitere Aufträge, wodurch andere Teilleistungsforderungen entstehen. Außerdem können durch Interrupt weitere Teilleistungsforderungen in dieser Zeit entstehen. Auf Grund des Interrupts wird genau nur eine Teilleistung erbracht, während die möglicherweise daraus resultierenden in Form von Aufträgen registriert werden.

Jedesmal wenn ein Baustein eine Teilleistung auf Grund eines Auftrags (nicht auf Grund eines Interrupts) erbracht hat, findet eine Überprüfung der gesamten Auftragsituation statt. Die für die Auftragsabwicklung vorgegebene Maximalzeit ist so bemessen, daß sie höchstens durch einen Konsoleingabeinterrupt verlängert wird. Damit ist gewährleistet, daß zwischenzeitlich keine kritische Auftragslage entstehen kann.

2.3. Prioritäten der Bausteine

Nach Überprüfung der gesamten Auftragsituation wird entschieden, welche Teilleistung als nächste erbracht werden muß. Für die Entscheidung, welchem Baustein der Rechnerkern zugeteilt wird, ist zunächst nicht die Anzahl der Aufträge für den Baustein, sondern die Wichtigkeit des Bausteins maßgebend. Das feste Prioritätsschema wird nur dann durchbrochen, wenn ein Baustein bezüglich eines anderen in einen Engpaß gerät, d. h., wenn er einen Auftrag nicht absetzen kann.

Die höchste Priorität haben natürlich die Interruptbausteine. Diesen wird jedoch, wie der Name schon sagt, der Rechnerkern nicht per Programm zugeteilt. Interrupts treten ein, wenn ein Zeichenschritt gesendet werden kann und wenn Rückmeldungen oder Ankündigungen von RD-441-Übertragungen eingetroffen sind.

Die höchste per Programm zuteilbare Priorität hat der Eingabebaustein, der

die aus Zeichenschritten aufgesammelten Zeichen verarbeitet. Zum einen ist das Zeichen der am häufigsten formulierte Auftrag, zum anderen muß das Zeichen möglichst schnell verarbeitet werden, damit es rechtzeitig protokolliert werden kann.

Ein weiterer Baustein hoher Priorität ist jener, der die Zeichenfolgen verarbeitet, die der Ein- und Ausgabesteuerung dienen. Da die Steuerung unmittelbar auf die Folgezeichen wirken muß, dürfen diese erst nach Auswirkung des Steuerkommandos verarbeitet werden. Der die Eingabe zum RD 441 übertragende Bau-

stein ist zwar noch wichtig, da er zu der eingabeverarbeitenden Bausteinkette zählt und die Eingabe wegen der Abnahmeforderung durch die Bausteinkette gedrückt wird, er findet aber sehr selten einen Auftrag vor. Die Ursache ist darin zu suchen, daß das Satellitenprogramm bestrebt ist, größere Zeichenfolgen konsolspezifisch in Wechselluffern aufzusammeln und dann erst zu übertragen. Für längere Eingaben ergibt sich dann ein Übertragungs- und damit Auftragsabstand von etwa 20 Sekunden für jede Konsole.

Die Bausteine der Ausgabeverarbei-

tungskette haben eine niedrigere Priorität. Die Ausgabegeschwindigkeit kann zwischen Null und der Maximalgeschwindigkeit vom Programm gesteuert werden. Die Prioritätssteuerung benutzt diese Eigenschaft als Regulativ im Fall einer Überlastung durch die nichtsteuerbare Eingabe.

Ausgabe wird vom Satellitenprogramm im Bedarfsfall, d. h., wenn der Pufferinhalt ausgegeben worden ist, nachgefordert und nicht aktiv vom Satellitenvermittler gesendet. Dadurch wird ein Auftragsengpaß für Ausgabe im Satellitenprogramm verhindert.

Zum Programmiersystem des Telefunken-Rechensystems TR 440

DK 681.322.06 TR 440

Enno Schmidt, Norbert Linn,
Andreas Schwald und Hanno Krainer

1. Grunddienste

Enno Schmidt

1.1. Überblick

Der Benutzer übergibt einen Auftrag an die Rechanlage und verlangt damit von ihr bestimmte Leistungen.

Der Auftrag wird zunächst vom Betriebssystem bzw. von bestimmten Teilen des Betriebssystems angenommen. Das Betriebssystem hat jedoch nur überwachende und verwaltende Funktionen. Es kann den Auftrag selbst nicht ausführen und reicht ihn dazu an das Programmiersystem weiter.

Das Programmiersystem setzt sich aus vielen in ihren Leistungen aufeinander abgestimmten Programmen zusammen. Diese Programme liegen entweder als Operatoren oder als Montageobjekte, die an zu erzeugende Operatoren angeschlossen werden, in der öffentlichen Bibliothek des Systems vor. Dies sind z. B. die Übersetzer, der Montierer oder als Montageobjekte die Ein-Ausgabe-Aufbereitungsprogramme.

Ein Auftrag besteht aus der eigentlichen Information, die von der Rechanlage zu verarbeiten ist (Quellen, Daten), und Angaben darüber, in welcher Form das geschehen soll (Steuerinformation). Die Steuerinformation wertet ein bestimmter

Operator, der Entschlüssler, aus, der daraufhin die verschiedenen Operatoren einsetzt.

Eine der wichtigsten Leistungen des Programmiersystems ist das Umsetzen einer Quelle in die darin gewünschte Rechnerleistung. Die hierzu erforderliche Übersetzung geschieht grundsätzlich zweistufig (Bild 1).

Die Quelle, die entweder als Datei oder in Form von Eingabedaten auf einem Hintergrundspeicher liegt, wird zunächst von einem Übersetzer verarbeitet. Dieser erzeugt daraus ein Montageobjekt, das aus dem entsprechenden Montagecode und, falls Dumpmöglichkeit verlangt wird, auch noch aus Adreßbüchern für die Variablenrückverfolgung besteht. Der Montagecode selbst ist noch kein lauffähiger Maschinencode. Dieser wird erst bei der anschließenden Montage erzeugt.

Der Montierer sorgt für die Verknüpfung und günstige Anordnung von einem oder mehreren Montageobjekten in dem von ihm daraus erstellten lauffähigen Operator. Ein Operator setzt sich aus einem Operatorkörper (dem Teil, der beim Start geladen wird) und einer dazugehörigen Beschreibung nebst einer Liste für den Rückverfolger (Dumpmöglichkeit) zusammen.

1.2. Die Kommandosprache

In den folgenden Abschnitten werden einige Dienstleistungen des Programmiersystems beschrieben. Um dem Benutzer ein einheitliches und bequemes Steuermittel zum Anfordern von Programmiersystemleistungen in die Hand zu geben, hat man die TR-440-Kommandosprache geschaffen. Ihre Gültigkeit beschränkt sich jedoch nicht nur auf das Programmiersystem; mit ihr läßt sich die gesamte Externsteuerung des Rechners formulieren. So wird sie auch zum Einleiten und Abschließen eines Auftrags, zur Angabe des Eingabecodes (es sind allein vier verschiedene Lochkarten-Eingabecodes möglich) usw. verwendet.

Die Elemente der Kommandosprache sind die Kommandos. Um Kommandos von den übrigen Eingabedaten trennen zu können, werden sie durch ein besonderes Zeichen, das Fluchtsymbol (im weiteren durch \diamond dargestellt), eingeleitet.

1.3. Tätigkeitskommandos

Das Grundelement der Kommandosprache ist das Tätigkeitskommando, mit dem eine bestimmte Leistung vom Programmiersystem verlangt wird. Es

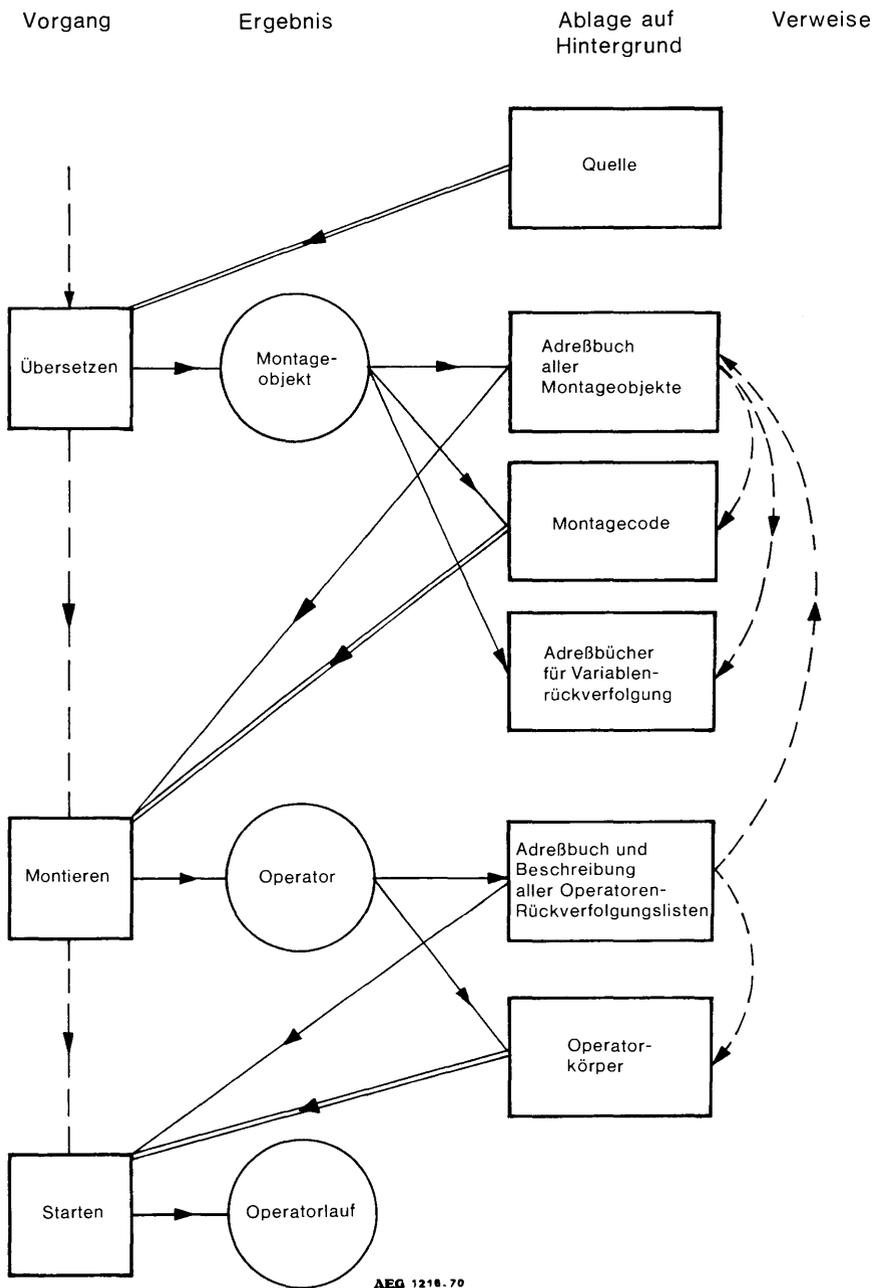


Bild 1. Zweistufigkeit der Übersetzung

==== Informationen

beginnt mit einem Tätigkeitsnamen, z. B.:

◇ UEBERSETZE

Auf den Tätigkeitsnamen kann eine Reihe von Spezifikationen folgen, die detailliertere Angaben darüber enthalten, wie die Tätigkeit auszuführen ist, z. B.:

◇ UEBERSETZE, QUELLE = TEXTDATEI, SPRACHE = ALG60...

Das Abkürzen der Tätigkeits- und Spezifikationsnamen ist möglich, solange Eindeutigkeit gewährleistet ist, z. B.:

◇ UEB., Q.=TEXTDATEI, SPR.=ALG60...

Für jede Tätigkeit ist eine Menge von Spezifikationen mit einer festen Reihenfolge definiert. Hält man die Reihenfolge der Spezifikationen ein, so kann auf die Angabe des Spezifikationsna-

mens verzichtet werden. Sei z. B. beim UEBERSETZE-Kommando die Reihenfolge der Spezifikationen QUELLE, SPRACHE, ..., so könnte das obige Kommando auch folgendermaßen geschrieben werden:

◇ UEB., TEXTDATEI, ALG60...

Damit ist bereits eine gewisse Ähnlichkeit mit den üblichen Steuerkarten erreicht, nur mit dem Vorteil, daß der ungeübte Benutzer jederzeit zu der mnemotechnisch günstigeren Schreibweise zurückkehren kann.

Unter den für eine Tätigkeit relevanten Spezifikationen kann es obligate und optionale geben. Die obligaten sind immer die ersten in der für das Kommando definierten Spezifikationsreihenfolge. Eine Tätigkeit ist nur dann ausführbar, wenn alle obligaten Spezifikationen besetzt sind. So müssen z. B. zum UEBERSETZE-Kommando immer die Quelle sowie die Sprache angegeben werden, damit sie übersetzt werden kann. Dagegen sind Angaben zur Protokollgestaltung der Quelle nicht unbedingt erforderlich.

Zu den einzelnen Spezifikationen, auch den obligaten, existiert jeweils eine globale (anlagenspezifische) Voreinstellung, die unter anderem auch den Wert *undefiniert* haben kann. Diese Voreinstellung tritt dann in Kraft, wenn im Tätigkeitskommando zu der entsprechenden Spezifikation keine Aussage gemacht wird. Diese Wirkung ist unabhängig davon, ob es sich um eine obligate oder optionale Spezifikation handelt.

1.4. Voreinstellung

Zu Beginn der Auftragsbearbeitung durch das Programmiersystem liegt immer der installationsspezifische Grundzustand vor, soweit es den Kommandovorrat und die globalen Voreinstellungen betrifft. Von diesem Grundzustand des Kommandogedächtnisses ausgehend, können Änderungen vorgenommen werden, die nur den jeweiligen Benutzer betreffen. Mit einem Deklarationskommando können globale Voreinstellungen umdefiniert werden.

Möchte ein Benutzer etwa eine Reihe von ALGOL-Programmen nacheinander übersetzen, so kann er deklarieren:

◇ *SPRACHE(UEBERSETZE)=ALG60

und braucht sich damit in den folgenden UEBERSETZE-Kommandos nicht mehr zur Spezifikation SPRACHE zu äußern. Die neue Voreinstellung bleibt erhalten, bis sie durch ein weiteres Deklarationskommando für die gleiche Spezifikation geändert oder aber der Grundzustand

des Kommandogedächtnisses hergestellt wird.

1.5. Erweiterung des Kommandovorrats

Der vorhandene Kommandovorrat wird nicht immer alle Benutzerbedürfnisse befriedigen können. Es gibt deshalb die Möglichkeit, neue Tätigkeitskommandos während eines Auftrags in das Kommandogedächtnis einzutragen.

Überschreibungen bereits bestehender Kommandos sind dabei nicht möglich, es handelt sich also immer um eine echte Erweiterung des Kommandovorrats. Neue Tätigkeitskommandos können über das spezielle Tätigkeitskommando DEFINIERE oder über eine Kommandoprozedurvereinbarung eingeführt werden. Durch das DEFINIERE-Kommando neu geschaffene Kommandos starten und versorgen bei Aufruf den bei der Definition angegebenen Operator. Diese Möglichkeit ist insbesondere für solche Fälle vorgesehen, in denen der Benutzer einen eigenen Operator im Assemblercode geschrieben hat, den er auf ganz spezielle Weise versorgen und starten will, wobei ihm das vorhandene STARTE-Kommando entweder zu umfangreich oder aber zu ausdruckschwach ist.

Durch eine Kommandoprozedurvereinbarung wird eins oder eine Folge von vorhandenen Kommandos zu einem neuen Kommando zusammengefaßt (z. B. UEBERSETZE, MONTIERE, STARTE). Es darf sich dabei auch um zuvor definierte Kommandos oder Kommandoprozeduren handeln.

In der Prozedurvereinbarung können formale Parameter eingeführt werden. Der Aufruf einer Prozedur geschieht wie ein Tätigkeitskommando mit dem Prozedurnamen als Tätigkeitsnamen, wobei die Parameter als Spezifikationen auftreten.

Beispiel:

Prozedurvereinbarung:

- ◇ *RECHNE (TEXT, SPRACHE, PRØ
- ◇ UEBERS.,QUELLE=*TEXT,SPR.=*SPRACHE
- ◇ MØNTIERE,PRØGRAMM=*PRØG,
- ◇ STARTE,PRØGR.*PRØG,DUMP=F-NEST'A-NEST,
- ◇ **

Prozeduraufruf:

- ◇ RECHNE,TEXT=DATEI1,SPRA.=FTN,PRØG=TEST

1.6. Langfristige Änderungen des Kommandogedächtnisses

Alle bisher beschriebenen Änderungen oder Erweiterungen des Kommandogedächtnisses gelten nur bis zum Ende

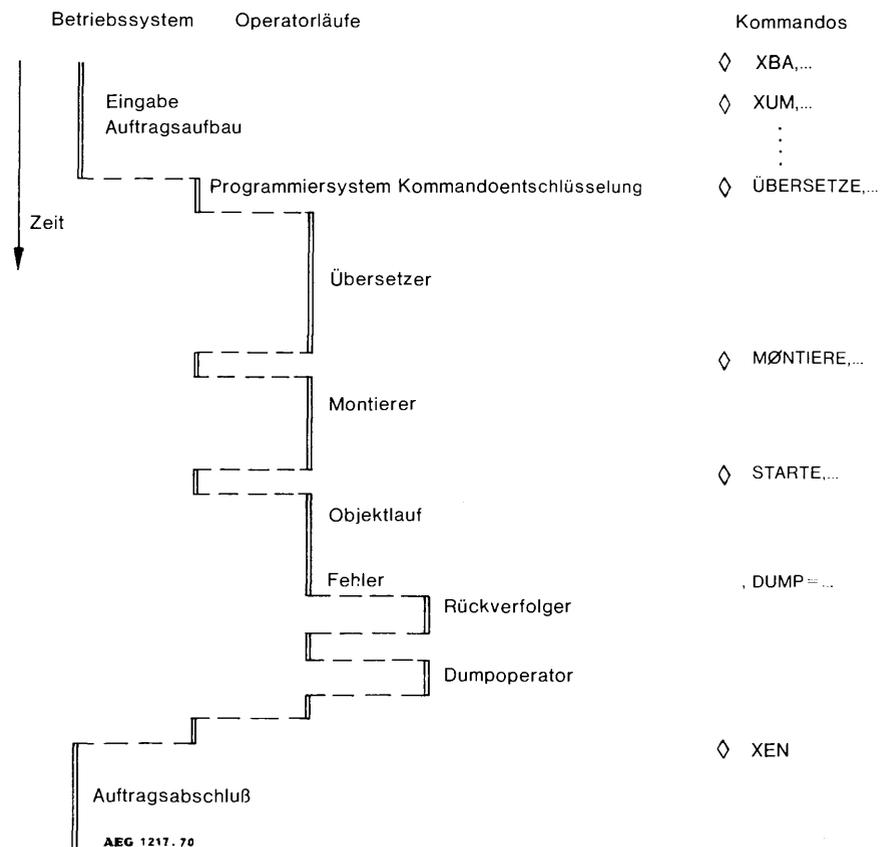


Bild 2. Kommandoabarbeitung und Operatorlaufkette

eines Auftrags. Es besteht jedoch die Möglichkeit, durch ein weiteres Kommando das Kommandogedächtnis zu einem beliebigen Zeitpunkt zu konservieren. In einem späteren Auftrag kann man nach Übernahme dieser Konserve wieder mit seinem veränderten Kommandogedächtnis arbeiten. Das gleiche Kommando ermöglicht es aber auch jederzeit, zum Grundzustand des anlagenspezifischen Kommandogedächtnisses zurückzukehren.

1.7. Beeinflussung des Kommandoablaufs

Wird der Auftrag eines Benutzers im Abschnitt geschlossen abgearbeitet, so tritt häufig der Wunsch auf, den Ablauf der eingegebenen Kommandoabfolge zu beeinflussen. Die Übersetzung einer Quelle kann fehlerhaft verlaufen sein und ein nachfolgender Montage- und Startversuch sind sinnlos. Oder ein gestartetes Benutzerprogramm stellt an Hand der eingelesenen Daten fest, daß die Ausführung eines Teils der nachfolgenden Kommandos unzweckmäßig ist.

Für solche Fälle gibt es zwei spezielle Kommandos. Das FEHLERHALT-Kommando verursacht, einmal gegeben, im Fehlerfall den Abbruch eines Auftrags. Das SPRINGE-Kommando erlaubt es, abhängig von einer Bedingung, mit einem beliebigen Kommando, das im logischen Ablauf nachfolgt, fortzufahren. Die Bedingung wird aus auftragsspezifischen Variablen gebildet, die allen Programmen zugänglich sind.

1.8. Kommandogruppen

Der Überblick über die Kommandosprache des Programmiersystems sei damit abgeschlossen, daß einige realisierte Kommandogruppen vorgestellt werden.

Grunddienste:

Übersetzen, Montieren, Starten, Löschen von Objekten.

Allgemeine Dateidienste:

Einrichten, Einschleusen und Sperren von Dateien.

Quellentext-Haltungsdienste:

Eintragen, Korrigieren, Löschen, Kopieren, Mischen usw. von Texten.

Datenmanipulationen:

Sortieren und Mischen von Sätzen aus Dateien, Komprimieren von Quellen.

Datentransportdienste:

Ein- und Ausgabe von Binärobjekten, Ausgabe von Daten auf beliebigen Ausgabegeräten (auch Bändern).

Assemblermakrodienste:

Eintragen, Löschen und Informieren.

Langfristige Datenhaltung:

Einrichten, Aufgeben und Verwalten von langlebigen Daten.

2. Die Programmiersprachen

Norbert Linn

Der Abschnitt 2 soll einen Überblick über die im TR-440-System implementierten Programmiersprachen geben.

Die Beschreibung ist äußerst knapp gehalten und umreißt nur grob die Leistungen der Übersetzer. Weitergehende Information über Sprachumfänge und spezielle Leistungen sind in den bereits erschienenen bzw. in Kürze erscheinenden Arbeitsbüchern von AEG-TELEFUNKEN, Konstanz, zu finden.

2.1. Assemblersprache TAS440

TAS440 ist eine formatfreie Assemblersprache mit symbolischer Adressierung, die neben den eigentlichen etwa 230 Befehlen (Maschinenanweisungen) noch sogenannte Pseudobefehle (Assembleranweisungen) kennt. Diese Pseudobefehle dienen unter anderem zur Programmorganisation und zur einfachen Formulierung von Dienstleistungen der Betriebssysteme.

Außerdem ist es in TAS440 möglich, parametrisierte Makros zu definieren. Eine Makrobibliothek (mit Makros für Ein- und Ausgabe usw.) steht dem Benutzer zur Verfügung und kann von ihm erweitert werden.

Adreßbuch und Crossreferenzliste werden auf Wunsch ausgegeben.

2.2. FORTRAN

Der FORTRAN-Compiler des TR-440-Systems enthält zwei Versionen:

ASA-Standard FORTRAN IV [1] und FORTRAN440 (Vollkompatibel zu FORTRAN IV H der IBM). Spracherweiterungen gegenüber der FORTRAN-IV-H-Version der IBM betreffen die Ein- und Ausgabe bei Konsolen (Benutzerstationen).

Neben den FORTRAN-Standardprozeduren gibt es eine Reihe von FORTRAN-Routinen, die Manipulationen von Zeichenheften, Matrixoperationen usw. erlauben.

Wie bei allen anderen Compilern produziert auch der FORTRAN-Compiler

auf Wunsch einen Protokollruck mit eingestreuten Fehlermeldungen und einen Crossreferenzlistendruck.

2.3. ALGOL

Es wurde bis auf *own*-Variable der volle Sprachumfang von ALGOL60 implementiert (einschließlich Rekursivität und un-spezifizierten Parametern). Als Erweiterung wurde ein FORTRAN-ähnliches COMMON-Konzept verwirklicht. Dies dient einmal dem Datenaustausch zwischen ALGOL- und FORTRAN-Programmen und ersetzt außerdem für gesondert übersetzte Prozeduren die Wirkung der statischen *own*-Variablen.

Die zur Verfügung stehenden Ein-Ausgabe-Routinen umfassen die vier AL-COR-Prozeduren, die sieben IFIP-Prozeduren [2], alle Prozeduren des Knuth-Proposals [3] und einige spezielle Prozeduren zur Dateimanipulation.

2.4. COBOL

Der im COBOL-Compiler realisierte Sprachumfang entspricht dem ANSICOBOL-Standard [4] ohne *report-writer*, aber mit der COBOL-Bibliothek, der sprachspezifischen Segmentierung, der Verarbeitung von dreidimensionalen Feldern und der Sortierung. Als Datentypen können vereinbart werden:

DISPLAY

DISPLAY1 (bei numerischen Feldern belegt das Vorzeichen eine zusätzliche Stelle am linken Feldrand)

FESTPUNKTZAHLN (Halbwort, Ganzwort, Doppelwort)

GLEITPUNKTZAHLN (Ganzwort, Doppelwort)

INDEX (Halbwort)

Die für COBOL realisierten Testhilfen zur Objektzeit unterscheiden sich von den im Abschnitt 4 beschriebenen und werden deshalb hier besonders erwähnt: Für die COBOL-Objekte gibt es neben dynamischen Kontrollen und dem COBOL-Prozedurtracing eine Überwachung von Variablen. Zusätzlich existiert ein quellbezogener Dump, der auf Wunsch Variable gemäß ihrer Beschreibung in der Datenhierarchie in lesbarer Form ausdrückt.

2.5. GPSS

GPSS (General Purpose Simulation System) ist eine 1963 von IBM veröffentlichte und seither erweiterte Sprache zur diskreten Systemsimulation. Sie dient der Formulierung und Behandlung von Problemen auf den Gebieten der Unternehmensforschung und der Organisationsanalyse. Verkehrsfluß- und Lagerhaltungsstudien sowie Untersuchun-

gen von Rechner-, Informations- und Prozeßsteuerungssystemen sind Beispiele für die Anwendung dieser Sprache.

GPSS wird als interpretatives System mit einem Vorübersetzer und dem Simulationsprozessor implementiert. Bezüglich der Benutzerschnittstellen wird auf weitgehende Kompatibilität mit GPSS/360 von IBM geachtet.

2.6. RPG

RPG (Report-Programm Generator) ist eine problemorientierte, formatgebundene Sprache für kommerzielle und organisationsbezogene Programmierung. Sie ist zur Bearbeitung sowohl einfachster als auch komplexer Probleme geeignet.

RPG für TR 440 ist geeignet, auch RPG-Programme für Systeme anderer Hersteller zu verarbeiten.

Auf eine ausführliche Fehlerbehandlung wurde besonderer Wert gelegt.

Für viele Anwendungsfälle ist die Einführung der beiden Anzeiger für die Schleifenbildung in der Detail- bzw. Totalzeit besonders hilfreich.

Das Suchen in Tabellen geschieht außerordentlich schnell. Die erheblich erweiterten Möglichkeiten der Tabellenbenutzung machen RPG zu einem ausgezeichneten Hilfsmittel für den Anwender. Die starre Vorschrift für den Aufbau von Tabellen auf Datenträgern wurde gelockert; Leerstellen wurden eingeführt, diese werden nicht eingelesen. Der Zugriff zu Tabellen wurde auf direkten Zugriff (indiziert) und sequentiellen Zugriff vorwärts und rückwärts erweitert sowie auf die Möglichkeit ausgedehnt, den aktuellen Tabellenplatz festzustellen.

2.7. BASIC

BASIC ist eine FORTRAN-ähnliche Sprache. Sie ist sehr leicht zu erlernen und speziell für Teilnehmersysteme gedacht. Der von AEG-TELEFUNKEN implementierte Compiler ist voll gesprächsfähig und ermöglicht nahezu unbeschränkte Manipulationen der Quellen. Der realisierte Quellsprachumfang umfaßt die Implementierungen von Siemens und General Electric.

2.8. BCPL (Basic Combined Programming Language)

BCPL ist eine ALGOL-ähnliche Sprache, die sich besonders zum Schreiben von Grundsoftware eignet; sie dürfte vor allem für technisch-wissenschaftliche Institute von Interesse sein.

Der von AEG-TELEFUNKEN verwirklichte Sprachumfang ist identisch mit

dem in [5] beschriebenen Sprachumfang.

3. Zusammenschluß von Prozeduren verschiedener Sprachen

Andreas Schwald

Am TR 440, der unter anderem mit Übersetzern für ALGOL 60, COBOL und FORTRAN ausgestattet ist, wurde die Möglichkeit geschaffen, Prozeduren aus verschiedenen Sprachen gemeinsam zu verwenden. Bild 3 zeigt, welche Übergänge vorgesehen sind ($A \rightarrow B$ bedeutet, daß eine Prozedur der Sprache B von der Sprache A aus aufgerufen werden kann).

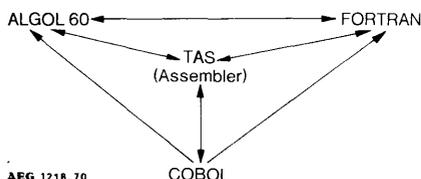


Bild 3. Gemeinsam verwendbare Sprachen am TR 440

Der Zusammenschluß erfolgt während des Montagevorgangs; aus den von verschiedenen Übersetzern erstellten Montageobjekten wird dabei ein lauffähiges Programm erstellt. Der Übergang zwischen zwei Sprachen innerhalb einer Prozedur (z. B. Einfügen von Assemblerbefehlen in ein ALGOL-Programm) ist nicht möglich.

Für den Anschluß von Assemblerprozeduren an höhere Sprachen sind seitens der Compiler keine besonderen Maßnahmen erforderlich. Der Verfasser einer TAS-Prozedur hat nur die Konventionen einzuhalten, nach denen ein bestimmter Compiler seine Montageobjekte erzeugt. Dadurch wird einerseits der Anschluß an eine höhere Sprache ermöglicht, andererseits wird die Verwendbarkeit auf den Aufruf aus dieser Sprache eingeschränkt. Ebenso sind beim Aufruf von Prozeduren höherer Sprachen aus einem TAS-Programm die Konventionen der jeweiligen Sprache zu berücksichtigen.

Der Zusammenschluß von Prozeduren höherer Sprachen soll nur für den bereits realisierten Übergang zwischen ALGOL und FORTRAN beschrieben werden. Wegen der verschiedenartigen Programmstruktur von FORTRAN- und ALGOL-Objekten sind einige Anpassungsarbeiten erforderlich, die von einer für den Benutzer unsichtbaren Zwischenprozedur durchgeführt werden. Bei je-

dem Aufruf einer fremdsprachigen Prozedur wird die Beschreibung der Parameter den Konventionen der anderen Sprache angepaßt, bevor die Prozedur selbst aktiviert wird. Die Zwischenprozedur ist rekursiv aufrufbar, es ist also ein verschachtelter Aufruf ($F1 \rightarrow A1 \rightarrow F2 \rightarrow A2 \dots$) möglich.

Als Parameter können beim Übergang nur solche Datentypen verwendet werden, die gleichzeitig in beiden Sprachen definiert sind.

Folgende Parametertypen sind zugelassen:

ALGOL	FORTRAN
Variable und Ausdrücke des Typs <i>integer</i>	INTEGER
<i>real</i>	REAL
<i>boolean</i>	LOGICAL
<i>real array</i>	REAL-Feld
<i>boolean array</i>	LOGICAL-Feld
<i>label</i>	formales label.

Außerdem ist die Übergabe von Information in benannten Common-Zonen (Spracherweiterung für ALGOL) möglich.

Die folgenden drei Beispiele sollen typische Anwendungsmöglichkeiten darstellen:

3.1. Dynamische Felder für FORTRAN

Ein FORTRAN-Programm für Matrixmanipulation wird organisiert als SUBROUTINE MATRIX (N, A1, A2) DIMENSION A1 (N, N), A2 (N) Das folgende ALGOL-Programm enthält die Deklaration der beiden Felder a1, a2 und den Aufruf der FORTRAN-Prozedur

```
begin integer n;
  procedure matrix (x, y, z); fortran;
  read (n);
  begin array a1 [1 : n, 1 : n], a2 [1 : n];
  matrix (n, a1, a2)
  end
end
```

3.2. Rechnen mit komplexen Größen

Die komplexen Größen C1 ... C4 liegen in der Commonzone COMPL, die von ALGOL und von FORTRAN aus zugänglich ist.

ALGOL-Programm:

```
common compl
  real rc1, ic1, rc2, ic2, rc3, ic3, rc4, ic4;
begin procedure corech; fortran;
.
.
corech;
```

```
print (re1, ic1);
```

```
.
.
end
```

FORTRAN – Subroutine:

```
SUBROUTINE CORECH
  COMPLEX C1, C2, C3, C4
  COMMON / COMPL / C1, C2, C3, C4
  C1 = C2 * (C3 + C4) / 2
```

```
.
.
RETURN
END
```

3.3. Verschachtelter Aufruf

Berechnung des größten gemeinsamen Teilers zweier Zahlen mit Hilfe der rekursiven Prozedur ggt. In ggt wird die FORTRAN-Funktion MOD verwendet.

a FORTRAN-Hauptprogramm:

```
ALGOL EXTERNAL GGT
1 = GGT (210, 84)
WRITE (6,2) 1
2 FORMAT (I10)
END
```

b FORTRAN-Funktion MODUL:

```
INTEGER FUNCTION MODUL (X, Y)
MODUL = MOD (X, Y)
RETURN
END
```

c ALGOL-Prozedur:

```
integer procedure ggt (x, y);
value x, y; integer x, y;
begin integer procedure modul (a,b);
  fortran;
  ggt. = (if y = 0 then x
  else ggt (y, modul (x, y)))
end;
```

Wie diese Beispiele zeigen, lassen sich durch den Übergang zwischen ALGOL und FORTRAN die Vorzüge der beiden Sprachen weitgehend kombinieren. Außerdem ermöglicht dieser Übergang auch die fast uneingeschränkte Verwendung von Prozeduren der Programm-bibliothek ohne Rücksicht auf die Sprache, in der diese Prozeduren geschrieben wurden.

4. Testhilfen auf Quellebene

Hanno Krainer

Dem Benutzer einer TR-440-Rechenanlage stehen eine Reihe von Testhilfen zur Verfügung, die ihm das Austesten seiner Programme wesentlich erleichtern. Diese ermöglichen es, den dynamischen Ablauf eines Programms Statement für Statement quellsprachbezogen zu überwachen und im Falle des Vor-

kommens von Programmierfehlern diese genau zu lokalisieren.

4.1. Ablaufprotokollierung

Zur Überwachung des dynamischen Ablaufs existiert zunächst die Möglichkeit einer Ablaufprotokollierung (TRACE). Hierzu werden die Übersetzer vom Benutzer aufgefordert, an gewünschten Stellen seines Quellprogramms Programmteile in den Compiler aufzunehmen, die zur Laufzeit des Programms für die Protokollierung sorgen. Durchläuft das Benutzerprogramm dann dynamisch eine solche Stelle, so wird der Programmstatus an dieser Stelle quellsprachbezogen protokolliert. Diese Mitteilung kann z. B. besagen, welcher Wert einer bestimmten quellsprachlichen Variablen in der angegebenen Quellzeile zugewiesen wurde, welche Prozedur im angegebenen Statement aufgerufen oder welche Programmarke von einer bestimmten Stelle der Quelle aus angesprungen wurde usw. Damit ist dem Benutzer z. B. die Möglichkeit gegeben, genau zu verfolgen, welche Pro-

grammzweige durchlaufen oder welche Werte bestimmten Variablen an verschiedenen Stellen zugewiesen wurden.

4.2. Dynamische Kontrollen

Eine weitere Möglichkeit, bestimmte kritische Programmstellen zu überwachen, bietet sich mit den dynamischen Kontrollen (DYNKØN). Hierbei werden wieder auf Verlangen von den Übersetzern eigens dafür vorgesehene Programmteile in das Benutzerobjekt eincompiliert. Werden im aktuellen Programmablauf dann solche dynamisch kontrollierten Stellen durchlaufen, so wird dort geprüft, ob z. B. angesprochene Feldelemente innerhalb des zugehörigen Feldes liegen, die Laufparameter von Laufanweisungen zulässig sind (z. B. Schrittweite $\neq 0$), Einsprünge in Programmschleifen erlaubt sind oder ob bei der Parameterübergabe zwischen Prozeduren aktuelle und formale Prozedurparameter kompatibel sind. Bei unzulässigem Programmverhalten wird eine entsprechende Mitteilung protokolliert und im Anschluß daran kann ge-

gebenenfalls eine Programmanalyse durch Rückverfolger und Dumps (siehe unten) durchgeführt werden.

Schließlich besteht als weitere Hilfe noch die Möglichkeit, an beliebigen Stellen eines Programms quellsprachbezogene Dumps zu starten. Damit können an jeder gewünschten Stelle beliebig oft hintereinander sogenannte Blitzlichtaufnahmen der aktuellen Werte von interessierenden Variablen eines Programms gemacht werden.

4.3. Rückverfolgung im Fehlerfall

Zur Erleichterung der Fehlersuche im Fehlerfall stehen dem Benutzer der *Rückverfolger* und quellsprachbezogene Dumps zur Verfügung. Ihre Verwendung kann der Benutzer beim Start seines Programms fordern. Für den Start dieser Analyseoperatoren sorgt dabei ein Standardmontageobjekt (die Kontrollprozedur), das immer automatisch an das Benutzerprogramm angeschlossen wird. Läuft das Benutzerprogramm auf einen Fehler, so wird eine Mitteilung über die Art des Fehlers ausgegeben.

```

Hauptprogramm      STDHP:      000010      CALL ALPHA
                  000020      END
Unterprogramm      ALPHA:      :
                  000050      DIMENSION DIM(2)
                  :
                  000290      DIM(1)=4.0
                  000300      J=3
                  000310      GOTO 99
                  :
                  000780      99 DIM(J)=0.0
                  :

```

Für beide Montageobjekte seien TRACE und DYNKØN voll zugeschaltet. Beim Start des Programms werde für den Fehlerfall ein FØRTRANVARIABLENDUMP für das Unterprogramm ALPHA gefordert. Der dynamische Ablauf sieht dann im Druckbild etwa wie folgt aus:

```

** IN ZEILE 10 AUFRUF DES UNTERPROGRAMMS ALPHA
** IN ZEILE 290 ZUW.: DIM(1) = 0,4000000000000E+001
** IN ZEILE 300 ZUW.: J = 3
** IN ZEILE 310 UNBEDINGTER SPRUNG NACH 99
FEHLER: FELDELEMENT LIEGT NICHT IM ZUGEHOERIGEN FELD
START RUECKVERFOLGER
      2. FØRTRAN-UP ALPHA                ZEILE 780
      1. FØRTRAN-HP STDHP                ZEILE 10
ENDE RUECKVERFOLGER
START FØRTRANDUMP
      UNTERPROGRAMM ALPHA
      J              3          LØGIC   TRUE   .....
      FELD DIM
      DIM(1)        0.400000000000E+001  !!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!
ENDE FØRTRANDUMP

```

Es läuft zunächst der TRACE bis (hier durch DYNKØN) ein Fehler erkannt wird. Danach werden RÜCKVERFOLGER und FØRTRANDUMP gestartet.

Die Ausrufzeichen !! im Dump besagen, daß DIM(2) noch undefiniert ist.

Bild 4. Anwendungsbeispiel: Das zu testende Programm bestehe aus FORTRAN-Haupt- und Unterprogramm.

Im Anschluß daran startet dann die Kontrollprozedur automatisch die gewünschten Analyseoperatoren.

Aufgabe des *Rückverfolgers* ist es, die bei einer Programmunterbrechung (z. B. durch Fehler oder Alarm) gültige aktuelle Unterprogramm-Aufrufverschachtelung des unterbrochenen Benutzeroperators festzustellen (rückzuverfolgen) und gegebenenfalls zu protokollieren. Die Rückverfolgung beginnt bei der Unterbrechungsstelle (also im unterbrochenen Unterprogramm) und führt von Unterprogramm zu Unterprogramm zurück zum Hauptprogramm. Dabei können Unterprogramme verschiedener Quellsprachen an der Verschachtelung beteiligt sein.

Die notwendigen Informationen bezieht der *Rückverfolger* aus der Versorgung durch die Kontrollprozedur sowie aus bestimmten Listen, die von den Übersetzern und dem Montierer dafür bereitgestellt wurden (Bild 1).

Außerdem greift er auf bestimmte Teile des in seinem akuten Lauf unterbrochenen Programms zu.

Seine erarbeitete Information stellt der *Rückverfolger* seinerseits nachfolgenden Läufen weiterer Analyseoperatoren (Dumps) in einer Liste zur Verfügung. Aus ihr geht unter anderem auch die festgestellte Aufrufverschachtelung des unterbrochenen Operatorlaufs, wie sie der *Rückverfolger* protokolliert, hervor. Diese Protokollierung führt zuerst jenes Unterprogramm an, in dem die Unterbrechung auftrat (dem am tiefsten verschachtelten) und endet mit dem Hauptprogramm. Für jede an der Verschachtelung beteiligte Prozedur werden Verschachtelungstiefe (Hauptprogramm = 1), Quellsprache, Prozedurart (Hauptprogramm, Unterprogramm usw.), Name der Prozedur bzw. des Montageobjekts sowie Stelle der Unterbrechung bzw. des Aufrufs (der nächst tieferen Prozedur) angegeben. Die zuletzt genannte Angabe enthält unter anderem die Zeilennummer bezüglich der Quellprotokollierung sowie gegebenenfalls Angaben über die Art des zugehörigen Statements.

4.4. Quellsprachebezogene Dumps

Nach der Rückverfolgung können noch ein oder mehrere sprachspezifische *Dumps* laufen, wobei jeder Dumpoperator nur für *seine* Quellsprache arbeitet. Die Dumps werden wieder durch die Kontrollprozedur gestartet. Ihre Informationen beschaffen sich die Dumps aus der vom Rückverfolger bereitgestellten Liste sowie aus einigen weiteren,

von den Übersetzern generierten Listen. Die Werte der Variablen werden direkt aus dem unterbrochenen Operator ausgelesen.

Zu jeder befohlenen und in *ihrer* Sprache geschriebenen Prozedur geben die Dumps die quellsprachlichen Namen der verlangten Variablen und Felder sowie die zugehörigen Werte in ihrer entsprechenden Darstellung (Real, Integer usw.) an.

Bild 4 zeigt ein Anwendungsbeispiel.

5. Der Dialogbetrieb und seine Möglichkeiten

Enno Schmidt

Im Abschnittbetrieb (Stapelbetrieb) gibt der Benutzer seinen Auftrag geschlossen an den Rechner und kann dann keinen Einfluß mehr auf den Ablauf des Auftrags nehmen. Anders ist es, wenn er als einer von vielen Teilnehmern von einer Konsole aus mit dem Rechner ein Gespräch führt. Dieses Gespräch ist ein strenges Wechselgespräch, in dem sich Eingaben des Benutzers und Ausgaben des Rechners abwechseln. Dadurch und mit Hilfe der für diesen Modus erweiterten Leistungen des Programmiersystems ergibt sich eine Vielfalt von Möglichkeiten, Programme zu erzeugen und auszutesten.

5.1. Kommandos im Gespräch

Im Gespräch stehen bis auf unwesentliche, durch den Gesprächsmodus bedingte Einschränkungen alle Programmiersystemdienste zur Verfügung. Das gilt auch für die Kommandosprache.

Nach Eröffnung eines Gesprächs mit dem Eröffnungskommando wird vom Rechner her die Eingabe von Kommandos verlangt. Es besteht jetzt die Möglichkeit ein einzelnes Kommando oder aber eine Folge von Kommandos einzugeben. Die Eingabe einer Kommandofolge führt dabei zu einer beschleunigten Bearbeitung, da die wiederholte Anforderung neuer Kommandos entfällt.

Im Gespräch bietet sich nun die Möglichkeit, in eine bereits eingegebene Kommandofolge zu nahezu beliebigem Zeitpunkt Kommandos einzufügen, die vorrangig ausgeführt werden. Man kann z. B. einen laufenden Operator in seiner Arbeit unterbrechen oder bei Auftreten eines Fehlers in einer Kommandofolge ein solches Vorrangkommando einschleusen. Bei einer fehlerhaften Übersetzung läßt sich der Fehler mit Hilfe eines Kommandos korrigieren, um dann die Übersetzung zu wiederholen. Nach dem Abarbeiten von vorrangig ausge-

führten Kommandos wird nur auf expliziten Wunsch des Benutzers an der Unterbrechungsstelle fortgefahren.

Das Flußdiagramm in Bild 5 gibt einen Überblick über die Arbeitsweise des Kommandoentschlußlers im Gespräch.

5.2. Anweisungen im Gespräch

Im Gespräch können außer Kommandos noch Anweisungen eingegeben werden. Anweisungen werden immer nur einzeln und auf Anforderung verarbeitet und dürfen nicht mit einem Fluchtsymbol eingeleitet werden. Der Kommandoentschlußler versteht z. B. Anweisungen zum Fortsetzen an der Unterbrechungsstelle und zum Löschen aller eingegebenen und noch nicht ausgeführten Kommandos.

5.3. Arbeiten mit Quellenhaltung

Arbeitet man im Gespräch mit Quellen und umfangreichen Datenmengen, so ist es unbequem, diese von der Konsole her einzugeben. In solchen Fällen ist der Gebrauch der langfristigen Datenhaltung (LFD) zu empfehlen. Will man die LFD verwenden, muß man sich zuvor über das Rechenzentrum eine Berechtigung mit Benutzerkennzeichen zu teilen lassen. Ist dies geschehen, kann man in der LFD unter seinem Kennzeichen Dateien einrichten, zur Verarbeitung an- und abmelden oder auch wieder löschen. Die Dateien bleiben zeitlich unbegrenzt über Aufträge hinaus erhalten, bis sie explizit gelöscht werden. Man kann so in einem Abschnittsauftrag eine Quelle von Lochkarten eintragen und diese später im Gespräch verwenden.

Unabhängig davon oder auch im Zusammenhang mit LFD-Dateien arbeitet die Quellentexthaltung. Mit ihrer Hilfe lassen sich im Abschnitt oder während eines Gesprächs Quellen in Dateien eintragen, einzelne Zeilen korrigieren, löschen oder auch vertauschen. Im Gespräch besteht darüber hinaus noch die Möglichkeit, einzelne Zeichen einer Textzeile auszuwechseln, zu löschen oder neu einzutragen. Man kann ferner mehrere Quellen zu einem Quellentext zusammenfügen, mischen oder Teile kopieren. Die einzelnen Zeilen einer Quelle, maximal 160 Zeichen lang, sind über eine Marke in Form einer Zahl zwischen 1 und 10^6 adressiert.

5.4. Ein- und Ausgabe auf der Konsole

Jeder vom Benutzer erzeugte Operator kann Ausgaben auf die Konsole veranlassen und Eingaben von dort verarbeiten. Dies geschieht z. B. bei in

1. Zwei Rechnerkerne

Technische Möglichkeiten

Der Zentrale Rechner des TR 440 kann mit zwei Rechnerkernen ausgerüstet werden. Die zur Befehlsausführung notwendigen Werke und alle Register sind dann doppelt vorhanden. Beide Rechnerkerne können für alle Aufgaben verwendet werden, z. B. Gleitpunktrechnung, Anstoß des Ein-Ausgabe-Verkehrs, Alarmabhandlung. Die im Beitrag [1] beschriebenen Adressierungsmodi sind dann rechnerkernspezifisch zu verstehen.

Koordination

In einem Rechensystem mit zwei Rechnerkernen werden nicht beide Rechnerkerne völlig unabhängig voneinander ablaufen, da sonst die Betriebsmittel starr aufgeteilt (Kernspeicher), bzw. doppelt vorgesehen werden müßten (Bedienpult mit Operateurkonsole). Zwei Mittel stehen im Zentralen Rechner des TR 440 zur Koordination zwischen den Rechnerkernen zur Verfügung.

Rechnerkernalarm

Aus der Sicht des absendenden Rechnerkerns stellt der Rechnerkernalarm eine Unterbrechungsaufforderung an den anderen Rechnerkern dar. Aus der Sicht des empfangenden Rechnerkerns handelt es sich um einen Alarm, den es abzuhandeln gilt. Es bedarf einer Softwareabsprache, was die Unterbrechung durch Rechnerkernalarm für den unterbrochenen Rechnerkern zu bedeuten hat, z. B.: „Sieh an vereinbarter Stelle im Zentralspeicher nach, dort steht Genaueres!“

Semaphore

Bestimmte Betriebsmittel dürfen zu jedem Zeitpunkt höchstens einem Bearbeiter gehören. Kann etwa die Situation eintreten, daß die unter den beiden Rechnerkernen ablaufenden Programmteile (Bearbeiter) zu irgendeinem Zeitpunkt gleichzeitig eine Liste (Betriebsmittel) verändern wollen, so ist dies durch einen Semaphore zu unterbinden. Ein Semaphore kann für ein Betriebsmittel den Zustand gesperrt oder entsperrt anzeigen. Außerdem gibt es für Semaphore zwei Operationen, die jeweils für sich nicht unterbrechbar sind, d. h. zu jedem Zeitpunkt von höchstens einem Bearbeiter ausgeführt werden können:

Entsperre: Der Semaphore geht in Zustand entsperrt über. Mit dieser Operation trennt sich ein Bearbeiter von einem ihm gehörenden Betriebsmittel.

Prüfe und Sperre: Der Zustand wird geprüft. Zeigt der Semaphore den Zustand gesperrt an, so geht er in den Zustand gesperrt über und dem einen Bearbeiter, der diese Operation ausführte, gehört damit das Betriebsmittel. Führt ein Bearbeiter diese Operation aus, während der Semaphore den Zustand gesperrt anzeigt, so wird die beabsichtigte Bindung an das Betriebsmittel nicht ausgeführt. Der Zustand gesperrt bleibt bestehen.

Die Hardware des Zentralen Rechners stellt die beiden angegebenen Operationen zur Verfügung und gestattet somit das Einrichten von Semaphore.

Eingriffszuordnungen

Eingriffe sind Unterbrechungsaufforderungen an einen Rechnerkern und enthalten eine Meldung von einem Ein-Ausgabe-Gerät. Es wurde bereits erwähnt, daß beide Rechnerkerne EA-Verkehr betreiben können. Die Eingriffe können nun, getrennt nach Eingriffsart und nach dem EA-Kanal, von dem sie eintreffen, verschiedenen Rechnerkernen zugeordnet werden. Diese Zuordnung kann dynamisch vom Programm her geändert werden. Bei Änderung der Zuordnungen wird durch die Hardware sichergestellt, daß kein Eingriff doppelt gemeldet wird (etwa an jeden Rechnerkern einmal) oder gar verlorenght. Derjenige Rechnerkern, der einen EA-Transport startet, und derjenige, der den dadurch bewirkten Eingriffen zugeordnet ist, brauchen nicht identisch zu sein.

Bedienpult

Für den Urstart eines Betriebssystems gibt es im RD 441 ein Mikroprogramm der Hardware, das primitive Ein- und Ausgabe vornehmen kann. Dieses durch den Operateur gestartete EA-Programm kann wahlweise unter einem der beiden Rechnerkerne ablaufen.

Die rechnerkernspezifischen Anzeigen am Bedienpult sind wahlweise für einen der beiden Rechnerkerne möglich. Die Funktionstasten am Bedienpult wirken teilweise auf den auszuwählenden Rechnerkern, teilweise auf beide Rechnerkerne.

2. Massenkernspeicher

Technische Daten

Der Massenkernspeicher (MSP) ist ein Ferritkernspeicher in $2^{1/2}$ -D-Organisation. Der Minimalausbau ist ein Modul zu 512 K Zellen. Ein Ausbau des MSP ist in Stufen von einem bis höchstens vier MSP-Moduln $\hat{=}$ 2048 K Zellen

möglich. Die Zykluszeit beträgt $2,1 \mu\text{s}$ je Modul, die Zugriffszeit $1,1 \mu\text{s}$. Bei Ausbau des MSP auf mehrere Moduln findet eine Adressenverschränkung statt, d. h., aufeinanderfolgende Adressen weisen in verschiedene Moduln.

Der MSP ist einerseits, wie auch der schnelle Kernspeicher (KSP), direkt adressierbar, d. h., er kann im Einzelwortzugriff erreicht werden. Da er jedoch über ein eigenes Anpaßwerk an den übrigen Zentralen Rechner angeschlossen ist, kann er außerdem mit dem sogenannten Blocktransport (siehe unten) ähnlich einem EA-Gerät betrieben werden. Bei gleichzeitigem Direktzugriff und Blocktransport erteilt das Anpaßwerk des MSP dem Direktzugriff die höhere Priorität.

Direktzugriff

Auf den MSP kann in der gleichen Weise zugegriffen werden wie auf den KSP. Mit anderen Worten: Wo überhaupt Adressen auftreten, können diese sowohl in den KSP als auch in den MSP weisen. Insbesondere können z. B. EA-Transporte in oder aus dem MSP erfolgen.

Der MSP liegt adressenmäßig im realen Speicher oberhalb des Maximalausbaues des KSP (256 K). Absolute Adressen, die in die Kacheln 0 bis 255 weisen, werden als KSP-Adressen aufgefaßt. Diejenigen, die in die Kacheln 256 bis 2047 weisen ($2047 \hat{=} \text{MSP-Maximalausbau}$), werden als MSP-Adressen aufgefaßt.

Ist der MSP nicht voll ausgebaut, so ist jede Zelle des KSP und MSP direkt adressierbar. Ist der MSP voll ausgebaut, umfaßt der Zentralspeicher außer 2048 K MSP-Ganzwortadressen noch 256 K KSP-Ganzwortadressen. Da man im TR 440 höchstens 2048 K Zellen adressieren kann, sind 256 K Zellen im MSP nicht direkt adressierbar, sondern nur über Blocktransport (siehe unten) erreichbar. Diese 256 K MSP entsprechen den MSP-Adressen mit dem niedrigsten Wert; sie werden – bildlich gesprochen – durch den KSP überlappt.

Blocktransport

Ähnlich einem EA-Transport wird der MSP-Blocktransport lediglich gestartet und der Abschluß durch einen Eingriff an den zugeordneten Rechnerkern (siehe oben) gemeldet. Die Abarbeitung des Blocktransports geschieht im übrigen gemäß einem Versorgungsblock und parallel zum Befehlsablauf im Rechnerkern bzw. in den Rechnerkernen.

Für einen Blocktransport werden im Versorgungsblock Paare von Quell- und Zielbereichen angegeben. Die einzelnen Bereiche können wahlweise im KSP oder MSP liegen. Es sind also die Transporte KSP→KSP, KSP→MSP, MSP→KSP und MSP→MSP möglich. Eine solche Transportart wird für jeweils ein Paar von Quell- und Zielbereichen angegeben. Für jeden Blocktransport ist ferner eine

Kacheltabelle vorzugeben, die jedoch nicht mit den erwähnten Kacheltabellen im Beitrag [1] zu verwechseln ist. Die hier verwendete Kacheltabelle hat vielmehr die Aufgabe, alle in einem Quell- oder Zielbereich angesprochenen Kacheln in geeigneter Weise virtuell aneinanderzuhängen. Damit erübrigt sich eine Stückelung in zu viele Paare von Quell- und Zielbereichen bei Transporten aus oder in nicht aufeinanderfol-

gende Kacheln. Ein Quell- oder Zielbereich kann an einer beliebigen Zelle innerhalb einer Kachel beginnen. Die Länge einer zwischen einem Paar von Quell- und Zielbereich transportierten Information kann eine beliebige Anzahl von Zellen umfassen.

Schrifttum

- [1] G. Stadie: Adressierung im RD 441. DATENVERARBEITUNG AEG-TELEFUNKEN 3 (1970) 3, S. 109–111.

Periphere Einheiten der TR-440-Staffel (Auswahl)

DK 681.322.07 TR 440

Primäre Peripherie

Trommelspeicher TSP 500

Ein Plattenspeicher mit festen Lese- und Schreibköpfen, der Trommelcharakter hat (unterschiedliche Bahngeschwindigkeiten der Spuren werden durch verschiedene Schreibdichten und Belegung ausgeglichen).

1 bis 5 Speichermoduln. Anschluß an Schnellkanalwerk.

1 Modul: 1 305 600 Worte
= 7 833 600 Bytes (Oktaden)

5 Moduln: 6 528 000 Worte
= 39 168 000 Bytes (Oktaden)

Mittlere Zugriffszeit: 20 ms

Plattenspeicher PSP 600

Ein Plattenspeicher mit beweglichen Lese- und Schreibköpfen, die je Plattenseite auf einem hydraulisch bewegten Kopfträger zusammengefaßt sind. Anschluß an Schnellkanalwerk:

8, 12, 16, 20, 24 Speicherplatten (außer je einer Reserve- und Taktplatte)

8 Platten: 20 971 520 Worte
= 125 829 120 Bytes (Oktaden)

24 Platten: 62 914 560 Worte
= 377 487 360 Bytes (Oktaden)

Mittlere Zugriffszeit: 182 ms

Wechselplattenspeicher WSP 414

Ein Plattenspeicher für austauschbare Plattenstapel (PST 116-2) aus 11 Platten. An ein bis vier (bzw. zwei bis acht) Standardkanalwerke können über ein (bzw. zwei) Anpaßwerk(e) bis zu acht Laufwerke für je einen Plattenstapel angeschlossen werden. Über zwei Anpaß-

werke können zwei der Laufwerke gleichzeitig betrieben werden.

1 Plattenstapel: 4 096 000 Worte

= 24 576 000 Bytes (Oktaden)

8 Plattenstapel: 32 768 000 Worte

= 196 608 000 Bytes (Oktaden)

Mittlere Zugriffszeit 57,5 ms je Laufwerk.

Magnetbandeinheiten MDS 252

Magnetband-Digitalspeicher für 1/2" Magnetbänder auf Spulen der Form A nach DIN 66 012 (Vornorm) für ISO-9-Spur-Betrieb, wahlweise auch für 7-Spur-Betrieb (IBM-kompatibel), durch austauschbare vorjustierte Kopfträger umrüstbar; mit umschaltbarer Schreibdichte in den Stufen 8, 22 und 32 Sprossen/mm; 20 000, 55 000 und 80 000 Sprossen/s. Vorwärts- und Rückwärtslesen bei ISO-9-Spur-Spurlage.

Anschluß an Standardkanalwerk.

1 Magnetband: etwa 3,4 Millionen Worte oder 13 900 Blöcke

bei 256 Worten/Block, 32 Sprossen/mm, 9 Spuren und 750 m Band.

Lochkartenleser LKL 720

Spaltenweise photoelektrisch lesend, mit pneumatischem Einzug, Lesevergleich über zweite Lesestation; Hell-Dunkel-Test; für beliebigen Code. Anschluß an Standardkanalwerk. Lesegeschwindigkeit 1200 Karten/min.

Lochkartenstanzer LKS 145

Zeilenweise stanzend, Lesevergleich über Prüflesestation, mit versetzter Ablage ausgesteuerter Karten im Ablage-

fach. Anschluß an Standardkanalwerk. Lesegeschwindigkeit 250 Karten/min.

Lochstreifenleser LSL 195

Ein gepufferter Lochstreifenleser, Anschluß an ein Standardkanalwerk, statt LSL 040 (siehe unten) auch zur Elementareingabe über den Prüfkana, Lesegeschwindigkeit bis zu 2000 Sprossen/s in den Puffer, Abgabe bis zu 50 000 Sprossen/s.

Lochstreifenstanzer LSS 150

Mit acht Stanzstempeln, für 5-, 6-, 7- und 8-Spur-Lochstreifen. Stanzleistung bis zu 150 Sprossen/s, Anschluß an Standardkanalwerk.

Lochstreifenleser LSL 040

Zur Elementareingabe über den Prüfkana, mit Abwickelvorrichtung, Lesegeschwindigkeit bei Start-Stop-Betrieb bis zu 500 Sprossen/s, bei kontinuierlichem Betrieb bis zu 1000 Sprossen/s.

Kontrollschreibmaschine KSM 106

Schreibkopfmachine mit Tastatur für Zentralcode ZC1 und Steuerfunktionen, zum Anschluß an ein Standardkanalwerk (Nr. 4, Unterkanal 0) und zur Elementareingabe und -ausgabe umschaltbar, Schreibgeschwindigkeit 15,5 Zeichen/s.

Schnelldrucker SDR 176-1

Ein gepufferter Zeilendrucker mit umlaufender Druckwalze konstanter Drehgeschwindigkeit für 160 Druckstellen.

Anschluß an Standardkanalwerk. Zeichenvorrat: 29 Großbuchstaben, 10 Ziffern, 24 Sonderzeichen, Druckgeschwindigkeit 1000 Zeilen/min bis 1250 Zeilen/min bei alphanumerischer Ausgabe, 1250 Zeilen/min bei rein numerischer Ausgabe.

Schnelldrucker SDR 176-2

Wie SDR 176-1, jedoch mit großem Zeichenvorrat. Zeichenvorrat: 29 Großbuchstaben, 30 Kleinbuchstaben, 10 Ziffern, 46 Sonderzeichen. Druckgeschwindigkeit 550 Zeilen/min bei alphanumerischer Ausgabe, 1250 Zeilen/min bei rein numerischer Ausgabe.

Satelliteneinheiten

Rechner RD 186

Mittlerer Digitalrechner (Zentraleinheit

von TR 86), wortweise parallel arbeitend, mit 30 Einadreßbefehlen, verdrahteter dualer Festpunktarithmetik ($2 \mu\text{s}$ je Addition), Kernspeicher für 8 K bis 64 K Worte zu 24 Bits (entsprechend Halbwort bei RD 441), Zykluszeit $0,9 \mu\text{s}$, Zugriffzeit $0,3 \mu\text{s}$, Unterbrechungswerk mit 8 oder 24 Vorrangebenen. Verschiedene Kanalwerke.

Sichtgerät SIG 100

Zur Darstellung von Zeichen unterschiedlicher Schriftart und Vektoren beliebiger Länge und Lage (damit auch Kurven) auf einem Bildschirm von $30 \text{ cm} \times 30 \text{ cm}$. Auflösung: 512×512 Rasterpunkte. Bildwiederholung: $33\frac{1}{3} \text{ Hz}$ konstant. Als Bildwiederholungsspeicher dient der Zentralspeicher eines RD 186 für mehrere SIG 100 (je nach

Speichergröße). Eingabe über Tastatur TST 121 und Rollkugel RKG 122.

Fernschreiber FSR 105

Blattschreiber mit modifizierter ALGOL-Tastatur für Telefunken-Tastaturcode TC2 (mit Speicher für Umschaltung); Zusatzeinrichtungen: Anbau-Lochstreifenleser, Anbau-Lochstreifenlocher. 69 Zeichen/Zeile, Schrittgeschwindigkeit 75 Bd.

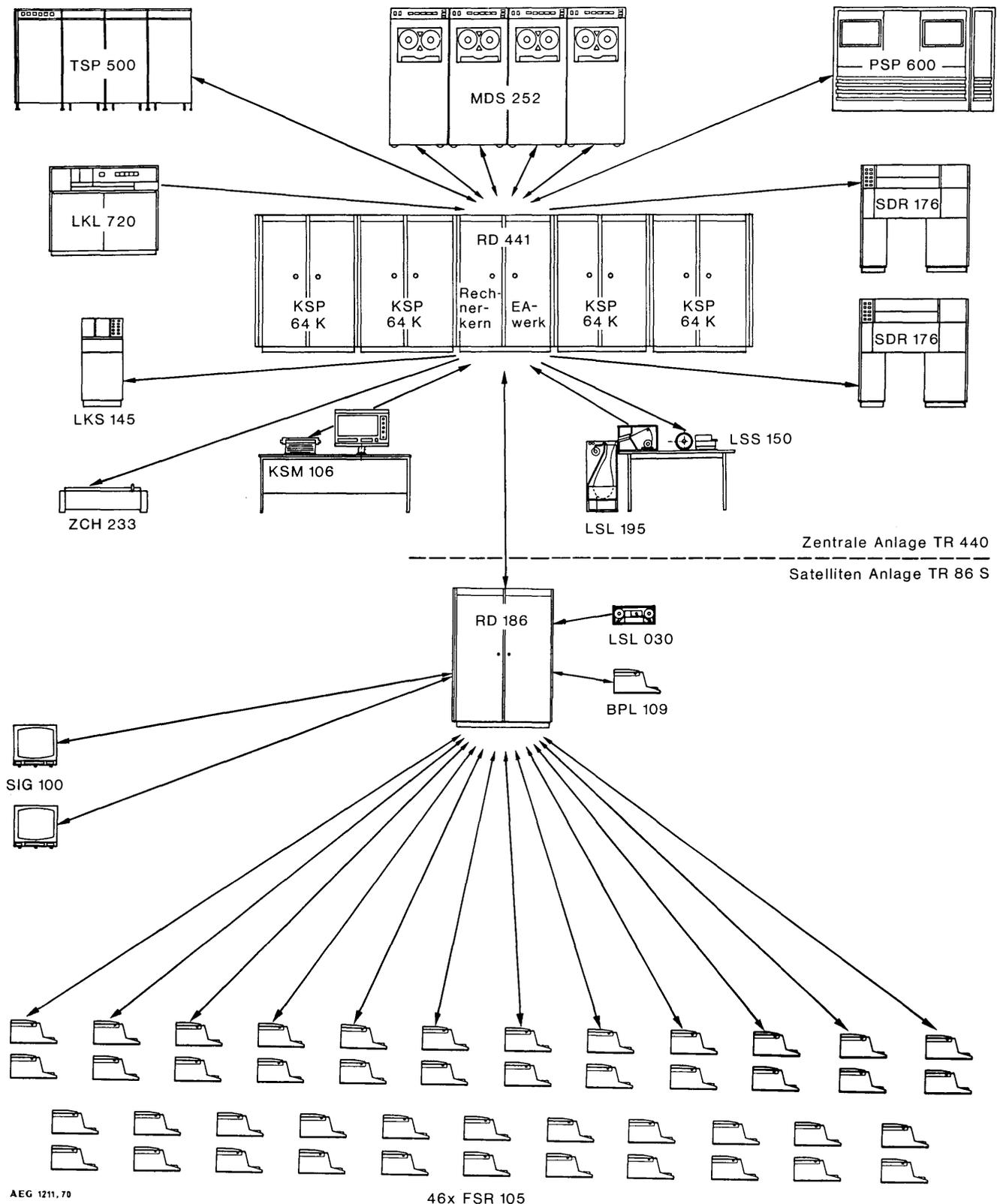
Über einen Fernschreibmultiplexer FMP 301 können 48 Fernschreiber zusammengefaßt werden.

Anlagenkonfiguration eines Teilnehmer-Rechensystems TR 440

Das Beispiel zeigt die Konfiguration des Teilnehmer-Rechensystems der Ruhr-Universität Bochum mit Hintergrundspeichern, EA-Geräten, einem Satellitenrechner und 48 Benutzerstationen. Die in der Darstellung verwendeten

Kurzbezeichnungen der Einheiten und Geräte sind in den ersten beiden Aufsätzen dieses Heftes und in der vorstehenden Übersicht „Periphere Einheiten der TR-440-Staffel (Auswahl)“ auf

Seite 133 eingeführt. Dort sind auch die wichtigsten Leistungsdaten angegeben. Die dargestellte TR 440 wird mit dem Teilnehmer-Betriebssystem BS 3 betrieben, das gleichfalls in diesem Heft beschrieben ist.



AEG 1211.70

46x FSR 105

Aus der Menge der Anwendungsmöglichkeiten des TR 440 sei seine Verwendung in Wissenschaft und Technik genannt. Diesem Benutzerkreis wird eine umfangreiche Bibliothek zur Verfügung gestellt, von der besonders die numerischen Programme und die Programme für Statistik zu erwähnen sind. Diese sind in enger Zusammenarbeit mit mehreren, auf diesen Gebieten führenden Hochschulen entstanden, so daß eine Gewähr für moderne und benutzernahe Anwendungssoftware gegeben ist.

Auf dem Gebiet der Numerik sind bis jetzt fertiggestellt:

1. Die Standardfunktionen von ALGOL und FORTRAN, ergänzt durch die üblicherweise dazugehörenden Funktionen.

2. Aus der linearen Algebra: Einfache Matrixoperationen, Auflösung von Gleichungssystemen (symmetrische, nicht-symmetrische und überbestimmte), Inversion und Eigenwertberechnung von reellen und komplexen Matrizen in einfacher und doppelter Genauigkeit. Die Matrizen können auch kompakt gespeichert sein, wenn es sich um symmetrische Matrizen, Dreiecks- oder Diagonalmatrizen handelt.

3. Programme zur Lösung von Differentialgleichungen und zur numerischen Integration.

4. Rationale Tschebyscheff-Approximation in einfacher und doppelter Genauigkeit, sowie Aitken-Neville-Interpolation.

5. Werte und Nullstellen von reellen und komplexen Polynomen.

6. Fourier-Reihen und -Transformationen im Reellen und im Komplexen.

7. Komplexe Funktionen wie CABS, CEXP, CSINUS auch für ALGOL.

8. Spezielle Funktionen, wie das Fehlerintegral, die γ - und β -Funktion, vollständige und unvollständige elliptische Integrale, Integralsinus und -cosinus, Fresnelintegral, Besselfunktionen aller ganzzahligen Ordnungen und ähnliches mehr.

9. Programme für spezielle Arithmetik: ein vollständiges System für doppelt lange Arithmetik, Programme für die Triplexoperationen sowie eine umfangreiche Polynomarithmetik.

10. Hilfsprogramme für die lineare Algebra, wie Skalarprodukte in doppelter Genauigkeit, Dimensions- und Längenberechnung von Feldern, Manipulationen an TR-440-Worten, Zufallszahlengeneratoren und sonstiges.

Die unter 2 bis 5 genannten Programme werden noch erheblich ausgebaut. Die bereits fertiggestellten Programme entsprechen zwar den neuesten Erkenntnissen der numerischen Mathematik,

doch fehlen noch gewisse Spezialprogramme für einige weniger häufig vorkommende Aufgaben.

Im Bereich der Statistik finden sich neben Organisationsprogrammen, die für das Einlesen, Sortieren usw. des Datenmaterials gedacht sind, Programme, die zur Aufbereitung und Beurteilung verwendet werden.

Zur Zeit ist eine Reihe von Programmen für kontinuierliche Verteilungen fertiggestellt, während an deren Umkehrung und an mehreren diskreten Verteilungen noch gearbeitet wird. Bei den Schätzungen stehen ebenfalls mehrere Programme für Analyse und Synthese zur Verfügung.

Weiter sind mehrere Programme für statistische Tests, z. B. Vergleich auf Linearität oder Übereinstimmung, teils in Arbeit, teils abgeschlossen.

Die Programmiersprache dieses Statistik-Programmsystems ist FORTRAN. Im Gegensatz dazu sind die meisten numerischen Programme in TAS, der Assemblersprache des TR 440 geschrieben. Für den weiteren Ausbau der Numerik wird jedoch hauptsächlich ALGOL als Programmiersprache verwendet.

Durch die Verwendung dieser höheren Sprachen ist ein rascher weiterer Ausbau dieser beiden Bibliotheken zu erwarten.

Anwendungssysteme für den TR 440

DK 681.322 TR 440 : 002 : 659.2

Hannspeter Voltz

Der Schwerpunkt der Entwicklung neuer Anwendungssysteme für das TR-440-Großrechnersystem liegt im Aufbau von Datenbanken und Informationssystemen. Im folgenden wird zunächst eine Gliederung dieses sehr umfassenden Anwendungsgebietes gegeben. Grundlage eines automatisierten Informationssystems ist eine Datenbank. Die Datenbank dient der langfristigen Datenhaltung und ist in der Regel so eingerichtet, daß Datenmengen großen bis größten Umfangs verwaltet werden können.

Bisher wurden Datenbanken für zwei Gruppen von Anwendungssystemen entwickelt: für Systeme zur Informationsbereitstellung und für Management-Informationssysteme.

System zur Informationsbereitstellung (Auskunfts- oder Dokumentations-systeme)

Normalerweise ist eine passive Datenbank zugrunde gelegt, deren Informationen an Hand der vom Anwender nach festen Regeln formulierten Anfragen

ausgegeben werden. Die gewünschten Auskünfte lassen sich aus dem Inhalt dieser Informationen entnehmen. Ein wesentliches Ziel dieser Systeme ist also eine zweckmäßige Mensch-Maschine-Beziehung.

Management-Informationssysteme (Führungssysteme)

Voraussetzung für diese Systeme ist eine aktive Datenbank; denn sie erteilen (in ihrer Endausbaustufe) gemäß vereinbarten Regeln Auskünfte selbstän-

dig und stellen gegebenenfalls neue Anfragen. Es handelt sich dabei also um Systeme, die Informationen in zunehmendem Grade automatisch liefern. Die Datenbank wird normalerweise auf einem externen Speichermedium (Direktzugriffsspeicher) geführt. Besonders problematisch sind die Geschwindigkeit der Auskunftserteilung oder der Informationsauswertung (Reaktionszeit) sowie die Menge der zu verwaltenden Informationen und die Vielfalt der Gesichtspunkte, unter denen die Informationen aufzufinden, auszuwerten und zu manipulieren sind.

Die in einer Datenbank abgelegten Dateien können strukturiert oder nicht strukturiert sein. Demzufolge werden strukturierte und nichtstrukturierte Datenbanken unterschieden. Strukturierte Datenbanken heißen auch integrierte Datenbanken. Vor allem bei aktiven Datenbanken werden die einzelnen Datensätze oft entsprechend der logischen Beziehung, die zwischen ihnen besteht, verkettet. Dies erlaubt dann eine schnellere Verarbeitung. Die Sätze einer Datei können fest formatiert sein. Dies ist eine Voraussetzung für Führungssysteme.

Das Datenbanksystem DBS

Bei AEG-TELEFUNKEN wurde als Grundsoftware für den Aufbau von Führungssystemen (Management-Informationssystem) das prinzipiell hardware-unabhängige System DBS (Datenbank-System) geschaffen und in der ersten Ausbaustufe für die Verwaltung strukturierter Datenbestände eingerichtet.

DBS ist ein System zum Aufbau und Führen von Datenbanken. Es unterstützt den Anwender in der Organisation, der Programmierung und der Verwaltung von Direktzugriffsspeichern. Der Kern von DBS ist ein Programmiersystem, das auf die Programmiersprachen COBOL und TAS (Telefunken-Assembler-Sprache) aufsetzt und somit diese Grundsprachen durch seine Dienstleistungen erweitert. DBS ist also keine selbständige Programmiersprache, sondern stets erst im Zusammenhang mit der gewählten Grundsprache arbeitsfähig.

Eine DBS-Datei wird durch Kommandos und Parameter beschrieben. Der Datenverkehr zwischen einem DBS/TAS- oder DBS/COBOL-Programm wird durch das Absetzen von DBS-Befehlen eingeleitet. Die geforderte Dienstleistung wird entsprechend den in den Systemsteuertabellen enthaltenen Werten erbracht.

DBS besteht aus drei Elementen: dem DBS-Übersetzer, dem DBS-Formatierer und dem DBS-Datenbankprozessor.

Der Übersetzer stellt die Systemsteuertabellen aus den vom Anwender gegebenen Kommandos und Parametern auf. Diese Systemsteuertabellen (Datenbeschreibungstabellen und andere) dienen bei einem Operatorlauf dem Datenbankprozessor zur Steuerung der Datenbank-Ein-Ausgabe. Die Systemsteuertabellen bleiben während eines Operatorlaufs im Kernspeicher und unterliegen einer ständigen Veränderung.

Der Formatierer teilt den für eine DBS-Datei auf Direktzugriffsspeichern reservierten Speicherplatz in Seiten gleicher Länge, d. h., er schreibt je Seite einen Seitenkennsatz.

Der Datenbankprozessor enthält im wesentlichen die Assembler Routinen, die die Dienstleistungen der DBS-Befehle entsprechend den in den Steuertabellen festgelegten Werten erbringen. Die DBS-Befehle sind in die folgenden drei Gruppen eingeteilt:

Befehle für Systemdienste: OEFFNEN, ABSCHLIESSEN.

Befehle für Datentransporte:

SPEICHERN, HOLEN.

Befehle für Änderungsdienste: AENDERN, LOESCHEN.

Mit diesen Befehlen hat der Anwender die Möglichkeit, eine Datenbank zu füllen und einzelne Daten zu ändern oder zu löschen.

In der DBS-Dateibeschreibung werden alle Angaben über die in der DBS-Datei zu führenden Sätze gemacht und die automatische Verknüpfung (Datenintegration) der einzelnen Sätze, die in irgendeiner Beziehung zueinander stehen, hergestellt.

Die Datenintegration wird von DBS speicherungs-technisch durch Verkettung der betreffenden Sätze erreicht. Jede Kette ist durch einen Kettennamen genau gekennzeichnet und kann unter diesem Namen ausgewertet werden.

In DBS sind die Speicherungsformen DIREKT, STARR SEQUENTIELL, INDEXTIERT SEQUENTIELL (mit Vielfachindizierung), ASSOZIATIV und RANDOM verwirklicht. Diese verschiedenen Speicherungsformen, mit den Möglichkeiten der Verkettung in Verbindung gebracht, erlauben es einem Anwender, seine Daten entsprechend den späteren Verarbeitungsbedingungen zu speichern und unter günstigen Durchlaufzeiten zu verarbeiten.

Systeme zur Informationsbereitstellung

Der Schwerpunkt dieser Systeme liegt in der raschen und gezielten Ermittlung abgespeicherter Informationen als Antwort auf bestimmte Anfragen. Voraussetzung hierzu ist, daß die Informationen durch bestimmte Suchbegriffe (Deskriptoren und andere) für die Wiederauffindung gekennzeichnet sind. Die Festlegung der Suchbegriffe kann frei oder an bestimmte, in einem Thesaurus (bei Textdokumenten z. B. in einem Wörterbuch) fest vorgegebene Begriffe gebunden sein.

Als vorbereitende Aufgabe sind also die normalerweise in einer Datenbank abzulegenden Informationen – bei Auskunftssystemen meist Textdokumente – in zweckmäßiger Weise zu klassifizieren und deren Suchbegriffe festzulegen. Verfahren, auch die Klassifizierung von Dokumenten zu automatisieren, befinden sich in der Entwicklung.

Die Funktionen im Rahmen eines automatischen Auskunftssystems sind bei AEG-TELEFUNKEN im System TELDOK (TELEfunken-DOKumentations-System) realisiert. TELDOK ist ein als Auskunftssystem konzipiertes Literatur-Dokumentationssystem (Deskriptorsystem) und ist überall dort geeignet, wo eine große Anzahl unstrukturierter Informationen gespeichert und wieder abgefragt werden soll und wo es auf ein möglichst vollständiges Auffinden zutreffender Informationen ankommt.

In der ersten Ausbaustufe wurde ein Telefunken-Rechensystem TR 4 mit Festplattenspeicher und dem Schirmbild-Arbeitsplatz SAP 200-4 benutzt. Inzwischen wird der Schirmbild-Arbeitsplatz durch ein Sichtgerät SIG 100 ersetzt. Es wird über eine TR-86-Rechnerkopplung an das System angepaßt.

Das Programmsystem der ersten Ausbaustufe besteht aus den folgenden logischen Modulen: *Off-line*-Erstellung der TELDOK-Dateien, TELDOK-Rahmenprogramm einschließlich Schreib- und Lese-prozeduren für die Datenbank und die Dateiverwaltung, Entschlüsselungsprogramm für Kommandos und Suchfragen, Programme für Bildschirm-Ausgabe und -dialog, Prozeduren für die Veränderung vorgegebener Thesauri (Wörterbücher), Prozeduren für die Ergebnisauswertung.

TELDOK arbeitet mit den folgenden Dateien: Thesaurus, Direkte Datei (nach Dokumenten geordnet), Invertierte Datei (nach den Suchbegriffen der Dokumente geordnet), Kurzreferate der Dokumente, die Dokumententexte selbst.

Die für eine Auskunft im TELDOK-

Bild 1. Ein praktisches Beispiel für die Anwendung von TELDOK.

Formulierung von Suchfragen und Handhabung der zur Zeit im System realisierten Kommandos.

Der Anwender versucht sich über die Kritik eines Politikers an der Haltung Frankreichs zur Landwirtschaftsfrage innerhalb der EWG zu informieren. Es gibt der Reihe nach die folgenden Kommandos ein (Großbuchstaben);

A = LANDWIRTSCHAFT + 5 EWG + FRANKREICH;

Es wird eine Abfrage A eingegeben, mit der Dokumente gesucht werden sollen, die etwas über die Problematik der Landwirtschaft der EWG in Verbindung mit Frankreich aussagen. Besondere Bedeutung hat dabei das Suchwort EWG durch die vorangestellte Bewertungsziffer 5; d. h., Dokumente mit dem Deskriptor EWG werden bevorzugt. Die beiden anderen Schlagwörter erhalten vom System die normierte Bewertung 1.

BILD(A);

Der Anwender läßt sich das Ergebnis der Anfrage A am Bildschirm zeigen.

B = ADENAUER + 10 BRUESSEL;

Das Ergebnis der Anfrage A ist dem Anwender noch zu umfangreich. Er versucht es durch Suchzeile B genauer zu spezifizieren.

BILD(B);

Er läßt sich das Ergebnis von Suchzeile B zeigen und ist damit nicht zufrieden, weil jetzt auch Dokumente erscheinen, die nichts mit seiner ersten Suchfrage gemein haben (z. B. Adenauer spricht über die NATO in Brüssel).

C = 6 A + B;

Zusammenfassung der Suchzeilen A und B in der Suchzeile C mit höherer Bewertung für A.

BILD(C);

Display des Ergebnisses auf dem Bildschirm.

D = DE GAULLE / HOECHERL;

Der Anwender engt das Ergebnis weiter ein, indem er nur noch Aussagen von de Gaulle oder Höcherl sucht.

E = C + D;

Zusammenfassung der bisher eingegebenen Suchfragen.

BILD(E);

Display auf dem Bildschirm.

F = 15 E - 20 ADENAUER;

Der Anwender möchte die Dokumente, die im Beziehung mit Adenauer stehen, ausschalten (UND-NICHT-Verknüpfung, hoher Ausschaltungsgrad durch große Bewertung).

G = E + F;

BILD(G);

Display des Ergebnisses.

INTERVALL(AB,JAHR:1967);

Da der Anwender noch zu viele Ergebnisse erhält, scheidet er durch das Kommando INTERVALL diejenigen aus, die sich auf Aussagen vor 1967 beziehen.

BILD(G);

Der Anwender ist mit dem Ergebnis zufrieden.

KOPIE;

Er läßt sich das Ergebnis vom Bildschirm auf dem Schnelldrucker kopieren.

Es gibt außer den Programmablaufkommandos noch eine Reihe von Kommandos (z. B. zur Manipulation des Thesaurus, Variation des Bildschirmdisplays oder Synonymenerweiterung und -veränderung). Der modulare Aufbau von TELDOK erlaubt jederzeit die Erweiterung der Kommandosprache.

System benötigten Dateien werden außerhalb des Systems (*off-line*) in einem eigenen Programmkomplex erstellt und auf Magnetbänder gespeichert. Auch das Einschleusen neuer Dokumente geschieht auf diese Weise.

Die Strukturbeschreibung des Thesaurus, die direkte und die invertierte Datei enthalten nur noch Schlüssel und keine Texte mehr. Diese Schlüssel sind Dokumenten- oder Schlagwortnummern. Jedem Dokument und jedem Suchbegriff wird vom System her eine eindeutige Nummer zugewiesen. Als gewünschtes Ergebnis oder zur näheren Charakterisierung eines gefundenen Dokuments lassen sich die Kurzreferate oder die Dokumententexte selbst in den Bildschirm des optischen Sichtgeräts einblenden oder auf einem Schnelldrucker ausgeben.

Das TELDOK-Rahmenprogramm lädt zunächst die auf Magnetbändern befindlichen Dateien auf den Direktzugriffsspeicher und baut eine indexsequentielle Speicherorganisation für den Randomzugriff zur Datenbank auf. Anschließend verwaltet TELDOK den zugewiesenen Speicherbereich sowie den freien Arbeitsspeicher autonom. Die einzelnen, vom Rahmenprogramm über Kommandos gesteuerten Programmmoduln laufen entweder in einer bestimmten Reihenfolge automatisch ab, oder sie können vom Anwender mit Hilfe von Kommandos beliebig aktiviert werden.

Der Anwender kann Kommandos und Suchfragen im Wechselgespräch in beliebiger Reihenfolge wahlweise über die Kontrollschreibmaschine oder über Lochkarten formatfrei eingeben. Der TELDOK-Anwender hat die Möglichkeit, den Suchvorgang durch Kommandos oder auch über externe Wahlschalter sowie über Funktions- und Zahlentastaturen am Sichtgerät zu steuern.

In den Suchfragen werden die Suchbegriffe mit den logischen Operationen UND (+), UND NICHT (-) oder ODER (/) verknüpft. Man kann den Suchbegriffen eine Zahl voranstellen, die ihnen ein verschieden starkes Gewicht innerhalb der Suchfrage zuweist.

Beim Dialogverkehr leistet das System auf Anfrage Hilfestellung. Hierzu gibt der Anwender an Stelle eines Parameters ein spezielles Zeichen ein. Daraufhin wird ein Hilfestellungstext ausgeschrieben, der die Art des einzugebenden Parameters beschreibt.

Der modulare Aufbau von TELDOK erlaubt jederzeit die Erweiterung der Kommandosprache. Mit den in TELDOK vorhandenen Bildschirmprozeduren las-

sen sich Bilder beliebigen Aufbaus leicht programmieren.

Alle erzeugten Bilder werden archiviert und sind später wieder abruf- und manipulierbar. So lassen sich z. B. Ausschnitte aus einem archivierten Bild zu einem neuen Bild kombinieren. Die Wiedergabe am Sichtgerät kann durch die Eingabe von Zahlen, durch Funktionstasten und durch Rollkugel gesteuert werden. (Z. B. bewirkt die Funktionstaste 3 das Einblenden von Kurzreferaten.)

Die weitere Entwicklung der Systeme zur Informationsbereitstellung geht in die folgenden vier Richtungen:

Betrieb von Datenbanken in Rechnerverbundsystemen,

Entwicklung der Anwendung von TELDOK in Datenbanken-Verbundsystemen, rechnergestützte Datenerfassung und Datenerschließung (Aufbau von Thesauri) und

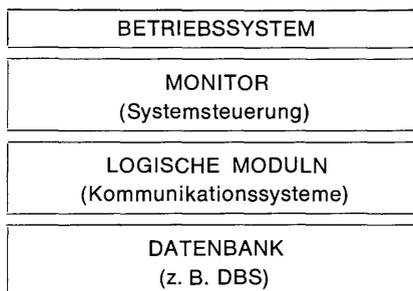
Durchführung umfangreicher Testrecherchen von großen Datenbeständen.

Bisher wurde TELDOK an Pressemeldungen und chemischen Daten erprobt. Die Vielfachbenutzung und ein *On-line-Updating* der Informationen ist für die zweite Ausbaustufe und beim Übergang auf die TR-440-Version vorgesehen.

Führungssysteme

Führungssysteme setzen – im Unterschied zu reinen Auskunftssystemen – eine aktive Datenbank voraus. Die einmal in der Datenbank gespeicherten Informationen sollen ja nicht nur abgefragt, sondern auf Grund neu eintreffender Informationen mindestens ebenso häufig verändert werden. Es ist deshalb notwendig, bei jeder Art von Führungssystemen den eigentlichen Komplex der Datenhaltung und damit auch die Datenbank von den eigentlichen Anwendungsprozessen zu trennen.

Die Organisation rechnerunabhängig aufgebauter Führungssysteme läßt sich wie folgt darstellen:



Rein funktionell lassen sich innerhalb eines Führungssystems die beiden Ab-

schnitte Planungssysteme und Kontrollsysteme unterscheiden (Regelkreis).

Bei halbautomatischen Führungssystemen wird auf Grund der Ergebnisse aus dem Kontrollsystem teilweise automatisch in das Planungssystem eingegriffen.

Im folgenden wird ein kurzer Abriß der bereits realisierten oder in der Endplanung befindlichen Systeme gegeben, deren Ergebnisse mindestens teilweise Grundlage ausgereifter Führungssysteme sind.

PSS – Ein System für die Produktionsplanung und -steuerung

PSS ist ein typisches Beispiel für ein Planungssystem. Die Probleme innerhalb des integrierten Prozesses der Fertigungssteuerung (Kapitalbindung im Lager, Auslastung der vorhandenen Kapazitäten, Investitionskontrollen, Terminkontrollen der einzelnen Aufträge) sind so komplex und vielschichtig, daß sie nur mit Hilfe der modernen elektronischen Datenverarbeitung lösbar sind.

PSS bedient sich des Datenbanksystems DBS zur Handhabung der in der Datenbank formatiert abgelegten Teile und Strukturdaten sowie aller sonstigen Daten, die für die Produktionsplanung benötigt werden. Auf dieser Grundlage wurden im Rahmen von PSS die folgenden Prozessoren realisiert.

PSS-STP Stücklistenprozessor

Stücklisten sind Verzeichnisse über alle Baugruppen und Einzelteile, aus denen ein Erzeugnis hergestellt werden soll. Ferner enthalten Stücklisten auch alle notwendigen Informationen über die Struktur eines Erzeugnisses.

Die Stückliste wird von verschiedenen Betriebsabteilungen benötigt. Jede Abteilung wünscht dabei eine andere Form und wertet die Information nach unterschiedlichen Gesichtspunkten aus. Das Modularprogramm PSS-STP speichert und verwaltet alle in den Teilestammesätzen enthaltenen Informationen zentral in einer *universellen* Stückliste und ermöglicht die Reproduktion z. B. als Baukasten-, Struktur- oder Mengenübersichtsstückliste.

Interessant ist ferner die Teileverwendung, d. h. Angaben, in welchen Baugruppen und Erzeugnissen ein bestimmtes Teil enthalten ist. Diese Aussage wird durch den Aufbau von Teileverwendungsketten mit DBS ermöglicht.

PSS-APL Arbeitsplanprozessor

Der Arbeitsplan ist eine Zusammenstel-

lung aller Arbeitsgänge und deren Ablauffolge. Der Arbeitsplanprozessor setzt den Stücklistenprozessor voraus. Er verknüpft Stücklisten und Arbeitspläne. In Betrieben mit mehrstufiger Fertigung tritt das Problem auf, den Bedarf an Einzelteilen und Baugruppen im Rahmen eines vorgegebenen Produktionsprogramms zu ermitteln. Es ist dafür zu sorgen, daß auf jeder Fertigungsstufe die Teile in ausreichender Menge und rechtzeitig verfügbar sind. PSS ermöglicht die Lösung dieser Problemstellung nach dem Verfahren der deterministischen und der stochastischen Bedarfsermittlung.

PSS-BEDA Bedarfsermittlung

Im Programmkomplex PSS-BEDA ist die deterministische Methode der Bedarfsermittlung realisiert. Bei der Ermittlung des exakten Bedarfs der einzelnen Komponenten eines Erzeugnisses wird von einem Primärbedarf ausgegangen, die Stücklisten werden aufgelöst und die zeitlichen Verschiebungen berücksichtigt.

PSS-MAWI Materialwirtschaft

In diesem Modularprogramm sind die Programmteile der Bestandsrechnung, der stochastischen Bedarfsermittlung und der Bestellrechnung zusammengefaßt.

Die Bestandsrechnung verarbeitet alle Lagerbewegungen und verwaltet die Bestellungen. Sie verändert dabei Lager- und Bestellbestand. Daneben werden Daten für geplante und ungeplante Entnahmen, Ausschußwerte und Hinweise auf das Datum der letzten Lagerbewegung erfaßt. Überdies besteht die Möglichkeit, eine permanente Inventur durchzuführen.

Die stochastische Bedarfsermittlung ermöglicht die Bestimmung des zukünftigen Bedarfs mit Hilfe stochastischer Methoden. Es handelt sich dabei um eine Bedarfsvorhersage auf Grund des zurückliegenden Verbrauchs, wobei bei PSS-MAWI das Verfahren der exponen-

tiellen Glättung 1. Ordnung angewandt wird.

Die Bestellrechnung legt fest, wann (Datum der Bestellung), zu welchen Lieferterminen und in welchen Mengen bestellt werden muß. Der Zeitpunkt, an dem bestellt werden soll, wird nach dem Bestellpunktverfahren ermittelt. Dabei werden die Termine der noch ausstehenden Lieferungen überwacht. PSS-MAWI liefert Bestellvorschläge.

PSS-KAP Kapazitätsplanung

Liegen Produktionsprogramme und Auftragsbestand fest, so ist es mit manuellen Mitteln schwierig und aufwendig, die Belastung der vorhandenen Kapazitäten zu ermitteln. Engpässe werden zu spät erkannt, und demzufolge lassen sich auch abhelfende Maßnahmen nicht mehr rechtzeitig einleiten.

PSS-KAP geht von dem in PSS-BEDA und PSS-MAWI ermittelten Bedarf aus und errechnet über eine Durchlaufterminisierung die Belastung der Produktionsmittel. Der Programmkomplex benutzt die vom Arbeitsplanprozessor verwalteten Daten. Das Ergebnis der Berechnung ist ein Maschinengruppen-Belegungsplan.

Führungssysteme der öffentlichen Verwaltung

Im Rahmen der Entwicklung integrierter Anwendungssysteme besteht das Ziel, auch dem gesteigerten Informationsbedürfnis in der öffentlichen Verwaltung durch geeignete Verfahren entgegenzukommen.

Das Datenbanksystem DBS von AEG-TELEFUNKEN bietet alle Voraussetzungen für den Aufbau eines zweckentsprechenden Verfahrens ohne Rücksicht auf den Grad der vorhandenen oder angestrebten Automation und Integration der Verwaltungsaufgaben. Diese Universalität ergibt sich aus der Eigenschaft von DBS, sowohl große als auch vielschichtige und differenzierte Datenbanken zu verwalten.

Das in der Planungsphase befindliche

Führungssystem der öffentlichen Verwaltung FSV (Arbeitstitel) greift mit Hilfe eines Ordnungsbegriffs (z. B. Personalkennziffer, Buchungszeichen und ähnliches) auf die Datensätze der Datenbank zu. Oft besteht die Notwendigkeit, die Datensätze auch über sogenannte Nebenordnungskriterien zu erreichen. DBS benutzt die Technik der Vielfachindizierung. Damit ist es möglich, einem indexsequentiel gespeichertem Datensatz mehrere Indizes (für Haupt- und Nebenordnungskriterien) zuzuordnen. Schließlich bietet DBS die für FVS notwendige Datenkompression. Das entsprechende Kompressionsprogramm entfernt automatisch Leerstellen oder Nullen, sobald diese Zeichen mindestens viermal hintereinander auftauchen. Damit wird eine unter Umständen wesentliche Speicherplatzoptimierung erzielt.

Management-Informationssysteme MIS

Abschließend wird noch das Konzept für den Aufbau der für die Leitung großer Organisationen (Industrieunternehmen, Militär usw.) notwendigen Führungssysteme (Management Information-Systemen) erwähnt, die sich bei AEG-TELEFUNKEN derzeit in der Planungsphase befinden.

Die Entwicklung soll zu einem weitgehend maschinenunabhängigen System und zu einem modularen Aufbau führen. Die Dienstleistung vorhandener Anwendungssoftware einschließlich der Datenverwaltung wird voll ausgenutzt.

Endgültiges Ziel ist die Installation halbautomatischer Führungssysteme, die Alternativen unter Hinweis auf zugehörige Randbedingungen zur Entscheidung liefern.

Zwar lassen sich die informativen Unterlagen für eine Entscheidung mit Hilfe der modernen Mittel eines Großrechners und seiner Anwendungssysteme verbessern, die endgültige Entscheidung sollte aber wohl immer in den Händen des Menschen liegen.

Gedanken über die Beziehungen zwischen Fernmelde- und Informationstechnik und ihre zukünftige Entwicklung¹⁾

Die Beziehungen zwischen Fernmelde- und Informationstechnik sind außerordentlich eng und jedem Ingenieur offenbar. Wenn sie dennoch das Objekt dieser Betrachtungen gemacht werden, so sollen damit die Beziehungen etwas überschaubar geordnet und ein besonderer Aspekt in die Zukunft extrapoliert werden mit der Absicht, etwas über Möglichkeiten, Bedeutung und Konsequenzen der Verwendung von Datenverarbeitungsanlagen vorherzusagen, die der Allgemeinheit über das öffentliche Fernmeldenetz zugänglich sind. Solche Systeme sind in den Vereinigten Staaten als *Computer utility* (Rechenversorgungsunternehmen) bezeichnet worden; in etwas grober Analogie bei uns gelegentlich als *Informationssteckdose*.

Man kann die Beziehungen zwischen Fernmeldetechnik und Informationstechnik in drei Klassen teilen:

Die gemeinsame technische Grundlage, den Einsatz der Informationstechnik im Fernmeldewesen und den Einsatz der Fernmeldetechnik zur Lösung umfassender Informationsverarbeitungssysteme. Die programmgesteuerten Rechenmaschinen begannen mit einem Kapital von technischen Mitteln, das sie im Ganzen von der Fernmeldetechnik entliehen hatten: Relais und Wähler, Fernschreiber und Lochstreifen. Auch die Ingenieurkunst war die von Fernmeldeingenieuren: Bei der Synthese der Relaischaltwerke für die Fernmeldevermittlung wurden Methoden entwickelt, die zur Schaltwerktheorie der Relaismaschinen und heute elektronischen Maschinen führten.

Wenn die anfängliche Übereinstimmung in den technischen Mitteln in großem Umfang verloren gegangen ist, dann deshalb, weil die Informationstechnik sich im Vergleich zur Fernmeldetechnik in ihren zwei oder drei Jahrzehnten voraussetzungslos entwickeln konnte: Keine Verträglichkeit mit viel älteren Systemen, weniger Bindung an äußere technische Gesetze, wie etwa die durch den Fernmeldeteilnehmer vorgegebenen Zeitgesetze. Diese Übereinstimmung der technischen Mittel, die sich in der elektronischen Vermittlungstechnik zeigt, ist überall da weiter offenkundig geblieben, wo der Fernmeldetechniker frei gestalten konnte. — Übrigens erkennt man gerade in den letzten Jahren einen neuen Zustrom von Ingenieurkunst aus der Fernmeldetheorie

¹⁾ Nach einem Vortrag auf der 10. Post- und Fernmeldetechnischen Fachtagung am 27. 4. 70 in Hannover.

in die Systemtheorie der informationsverarbeitenden Anlagen: Durch höhere Organisationen und Beteiligung von mehr unabhängigen Benutzern stellt sich die Aufgabe, Datenverarbeitungssysteme für Betriebsverhältnisse zu entwerfen, die nur noch statistisch beschreibbar sind, was auf die Grundaufgaben der fernmeldetechnischen Verkehrstheorie zurückführt.

Der Einsatz der Informationstechnik als technisches Hilfsmittel der Post, insbesondere der Fernmeldetechnik, ist allgemein bekannt. Der Fernmeldeverwaltung stellen sich alle kommerziellen Datenverarbeitungsaufgaben, wie Buchhaltung, Lagerhaltung bis zu integrierten Informationssystemen und Planspielen zur Optimierung des Gesamtorganismus Post. Dazu kommen technisch orientierte Aufgaben, die denen technisch-wissenschaftlicher Rechenzentren entsprechen, und der Einsatz von Rechenanlagen unmittelbar im Zusammenhang mit dem Betrieb des Fernmeldenetzes. Es sind Betriebsdaten automatisch aufzunehmen, zu verarbeiten und gegebenenfalls zur Umsteuerung zu verwenden; hieraus ergeben sich Planungsunterlagen für die Netzentwicklung: Rechenanlagen können die Vermittlung übernehmen und bieten besondere Vorteile, wenn Nachrichten odermittlungsaufträge gespeichert werden sollen, Verteilungsaufträge ausgeführt werden sollen, Datenübermittlungen wechselnd gesichert werden sollen, das System sich selbst überwachen soll oder die Organisationsregeln ohne technische Änderungen umstellbar sein sollen.

Das Fernmeldenetz als Hilfsmittel der Informationsverarbeitungssysteme ist für die Kopplung von Rechenanlagen, für den Zugriff auf entfernte Speicher und für die abgesetzte Ein- und Ausgabe von größter Bedeutung für die Weiterentwicklung der Informationstechnik. Die technischen Probleme, wie Modulation, Codierung, Fehlersicherung, Endgeräte usw. sind in den vergangenen zehn Jahren sehr intensiv bearbeitet worden. So wurden z. B. bei AEG-TELEFUNKEN Geräte zur fehlersicheren Übertragung von Daten auf Fernspreitleitungen entwickelt. Ein solches Gerät bietet einen voll codetransparenten Kanal für die Übertragung beliebig codierter Nachrichten. Durch eine der Schleifenlaufzeit angepaßte Wiederholungsmenge arbeitet es auf stark gestörten Verbindungen mit guter Leistungsausnutzung. Dabei wirken sich die kurzen Blöcke, in die der Datenstrom zerlegt

wird, besonders bei Störungen mit statistisch unabhängigem Fehler günstig aus: Selbst kurze störfreie Zeiten erlauben noch die Übertragung von einigen der kurzen Blöcke. In den Telefunken-Datenstationen sind diese Geräte (DFS 321 = Daten-Fernbetriebs-einheit mit Fehlerschutz) zentraler Bestandteil. Grundsätzliche Schwierigkeiten scheinen heute für die Datenübertragung nicht mehr zu bestehen. Die Ausnutzung der sich bietenden Möglichkeiten für die Informationsverarbeitung hat dagegen gerade nur begonnen. Die Probleme, die sich hier stellen, gehören sämtlich in das Gebiet der Systemplanung und Programmierung, das trotz zahlreicher großer Erfolge sich noch in einem Pionierstadium vor der Formung einer strengen technischen Disziplin befindet, so daß das Ausmaß von Erfolgen und offenen Fragestellungen nur schwer richtig eingeschätzt werden kann. Bevor auf die gegenwärtig erkennbaren Möglichkeiten und deren Konsequenzen eingegangen werden soll, sei noch ein Blick auf die Entwicklung der Informationstechnik geworfen. Es ist notwendig, sich das Tempo der technischen Entwicklung vor Augen zu halten, um in den Prognosen nicht zu kurz zu greifen.

Die heutige technische Situation der elektronischen Rechenanlagen wird durch die folgenden Punkte grob umrissen:

Schnelle Erhöhung der Geschwindigkeit, Wirtschaftlichkeit und Speichergröße der Anlagen.

Einführung der Vielfachausnutzung, des Fernzugriffs und Abbau der formellen

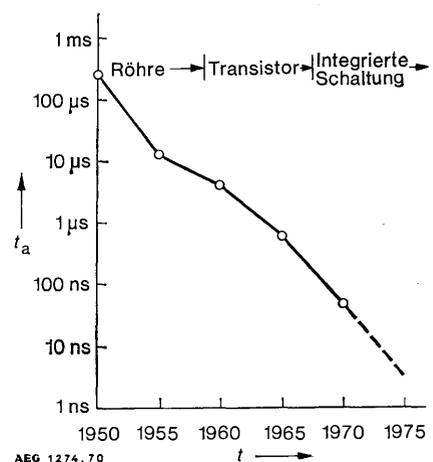


Bild 1. Verkürzung der Additionszeit der Spitzenanlagen

t_a Reine Additionszeit

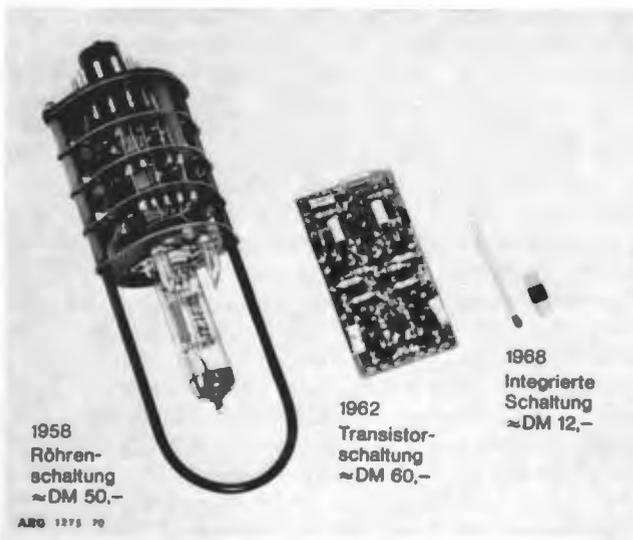


Bild 2. Verkleinerung der Bauelemente am Beispiel des Flipflop

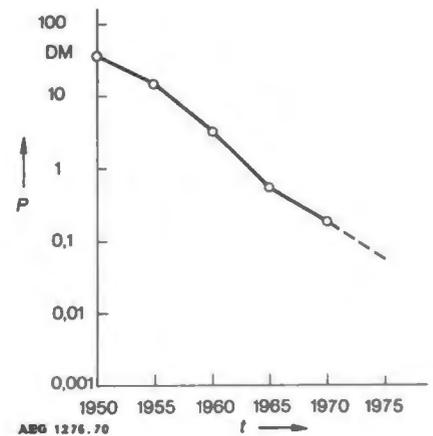


Bild 3. Preis für 10^6 Rechenoperationen, gemessen als Verhältnis von Mietkosten und Operationsgeschwindigkeit (Spitzenanlagen)

P Preis

Ansprüche im Umgang mit dem Benutzer.

Im folgenden werden einige Aufzeichnungen eines Berichts verwendet, den die American Federation of Information Processing Societies im Jahre 1966 veröffentlichte.²⁾ Bild 1 zeigt als Geschichte und Prognose die Entwicklung der Additionszeit der jeweiligen Spitzenmaschine. Das Diagramm beschreibt eine Beschleunigung um $5\frac{1}{2}$ Zehnerpotenzen in 25 Jahren, das heißt um das 1,6fache je Jahr. Übrigens konnte dieser Fortschritt nur dadurch erreicht werden, daß die herkömmliche Schaltungs- und Aufbautechnik zweimal verlassen wurde: In diese Zeit fällt der Übergang von der Röhrentechnik zur Transistortechnik und deren Weiterbildung in den integrierten Schaltungen (Bild 2). Bild 3 zeigt die Betriebskosten der Spitzenanlagen, dargestellt als Preis für je 1 Million Operationen. Der Sprung beträgt immerhin vier Zehnerpotenzen in 25 Jahren, mithin 25% je Jahr. Bild 4 zeigt ähnliche Entwicklungen für die Geschwindigkeit (genauer genommen einen kennzeichnenden, reziproken Wert, die Zykluszeit) und die Kapazität der Arbeitsspeicher der Spitzenanlagen. Schließlich muß man sich noch vergegenwärtigen, daß der Produktionswert an elektronischen Rechenanlagen ganz ähnlichen Zuwachsraten unterliegt, um ein Gefühl dafür zu bekommen, wie schnell und kräftig die Entwicklung verläuft.

Die Leistungssteigerung der Anlagen hat tiefgreifende Veränderungen in

²⁾ Die Werte sind teilweise vom Verfasser weitergeschrieben.

ihrem Betriebsbild notwendig bzw. möglich gemacht. Die wachsende Fehlerrate zwischen den Leistungen der mechanischen Peripheriegeräte und der zentralen, elektronischen Verarbeitungseinheit führte zur Vielfachausnutzung der Zentrale. Dieses Konzept ist in den letzten fünf Jahren auf den Vielfachanschluß von zahlreichen unabhängigen Benutzern ausgedehnt worden. Dies setzt die Fernverbindungen, mithin die Datenübertragung, voraus und Einzelarbeitsplätze von geringen Kosten und großer Vielseitigkeit wie z. B. Fernschreiber und elektronische Sichtgeräte (Bild 5). Die sinkenden Operationskosten machten es möglich, der Maschine immer mehr von der notwendigen Betriebsorganisation selbst aufzubürden und auf Maschinenkenntnisse des Benutzers – des Programmierers – weitgehend zu verzichten; die Maschine übersetzt das maschinenunabhängige Programm in eine für sie geeignete Internform.

In diesem Augenblick wird die Synthese fernmeldetechnischer und informationsverarbeitender Möglichkeiten sichtbar: Zentrale Rechenanlagen, die über einfache Endgeräte (Fernschreiber, Tastatur, Sichtgeräte) und das Fernmeldenetz von jedermann in Anspruch genommen werden können. Spezialsysteme mit begrenzten Möglichkeiten sind seit längerer Zeit verwirklicht; in den Vereinigten Staaten sind in großer Anzahl Unternehmungen gegründet worden, die Rechenleistung auf diese Weise außer Haus verkaufen. Von einer umfassenden Einführung von sehr allgemein brauchbaren Systemen trennen uns

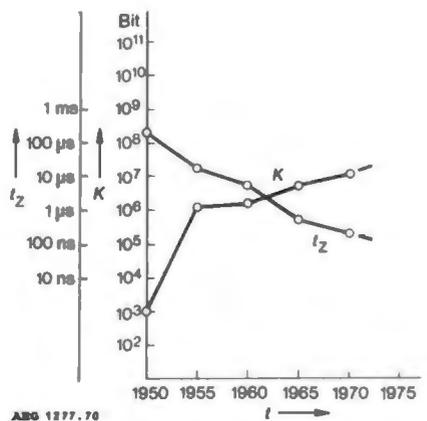


Bild 4. Entwicklung von Kapazität und Zykluszeit bei Arbeitsspeichern (Spitzenmodelle). Der Entwicklungstrend gabelt sich durch den Einbruch der Halbleiterspeicher, in den siebziger Jahren wahrscheinlich bevorzugt für kleine bis mittlere Kapazität; Kern- oder Drahtspeicher für große Kapazität

K Kapazität
 t_z Zykluszeit
 S_p Kernspeicher

noch sehr erhebliche Programmieraufwendungen, die Entwicklung noch billigerer Rechenanlagen, zweckmäßige Endgeräte in großen Serien – etwa als Zusatz zum Fernsehgerät – und eine entgegenkommende Preisgestaltung im Fernmeldenetz.

Trotz solcher unerfüllter Vorausschauungen ist aber anzunehmen, daß in 10

bis 20 Jahren Rechenanlagen im Fernbetrieb für jeden von uns ohne bedeutende Vorbildung zugänglich sind. Sie werden als technisches Mittel die Möglichkeit jedes einzelnen von uns genauso umgestaltet wie es der öffentliche Autoverkehr, das Telephon, Radio, Fernsehen usw. bereits getan haben.

Was wird man nun mit diesen Möglichkeiten tun? Zunächst läßt sich die Maschine als Rechenassistent verwenden. Man schreibt seine Aufgabe in die Maschine, sie schreibt die Lösung oder fragt zurück, wenn sich der Benutzer unklar geäußert hat. Der Benutzer kann die Aufgabe oder nur die Lösung unter irgendeinem Namen für sich aufbewahren oder einem oder mehreren anderen mitteilen.

Solche Aufgaben umfassen natürlich nicht nur die Grundrechenarten, sondern eine breite Sammlung von mathematischen Grundaufgaben und Grundproblemen der rechnenden Wissenschaften.

Man kann die Maschine auch um Auskunft bitten. An Stelle einer Zeitung bedient man sich des automatischen Auskunftsdienstes einer Nachrichtenagentur, die die neuesten Nachrichten als einen Satz von Überschriften liefert, aus denen sich der Benutzer diejenigen herausucht, zu denen er Details wissen möchte.

Einige der Benutzer werden dem System z. B. einen Dauerauftrag betreffend die Notierungen von NE-Metallen oder den Wetterbericht geben, die es beide immer sofort nach Erscheinen liefert. Der Auskunftsdienst ist eine passend programmierte Maschine, in deren Speichern die Sonderwünsche von Tausenden von Abonnenten stehen.

Es ist zu bezweifeln, ob man sich in Zukunft noch neue Bücher kaufen wird, wenn man über das Sichtgerät jedes neue Buch lesen kann, ohne es tatsächlich zu besitzen. In den Vereinigten Staaten sind geschäftliche Verflechtungen zwischen den großen Elektronikunternehmen und den Verlagshäusern schon heute zu beobachten. Als besonderen Kundendienst wird die Maschine natürlich auch Übersichten über ihren Fundus übermitteln, so daß besondere Interessenten Romane finden, deren Held Gärtner ist, oder die amerikanische Literatur der letzten zwei Jahre über Oxydationseigenschaften von kohlenstoffarmen Stählen lesen können. Man wird sein Wissen stets aus dem neuesten Konversationslexikon beziehen und schon längst keine eigenen Sprachlexika mehr besitzen. Mit einiger Wahr-

scheinlichkeit wird irgendeine Maschine, die unter dem Stichwort *Übersetzung russisch* angewählt wird, auch die Übertragung eines Briefes nach Moskau durchführen. Im Gegensatz zu unserem sonstigen Optimismus ist es allerdings sehr fraglich, ob die Übersetzung gut ausfällt.

Man muß sich dazu vorstellen, daß bestimmte billige Informationsmittel, wie Zeitungen und Taschenbücher, nur durch eine Massenkonjunktur möglich sind. Die beschriebenen technischen Neuerungen führen wahrscheinlich dazu, daß der private Besitz von Druckergebnissen wieder als teures Hobby angesehen wird.

Wie verhält es sich nun mit den entstehenden Kosten? In den USA kostet die Benutzung eines Fernschreibers im Verkehr mit einer Rechanlage 3 bis 10 \$ je Stunde, die Rechenzeit 5 bis 20 \$ je Minute (mittlere Anlagen). Da je Stunde Benutzungsdauer nur einige Minuten Rechenzeit in der Zentrale anfallen, dürften die Gesamtkosten etwa 100 \$ je Stunde betragen. Nun verbilligen sich die Leistungen der elektronischen Rechengenäte dauernd; in den nunmehr hinter uns liegenden 18 Jahren Rechenmaschinenproduktion hat sich ja der Preis je Operation um einen Faktor von mehreren Hundert

ermäßigt. Vielleicht kann in 20 Jahren der Teilnehmer im allgemeinen mit zentralen Maschinenkosten von einigen Mark je Stunde am Fernschreiber oder Sichtgerät auskommen. Dazu kommen die Kosten für sein Endgerät – vielleicht dann in der Größenordnung eines Farbfernsehgerätes – und die Leitungskosten.

Zu den höheren Dienstleistungen, die wenigstens in einfacher Form der Maschine übertragen werden, dürften auch solche der Lehrer, Ärzte und Rechtsanwälte gehören. Nicht zu übersehen ist die Bedeutung der Maschinen im Hinblick auf den programmierten Unterricht. Zentrale Unterrichtsmaschinen können einen großen Teil der Schul- und Schulungsaufgaben übernehmen, wenn ihre Dienste allgemein zugänglich werden.

Sicher wird man sich auch der Maschine bedienen, wenn man körperliche Beschwerden hat. Ein programmierter Gesundheitsdienst, dem man seine Beschwerden schildert, wird dem Patienten präzise Fragen stellen. Selbstverständlich hat er alle früheren Gespräche aufbewahrt, um sie für seine Schlüsse zu verwenden. Er gibt eine Verhaltensvorschrift, einen Hinweis auf ein Medikament oder rät zu einem Arzt, der das Interview und die bisherige Kranken-



Bild 5. Datensichtgerät SIG 100 mit Digitalrechner TR 86

geschichte erhält. Vielleicht wird die Rechenanlage die Polizei alarmieren, wenn sie bei der Unterhaltung eine gefährliche, ansteckende Krankheit diagnostiziert.

Es ist leicht einzusehen, daß es für bestimmte Arten von Gesprächen mit der Maschine ein Identifizierungsverfahren geben muß, das verhindert, daß jemand im Namen eines anderen Erklärungen abgibt. Dazu ist es möglich, Parolen zu verabreden, die nur dem Benutzer und dem mit ihm korrespondierenden Programm bekannt sind. Oder es wird für strengere Anforderungen elektronische Parolenabfrager geben, in die man eine Art Schlüssel einführt, der im elektronischen System den Personalausweis vertritt.

Wenn man sich in rechtlichen Schwierigkeiten sieht, wird man Rechtsauskünfte verlangen. Ein Programm wird sich in die Lage des Benutzers hineinfragen und ihn – sofern möglich – über die Konsequenzen unterrichten. Hier erhebt sich allerdings die Frage, ob man diese Auskunft noch verwenden wird, wenn dasselbe Programm eventuell die Polizei ruft, wenn das Interview den Benutzer verdächtigt.

Es wird zentrale Vermittlungsdienste geben. Man kann Nachrichten an einen beliebig definierten Personenkreis verschicken. Der Zahlungsverkehr wird von einem allgemein zugänglichen Postscheck- bzw. Bankprogramm wahrgenommen. Soll man jemandem eine größere Zahlung an Ort und Stelle leisten, dann tritt man an seinen Fernschreiber und veranlaßt die Umbuchung. Die Bank bestätigt die Überweisung sofort. Ein Vermittlungsdienst macht auch das Einkaufen leichter. Als erstes automatisieren die Versandhäuser ihren Handel und geben automatische Katalogauskünfte und nehmen Bestellungen an. Dann gibt es vergleichende Einkaufsvermittler, an die zahlreiche Unternehmen angeschlossen sind und die aus einem großen Sortiment zu wählen gestatten.

Auch die meisten Publikumsleistungen unserer öffentlichen Verwaltung sind von einem Typ, der den Gang zu Behörden durch den Verkehr am Fernschreiber oder Sichtgerät abzulösen gestattet. Die Publikumsbehörden führen einen großen Datenbestand, etwa über Personalstatus, Gesundheit, wirtschaftliche Verhältnisse, Verhalten, Militärdienst, der mit Sicherheit von Maschinen gespeichert und fortgeschrieben werden wird. Die einzelnen Datenbestände, die die Behörden führen, wer-

den dann nach einheitlichem Schema aufgebaut, so daß Angaben aus verschiedenen Beständen zu einem umfassenden Dossier über meine Person zusammengesetzt werden: Geburtsprotokoll, Taufprotokoll, Folge von Krankheitsberichten, Behandlungsprotokolle, Militäruntersuchungen, militärische Führungszeugnisse, erworbene Zeugnisse – etwa ein Bild von Intelligenzleistungen, wie sie aus dem Maschinenfernunterricht hervorgehen – Familienstandsprotokolle, Strafeintragungen, Berufs-, Versicherungs-, Steuerunterlagen usw. Möglicherweise bemächtigt sich der Staat auch eines Verzeichnisses, was man liest, wer mit wem welche Nachrichten austauscht, welche Aufgaben man sonst den Maschinen übergibt? Dadurch, daß diese Maschinen in zahlreiche Bereiche des Lebens ein-

dringen, kann sich der Staat – oder ebenso ein Privatunternehmen, das eine genügend starke Stellung auf diesem Gebiet der Maschinendienstleistungen innehat – ein umfassendes Bild über jede Person zusammenstellen, das die *Privatheit* im heutigen Sinne aufhebt. Wer darf sich darüber orientieren? Wird ein solches Unternehmen derartige Nachrichten an andere abgeben? Wenn man die Rechenmaschine so weitgehend verwenden kann und dann wahrscheinlich muß, wird jede wichtige Tätigkeit des Benutzers der Maschine in Spuren offenbar.

In den Vereinigten Staaten, wo die Entwicklung bereits weiter gediehen ist und das Bewußtsein für die Substanz der Grundrechte wahrscheinlich auch wacher, ist das umrissene Problem des Informationsschutzes bereits mehrfach



David and Goliath

ABG 1279. 70

Bild 6. Wahlkampfplakat aus den USA

Gegenstand von Sitzungen von Kongreßausschüssen gewesen. Bild 6 (aus der Zeitschrift „Computerworld“) zeigt, daß sogar im amerikanischen Wahlkampf diese Fragen eine Rolle spielen: Der (später siegreiche) Kandidat Gallagher vertreibt die drohende Nationale Datenbank – ein umfassendes Auskunftssystem für die Behörden – vom Grundstück des Bürgers John Q. Der Ausflug in die Politik bietet zugleich eine Ansicht dieser Technik, die gerade auf eine posttechnische Tagung gehört: Die Post erfüllt ihre Aufgabe als

öffentlichen Auftrag unseres Gemeinwesens. Gestützt auf das von ihr betriebene Fernmeldenetz entsteht eine neue Klasse von öffentlichen Dienstleistungen, die, wenn sie nicht ehrenhaft und nach wohl noch aufzustellenden Normen – verwandt mit denen von Brief- und Fernmeldegeheimnis – erfüllt werden, dem Bürger beträchtlichen Schaden bringen kann. Hier mischt sich, wie so oft in der Posttechnik, technischer und politischer Auftrag. Es erscheint notwendig, sich die Möglichkeiten und Gefahren des raschen

Eindringens der Informationstechnik in unser tägliches Leben möglichst drastisch vorzustellen, um rechtzeitig zu erkennen, welche Rechte wir als einzelne künftig neben den anerkannten Grundrechten beanspruchen müssen, um unsere *Privatheit* zu verteidigen. Das berechnete öffentliche Interesse, unseren Staat wirkungsvoller zu organisieren, und unser eigenes Interesse, mächtigere Hilfsmittel zu besitzen, muß gegen den drohenden Verlust unseres Verhaltensspielraumes abgewogen werden.

Studienarbeiten unterstützen Ausbildung für Informatik-Ingenieure

DK 377.5 : 621.3 : 65.011.56 : 681.31

Horst Meintzen¹⁾

An der Staatlichen Ingenieurschule Konstanz ist das Anfertigen einer Studienarbeit seit wenigen Jahren eine notwendige und nicht hinreichende Bedingung für den erfolgreichen Abschluß einer Ingenieurausbildung. An den Beispielen einiger abgeschlossener Arbeiten im Rahmen der bisherigen Ausbildungsrichtung *Elektrotechnik/Automation und Datentechnik* (EA) seien Einblicke in Aufgabenarten sowie in Bemühen und Erfolg von Bearbeitern und Betreuern vermittelt. Der genannten Ausbildungsrichtung wurde kürzlich die Bezeichnung *Informatik* (mit der Bedeutung Ingenieur-Informatik) übertragen [1]; die folgenden Aussagen haben besonders hierfür, aber auch teilweise in allgemeinerem Sinne Gültigkeit.

Entsprechend den Leitgedanken für die Einrichtung dieser Studien- oder Ingenieurarbeiten, die jeweils ein Thema aus einem gewählten Fachgebiet bearbeiten lassen, ist mit ihnen eine wertvolle Ergänzung der durch Lehrveranstaltungen, Übungen und Prüfungen vermittelten Ausbildungsbeiträge verbunden. In den meisten Fällen handelt es sich zwangsläufig zunächst um anwendungsbezogene Themenstellungen zu einem oder auch zu mehreren Fächern der

1) Dipl.-Ing. Horst Meintzen ist Dozent an der Staatlichen Ingenieurschule Konstanz.

Ausbildungsrichtung. Für die Ingenieur-Informatik bedeutet dies ein besonders vielfältiges Spektrum möglicher Aufgaben. Einschränkungen ergeben sich unter anderem aus den realen (zum Teil auch handwerklich begründeten) Vorkenntnissen der studentischen Bearbeiter, aus der relativen zeitlichen Lage der Bearbeitung innerhalb des Zeitplans der Gesamtausbildung, aus der begrenzten Bearbeitungsdauer und aus der Zahl und der technischen Ausstattung verfügbarer Arbeitsplätze an der Ausbildungsstätte, weniger aus der fachlichen Beweglichkeit und dem Einfallreichtum von Dozenten als Betreuer der Arbeiten.

Auch die industriellen Kreise, denen der Ausbildungsstand künftiger Partner wichtig erscheint, haben zur Einrichtung der Ingenieurarbeiten eine sehr positive Einstellung. Zu den Firmen mit sehr aktiver Unterstützung gehört AEG-TELEFUNKEN in Konstanz.

Für die Ausbildung von Informatik-Ingenieuren haben unter anderem die Fächer eine wesentliche Bedeutung, welche die technischen Funktionen und die Programmierung von elektronischen Rechenanlagen und kompletten Systemen direkt oder indirekt betreffen [2]. Die Behandlung des Lehrstoffs ist unbedingt zu unterstützen durch Übung

gen mit geeigneten Demonstrations- und Arbeitsgeräten [3]. Hierfür besteht ein Aufbaubedarf, der entweder durch Kauf fertiger Geräte oder durch Ingenieurarbeiten im eigenen Haus mit dem Resultat gebrauchsfähiger Geräte, und zwar weitgehend ohne personelle Hilfe der Industrie, zu decken ist. Für eine junge Fachrichtung besonders einschränkend kann sich eine haushalts-technisch verzögerte Bereitstellung von Mitteln für die materiellen Komponenten von Produkten der Ingenieurarbeiten auswirken. In solchen Fällen wird eine materielle Unterstützung durch die Industrie von den Betreuern besonders dankbar begrüßt. Geistig nicht weniger anspruchsvoll, wenn auch für manche Ingenieure etwas ungewöhnlich gegenüber reinen Gerätebauproblemen, sind Themen auf geeigneten Gebieten der Anwendungsprogrammierung. Vom Erreichen eines entsprechenden studentischen Ausbildungs-niveaus ab ist eine technisch orientierte, abstraktere Behandlung von Problemlösungen während des Studiengangs zu berücksichtigen; es handelt sich besonders um Simulationen durch Rechnerprogramm [4]. Die hat den vorteilhaften Nebeneffekt, daß man auf mehrere problemorientierte Geräte mit eventuell niedrigem Nutzungsgrad verzichten kann und

mit der normalen Ausstattung eines gepflegten Rechenzentrums auskommt. Begonnen wurden im Sommersemester 1968 die eigenen Aktivitäten für Ingenieurarbeiten in den hier zu betrachtenden Fächern *Digitalrechner-Systeme* und *Programmieren von Digitalrechnern* unter den insgesamt 14 technischen Lehrplanfächern der bisherigen Schwerpunktausbildung *Automation und Datentechnik (EA)*. Es handelte sich um die Themen [5] und [6], die zum Teil zusammenhängen; dabei war in zwei Teilen der Arbeit [5] maßgebend, daß Geräte (von AEG-TELEFUNKEN in Konstanz stammend) für den Laborübungsbetrieb erweitert werden sollten. Teil I der Arbeit betraf das digitale Experimentiergerät DEX 100 und eine noch nicht vorhandene Anpassungselektronik für seine Zusammenarbeit mit den Lochstreifengeräten einer gespendeten Schreibautomatenanlage Olymax® der Olympia-Werke. Mit dem DEX 100 ist für recht viele Arten von Problemlösungen binärlogischer Art eine mit Stecktafel programmierbare Simulation durch in Übungen zu entwerfende binäre Schaltnetze bzw. Schaltwerke gegeben. Die Information wird am Gerät von Hand eingegeben; die Ausgabe geschieht über Anzeigelämpchen. Dieses Gerät wird durch wahlweisen Betrieb einer angeschlossenen Lochstreifen-Eingabe und -Ausgabe in seiner Gesamtgeschwindigkeit und Vielseitigkeit deutlich erhöht und kann sich als Kleinanlage mit 60 Verknüpfungs- und 24 Speichergliedern mit vielen der mittlerweile auf dem Markt erhältlichen Übungsgeräte im Anwendungsnutzen messen. Wesentlich ist dabei die über Lochstreifen gegebene Bearbeitungsmöglichkeit von vorder- oder nachgeordneten Problemlösungen über einen digitalen Universalrechner. Das leihweise benutzte Exemplar DEX 100 wurde, da sich das Problem der Bezahlung wider Erwarten nicht lösen ließ, schließlich dem Hersteller wieder zurückgegeben. Statt dessen wird jetzt die noch universellere digitale Simulation über Software betrieben [4]. Der Teil II der Arbeit [5] erreichte das Ziel einer vervollständigten Anpassungselektronik zum Anschluß eines digitalen Plotters (Typ CALCOMP 565) an einen Eingabe-Ausgabe-Kanal des Telefunken-Rechners TR 10. Beide Teile der Arbeit wurden mit Unterstützung von AEG-TELEFUNKEN im Konstanzer Werk durchgeführt. Wie in Fachkreisen allgemein bekannt ist, sind diese Plotter und ihre Pro-

grammierung für viele Anwendungen das optimale, für andere das minimale an notwendigem Ingenieurwerkzeug im Rahmen der Geometrischen Datenverarbeitung [7]. In der Ausbildung gehören hierzu allgemein zugängliche Programmkomponenten: Standard-Unterprogramme mit Anschluß an problemorientierte Sprachen, wie ALGOL 60 bzw. FORTRAN. Da diese ausschließlich für FORTRAN vom Plotterhersteller direkt verfügbar waren, wurde wegen der Bevorzugung von ALGOL in der Staatlichen Ingenieurschule Konstanz die Aufstellung eines Prozedursystems zum ALCOR TR 10 als Thema mit mehreren Teilen für die Arbeiten [6], [8], [9] vergeben. An Hand von nur in englische Sprache beschafften Unterlagen über ein solches System des Mathematischen Zentrums Amsterdam sowie des Gerätehandbuch für den Plotter konnten die Arbeiten betrieben werden. Dabei sind von den Bearbeitern als neuartige Ausbildungskomponente nicht nur einige ihrer fachlich-fremdsprachlichen Probleme bewältigt, sondern Einsichten in Inhalt, Aufbau und Funktionszusammenhänge der Prozeduren gewonnen worden. Als der erforderliche und vorgesehene Speicherausbau des Rechners TR 10 entfiel, ergab sich schließlich die Möglichkeit eines Übergangs zum Telefunken-Rechner TR 4 des Konstanzer Rechenzentrums von AEG-TELEFUNKEN mit bezahlter Rechenzeit. Außer einem stationären Plotter steht dort als Operator des Betriebssystems das ALGOL-60-Prozedursystem ALPOT erstellt als Codeprozeduren in TEXAS vom AEG-TELEFUNKEN-Rechenzentrum in Backnang) inzwischen zur Verfügung, so daß der Übungsbetrieb der Studenten – vom Verfasser als ein Ziel der Ingenieurarbeiten geplant – mit Anwendungsprogrammen im Sommersemester 1970 bereits aufgenommen werden konnte [7]. Ingenieurarbeiten über Software auf dem Gebiet der Geometrischen Datenverarbeitung wurden inzwischen fortgesetzt; dabei erweisen sich die früheren Arbeiten für nachfolgende Bearbeiter als nützlich. Nach den ersten drei Semestern seit Bestehen der Ausbildungsrichtung *Elektrotechnik, Automation und Datentechnik* der Staatlichen Ingenieurschule erhöhte sich deren Hörerzahl je Semester um 150 %. Damit zugleich wurde zu externen Ingenieurarbeiten ein reges Interesse der EA-Studenten für Themen und Arbeitsplätze in Hardware-Abteilungen von AEG-TELEFUNKEN in Kon-

stanz realisierbar. Zweifellos waren unter anderem hierfür Werkstudenten-Erfahrungen im Vorteil. Es entstanden während der Ferien vor dem Sommersemester 1970 die in alphabetischer Namenfolge genannten Arbeiten [10] bis [16]. Die vereinbarte Betreuung in den einzelnen Abteilungen durch die sehr aufgeschlossenen Herren der Firma reichte von quasisynchroner bis zu asynchroner Steuerung und bis zu voll selbständigem Wirken der studentischen Bearbeiter. Eine Entlastung für die Betreuung seitens der Staatlichen Ingenieurschule ist dadurch jedoch nur bedingt zu verzeichnen, Anzahl und Thematik der Ingenieurarbeiten gaben dem Verfasser beispielsweise Gelegenheit, Einblicke in alte und neue Bearbeitungsmethoden für die weiterentwickelten Probleme beim Hersteller von Datenverarbeitungsanlagen auch auf diesem Wege zu erweitern. Über unmittelbare und weitere Folgerungen, die sich aus Weiterbildungs-Komponenten dieser Art für die Lehrplanung und die Ausbildung von Studenten der künftigen Ingenieur-Hochschule sowie für die Tätigkeit der erforderlichen Assistenten ergeben, wird nach Möglichkeit in einem getrennten Beitrag zu berichten sein. Teilweise zeigen die Arbeiten [3], [4] und [7] bereits bestätigte Ansätze.

Ein Querschnitt durch die Themen der sieben Studienarbeiten in der Industrie umfaßt repräsentativ folgende (erweiterbare) Gruppen:

A Durchführen von Meßreihen an vorgegebenen Objekten und Berechnungen dazu.

B Entwurf, Aufbau, Fertigungslenkung und Funktionsprüfung von digitalen Geräten handlicher Größenordnung, C Entwurf von Funktionseinheiten als Teile umfangreicherer und komplexer Geräte (Systeme) nach abstrakten Methoden.

Zur Gruppe A ist Arbeit [11] ein Beispiel mit nützlichem Ergebnis; hierbei standen apparative Meßhilfen zur Verfügung, die in der Staatlichen Ingenieurschule Konstanz Abt. EA nicht vorhanden sind. Die Gruppe B war durch drei Arbeiten vertreten: [10] betraf im Entwicklungslabor ein Prüfgerät für die Funktionen eines Bildwiederholungsspeichers im Zusammenwirken mit dem Telefunken-Sichtgerät SIG 100 [17]. Mit [12] entstand im Prüffeld ein recht universelles Simulationsgerät für das Ansteuerungsverhalten rechnerperipherer Baueinheiten als Prüfobjekte. Zur Nachbildung von regelmäßigen und unregelmäßigen

Betriebs- und Pausenzeiten können variable und zeitlich definierte Bitmuster verschiedener Pegel durch Impulsserien von sechs Takten erzeugt werden. Ebenfalls in einem Entwicklungslabor und voll betriebsfähig entstand zu [15] ein weiteres digitales Simulationsgerät. Für verschiedene Betriebsarten von Informationstransporten (Einzelwort-Ein-Ausgabe) zwischen dem Rechnerkernkanal des Digitalrechners TR 86 [18] und unterschiedlichen Peripheriegeräten über entsprechende Anpaßwerke als Entwicklungs- und Testobjekte wird die TR-86-Schnittstelle nachgebildet. Der Gruppe C gehören zwei der weiteren interessanten drei Arbeiten hinsichtlich funktioneller Aufgabenstellung, technischer Realisierungs-Parameter und Bearbeitungsmethode an [19]. Es handelt sich bei [14] und [16] um logisch-topologisch-elektrotechnische Probleme bei Schaltwerkentwürfen zur gegebenen algebraischen Form der Schaltfunktionen [20], [21]. Hierbei werden der Operator SIMSA zur logischen Simulation und weitere LOGOL-Operatoren des Programmsystems LOTSE [22] verwendet, letztere auch bei [10] und [15]. In einer verbal vorgelegten frühen Phase eines Schaltwerkentwurfs und damit vor der Berücksichtigung mehrerer elektrischer Eigenheiten eines bestimmten digitalen Schaltkreissystems behandelte die Arbeit [13] als Studie vor einer eventuellen Simulation per Programm die Steuerung

des Informationstransports zwischen zwei Kernspeichern über Pufferregister.

Schrifttum

- [1] W. Giloi: Was ist Informatik? Zeitschr. d. Techn. Universität Berlin (1970) 1, S. 4–15.
- [2] E. Jessen: Rechenmaschinen als Koordinatoren in großen Systemen. Zeitschrift „Staatliche Ingenieurschule Konstanz“ (1965) 19/20, S. 19–21.
- [3] H. Meintzen: Digitaler Kleinrechner und Lernprogramme unterstützen Ausbildung für die Automation. Techn. Mitt. AEG-TELEFUNKEN (1968) 2. Beih. Datenverarb. S. 30–32.
- [4] H. Meintzen: Digitale Simulation – ein Ausbildungsbeitrag für Automations-Ingenieure. Zeitschrift „Staatliche Ingenieurschule Konstanz“ (1969) 25, S. 9–15.
- [5] D. Matuschke: Anpassung von E/A-Geräten an digitale Verknüpfungs- bzw. Verarbeitungseinheiten. Ingenieurarbeit, SIS Konstanz, Abt. EA, WS 1968/69.
- [6] H. Dreher u. I. Schwindt: Bausteine eines Programmsystems (Teil I) zur digitalen Zeichenmaschinensteuerung. Ingenieurarbeit, SIS Konstanz, Abt. EA, WS 1968/69.
- [7] H. Meintzen: Geometrische Datenverarbeitung – ein Ausbildungsbeitrag für Informatik-Ingenieure. Zeitschrift „Staatliche Ingenieurschule Konstanz“ (1970) 26.
- [8] R. Dold u. K. Metzler: Bausteine eines Programmsystems (Teil II) zur digitalen Zeichenmaschinensteuerung. Ingenieurarbeit, SIS Konstanz, Abt. EA, SS 1969.
- [9] P. Henig, H. Kulcsar u. H. Neumann: Bausteine eines Programmsystems (Teil III) zur digitalen Zeichenmaschinensteuerung. Ingenieurarbeit, SIS Konstanz, Abt. EA, WS 1969/70.
- [10] F. Aichele: Testgerät zur dynamischen Prüfung des Bildwiederholungsspeichers. Ingenieurarbeit, SIS Konstanz, Abt. EA, SS 1970.
- [11] G. Bertram: Berechnung und Messung des Übersprechens bei steilen Impulsen für ein Mehrleiterbandkabel. Ingenieurarbeit, SIS Konstanz, Abt. EA, SS 1970.
- [12] H. P. Brickl: Programmierbarer Impulsgenerator mit einer Folgeperiode von 6 Taktzeiten. Ingenieurarbeit, SIS Konstanz, Abt. EA, SS 1970.
- [13] B. Butscher: Transportsteuerung eines Pufferregisters. Ingenieurarbeit, SIS Konstanz, Abt. EA, SS 1970.
- [14] R. Engelhardt: Rechnergestützter Entwurf für Mikroprogrammsteuerung zum Rechenwerk. Ingenieurarbeit, SIS Konstanz, Abt. EA, SS 1970.
- [15] H. J. Hirsch u. K. Puschkarsky: Entwicklung und Aufbau eines Simulators für den Rechnerkernkanal TR 86. Ingenieurarbeit, SIS Konstanz, Abt. EA, SS 1970.
- [16] J. Müller: Rechnergestützter Entwurf für Ablaufsteuerung zum Befehlswerk. Ingenieurarbeit, SIS Konstanz, Abt. EA, SS 1970.
- [17] G. Neubauer: Sichtgeräte in elektronischen Datenverarbeitungsanlagen. Techn. Mitt. AEG-TELEFUNKEN (1968) 2. Beih. Datenverarb. S. 15–18.
- [18] N. Barth, A. Fuhrmann u. H. Rohde: Der Digitalrechner TR 86 – eine Systemübersicht. Techn. Mitt. AEG-TELEFUNKEN (1968) 2. Beih. Datenverarb. S. 25–29.
- [19] E. Jessen: Über die Bedeutung von Großrechenanlagen. Techn. Mitt. AEG-TELEFUNKEN (1968) 1. Beih. Datenverarb., S. 3–8.
- [20] D. Straub u. W. Wolf: Ein Mehrfunktionen-Baustein als Gatter und MN-Flipflop. Wiss. Ber. AEG-TELEFUNKEN (1968) 1, S. 39–43.
- [21] F. Jenik u. H. Stopper: Schnelle Schaltkreise der Digitaltechnik. Vortrag VDE-Fachtagung (1968), Hannover.
- [22] H. Hummel: LOTSE, ein Programmsystem zur Automatisierung der Entwicklung von Schaltwerken. Datenverarbeitung AEG-TELEFUNKEN 3 (1970) 1, S. 37–50.

Das Satellitensystem des Telefonken-Rechensystems TR 440

Evers, Manfred, und Hoheisel, Werner
DATENVERARBEITUNG AEG-TELEFUNKEN 3 (1970) 3, S. 122–124.

In einem Überblick werden die Begriffe Teilnehmer-Rechensystem und Satellitensystem erläutert. Die Wirkungsweise des Satellitensystems TR 86 S innerhalb des Telefonken-Rechensystems TR 440 wird umrissen und auf Mehrfachanschluß von Satellitensystemen (Kaskadenschaltung) erweitert. Im zweiten Teil wird die Steuerung des Datenflusses innerhalb des Satellitenrechners beschrieben.

DATENVERARBEITUNG AEG-TELEFUNKEN

DK 681.322.06 TR 440

Zum Programmiersystem des Telefonken-Rechensystems TR 440

Schmidt, Enno, Linn, Norbert, Schwald, Andreas, und Krainer, Hanno
DATENVERARBEITUNG AEG-TELEFUNKEN 3 (1970) 3, S. 124–131, 5 B, 5 Qu.

Aus verschiedenen Gesichtswinkeln werden die Möglichkeiten für den Benutzer der Rechenanlage TR 440 erläutert. Ein Auftrag des Benutzers besteht aus einer Kommandofolge, die im Abschnitt Grunddienste beschrieben wird. Es folgen die Angaben zu den möglichen Programmiersprachen und die im TR 440 gegebene Möglichkeit, Programmteile aus verschiedenen Quellsprachen miteinander zu verbinden. Ein weiterer Abschnitt behandelt die Testhilfen auf Quellebene wie Ablaufprotokollierung oder dynamische Kontrollen sowie Fehleranalysen. Abschließend werden die zusätzlichen Leistungen des Programmiersystems im Teilnehmerbetrieb (Auftragsform Gespräch) behandelt.

DATENVERARBEITUNG AEG-TELEFUNKEN

DK 681.322 TR 440

Der TR 440 mit zwei Rechnerkernen und Massenkernspeicher

Stadie, Gunter
DATENVERARBEITUNG AEG-TELEFUNKEN 3 (1970) 3, S. 132–133, 1 Qu.

Es werden die Möglichkeiten vorgestellt, das Rechensystem TR 440 mit zwei Rechnerkernen und/oder einem Massenkernspeicher auszustatten. Für zwei Rechnerkerne sind die Hardwarevoraussetzungen gegeben. Mit dem Massenkernspeicher kann im Direktzugriff (adressiert) oder im Blockzugriff (wie ein Peripheriegerät) Information ausgetauscht werden.

DATENVERARBEITUNG AEG-TELEFUNKEN

DK 681.322.07 TR 440

Periphere Einheiten der TR-440-Staffel (Auswahl)

DATENVERARBEITUNG AEG-TELEFUNKEN 3 (1970) 3, S. 133–134.

Die Zusammenstellung enthält eine Auswahl der gebräuchlichsten Peripheriegeräte des TR-440-Rechensystems.

DATENVERARBEITUNG AEG-TELEFUNKEN**Die Mathematische Programmbibliothek des TR 440**

Kääb, Heinz
DATENVERARBEITUNG AEG-TELEFUNKEN 3 (1970) 3, S. 136

Aus den vielfältigen Anwendungsmöglichkeiten des TR 440 wird die Verwendung in Wissenschaft und Technik vorgestellt. Programme der Bibliothek auf dem Gebiet der Numerik und der Statistik werden aufgezählt.

DATENVERARBEITUNG AEG-TELEFUNKEN

DK 681.322 TR 440 : 002 : 659.2

Anwendungssysteme für den TR 440

Voltz, Hannspeter
DATENVERARBEITUNG AEG-TELEFUNKEN 3 (1970) 3, S. 136–140, 1 B.

Die umfangreichen Entwicklungsvorhaben bei AEG-TELEFUNKEN im Bereich der Anwendungssoftware werden mit unterschiedlichem Detaillierungsgrad vorgestellt. In der Anwendung sind die Systeme TELDOK (Dokumentationssystem) und PSS (Planungssystem für die Produktion). Für beide Systeme bildet das DBS (Datenbanksystem) die erforderliche Datenverwaltung in Form strukturierter und unstrukturierter Sätze. In der Planung sind Führungssysteme der öffentlichen Verwaltung und Management-Informationssysteme.

DATENVERARBEITUNG AEG-TELEFUNKEN

DK 621.395 : 681.3 "313"

Gedanken über die Beziehungen zwischen Fernmelde- und Informationstechnik und ihre zukünftige Entwicklung

Jessen, Eike
DATENVERARBEITUNG AEG-TELEFUNKEN 3 (1970) 3, S. 141–145, 5 B.

Ausgehend von den gemeinsamen technischen Grundlagen von Fernmelde- und Informationstechnik behandelt der Beitrag zunächst die Verwendung der Informationstechnik im Fernmeldewesen einerseits und den Einsatz der Fernmeldetechnik zur Lösung umfassender Informationsverarbeitungsprobleme andererseits. Die fortschreitende Technik wird zu immer preisgünstigeren Rechenzeiten und zu einer außerordentlich bequemen Kommunikationsform zwischen Benutzer und Rechner führen. In einer Extrapolation in die Zukunft wird erkennbar, wie weit die allgemeine Nutzung von Teilnehmer-Rechensystemen die Lebensgewohnheiten der Menschen verändern könnte.

DATENVERARBEITUNG AEG-TELEFUNKEN

DK 377.5 : 621.3 : 65.011.56 : 681.31

Studienarbeiten unterstützen Ausbildung für Informatik-Ingenieure

Meintzen, Horst
DATENVERARBEITUNG AEG-TELEFUNKEN 3 (1970) 3, S. 145–147, 22 Qu.

Mit obligaten Studienarbeiten freier Themenauswahl an der Staatlichen Ingenieurschule Konstanz ist eine ingenieurgemäße Ergänzung der anderen Ausbildungsbeiträge beabsichtigt. Es wird berichtet über solche Arbeiten, die, z. B. mit den Lehrfächern *Digitalrechnersysteme* und *Programmieren von Digitalrechnern* der bisherigen Ableitung *Elektrotechnik/Automation und Datentechnik* (neuere Bezeichnung: *Informatik*) verbunden, innerhalb der Schule abliefern und über eine Reihe von Arbeiten in Hardwarelabors von AEG-TELEFUNKEN in Konstanz. Eine Themenauswahl zeigt typische Gruppen, die sich von der bereits üblichen Praxisbetonung mit weniger Theorie bis zu funktionellen Entwürfen nach abstrakten Methoden erstrecken.

DATENVERARBEITUNG AEG-TELEFUNKEN

Bild auf der vierten Umschlagseite
Über drei Großrechner vom Typ TR 440 wird das Rechenzentrum von AEG-TELEFUNKEN Konstanz in Kürze verfügen, um auch weiterhin bei der Entwicklung zukunftsicherer Datenverarbeitungssysteme mit an führender Stelle stehen zu können. Der auf dem Bild erkennbare Bedientisch gehört zu einem der beiden bereits seit einiger Zeit in Betrieb befindlichen Rechner dieses Typs



Die zunehmende Ausbreitung von Vielbenutzer-Systemen führt zu einer wachsenden Nachfrage nach Datensichtgeräten. Speziell für die Verwendung in derartigen Systemen hat AEG-TELEFUNKEN die Sichtgeräte SIG 100 (für graphische und alphanumerische Darstellungen) und SIG 50 (für alphanumerische Darstellungen) entwickelt. Das Bild zeigt zwei Geräte vom Typ SIG 100 im Prüffeld

AEG



**ALLGEMEINE ELEKTRICITÄTS-GESELLSCHAFT
AEG-TELEFUNKEN**

