



Sonderdruck AH 583

Handbuch der maschinellen  
Datenverarbeitung (Forkel)

März 1966

HMD 9/1/14

---

Niesporek

**Die Telefunken-  
Datenverarbeitungs-  
anlage TR 4**

## Die Telefunken-Datenverarbeitungsanlage TR4

Dipl.-Moth. H. Niesporek, Konstanz

### Inhaltsgliederung

- A. Allgemeines
- B. Technische Einzelheiten
  - I. Allgemeine Kennzeichnung
  - II. Die einzelnen Werke der Zentraleinheit
    - 1. Das Rechenwerk
    - 2. Das Befehlswerk mit dem Mikroprogramm-Steuerwerk
    - 3. Das Speicherwerk
    - 4. Das Ein- und Ausgabe-Werk
    - 5. Die Peripheriegeräte
  - III. Die interne Wortstruktur
  - IV. Die Befehle
- C. Programmsysteme
  - I. Übersetzerprogramme
  - II. Testprogramme
  - III. Uebrige Programme
- D. Spezielle Einsatzgebiete

### A. Allgemeines

Im Frühjahr 1962 stellte Telefunken auf der Technischen Messe in Hannover eine Datenverarbeitungsanlage aus, die nach Umfang und Konzept in Europa einen beachtlichen Schritt vorwärts bedeutete.

Unter Berücksichtigung der internationalen Erkenntnisse und Erfahrungen konnte nach intensiven Vorarbeiten eine Anlage angeboten werden, die vom Speicherumfang, der Verarbeitungsgeschwindigkeit und den vielfältigen Anschlußmöglichkeiten für Ein-, Ausgabe-Geräte auch noch heute hohe Ansprüche erfüllt.

Vieles, was gegenwärtig von modernen Maschinen verlangt wird, wurde realisiert. Der TR4 gestattet *Quasi-Simultan-Betrieb* mittels „*time-sharing*“ oder *Zeitmultiplex mit Vorrangsteuerung*. Außerdem ist die moderne Schaltungstechnik mit Halbleitern angewendet worden. Sprach man zur damaligen Zeit von einer „Großrechenanlage“, so ist man heute durchaus noch berechtigt von einer großen „Datenverarbeitungsanlage“ zu reden; denn die verschiedenen Anwendungsmöglichkeiten rechtfertigen diese allgemeinere Bezeichnung. Ganz global können mit dem TR4 sowohl technisch-wissenschaftliche wie auch kommerzielle Aufgabenstellungen gelöst werden.

Die bisher ausgelieferten Anlagen verdeutlichen die Flexibilität im technischen Ausstattungsgrad. So ist z. B. für die typische Verarbeitung vieler Daten, wie sie bei den Steuerberechnungen einer großen *Finanzverwaltung* anfallen, das Finanzministerium eines Bundeslandes mit einer TR4 ausgerüstet. Diese Anlage ist mit Lochkarten-Ein- und Ausgabe-Geräten, mit Magnetbandgeräten und mit Schnelldruckern wohlversehen.

Andere Anlagen wiederum, die vorwiegend der technisch-wissenschaftlichen Forschung und Ausbildung dienen und in Rechenzentren technischer Hochschulen oder von Universitäten installiert sind, kommen mit einer Mindestausrüstung von einigen Lochstreifen-Ein-, Ausgabe-Geräten, einigen Magnetbandgeräten und einem Schnelldrucker aus, so daß je

nach Ausrüstungsgrad von dieser Datenverarbeitungsanlage ein für die meisten praktischen Zwecke geeignetes System gebildet werden kann, das fast allen Erfordernissen der Datenverarbeitung genügt.

## B. Technische Einzelheiten

### (B) I. Allgemeine Kennzeichnung

Der TR4 besteht aus der *Zentraleinheit* und den *Peripheriegeräten*. Zur Zentraleinheit des TR4 gehören folgende Teile:

- die Stromversorgung
- das Rechenwerk
- das Befehlswerk
- das Ein- und Ausgabewerk
- das Speicherwerk
- das Bedienpult mit der Kontrollschreibmaschine.

Befehlswerk, Rechenwerk und Ein-Ausgabewerk sind volltransistorisiert und aus Steckkarten in gedruckter Schaltungstechnik aufgebaut.

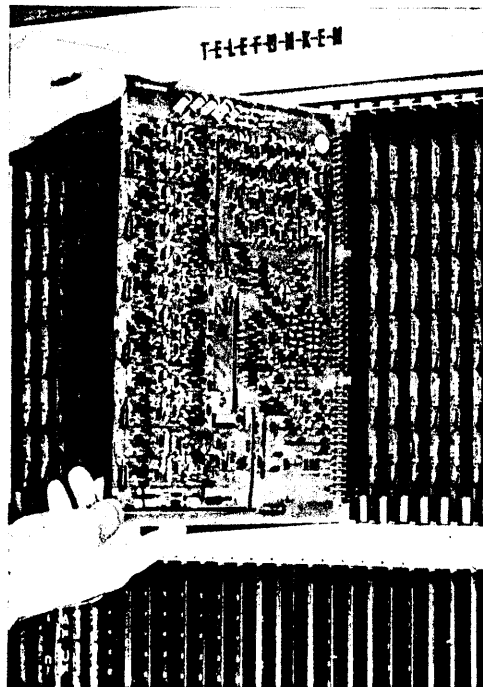


Abb. 1 Rechenwerk mit herausgezogener Steckeinheit.

Die Anlage ist speicherprogrammiert und arbeitet mit einer Netzspannung von 220 V und einer Taktfrequenz von 2 MHz. Das Rechenwerk besteht im wesentlichen aus mehreren Registern von Wortlänge, in denen binär verschlüsselte Information parallel verarbeitet wird. Die Adressierung charakterisiert die Maschine als Eindrößmaschine.

Mit gewissen Spezialbefehlen ist auch eine Teilwortadressierung möglich. *Informations-elemente* im Speicher bzw. in den Registern des Rechenwerkes sind das Ganzwort von maximal 48 verfügbaren Bits, das Halbwort mit 24 Bits und das Drittelwort (der Adreßteil) mit 16 Bits.

### (B) II. Die einzelnen Werke

#### 1. Das Rechenwerk

Das Rechenwerk besteht aus den Registern:

- |                                   |      |                        |      |
|-----------------------------------|------|------------------------|------|
| • Akkumulator                     | (AC) | • Markenregister       | (CR) |
| • Hilfsregister                   | (HR) | • und den Hilfszählern |      |
| • Multiplikandenregister          | (MD) | • XZ                   |      |
| • Multiplikatorquotientenregister | (MQ) | • YZ                   |      |
| • Übertragsregister               | (UB) |                        |      |

Die Zahlen in den einzelnen Registern (Abb. 2) geben die Anzahl der Bits an. Davon dienen die ersten 4 Bits speziellen Prüf- bzw. Kennzeichnungs-Zwecken. Das Rechenwerk ist über das sogenannte „Verteilerregister“ (VR) mit den anderen Werken verbunden. Die Pfeile geben die möglichen Transportrichtungen an.

Der *Akkumulator* ist das eigentliche Rechenregister, das i. a. die zu bearbeitenden Daten wortweise aufnehmen und gewöhnlich nach der Bearbeitung abgeben kann. Zahlreiche Transport- und Rechen-Befehle beziehen sich auf ihn.

Das *Hilfsregister* dient meistens zur Zwischenspeicherung für Vergleichszwecke. Die verschiedenen Vergleichsrelationen zwischen zwei Größen, die im AC und HR stehen, dienen als Kriterien für Verzweigungsentscheidungen. Außerdem wird mit dem Hilfsregister u. a. eine akkumulierende Multiplikation realisiert.

Das *Multiplikandenregister* hält bei Multiplikationen den zweiten Faktor bereit.

Das *Multiplikator-Quotientenregister* zählt bei der Multiplikation und Division und dient als Verlängerung des AC bei der Aufnahme des Ergebnisses.

Im *Markenregister* kann die Markierung eines Zahlwortes zwischengespeichert werden und für Entscheidungskriterien benutzt werden.

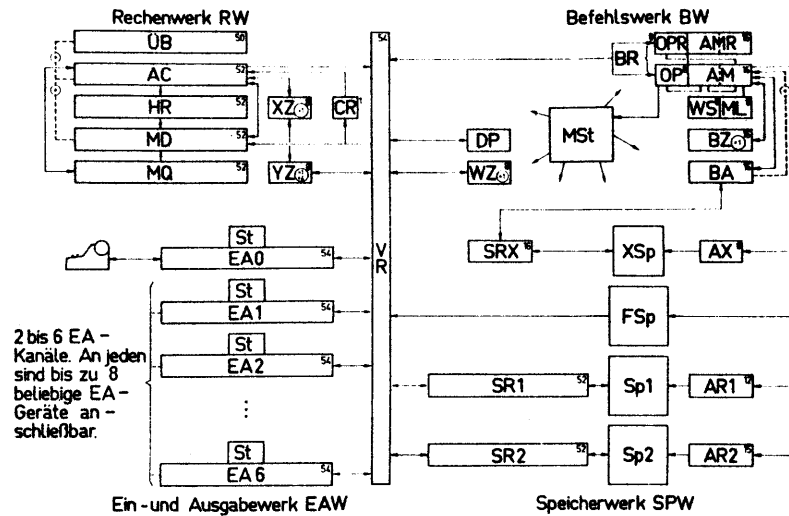
Das *Übertragsregister* dient bei der Parallelarbeit an einem Wort zur Aufnahme und Weiterleitung der eventuell auftretenden Überträge.

#### 2. Das Befehlswerk und das Mikroprogrammsteuerwerk

Das Befehlswerk enthält die Teile

- |                          |      |                                |      |
|--------------------------|------|--------------------------------|------|
| • Befehlsregister        | (BR) | • Unterprogrammordnungs-Zähler | (WZ) |
| • Befehlszähler          | (BZ) | • Merklichterregister          | (ML) |
| • Bereitadressenregister | (BA) | • Wahlschalterregister         | (WS) |

Das *Befehlsregister* ist unterteilt in zwei Register zu je 24 Bits, die je ein Befehlswort aufnehmen können, deren entsprechende Operations- bzw. Adreßteile mit OP, AM bzw. OPR, AMR bezeichnet sind. Während ein Befehlswort, von dem also je 2 in einem Maschinenwort untergebracht sind (siehe Informationsdarstellung), im mit (OP AM) bezeichneten Register entschlüsselt wird, steht das andere in (OPR AMR) zur Vorentscheidung bereit.



2 bis 6 EA - Kanäle. An jeden sind bis zu 8 beliebige EA - Geräte an - schließbar.

**Rechenwerk RW**

- ÜB Übertragsregister
- AC Akkumulator
- HR Hilfsregister
- MD Multiplikatorenregister
- MQ Multiplikator-Quotientenregister
- CR Markenregister
- XZ Exponentenzähler
- YZ Schifftzähler

**Ein- Ausgabe-Werk**

- EA0 Kanal f. Kontrollschreibmasch.
- EA1...6 Ein- Ausgabe-Kanäle 1...6
- St Steuerelektronik

**Verteilerregister VR**

- DP Dreierproben-Prüfwerk

**Mikrogramm-Steuerwerk MSt**

**Befehlswerk BW**

- BR Befehlsregister
- OP Operationsteil
- OPR Operationsteil-Reserve
- AM Adreßteil
- AMR Adreßteil-Reserve
- WS Wahlschalterregister
- ML Merklichterregister
- BZ Befehlszähler
- BA Bereitadressenregister
- WZ Unterprogramm-Ordnungszähler

**Speicherwerk SPW**

- X Indexspeicher
- FSp Festspeicher
- Sp 1 u. 2 Arbeitsspeicher 1 u. 2
- SRX Indexspeicherregister
- SR 1 u. 2 Arbeitsspeicherregister 1 u. 2
- AX Adressenregister
- AR 1 u. 2 Adressenregister 1 u. 2

Abb. 2 Blockschaltbild.

Im Befehlswerk ist also echte Parallelarbeit möglich. Der *Befehlszähler* gibt die Adresse des nächsten auszuführenden Befehles an.

Das *Bereitadressenregister* gestattet im Zusammenhang mit dem Indexspeicher und speziellen Befehlen eine bequeme *Adressenrechnung*, ohne das Rechenwerk zu belegen. Es stellt also ein Adressenrechenwerk dar.

Der *Unterprogrammordnungszähler* dient im Zusammenhang mit speziellen Befehlen dazu, den Anschlußmechanismus für abgeschlossene Unterprogramme zu automatisieren. Dies geschieht, indem die Rücksprungadresse in der nächsten freien *Indexzelle* aufbewahrt wird, deren Adressen im WZ hochgezählt bzw. nach Durchlaufen eines Unterprogrammes heruntergezählt werden.

Im *Merklichter-Register* werden programmierbare Entscheidungskriterien gesetzt, gelöscht bzw. abgefragt. Der Merklichterstand wird außerdem an einer Leuchtzeile am Bedienpult sichtbar gemacht. Dies ist in gewissen Testsituationen ein nützliches Hilfsmittel. Das *Wahlschalterregister* dient zur Abfrage solcher Entscheidungskriterien, die nicht per Programm gesetzt oder gelöscht werden können. Diese sogenannten „externen“ Wahlschalter sind nur für ganz spezielle Zwecke reserviert, z. B. für technische Prüfprogramme, und können nur vom Bedienpult her gesetzt bzw. gelöscht werden. Im Mikroprogramm-Steuerwerk (Mst) wird in Zusammenarbeit mit dem aktiven Teil des *Befehlswerkes* (OP AM) der Ablauf der zu jedem Befehl gehörigen Mikroprogramme gesteuert. Die interne Bitdarstellung jedes Befehles (Intern-Code) dient zur Entschlüsselung und Festlegung der taktweise ablaufenden *Elementarschritte* (Mikro-Operationen) aus denen ein Befehl aufgebaut ist.

Da für den Operationsteil jeweils die ersten 8 Bits des Befehlswortes reserviert sind, wären bei TR4 256 Befehle denkbar. Davon sind ca. 240 Befehle realisiert.

**3. Das Speicherwerk**

Das Speicherwerk enthält bei Vollausbau drei voneinander unabhängige Ferritkernspeicher mit kurzer Zugriffszeit und einen *Festspeicher* (read-only-memory). Im einzelnen besteht es also aus den Teilen

- Festspeicher (Fsp) mit 4 K Wörtern zu je 52 Bits  
Zugriffszeit 1 µs, Zykluszeit 2 µs
- Arbeitsspeicher 1 (Sp 1) mit 4 K Wörtern zu je 52 Bits  
Zugriffszeit 2 µs, Zykluszeit 6 µs
- Arbeitsspeicher 2 (Sp 2) mit 24 K Wörtern in Blöcken zu 4 K Wörtern wie bei (Sp 1)
- Indexspeicher (X) mit 256 Wörtern zu je 16 Bits  
Zugriffszeit 1,5 µs, Zykluszeit 6 µs.

Jeder dieser 4 Speicher hat ein zugehöriges *Adreß-Register* (AF, AR 1, AR 2, AX) zur Adressierung der einzelnen Zellen und bis auf den Festspeicher hat noch jeder ein eigenes Speicherregister für den Transport der Wörter von und zu anderen Werken. Da aus dem Festspeicher nur gelesen wird, konnte man die Information über das Verteiler-Register transportieren und benötigte kein spezielles Register.

Im *Arbeitsspeicherwort* kann man 2 TR4-Befehle unterbringen, daher ist der Adreßbereich doppelt so groß wie die Anzahl der Ganzwortzellen und geht also für den Gesamtspeicher von 0 bis 65535.

Der *Indexspeicher* umfaßt 256 Zellen zu je 16 Bits (Adreßlänge) und wird zu Zählungen, Adressierungen und im Zusammenspiel mit dem Unterprogrammordnungszähler zur Regelung des Unterprogramm-Anschlusses ausgenutzt.

Der *Festspeicher* enthält im wesentlichen ein Spezialprogramm, (Verteilerprogramm — executive-routine) mit dessen Hilfe in Zusammenarbeit mit Funktionen des Mikroprogrammsteuerwerkes die Parallelarbeit mehrerer Programme gesteuert wird.

#### 4. Das Ein- und Ausgabe-Werk

Dieser Teil der Anlage besteht aus den Teilen

- EAO-Register, reserviert für den Anschluß der Kontrollschreibmaschine;
- 6 EA-Register, mit unabhängiger eigener Steuerung.

An jedes EA-Register können bis zu maximal 8 verschiedene Peripheriegeräte in beliebiger Kombination angeschlossen werden. Auf Sonderwunsch kann das EA-Werk mit maximal 8 EA-Registern ausgerüstet werden. Jedes dieser EA-Register dient als Puffer bei Ein- oder Ausgabe-Vorgängen und kann unabhängig und gleichzeitig mit anderen EA-Registern arbeiten. Etwas ungezwungener kann man diese EA-Register auch als EA-Kanäle bezeichnen.

#### 5. Die Peripheriegeräte

An den TR4 sind folgende Ein-, Ausgabe-Geräte anschließbar:

- Magnetbandgeräte MDS 251 A
 

Bandgeschwindigkeit	250 cm/s
Bandlänge	1080 m
Bandbreite	12,5 mm
Blocklänge	10 mm
Blocklückenzeit	4 ms
Übertragungsrage	55 000 Zeichen/s
- Lochkartenleser 48 000 Karten/h
- Lochkartenstanzer 15 000 Karten/h
- Lochstreifenleser 1 000 Zeichen/s
- Lochstreifenstanzer 150 Zeichen/s
- Schnelldrucker
 

16 alphanum. Zeilen/s
20 num. Zeilen/s
Schreibstellen bis zu 160
Zeichenumfang bis zu 61 verschiedene Zeichen
- Plattenspeicher
 

10 Speichereinheiten mit je $1,08 \times 10^4$ Wörtern
mittl. Zugriffszeit 24 ms
- Sichtgerät
 

100 000 Zeichen/s
Zeichenumfang 63 verschiedene Zeichen
Bildwiederholungs-Speicher 1000 Zeichen mit je 24 Bits
Bildelemente Symbole, Vektoren, Polygonzüge
Bildröhre 50 cm $\phi$
Auflösung 512 $\times$ 512

#### (B) III. Die interne Wortstruktur

Durch interne Kontrollen wird verhindert, daß bei Programmierfehlern ein Programm beliebig lange in einer Schleife läuft oder daß wegen falscher Adressierung auf Speicherbereiche gesprungen wird, die nicht Befehlsinformation tragen. Zu diesem Zweck ist für die verschiedenen Worttypen eine sogenannte *Typenkennung* (TK) eingeführt worden. Mit dieser TK, für die 2 Bits der 4 über das eigentliche Wort hinausgehenden Bits benutzt werden, sind also 4 Wortarten festgelegt (Abb. 3).

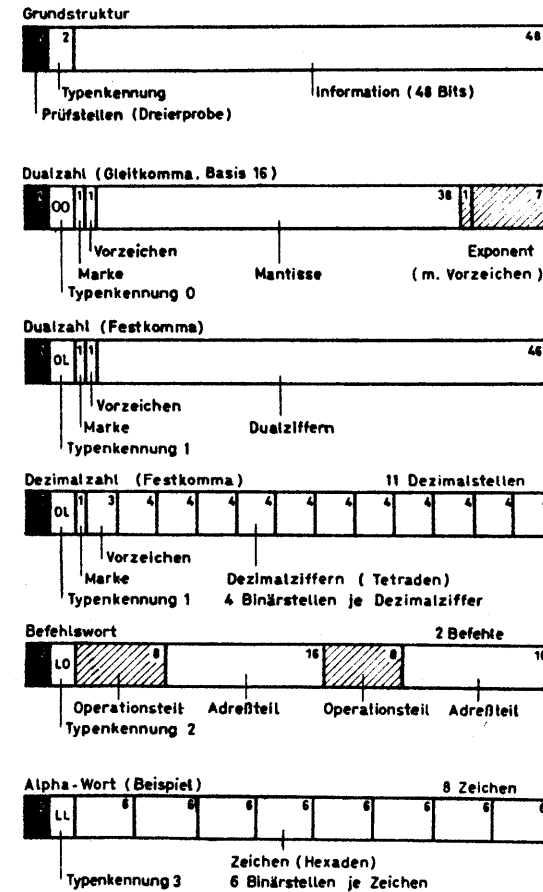


Abb. 3 Wortstruktur.

Das hat verschiedene Vorteile. So kann z. B. die oben erwähnte Kontrolle darauf, ob es sich bei den in das Befehlswerk transportierten Wörtern um Befehle handelt, einfach an der TK vorgenommen werden. Sowie nun ein Zahl- oder Alpha-Wort ins Befehlswerk kommt, indiziert dies eine Alarmmeldung, die das Arbeiten anderer Programme nicht unterbricht. Ein anderer Vorteil ist die Möglichkeit, mit typenkennungsabhängigen Befehlen die Bearbeitung „falscher Daten“ (nämlich solcher, die eine falsche Typenkennung haben), zu verhindern.

Wünscht in Alarmfällen einen Speicherabzug auf ALGOL-Ebene gestattet, was dem Programmierer bei der Fehlersuche sehr helfen kann.

Auch für die Sprachen COBOL und FORTRAN sind Compiler verfügbar.

### (C) II. Testprogramme

ALGOL-Programme können im Betriebssystem in einer Testversion laufen. Programme, die im Extern-Code geschrieben sind, müssen unter Kontrolle eines *Überwacherprogrammes (tracer)* gesetzt werden. Dieser interpretierende Überwacher druckt das Ergebnis eines Befehles in standardisierter Form so aus, daß der Programmierer die Testauswertung am Schreibtisch vornehmen kann.

Als weitere Testhilfe gibt es noch ein Druckprogramm, das Speicherinhalte in Gegenüberstellung von Intern- und Externdarstellung ausdrückt.

Schließlich sei auch noch für binäre Speicherausdrücke vom Kernspeicher oder vom Magnetband das Programm DIAGNOS erwähnt.

### (C) III. Übrige Programme

Es werden nicht alle übrigen Programme aufgezählt, sondern es wird wieder nur eine Auswahl getroffen.

Für die Lösung betriebswirtschaftlicher Probleme liegt in der TR4-Programm-Bibliothek ein PERT-CPM-Programm und ein Programm für die Simplex-Methode des „Linear Programming“ vor.

Im Rahmen des ALGOL-Compilers existiert eine umfangreiche Sammlung an Prozeduren für mathematische Verfahren.

In SUSA geschriebene Standardprozeduren für die Ein- und Ausgabe mit den verschiedensten Geräten erleichtern die Programmierung. Ein Generator für die vielfältigsten Wünsche hinsichtlich der Ein- und AusgabeprozEDUREN mit Magnetbandgeräten sowie Sortier- und Mischroutinen sind verfügbar.

Schließlich ist es auch möglich, die im Betriebs-System inkorporierten Programme mit sogenannten System-Befehlen für die in TEXAS geschriebenen Programme nutzbar zu machen.

Für Wartungszwecke existieren eine Anzahl sogenannter Prüfprogramme.

## D. Spezielle Einsatzgebiete

Ganz allgemein ist der TR4 auf allen Gebieten der Datenverarbeitung universell verwendbar, so daß man seinen Einsatz an Rechenzentren von Universitäten und Hochschulen nicht eigens zu erwähnen braucht.

Wegen der mit hohen Arbeitsgeschwindigkeiten verbundenen Möglichkeit, ihn auch im Realzeitbetrieb einzusetzen, ist eine Anlage auf dem Flughafen in Frankfurt/M. für die Bundesflugsicherung eingesetzt.

Außerdem ist ein TR4 das Kernstück der Simulationsanlage zur Kontrolle des europäischen Flugverkehrs, die der europäischen Behörde EUROCONTROL zur Verfügung stehen soll.

Der Wertebereich der verschiedenen intern darstellbaren Zahlen umfaßt für

dezimale Festkommazahlen	11 Dezimalstellen für
duale Festkommazahlen ca.	13 Dezimalstellen;
duale Gleitkommazahlen x	genügen der Ungleichung
	$7,5 \cdot 10^{-155} <  X  < 8,4 \cdot 10^{+152}$

Bei Überschreitung dieser Zahlbereiche wird mit einer Alarmmeldung die Arbeit des betreffenden Programmes unterbrochen, die anderen Programme bleiben ungestört.

#### (B) IV. Die Befehle

Der gesamte Befehlsumfang umfaßt folgende Klassen:

- Transportbefehle
- Setz- und Löschbefehle
- Arithmetische Befehle
  - für Festkomma, dual
  - für Festkomma, dezimal
  - für Gleitkomma, dual
  - für Halbwortarithmetik
  - für Adreßberechnungen im BA und in Indezzellen
- Logistische Befehle
- Aufbereitungsbefehle
- Sprungbefehle
- Tabellenbefehle
- Modifizier-, Ersetz- und Adressierbefehle

Einige Besonderheiten dieser Befehle mögen kurz gestreift sein:

Unter den *Transportbefehlen* und den arithmetischen Befehlen gibt es z. B. solche für das Rechnen mit höherer Genauigkeit, die es gestatten, auf bis zu 15fache Wortlänge genau zu rechnen. Auch solche Rechengänge, wie sie beim Skalarprodukt zweier Vektoren nötig sind, gehören zur Befehlsmenge, müssen also nicht eigens programmiert werden.

Die *logistischen Befehle* gestatten die aus der mathematischen Logik bekannten Operationen VEL, AUT, ET sowohl auf einen Operanden von Wortlänge, als auch auf den Adreßteil anzuwenden.

Mit den *Tabellenbefehlen* können umfangreiche Tabellen schneller als mit speziellen Unterprogrammen nach vorgegebenen Suchbedingungen durchgesehen werden.

Die *Aufbereitungsbefehle* erleichtern u. a. für die kommerzielle Datenverarbeitung die Umwandlung von interner binärer Darstellung in die gewohnte dezimale bzw. lesbare Alpha-Schreibweise.

Unter den *Ersetz- und Modifizierbefehlen* sind einige, welche die Programmierung von Schleifen sehr geschickt zu lösen gestatten. Erwähnenswert ist in diesem Zusammenhang noch die Arbeitsgeschwindigkeit einiger wichtiger Befehle. Hier wird die Ausführungszeit angegeben. Der Korrektheit wegen muß gesagt werden, daß in einigen wenigen Fällen hierzu noch die Abrufzeit von 6 oder 8,5 µs hinzuaddiert werden muß.

War der vorhergehende Befehl ein Rechenwerksbefehl, so geht die Abrufzeit des nachfolgenden Befehls in der Ausführungszeit des ersteren unter. Die Abrufphase des nächsten Befehls beginnt nämlich dann, wenn der vorangegangene Befehl das Befehlswerk freigibt.

§ 11

Die nachstehende Tabelle enthält einige Beispiele:

Befehle	Ausführungszeiten	
	Festkomma	Gleitkomma
Addition	6,0 µs	16 µs
Subtraktion	6,5 µs	16 µs
Multiplikation	29,5 µs	31 µs
Division	145,0 µs	120 µs
Quadratwurzelziehen	150,0 µs	150 µs
Polynomwert (Grad m)	m · 37,5 µs	m · 49 µs
Skalarprodukt (mit Komponenten)	16 + m · 39,5 µs	16 + m · 56 µs

Bei üblichen Programmen, die eine gewisse mittlere Befehlsmenge ausnutzen, kommt eine durchschnittliche Operationszeit von 10 µs zustande. Man darf also ca. 10<sup>6</sup> Befehle pro Sekunde erwarten.

Zusammenfassend läßt sich feststellen, daß auch am TR4-Befehlscode die universelle Verwendbarkeit dieser Datenverarbeitungsanlage erkennbar wird.

### C. Programmsysteme

Neben so wichtigen *Grundprogrammen* wie dem *Verteilerprogramm* (executive-routine) und dem *Betriebssystem* (monitor-System), die zur Grundausrüstung gehören, stehen den TR4-Benutzern in einer umfangreichen Programmbibliothek eine Vielzahl von Programmen für die verschiedensten Zwecke zur Verfügung. Die wichtigsten sind in den nachfolgenden 3 Klassen besprochen. Vorab jedoch noch einiges zu den beiden oben erwähnten Programmen.

Das Verteilerprogramm ist im Festspeicher verdrahtet. Es übernimmt die Verteilung der einzelnen Werke des TR4 an die verschiedenen konkurrierenden Programme und regelt die Vorrangsteuerung.

Mit dem Betriebssystem wird die Arbeit des Bedienpersonals erleichtert und reduziert. Sogenannte Totzeiten, die entstehen können, wenn man das Laden und Starten von Programmen über das Kontrollpult veranlaßt, werden weitgehend ausgeschaltet. Der Rechenzentrumsbetrieb wird mit Programm- und Rechner-Hilfe weitestgehend automatisiert.

#### (C) I. Übersetzerprogramme

Für die Erzeugung maschinenorientierter Programme stehen in der TR4-Programmbibliothek Assembler und Compiler zur Verfügung. Aus dem mnemotechnisch gewählten Befehlscode, dem sogenannten *Externcode*, übersetzen die Assembler EXTERN-CODE-LESEPROGRAMM, SUSA und TEXAS. Die letztgenannten Programme sind Teile des Betriebssystems.

Programme, die in ALGOL geschrieben sind, werden von einem leistungsfähigen und komfortablen ALGOL-Compiler übersetzt. Dieser Compiler ist unter dem Namen ALCOR TR4 (2) ebenfalls ein Teilkomplex des Betriebssystems, als ALCOR TR4 (1) bildet er in weniger komfortabler Form gemeinsam mit einem reduzierten Organisations-Rahmen das ALGOL-STARTSYSTEM. Der Compiler ALCOR TR4 (2) hat den Vorteil, daß er auf