



**TELEFUNKEN**

**DIGITAL-**

**RECHENANLAGE**

**TR 4**

## Inhaltsübersicht

Die TELEFUNKEN-Digital-Rechenanlage TR 4 . . .	1
Die Wortlänge . . . . .	3
Das Rechenwerk . . . . .	5
Das Speicherwerk . . . . .	7
Das Befehlswerk . . . . .	8
Das Ein- und Ausgabewerk . . . . .	9
Die Ein- und Ausgabegeräte . . . . .	10
Daten . . . . .	12

Herausgegeben von

**TELEFUNKEN**

G · M · B · H

GESCHÄFTSBEREICH ANLAGEN WEITVERKEHR

Werbung

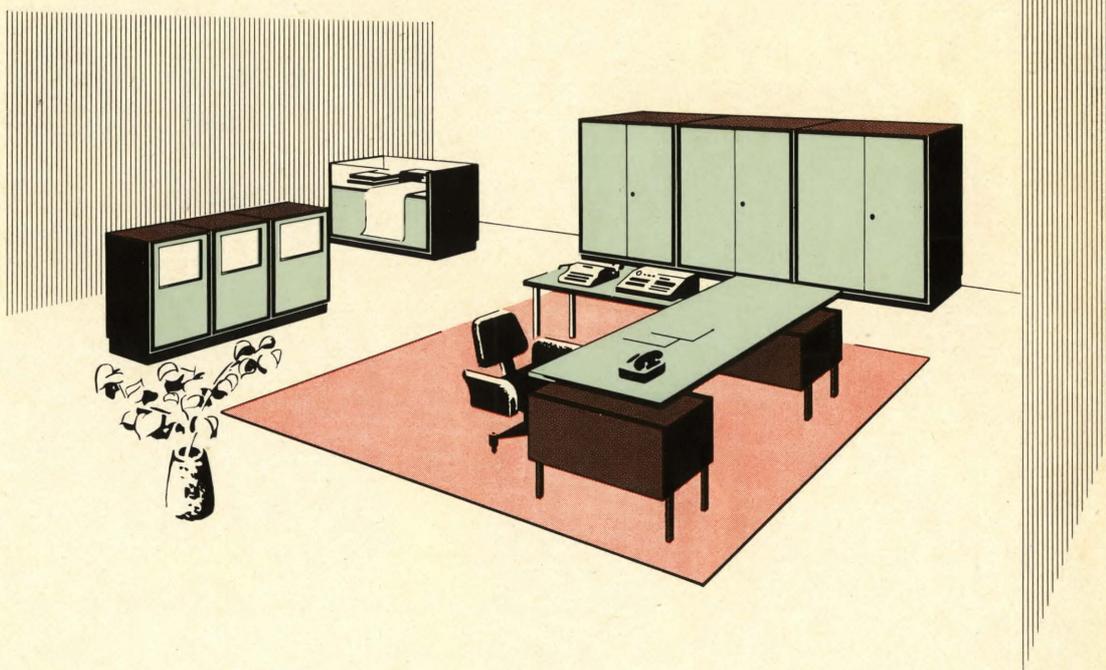
**(14a) BACKNANG/Württ.**

Gerberstraße 34

Fernsprecher 8911 · Fernschreiber 0724415

## DIE TELEFUNKEN-DIGITAL-RECHENANLAGE TR 4

ist ein neuer Allzweck-Rechner besonders hoher Geschwindigkeit, großer Zuverlässigkeit und guter Anpassungsfähigkeit. Er wurde konstruiert für die Lösung umfangreicher und vielgestaltiger Aufgaben, die von Wissenschaft, Technik und Wirtschaft in zunehmendem Maße gestellt werden.



Die TR 4 ist mit modernen elektronischen Bauelementen aufgebaut. Die kurze Zugriffszeit der großen Arbeitsspeicher, die schnellen Magnetbänder und Möglichkeiten weitgehender Simultanarbeit mehrerer Teile der Anlage sind der hohen Operationsgeschwindigkeit angemessen. Das inhaltsreiche Befehlssystem kann durch nachträglich wählbare Zusätze für spezielle Aufgabenbereiche wirksam ergänzt werden.

Der Rechner besteht aus 4 Hauptteilen (Abb. 1):

- 1 Rechenwerk
- 2 Speicherwerk
- 3 Befehlswerk
- 4 Ein- und Ausgabewerk

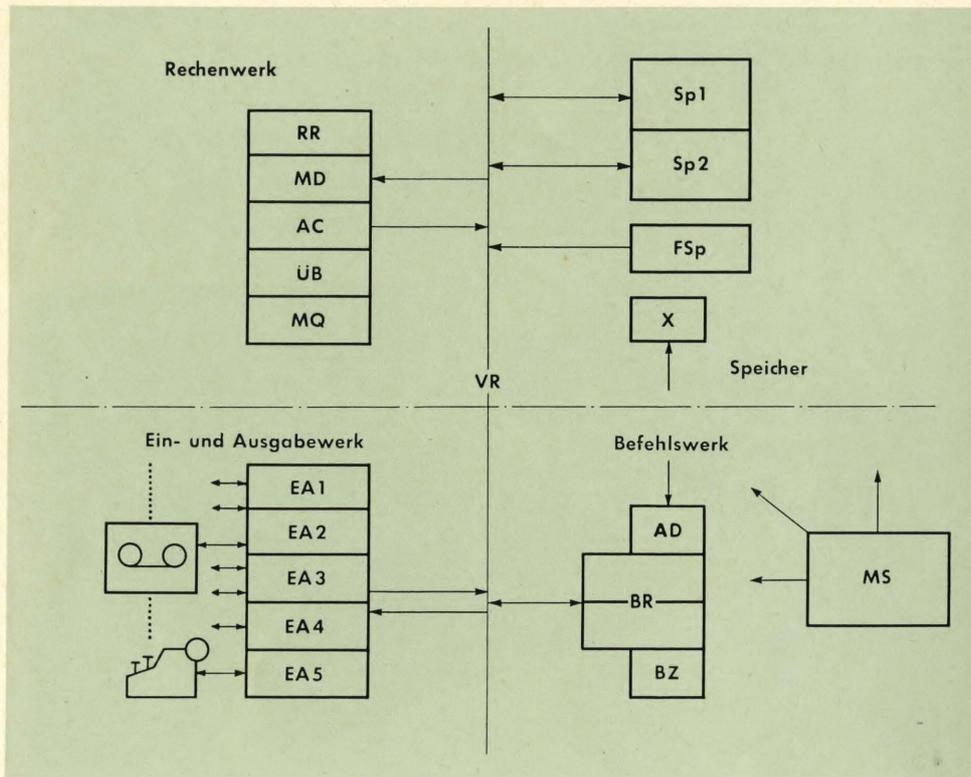


Abb. 1 Übersichtsschaltplan des Registers

Diese 4 Werke können unabhängig voneinander arbeiten und erlauben echte Simultanarbeit. Das **Verteilerregister VR** verbindet die aufgeführten Teile des Rechners miteinander.

Nach Erläuterung der Wortstruktur werden die 4 Hauptteile näher beschrieben.

## DIE WORTLÄNGE

im Rechen- und Befehlswerk beträgt 48 bit (Abb. 2).

### Zahlworte

enthalten 46 numerische Binärstellen und 2 bit Markierungsstellen. Die Markierung (Q-Zeichen) dient der Unterteilung der gespeicherten Zahlen in programmtechnische Gruppen, z. B. der Unterteilung einer Matrix in Zeilen und Spalten.

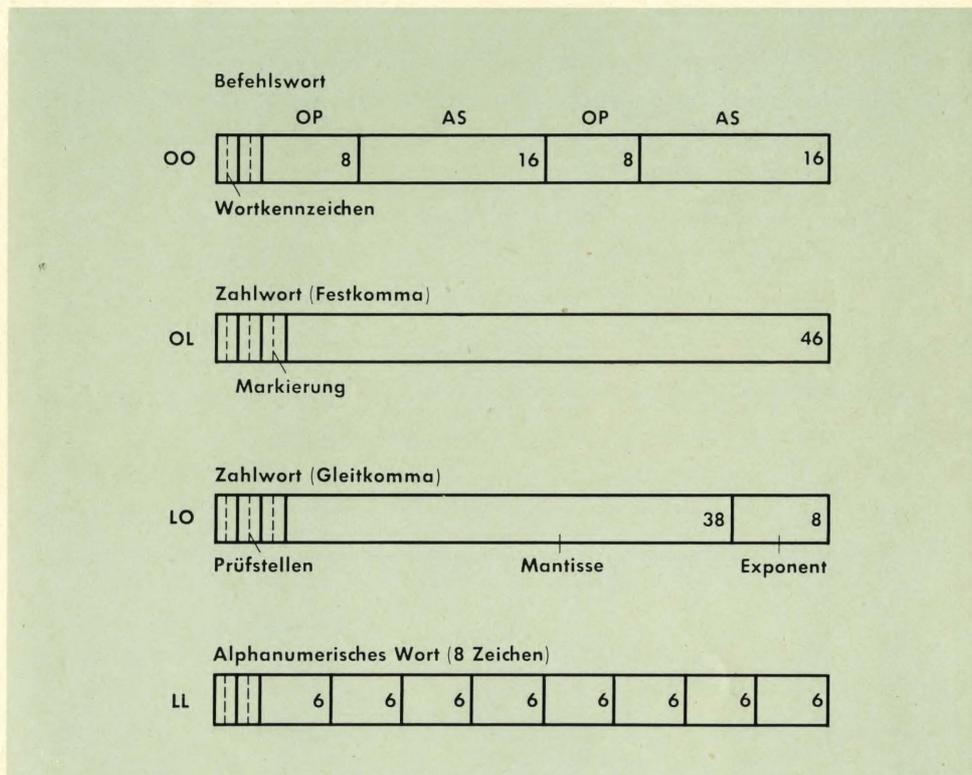


Abb. 2 Wortstruktur

Sie dient Befehlen, deren Adreßteil nicht nur eine einzelne Speicherzelle, sondern eine Gruppe von Speicherzellen aufruft. Die letzte Zeile einer Gruppe ist dann mit einer Markierung versehen.

Zum Beispiel bilden die Koeffizienten eines Polynoms eine Gruppe.

Der Befehl „Polynomberechnung“ veranlaßt die Bildung des Polynomwertes im Rechenwerk. Ein anderes Beispiel ist das Skalarprodukt, mit dessen Hilfe die Zeile einer Matrix mit der Spalte einer anderen Matrix multipliziert wird.

### **Zahlworte mit festem Komma**

stellen 45stellige positive oder negative Binärzahlen dar. 45 Binärstellen entsprechen 13 Dezimalstellen.

### **Zahlworte mit gleitendem Komma**

enthalten neben einer 37stelligen Binärzahl („Mantisse“) mit Vorzeichen einen 8stelligen binären Exponenten. Der Exponent gibt die Kommastellung an, die automatisch während der Rechnung verschoben wird, derart, daß führende Nullen in der Zahl vermieden und dadurch möglichst viele wesentliche Ziffern durch die Rechnung mitgezogen werden. Der damit automatisch ohne Überlauf erfaßte Zahlenbereich erstreckt sich von  $2^{-128}$  bis  $2^{+128}$ , d. h. von  $10^{-38}$  bis  $10^{+38}$ , und zwar mit binär 37stelliger, entsprechend dezimal 11stelliger Genauigkeit.

### **Befehls Worte**

enthalten 2 Befehle zu je 24 bit. Ein Befehl setzt sich aus einem Operationsteil von 8 bit und einem Adreßteil von 16 bit zusammen.

Da beide im allgemeinen voll verschlüsselt sind, handelt es sich um Einadreßbefehle im strengen Sinne des Wortes. Die Modifizierung der Adresse durch einen Index geschieht mit Hilfe eines vorhergehenden Modifizierbefehls.

### **Alphaworte**

bestehen im allgemeinen aus 8 alphanumerischen Zeichen zu je 6 bit. In dieser Form erfolgt z. B. die erste Eingabe von Programmen, die in alphabetischer und dezimaler Schreibweise ohne Bindung an feste Wortlängen vorliegen und von der Maschine in die binäre Form übersetzt werden.

Naturgemäß kann bei der Informationsverarbeitung auch jede andere Unterteilung der 48 Binärstellen in Gruppen selbständiger Bedeutung programmtechnisch vorgenommen werden.

### **Die Wortlänge**

im Speicher beträgt 52 bit. Zu den 48 bereits aufgeführten Binärstellen kommen hinzu:

- 2 binäre Prüfstellen, die der automatischen Rechen- und Transportüberwachung dienen und vom Programm her nicht beeinflussbar sind (Dreierprobe),
- 2 Binärstellen zur Typenkennung, die vorwiegend zu Konvertierungszwecken
- 4 verschiedene Worttypen (siehe oben) unterscheiden.

## DAS RECHENWERK

kann die üblichen arithmetischen und logischen Operationen für festes und gleitendes Komma ausführen, akkumulierend multiplizieren, die Quadratwurzel ziehen und Teile aus verschiedenen Worten zu neuen Worten zusammensetzen. Es kann auch zum Beispiel direkt in den Speicher hinein addieren.

Das Rechenwerk setzt sich aus 5 Registern zusammen, die praktisch direkte Verbindung zum Speicher haben:

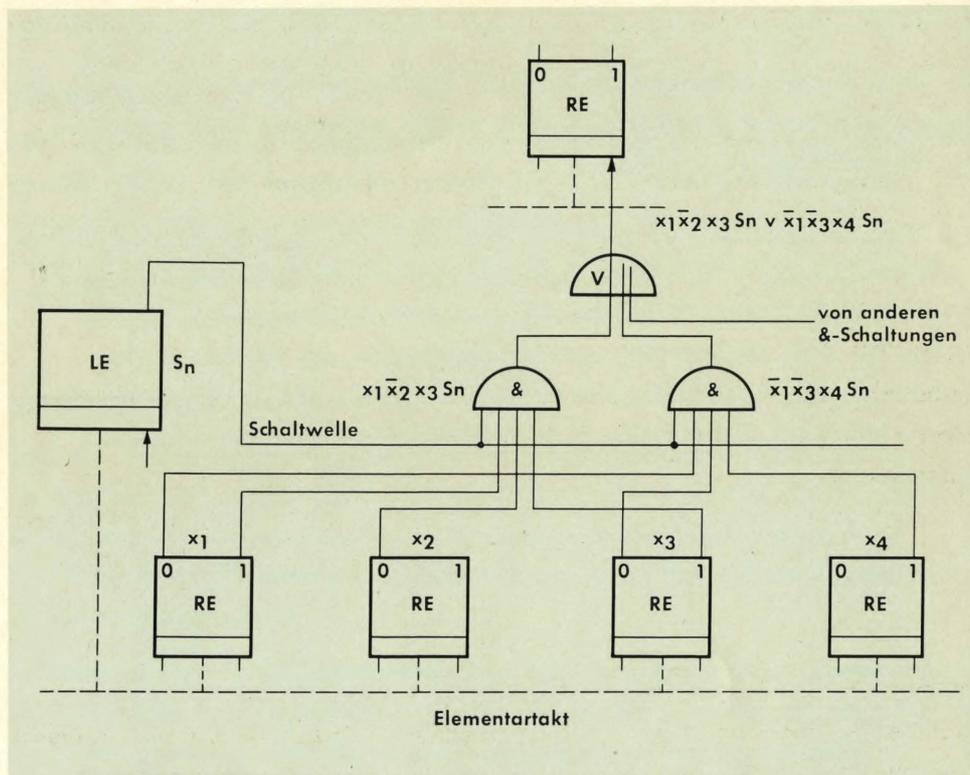


Abb. 3 Schaltkreistechnik

Das Multiplikandenregister (MD) hält jeweils einen Operanden einer Rechenoperation bereit.

Der Akkumulator (AC) ist das eigentlich rechenfähige Register.

Das Multiplikatorregister (MQ) ist das zählende Register bei Multiplikation und Division und dient gegebenenfalls als untere Verlängerung des Akkumulators.

Das Übertragsregister (ÜB) hat maschineninterne Bedeutung. Es hält bei der Addition jeweils den Übertrag fest und ermöglicht dadurch eine sehr schnelle Multiplikation. Die logische Und-Verknüpfung wird im Übertragsregister gebildet.

Das Reserveregister (RR) dient als Schnellspeicherzelle und befähigt das Rechenwerk u. a. zur akkumulierenden Multiplikation und damit zur Berechnung des Skalarproduktes.

Die hohe Rechengeschwindigkeit resultiert aus der parallelen Arbeitsweise der Register und aus der hohen Taktfrequenz, die die modernen UKW-Transistoren aus eigener Fertigung gestatten.

Die Register bestehen aus statischen Flip-Flops mit Kondensator-Vorspeichern („Registerelemente“). Die für die Verknüpfungen und die Steuerung verwendete Schaltungstechnik (Abb. 3) arbeitet mit passiven Schaltelementen in zwei Stufen. Die erste Stufe besteht aus Und-Schaltungen, die zweite aus Oder-Schaltungen. Die Registerelemente für eine Binärstelle und das sie verknüpfende Dioden-Netzwerk sind auf eine Rechenwerkplatte mit gedruckter Schaltung aufgebracht.

## DAS SPEICHERWERK

besteht im wesentlichen aus Ferritspeichern kurzer Zugriffszeit.

### Zwei Arbeitsspeicher

mit je  $2^{12} = 4096$  Worten zu 52 bit bilden die Grundausrüstung. Die Speicher arbeiten simultan unabhängig voneinander und mit einer Zykluszeit von  $6 \mu\text{s}$ . Ein Speicher kann erweitert werden. Die Maximalkapazität der Arbeitsspeicher beträgt  $7 \times 4096 = 28\,672$  Worte.

### Der Festspeicher

trägt Informationen, die ausgelesen, aber nicht durch das Programm verändert werden können. Der Festspeicher enthält  $2^{10} = 1024$  Worte für Standardprogramme, wie Ein- und Ausgabeprogramme (Konvertierung), Prüfprogramme, häufig gebrauchte Funktionen. Der Festspeicher ist erweiterbar auf 4096 Worte.

### Der Indexspeicher

dient der Aufnahme von Adressen. Die Wortlänge beträgt demgemäß 16 bit und die Kapazität  $2^8 = 256$  Worte. Auch der Indexspeicher arbeitet simultan zu den Aggregaten des Arbeitsspeichers. Er nimmt u. a. Indizes für Adressenmodifikation, -substitution und Schleifenzählung sowie die Rücksprungadressen für Unterprogramme auf.

Anfangs-, Endwert und Schrittweite eines Schleifenindex können zusammen in einer Zelle des Arbeitsspeichers untergebracht werden („Indexwort“), der das Programm dann eine Zelle im Indexspeicher zuordnet. Weitere spezielle Aufgaben des Indexspeichers sind durch die Vorrangsteuerung der Ein- und Ausgabe und ähnliches gegeben.

### Magnetbandgeräte

erweitern die Speicherkapazität, die dank der speziellen Ein- und Ausgabeorganisation in vielen Fällen praktisch wartezeitlos ausgenützt werden kann.

## DAS BEFEHLSWERK

steuert die verschiedenen Teile des Rechners und ihr Zusammenspiel. Es dienen dazu die folgenden 3 Register:

### **Das Befehlsregister (BR)**

nimmt 1 Wort, also 2 Befehle auf.

### **Der Befehlszähler (BZ)**

gibt an, welchem Speicherplatz der nächste Befehl zu entnehmen ist. Bei Unterprogramm sprüngen wird sein Inhalt im Indexspeicher abgespeichert.

### **Das Addendenregister (AD)**

kann eine Adresse aus dem Indexspeicher aufnehmen und zur Adresse des auszuführenden Befehls addieren.

Die Steuerung des Befehlsablaufs geschieht durch das Mikroprogrammsteuerwerk. Hier werden die Befehle aus einzelnen „Mikrooperationen“ genauso zusammengesetzt, wie sich ein Programm aus einzelnen Befehlen zusammensetzt. Der Unterschied ist nur der, daß die Ausführung einer Mikrooperation stets genau eine Taktzeit (0,5  $\mu$ s) dauert und daß mehrere Mikrooperationen gleichzeitig ausgeführt werden können. Mikrooperationen sind z. B. Transporte zwischen den einzelnen Registern, Elementarschifte und elementare Verknüpfungen. Mikrooperationen können, ebenso wie Befehle, bedingt ausgeführt werden; auch hier gibt es Sprünge und Schleifenzählung.

Technisch aufgerufen werden alle Mikrooperationen durch Schaltwellen, die von Leistungselementen erzeugt werden. Die Leistungselemente werden von einem kreuzschienenartigen Dioden-Netzwerk gesteuert.

Auf leicht auswechselbaren, steckbaren Platten sind die Mikroprogramme verdrahtet. Zu den fast 250 Befehlen können nach den Erfahrungen und Bedürfnissen des Benutzers einige weitere nachträglich hinzugefügt werden.

## DAS EIN- UND AUSGABEWERK

stellt die Verbindung des schnellen Rechners mit langsameren Geräten her. Es bedient sich dazu der

### **5 EA-Register,**

die unabhängig voneinander simultan arbeiten können. Sie nehmen je ein volles Wort auf und besitzen zum Verteilerregister hin wortweise parallele Verbindungswege. An 4 EA-Register können je bis zu 8 Geräte unterschiedlicher Geschwindigkeit angeschlossen werden, das 5. EA-Register ist der Überwachungsschreibmaschine am Kontrollpult vorbehalten.

### **Die Steuerung**

der EA-Register besorgt selbsttätig das **Füllen oder Entleeren der Register**, z. B. das Umformen der parallelen Worte zu zeichenweise parallelen und umgekehrt, sowie die Angleichung der verschiedenen Geschwindigkeiten.

Die von Magnetbändern aufgenommene Information wird im EA-Register selbständig einer **Fehlerprüfung** unterworfen. Der auf dem Band verwendete Code enthält zusätzliche Prüfinformationen, die bei der Beschriftung von Magnetbändern im EA-Register selbständig erzeugt werden.

Die Steuerung löst ferner eine Fertigmeldung der EA-Register aus, die das Hauptprogramm unterbricht und den parallelen Transport eines Wortes zwischen EA-Register und Arbeitsspeicher bewirkt. Sie steuert somit unabhängig vom Hauptprogramm den **Transport ganzer Informationsblöcke** zwischen Ein- und Ausgabegeräten und Arbeitsspeichern. Die hierzu erforderlichen Adressen werden im Indexspeicher aufbewahrt. Das Hauptprogramm braucht z. B. nur den Start eines Magnetbandes zu befehlen, um diese Blocksteuerung in Gang zu setzen.

## DIE EIN- UND AUSGABEGERÄTE

(Abb. 4) sind vorzugsweise Magnetbandgeräte. Hinzu kommen Lochkarten- und Lochstreifengeräte, Schnelldrucker und gegebenenfalls Analog/Digital- und Digital/Analogwandler.

### Magnetbandgerät

Die Magnetbandgeräte wurden für eine Bandgeschwindigkeit von 50 bzw. 250 cm/sec entwickelt und verarbeiten 7500 bzw. 37 500 Zeichen pro Sekunde. Auf dem  $\frac{1}{2}$ " breiten Magnetband ist in 6 Spuren die Information untergebracht

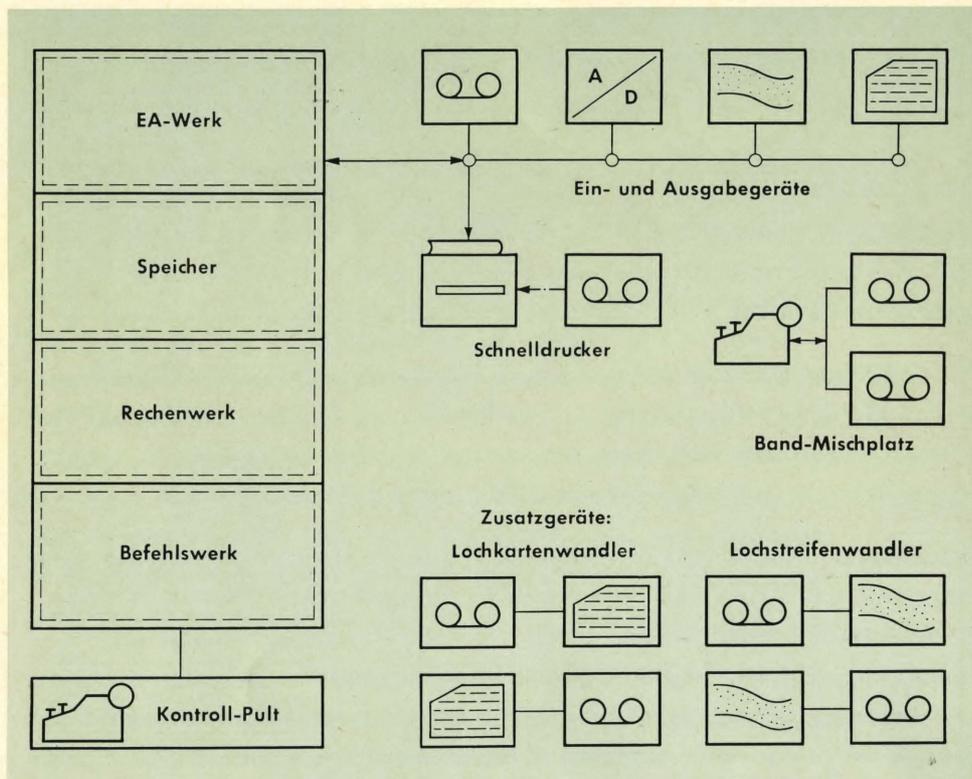


Abb. 4 Übersichtsschaltplan der Digital-Rechenanlage TR 4

und in einer 7. ein Kontrollimpuls je Zeichen (parity check), während eine 8. als Taktspur dient. Ein automatisch hinzugefügtes weiteres Zeichen je Wort ermöglicht Fehlerkorrektur bzw. verbesserte Fehlererkennung. Das Bandgerät verwendet Spulkassetten mit einer maximalen Bandlänge von etwa 250 m, auf denen rund 3 Millionen Zeichen (Hexaden) Platz haben.

Die Information auf dem Magnetband ist in **Blöcke** beliebiger Länge eingeteilt. Die Blöcke werden durch Informationslücken getrennt. Im allgemeinen hält das Band automatisch an, wenn es eine Blocklücke liest bzw. beim Beschriftungsvorgang, wenn es hinreichend lange keine Information vom Rechner erhält.

Der Startbefehl des Rechners, in dem das EA-Register und ein daran angeschlossenes Bandgerät adressiert werden, bewirkt das Anlaufen des betreffenden Bandes und schreibt die Laufrichtung (vor- oder rückwärts) und die

Betriebsart (Lesen oder Schreiben) vor. Die Ausführung des Befehls ist unabhängig davon, ob Bänder laufen, die an andere EA-Register angeschlossen sind.

### **Schreibmaschine**

Eine Schreibmaschine ist angeschlossen für die Ausgabe kurzer Zwischenergebnisse, für die verschiedensten Anzeigen, die schriftlich erfolgen, für protokollierte Eingriffe in das Programm und schließlich für die technische Überwachung der Anlage. Die Schreibmaschine arbeitet im allgemeinen, ebenso wie die Ein- und Ausgabebänder, alphanumerisch. Nur für die technische Überwachung ist auch eine binäre Eingabe (Tetradeneingabe) vorgesehen.

### **Das Kontrollpult**

ist verhältnismäßig klein, da viele Funktionen desselben von der Schreibmaschine übernommen werden. Zu den Schaltern und Anzeigelampen des Kontrollpults gehören u. a. 8 Wahlschalter und 8 Merklichter, deren Stellung vom Programm her durch bedingte Sprünge einzeln abgefragt werden kann.

Das Setzen der Wahlschalter geschieht manuell, das Setzen der Merklichter durch das Programm.

### **Lochkartengeräte und Lochstreifengeräte**

sind an den Rechner anschließbar. Wenn größere Datenmengen verarbeitet werden sollen, können **Lochkartenwandler** und **Lochstreifenwandler** verwendet werden, die selbständig mit Magnetbandgeräten arbeiten.

### **Schnelldrucker**

können direkt an den Rechner angeschlossen, aber auch unabhängig vom Rechner mit Magnetbandgeräten gespeist werden.

### **Bandmischplätze**

mit 2 Magnetbandgeräten und elektrischer Schreibmaschine dienen zum Prüfen, Doppeln und Mischen von Magnetbändern. Mit Hilfe der elektrischen Schreibmaschine können Magnetbänder beschriftet und ausgedruckt werden (10 Z/s). Ein Pufferspeicher von Wortlänge erlaubt eine Korrektur der protokollarisch mitgeschriebenen Information, noch ehe sie ins Band übernommen wird. Das Ändern bereits beschrifteter Magnetbänder ist möglich, da die in der Anlage verwendeten Bandgeräte in den Wortlücken starten und stoppen können. Die Bandmischplätze dienen zum sorgfältigen Vorbereiten der Daten und Programme vor Eingabe in den Rechner.

## DATEN

### Allgemeines

Binär arbeitender Parallelrechner mit Halbleiter-Schaltkreisen

Taktfrequenz 2 MHz, Leistungsbedarf ca. 1,5 kW

Mikroprogramm-Steuerwerk mit auswechselbaren Einschubeinheiten für die Befehle

Automatische Rechenkontrolle und Transportüberwachung.

### Zahlendarstellung:

Intern rein binär: 48 bit

Festes Komma: 13 Dezimalen im Bereich  $|x| < 1$

Gleitendes Komma: 11 Dezimalen Mantisse Zahlenbereich  $10^{\pm 38}$

Alphanumerische Zeichen:  $8 \times 6$  bit

Einadreßbefehl: 24 bit (Halbwort).

### Speicher

2 Ferritspeicher für je 4096 Worte zu 52 bit, erweiterbar auf insgesamt 28 672 Worte

Zykluszeit  $6 \mu s$

Festspeicher mit 1024 Worten, erweiterbar auf insgesamt 4096 Worte

Ferritspeicher für 256 Kurzworte (Indexspeicher)

Magnetbandgeräte als Großraumspeicher wie bei Ein- und Ausgabe.

### Rechenzeiten (ohne Zugriff im Mittel)

	Festes Komma	Gleitendes Komma
Addition	4,5 $\mu s$	20 $\mu s$
Multiplikation	30 $\mu s$	30 $\mu s$

### Ein- und Ausgabe

- Am Rechner angeschlossen (z. T. im Parallelbetrieb) vornehmlich Magnetbandgeräte 7500 Z/s und 37 500 Z/s, ferner Lochstreifen- und Lochkartengeräte, 1 Überwachungsschreibmaschine am Kontrollpult.
- Prüfen, Doppeln und Mischen von Magnetbändern, auch Beschriften und Ausdrucken (10 Z/s) mit Bandmischplatz.
- Ausdrucken der Magnetbänder mit alphanumerischem Zeilenschnelldrucker (auch direkt am Rechner).
- Magnetbandwandler für Lochkarten und Lochstreifen.

### Mechanischer Aufbau

Der Rechner ist in 3 Schränken untergebracht, jeder Schrank ist 1,20 m breit, 1,60 m hoch und 0,45 m tief. Die Schränke enthalten den beschriebenen Rechner einschließlich Netzteil und Platz für Speichererweiterung. Je nach Ausstattung können Magnetbandgeräte in den Schränken oder auch in den links im Bild (s. Seite 1) gezeichneten Schränkchen (je 2 Bandgeräte) untergebracht werden.

Der Kontrollplatz für den Operateur enthält neben einem normalen Schreibtisch das Kontrollpult und die Überwachungsschreibmaschine. Im Hintergrund ist ein Schnelldrucker aufgestellt. Sonstige EA-Geräte sind nicht gezeigt, da sie allgemein bekannt sind.

Anderungen vorbehalten



**TELEFUNKEN**

**TR 4**

---