

RECHENINSTITUT
DER
TECHNISCHEN HOCHSCHULE STUTTGART

Bedienungsanleitung für die
elektronische Rechenanlage ER 56

Werner Dirlewanger

Juni 1964

Bitte beachten Sie:

Vom Leser dieser Bedienungsanleitung wird vorausgesetzt, daß er Kenntnisse im Programmieren des ER 56 hat und die Befehlsliste des ER 56, Modell 0 (T.H. Stuttgart) kennt. Die Befehle sind in dem Umdruck:

Beschreibung der Befehle des ER 56 (Modell 0) von
Dipl. Math. P. Roos

beschrieben.

Daneben existieren noch folgende, auf einzelne Geräte eingehende Beschreibungen:

Die Ampex-Bandspeicher des ER 56

α - Interpretation am Druckerplatz und Zeilendrucker

Das Zeilendruckerwerk des ER 56

Druckprogramme für den Zeilendrucker

Der Lochstreifendruckerplatz des ER 56 (Anhang an "Beschreibung der Befehle des ER 56")

Außerdem sind noch auf folgende Beschreibungen hingewiesen.

ER 56 - Adressierprogramm Symbol

Einführung zur Anwendung der Programmiersprache Symbol ER 56

Herstellung von Lochstreifen zur Eingabe in den vollautomatischen Zeichentisch Graphomat Z 64

Vollautomatischer Zeichentisch Graphomat Z 64

Protokollierprogramm F 12 (für Stanzer Ausgabe)

Protokollierprogramm F 12 (für Zeilendrucker Ausgabe)

Inhaltsverzeichnis:	Seite
I Die Teile des Rechners und der Ort der Bedienungsorgane	4
II Das Prinzip des ER 56 und die Bedienung der Peripheriegeräte	6
1. Der Zentrale Schalter	8
2. Die Arbeitsspeicher	8
3. Das Kommandowerk	12
4. Das Rechenwerk	18
5. Der Trommelspeicher	19
6. Die Bandspeicher	20
7. Der Zeilenschnelldrucker	21
8. Die Ein- und Ausgabe auf Lochstreifen	23
a) Die Bedienung des Fotolesers	24
b) Die Bedienung des Stanzers	25
III Übersicht über Speicher, Register und Merker im ER 56	28
IV Das Bedienungspult	31
1. Tasten und Lampen für den Betriebszustand	34
2. Tasten für die Programmfolge	35
3. Anzeigen für Register- und Speicherinhalte	36
4. Tasten zur Programmbeeinflussung	41
5. Anzeigelampen	42
6. Die Zehmertastatur	42
V Die wichtigsten Bedienungsvorgänge	44
A) Herstellung des Grundzustandes der Maschine	44
B) Die häufigsten Bedienungsvorgänge	45
VI Fehlerbehandlung	49
i: Das Fehlermeldesystem des ER 56	49
a) Die Kernspeicher	53
b) Das Kommandowerk	54
c) Das Rechenwerk	54
d) Der Trommelspeicher	55
e) Der Bandspeicher	55
f) Der Zeilenschnelldrucker	56
g) Die Lochstreifenausgabe	57
h) Die Lochstreifeingabe	57

	Seite
2. Das Verhalten bei Ansprechen eines nicht eingeschalteten Werkes	58
3. Behebung des Fehlerstops	59
4. Die häufigsten Störungen und deren Abhilfe	61
5. Die "letzte Rettung"	63
6. Fehlersuche mit Beispielen	64
7. Das Protokollierprogramm	69
 Anhang: Einige technische Daten des ER 56	 70

I: Die Teile des Rechners und der Ort der Bedienungsorgane

Der Grundriß des Maschinenraumes und die Lage der einzelnen Teile des Rechners sind in Abb. 1 dargestellt.

Die Bedienung erfolgt im wesentlichen vom Bedienungspult aus. Weitere Bedienungsorgane befinden sich an den einzelnen Werken. Alle in Abb. 1 nicht eingezeichneten Bedienungsorgane dienen ausschließlich Wartungszwecken und dürfen vom Benutzer nicht betätigt werden.

In Abb. 1 bedeuten:

- ① Bedienungspult
- ② Lochstreifeneingabe (Fotoleser)
- ③ Lochstreifenausgabe (Stanzer)
- ④ Taste Grundstellung im Kommandowerk
- ⑤ Drehschalter für das Kernspeicherüberlaufsignal
- ⑥ Magnetband - Speicher
- ⑦ Einlegeplatz für die Stecktafel des Zeilendruckers
- ⑧ Zeilenschnelldrucker
- ⑨ Lochstreifendruckerplatz für $\binom{2}{5}$ - Lochstreifen

1 5 1
-bei
-offen
-offen

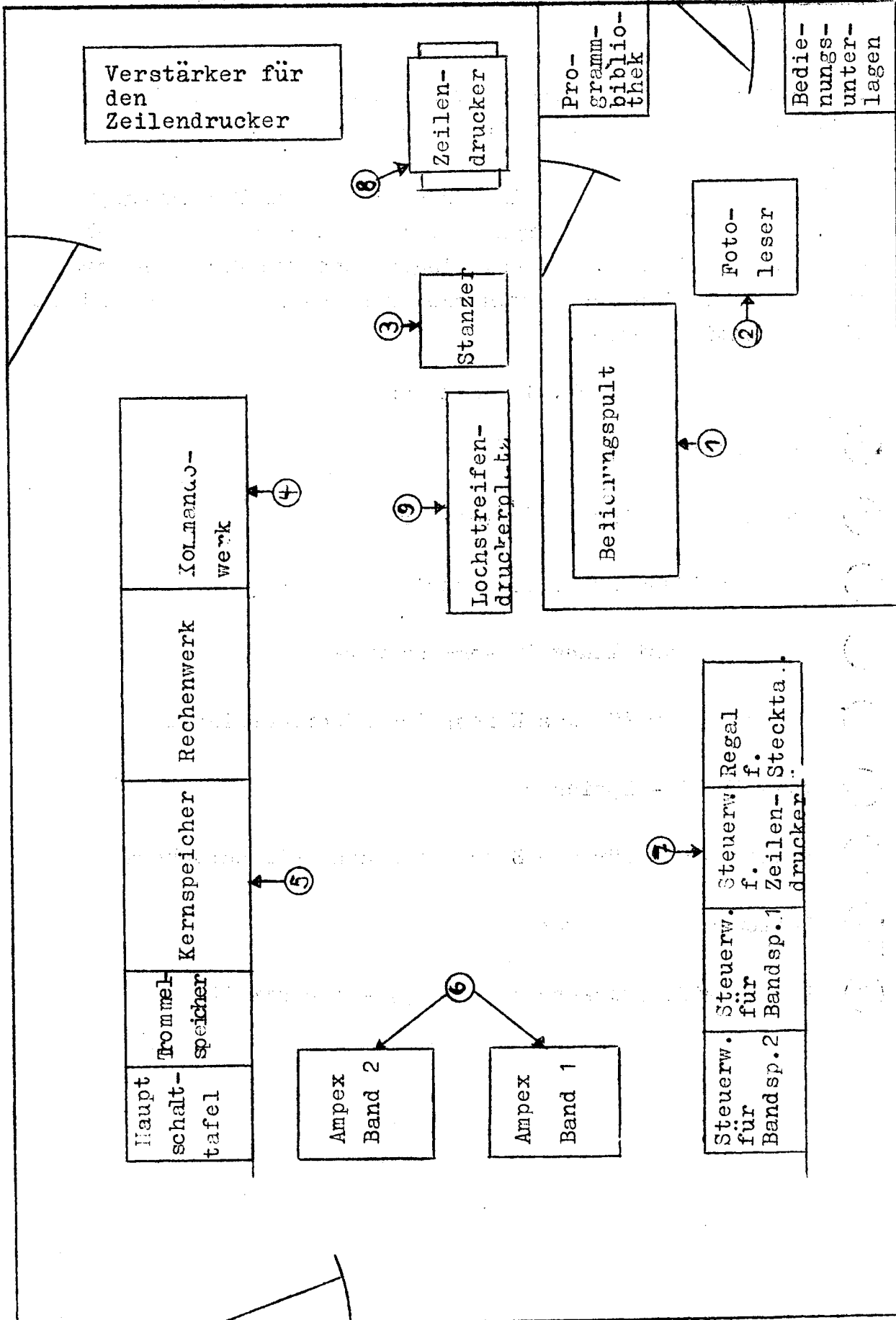


Abb. 1 D - Maschinenraum des ER 56

II. Das Prinzip des ER 56 und die Bedienung der Peripheriegeräte

Das Funktionsprinzip ist in Abb. 2 dargestellt. Die dick ausgezogenen Verbindungsleitungen stellen Transportwege für Informationen dar, die gestrichelt gezeichneten transportieren Steuersignale.

Der ER 56 besteht aus einzelnen "Werken" (z.B. Rechenwerk, Fotoleser, Trommelspeicher usw.) von denen jedes über den zentralen Schalter mit einem beliebigen der ~~Teilspeicher~~^{Teilspeicher} verbunden werden kann. Jedes Werk besitzt eine eigene Steuerung an die der jeweilige Befehl vom Kommandowerk gegeben wird. Sie führt ihn dann aus.

Das Kommandowerk hat die organisatorischen Aufgaben zu bewältigen. Es sorgt dafür, daß die einzelnen Operationen entsprechend dem Programm ausgeführt werden. Dabei wird jedoch nicht die Vollendung eines Befehls abgewartet und dann erst der nächste ausgeführt, sondern es wird versucht, möglichst viele Operationen gleichzeitig ablaufen zu lassen, wenn dies vom Programm her möglich ist. Da 4 ~~Kernspeicher~~ Speicher vorhanden sind, können bis zu 4 Werke gleichzeitig arbeiten.

Die Bedienung der Peripheriegeräte (dies sind Fotoleser, Bandspeicher, Stanzer und Zeilendrucker) wird bei der Besprechung der einzelnen Werke erklärt, während dem Bedienungs-
pult, das den zentralen Steuerplatz des Rechners darstellt, ein eigenes Kapitel gewidmet ist.

Die Eingabe von Daten in die Maschine über den Fotoleser und die Ausgabe über den Stanzer erfolgen mittels Lochstreifen, auf denen die Information im " $\binom{2}{5}$ -Code des ER 56" dargestellt ist. Die Umwandlung von am Fernschreiber erstellten Lochstreifen in solche mit $\binom{2}{5}$ -Code zur Eingabe über den Fotoleser und die Umwandlung von am Stanzer ausgegebenen $\binom{2}{5}$ -Lochstreifen in solche mit Fernschreibcode erfolgt am Lochstreifendruckerplatz (9) in Abb.1). Dieses Gerät ist völlig selbständig und in keiner Weise mit dem Rechner verbunden. Es wird in dieser Bedienungsanleitung nicht besprochen. Vielmehr sei auf den Umdruck "Der Lochstreifendruckerplatz des ER 56" verwiesen.

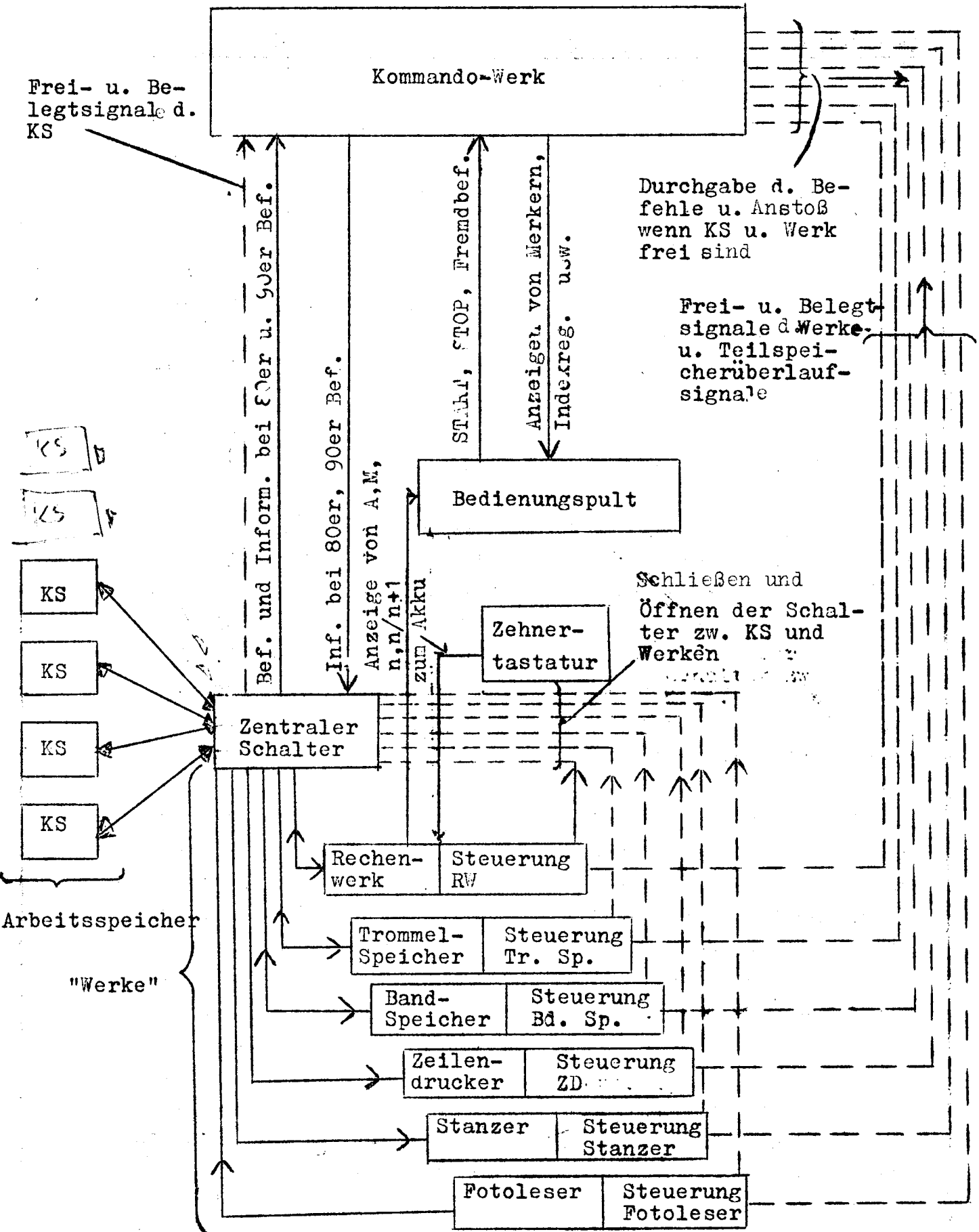


Abb. 2 Das Prinzip des ER 56

1. DER ZENTRALE SCHALTER

Der zentrale Schalter kann jedes Werk mit jedem Kernspeicher verbinden. Wenn sowohl der angesprochene Speicher wie auch das betr. Werk nicht gerade noch mit anderen Aufgaben beschäftigt sind, schickt das Kommandowerk den Befehl an die Steuerung dieses Werkes. Sie schließt den Schalter. Sobald die Information transportiert ist, kommt von der Steuerung des jeweiligen Werkes das Signal zum Öffnen der Verbindung.

Der zentrale Schalter behandelt das Kommandowerk wie jedes andere Werk und gibt ihm nicht etwa eine Sonderstellung. Er verbindet es, wenn z.B. der nächste Befehl der Befehlsliste entschlüsselt werden soll, mit dem Kernspeicher, der die Befehlsliste enthält, falls dieser frei (d.h. nicht gerade mit einem anderen Werk verbunden) ist. Die Verbindung wird sofort wieder unterbrochen, wenn der Befehl ins Kommandowerk transportiert ist.

Der zentrale Schalter ist außerdem der Sammelpunkt an dem die Frei- und Belegtmeldungen der Kernspeicher zusammenlaufen. Von hier aus gehen sie zum Kommandowerk. Er kann bis zu 6 Werke gleichzeitig mit einem Kernspeicher verbinden.

2. DER ARBEITSSPEICHER

Der ER 56 ist mit 6 Kernspeichern ausgerüstet. Sie sind die Arbeitsspeicher und dienen zur Aufnahme von Befehlen und Daten. Die 4 Speicher sind voneinander völlig unabhängig. Jeder Speicher kann mit jedem Werk verbunden werden. Es können also bis zu 4 Werke gleichzeitig mit je einem Speicher zusammenarbeiten.

Der ER 56 ist eine Wortmaschine. Das bedeutet, daß nur ganze Worte transportiert, verarbeitet und adressiert werden können, aber nicht einzelne Stellen von Zahlen. Ein Wort besteht aus 7 Dezimalstellen. Jeder Kernspeicher hat 1000 Speicherplätze für je 1 Wort. Die Speicherzellen aller 4 Speicher sind durchnummeriert. Trotzdem sind sie 4 völlig getrennte Einheiten. Die Zellennummer der Zelle ist die sogenannte Adresse. Die Adressen sind:

KS0	0000...0999
KS1	1000...1999
KS2	2000...2999
KS3	3000...3999
KS4	4000...4999
KS5	5000...5999

(KS = Kernspeicher)

Soll Information aus dem Kernspeicher heraus- oder in ihn hineintransportiert werden, dann kann dies mit Befehlen geschehen, die nur ein Wort übertragen. Neben den Befehlen, die Einzelwörter übertragen gibt es auch solche, die größere Mengen von Wörtern (beginnend mit einer bestimmten Zelle) holen oder hinschreiben. Man nennt dies dann Blockübertragung. Die Übertragung hört spätestens dann auf, wenn die letzte Zelle des Speichers erreicht ist. Wenn dies der Fall ist, wird das sogenannte Kernspeicherüberlaufsignal (KÜS) an die Werksteuerung gegeben, das daraufhin die Übertragung beendet. Für viele Zwecke ist es wünschenswert Kernspeicher von weniger als 1000 Zellen zu haben. Diese künstliche Verkleinerung ist erreicht, wenn das KÜS nicht erst bei Erreichen der letzten Zelle, sondern schon früher abgegeben wird. Das ist mit den ^{Kernspeicherbegrenzungsschaltern} ~~Überlauf-Drehschaltern~~ der Kernspeicher möglich. Sind sie auf eine Zahl < 999 eingestellt, dann wird das KÜS nicht nur bei Erreichen der Zelle 999 des betreffenden Speichers abgegeben, sondern auch dann, wenn die eingestellte Adresse erreicht wird. Die Zellen oberhalb sind nicht blockiert, sondern können **verwendet** werden wie wenn die Drehschalter nicht wirksam wären, weil das KÜS nicht abgegeben wird wenn eine Zelle oberhalb der Überlaufschaltereinstellung angesprochen wird, sondern nur bei der Zelle selbst. Es wird also nur abgegeben, wenn diese Schranke überschritten wird. Die Wirkung des KÜS bei den verschiedenen Operationen ist in Abb. 4 dargestellt.

Für Übertragungen aus dem Rechenwerk oder ins Rechenwerk gibt es noch eine besondere Art von Blockübertragung. Es werden nur zwei Worte geholt: man spricht von sogenannten Doppelwörtern. Je nach Betriebsart (Normal, Lang oder Gleitkomma) werden durch den Befehl einfache Worte oder Doppelwörter (das in der Adresse n angegebene und das in der um 1 höheren) ins Rechenwerk oder aus ihm heraustransportiert und verarbeitet. n kann gerade oder ungerade sein. Wenn jedoch die 3 rechten Ziffern von n drei 9en sind und ein Doppelwort aus dem Speicher geholt werden soll, dann existiert die 2. Hälfte nicht und es gibt Störung. Im umgekehrten Fall (also bei Abspeichern in den Speicher) gibt es zwar keine Störung, aber die Information der 2. Hälfte geht verloren, weil für sie kein Speicherplatz vorhanden ist. Die Übertragung für Doppelwörter und der Begriff Doppelwort existieren jedoch nur für das Rechenwerk.

Ein zweites Kriterium zur Beendigung der Blockübertragung neben dem KÜS ist das Doppelomegawort. Es besteht aus 14 aufeinanderfol-

genden 9en. Erscheint in der zu übertragenden Information ein solches ω -Wort, dann wird bei bestimmten Operationen (s. Abb. 4) die Übertragung beendet. Dies bedeutet aber nicht, daß die Zahl $\pm 99\dots 9$ im Rechner nicht verwendet werden darf. Die erste Stelle n_0 eines Wortes wird im Rechenwerk immer als Vorzeichen aufgefaßt. Dieses kann nur + oder - sein und evtl. noch mit einer Marke versehen sein. Da für diese Kennzeichnung die Ziffern 0...8 ausreichen bleibt die 9 zur " ω -Erkennung" frei. Die Interpretation der Ziffern in der Vorzeichenstelle ist im Rechenwerk folgendermaßen:

Vorzeichen + wenn $n_0 = 0, 1, 3, 4, 6, 7, 8, 9$
 Vorzeichen - wenn $n_0 = 2, 5$

Es werden noch folgende Markierungen dazu interpretiert:

Q - Zeichen wenn $n_0 = 4, 5$
 α - Zeichen wenn $n_0 = 3$
 αQ - Zeichen wenn $n_0 = 6$
 ω - Zeichen wenn $n_0 = 9$

Die Wirkung der α , Q und αQ - Markierung ist aus der Befehlsliste des ER 56 ersichtlich. (Die sog. " α -Interpretation" wird auf Seite 13 erklärt.)

(Kernspeicherbegrenzungsschalter)
 Die Drehschalter für das KUS befinden sich in den Kernspeichern, nicht am Bedienungspult. Für jeden Kernspeicher sind drei Stück (für die 1er, 10er, 100er -Stelle) vorhanden (s. Abb. 3). Sie sind von links nach rechts für den 0., 1., 2., 3., 4., 5. Kernspeicher. Die Drehschalter eines Kernspeichers sind nur wirksam, wenn keiner der 3 Schalter auf AUS steht. Die Schalter dürfen bei laufender Maschine nicht verstellt werden.

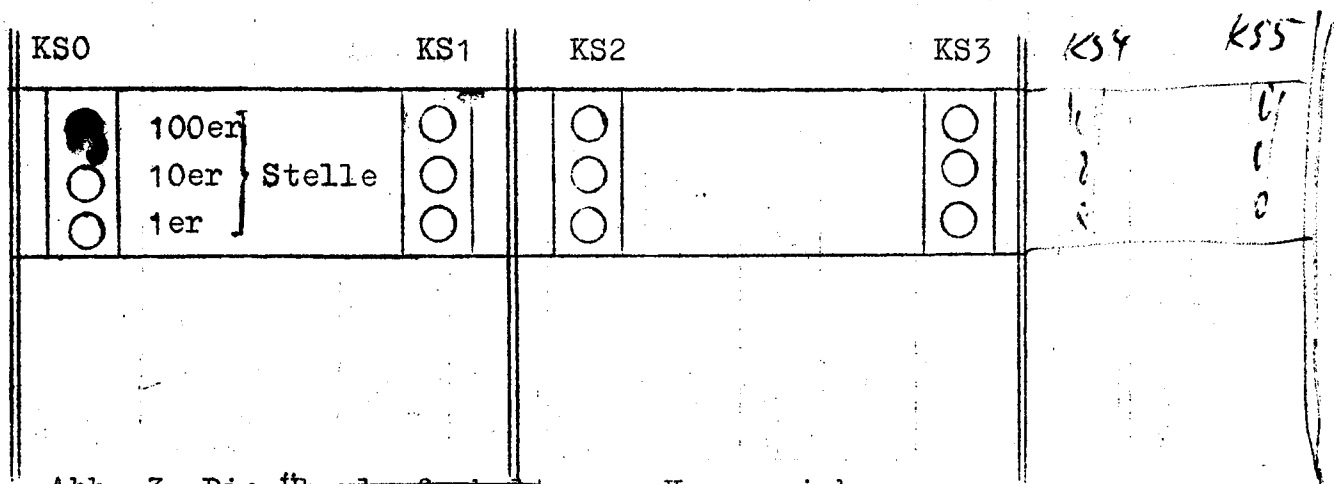


Abb. 3 Die Überlaufschalter am Kernspeicher
Begrenzungsschalter

Abb. 4 Blockbedingungen zwischen Werken und Kernspeichern bei Blockübertragungen

		Operationsablauf nach Überschriften	
Werk	Vorgang	der Adresse x999	der an den Dreh- schaltereinges- tellten Adresse
Rechen- werk	Lesen aus KS	Störg. wenn die 1. Hälfte in 999 bei Doppelwort	unbeeinflusst
	Abspeichern in KS	2. Hälfte geht ins Leere, wenn die 1. Hälfte auf 999 bei Doppelwort	unbeeinflusst
Kom- mando- werk	Lesen aus KS	(Wartestellung über 3999)	unbeeinflusst
	Absp. in KS		
Trom- mel- speicher	Absp. in Trommel	Störung	unbeein- flußt
	Lesen von Trommel	keine Störung, Information geht ins Leere	
Stanzer	Lesen aus KS	Übertragung beendet und je nach Schalter- stellung am Stanzerpult KS -Wort zuschießen	beendet nach KS -Wort
Foto- leser	Absp. in KS	Übertragung beendet	beendet nach KS -Wort
	Absp. auf Band	Übertragung beendet; falls letztes Wort KS , dann KS zuschließen; falls letztes Wort = KS dann KS zuschießen	beendet nach KS -Wort
Band- spei- cher	Lesen vom Band	Information geht ins Leere	
	Lesen aus KS	Übertragung beendet; gedruckt wird nur, wenn gleichzeitig Zeilen- oder Befehlssende erkannt wird	beendet vor KS -Wort falls die 9 als Vorzei- chen entschlüsselt wird sonst unbeeinflusst

KS = Kernspeicher; Wird Information ins Leere gelesen, dann ist das angesprochene Werk auch während dieser Zeit belegt.

3. DAS KOMMANDOWERK (KW)

Das Kommandowerk ist die zentrale Steuerstelle im Rechner. Es erledigt alle organisatorischen Aufgaben, die bei der Ausführung der Befehle der Befehlsliste anfallen. Es verarbeitet die Befehle in der Reihenfolge, in der sie im Kernspeicher stehen. Es rechnet die (aus Adreßteil und Inhalt des angegebenen Indexregisters bestehende) effektive Adresse des (Einadreß!-) Befehls aus, stellt dann fest ob der betreffende Kernspeicher und das vom Befehl angesprochene Werk frei sind und gibt den Befehl an das Werk durch sobald dies der Fall ist. Dieses schließt dann den zentralen Schalter. ^{Das KW} führt also selbst den Befehl nicht aus.

(Eine Ausnahme bilden die Befehle 80...99, einige rein organisatorische Befehle und die Sprungbefehle, die sich alle nur auf das KW beziehen und deshalb ^{im} Wesentlichen von ihm allein ausgeführt werden). Es holt vielmehr den nächsten Befehl (sofern der KS, der diesen enthält nicht gerade mit einem anderen Werk verbunden ist), prüft wieder ob angesprochenes Werk u. KS frei sind und gibt falls ja- den Befehl zur Ausführung durch. Dies kann ^{schon} geschehen während der vorige Befehl noch abläuft.

Auf diese Art versucht das Kommandowerk möglichst viele Befehle gleichzeitig ausführen zu lassen und so durch Parallelarbeit Zeit zu sparen. Dies gelingt am besten, wenn man die Befehle in einem KS, die Zahlen und Daten aber in anderen KS aufbewahrt, weil dann das Kommandowerk immer wartezeitfreien Zugriff zu den Befehlen hat. Deshalb gilt die Grundregel: "Befehle und Daten nach Möglichkeit immer in verschiedenen KS aufbewahren".

Die Befehle bestehen wie die Zahlen aus einem siebenstelligen Wort. Von jedem Wort, das in das Kommandowerk gelangt, werden die linken 4 Ziffern als sog. "Adreßteil", die 5. von links als "Indexteil" und die beiden rechten als "Operationsteil" aufgefaßt. Nach Erhöhung des Indexregisters 9 um 1 (s. unten) addiert das Kommandowerk als erste Tätigkeit bei den Befehlen 00...89 den Inhalt des im Indexteil angegebenen Indexregisters zu der 4-stelligen Zahl des Adreßteils. Die entstehende Zahl nennt man "effektive Adresse". (Sie ist vierstellig; eine evtl. durch Übertrag entstehende 1 in der 5. Stelle wird nicht gespeichert und auch nicht berücksichtigt.) Die so entstandene Zahlen- gruppe (bestehend aus den 4 Stellen der eff. Adresse und den 2 des Operationsteils) wird entsprechend der Befehlsliste als An-

weisung für Operationen aufgefaßt und ausgeführt. Bei den Befehlen, die sich auf den Inhalt von KS-Zellen beziehen ist dann die "Eff. Adresse" die Zellen Nr. auf deren Inhalt der Befehl sich bezieht (daher der Name eff. Adress). Es gibt unter den Befehlen 00...89 auch welche, die sich nicht auf den Inhalt einer KS-Zelle beziehen. Auch bei ihnen wird zunächst die effektive Adresse gebildet und dann die 4 Stellen dieser "eff. Adresse" zusammen mit den beiden des Operationsteils als Befehl gemäß der Befehlsliste interpretiert. Hier wird also die eff. Adresse zur Ergänzung des Operationsteils verwendet (das sind die sog. "adressenfremen" Befehle). Ein Beispiel ist der Befehl 2xxx i 19, der, (wenn der Inhalt von $I_i = 0000$ ist) die Betriebsart Gleitkomma im Rechenwerk festlegt. Man beachte, daß durch Indizierung bei den adressfreien Befehlen völlig anders wirkende Befehle entstehen können. Ist z.B. der Inhalt des im Befehl 2xxx i 19 angesprochenen Indexregisters gleich 7000, dann bewirkt dieser Befehl den Stop der Maschine, weil 9xxx i 19 (mit Inhalt von $I_i = 0000$) der Stopbefehl ist. Man ersieht daraus bereits die Notwendigkeit ein Indexregister mit dem festen Inhalt 0000 zu besitzen; s. unten.)
Bei den Befehlen 90...99 werden der Adreßteil und der Inhalt des Indexregisters nicht zur Bildung einer eff. Adresse, sondern für Operationen mit den Indexregisterinhalten verwendet. Man nennt diese Befehle deshalb "nicht indizierbare Befehle".

Jedes Wort wird im Kommandowerk (KW) als Befehl aufgefaßt, in jedem anderen Werk als Zahl. Ein Unterschied zwischen Zahlen und Befehlen besteht nicht. Er entsteht erst dadurch, daß das Wort, wenn es ins KW gelangt, als Befehl interpretiert wird und, daß es als Zahl interpretiert wird, wenn es in ein beliebiges anderes Werk gelangt (eine kleine Ausnahme gibt es: die Steuerwörter beim Zeilendrucker). Man kann jedoch von einem Wort, das in Kernspeicher steht, nicht sagen, ob es ein Befehl oder eine Zahl ist. Es kann beides sein, je nachdem, wo es verwendet wird. Neben der Interpretation eines Wortes als Befehl oder Zahl gibt es noch die sog. " α -Interpretation". Will man z.B. im Laufe eines Programms die Wurzel aus einer reellen Zahl berechnen, dann wird man im allgemeinen auch den Fall berücksichtigen, daß die Zahl negativ und die Wurzel damit komplex sein kann. Es sei nun angenommen, daß das Programm für diesen Fall anhalten und die Maschine einen Hinweis ausgeben soll. Das kann so geschehen, daß eine bestimmte Kennzahl ausgegeben wird. Man könnte jedoch auch den Text "Wurzel komplex" ausgeben wollen. Da wir die zehn Möglichkeiten jeder Stelle des Maschinenwortes schon für die zehn Ziffernsymbole

verbraucht haben, müssen wir nun Möglichkeiten für weitere Symbole (für die Buchstaben) suchen. In der sog. "α-numerischen" Interpretation im ER 56 nimmt man nun je 2 Stellen zusammen und kann damit 100 Symbole darstellen. Dies geschieht so, daß man in die erste Stelle (Vorzeichenstelle) eine 3 schreibt und die restlichen 6 Stellen paarweise je einem Symbol zuordnet. Wird ein solches Wort vom Rechner ausgegeben und als α-Verschlüsselung erkannt (am Zeilendrucker mit der Steckung "Vorzeichen entschlüsselt" und am Lochstreifendruckerplatz mit entsprechendem Formatstreifen), dann werden pro Wort 3 Zeichen entsprechend der Liste der α-Interpretationen ausgegeben (Liste der α-Interpretationen siehe "Befehlsliste der ER 56").

Kommt das 7-stellige Wort, das aus der α-Verschlüsselung von 3 Zeichen entstanden ist, ins KW, dann wird diese Ziffernfolge natürlich als Befehl aufgefaßt, kommt sie ins Rechenwerk, dann wird sie als Zahl behandelt, als Zifferntext ausgeschrieben ergibt sie 6 Ziffern mit Vorzeichen (oder 7 Ziffern) und nur als α-Text ausgeschrieben ergibt sie 3 Zeichen. Beispiel: 3601007

ist als α - Text:	α = 7
im RW:	+ 601007
im KW:	Bedingter Sprung nach 3601

Die wesentlichen Teile des Kommandowerkes sind die 10 Indexregister $I_0 \dots I_9$ (für 4-stellige Dezimalzahlen) und das Adressenrechenwerk. Das Adressenrechenwerk rechnte die "eff. Adresse" nach folgender Regel aus:

Adreßteil + Inhalt des Indexregisters = eff. Adresse

2 Indexregister haben Sonderaufgaben:

- a) I_9 enthält immer die KS-Adresse, in der der nächste auszuführende Befehl steht. Es ist das Befehlsadressenregister (oft Befehlszähler BFZ genannt). Sein Inhalt wird sofort nachdem ein Befehl ins Kommandowerk gelangt ist um 1 erhöht. Bei Sprungbefehlen wird danach die eff. Adresse des Befehls nach I_9 gebracht. Mit I_9 kann wie mit allen anderen Indexregistern indiziert werden. Das ergibt dann die sog. "relative Adressierung" von Programmen.
- b) I_0 : Bei allen indizierten Befehlen (das sind die Befehle 00..89) ist bei Indizierung mit I_0 die "eff. Adresse" = Adreßteil des Befehls auch wenn I_0 einen von Null verschiedenen In-

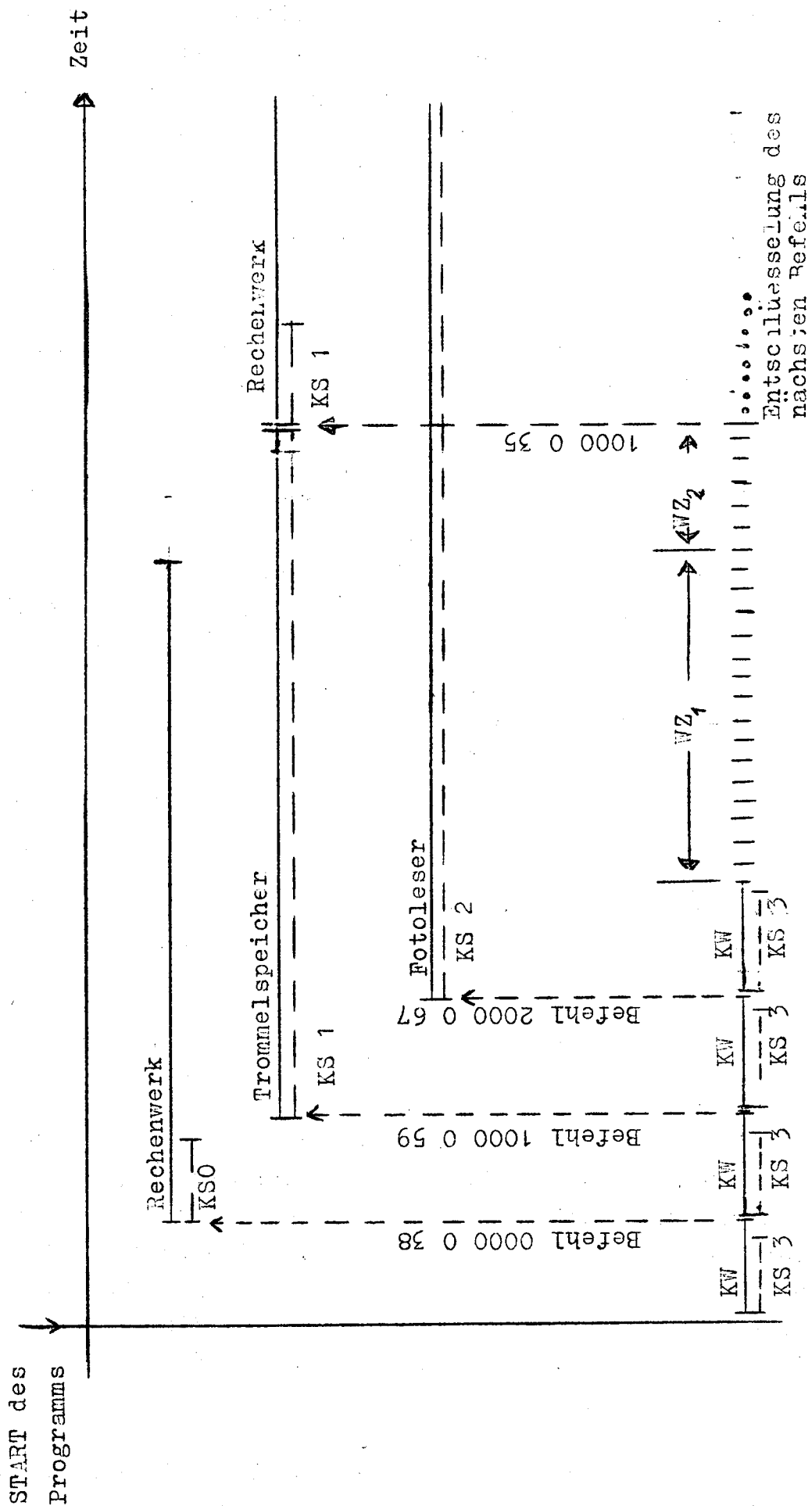


Abb. 5 Graphischer Fahrplan eines Befehlsablaufes

halt hat. (Man nennt mit I_0 indizierte Befehle "nicht indizierte" Befehle). Bei allen nicht indizierbaren Befehlen (das sind die Befehle 90...99) wirkt I_0 mit seinem Inhalt (s. Befehlsliste d. ER 56).

I_0 wird das Rücksprungregister genannt, weil nach jedem Sprung durch einen Befehl 01...17 oder 65 nach I_0 die um 1 erhöhte Absprungsadresse gebracht wird. Wird (bei den bedingten Sprüngen) der Sprung nicht ausgeführt, dann bleibt I_0 unverändert. Man beachte, daß auch die Befehle 90...95 und 99 bei $i = 9$ als unbedingter Sprungbefehl wirken. Bei solchen Sprüngen bleibt I_0 unverändert.

Infolge der dezentralisierten Steuerung der Befehlsabläufe durch die Werke selbst ist eine weitgehende Parallelarbeit im ER 56 möglich. Das wird in der folgenden Skizze noch einmal deutlich gemacht. (Man beachte, daß die Verbindung zwischen Werk und Kernspeicher sofort unterbrochen wird, wenn die vom Werk benötigte Zahl transportiert ist, obwohl das Werk selbst noch mit der Ausführung der Operationen beschäftigt sein kann, wie das z.B. bei Befehl 38 im Rechenwerk der Fall ist.)

Es werde der Ablauf der Befehle

0000 0 38
1000 0 59
2000 0 67
1000 0 35

betrachtet. Diese Befehle seien im KS 3 abgespeichert. In Abb. 5, die einen graphischen Fahrplan darstellt, bedeuten dicke Striche das Arbeiten eines Werkes, die daneben liegenden gestrichelten den Belegzustand des Kernspeichers, der mit diesem Werk verbunden ist.

Nach Drücken der Taste "START" wird das Kommandowerk mit dem Kernspeicher 3 verbunden und der Befehl 0000 0 38 ins KW übertragen. Danach ist KS 3 wieder frei. Das KW braucht noch eine kleine Zeit bis es den Befehl entschlüsselt hat und festgestellt hat, daß das Rechenwerk und KS_0 frei sind. Dann gibt es ihn an das Rechenwerk zur Ausführung ab. Dieses wird kurz mit KS_0 verbunden um den Divisor aus der Zelle 0000 zu holen. Damit ist der KS_0 wieder frei, das RW ist aber noch längere Zeit mit der Ausführung der Division beschäftigt.

Sofort nach Anstoß des Befehls 38 holt das KW den Befehl 1000 0 59 und gibt ihn (nach Entschlüsselung und Frei-Prüfung) an die Steuerung des Trommelspeicherwerkes, das daraufhin den Trommelspeicher mit KS_1 verbindet. Diese Verbindung bleibt bestehen bis der Übertragungsvorgang von der Trommel zum KS_1 beendet ist.

Mit dem nächsten Befehl (2000 0 67) wird analog verfahren.

Sofort nach dessen Anstoß wird der nächste Befehl (1000 0 35) ins KW gebracht und entschlüsselt. Die Freiprüfung ergibt, daß sowohl das durch diesen Befehl angesprochene Rechenwerk, wie auch der KS_1 noch mit der Ausführung früherer Befehle beschäftigt sind. Deshalb geht das KW in "Wartestellung". Man erkennt dies bei längeren Wartezeiten am Blinken der Lampe in der Taste START am Bedienungs-pult. (Sie blinkt bei Wartezeiten über einige $1/10$ sec.) Nachdem die Wartezeit WZ_1 verstrichen ist erhält das KW die Freimeldung vom RW, das jetzt mit der Division fertig ist, aber noch nicht die des KS_1 weil dieser noch mit Information aus der Trommel gefüllt wird. Wenn (nach der weiteren WZ_2) auch diese Operation fertig ist, kommt auch das Freizeichen vom KS_1 und der Befehl 1000 0 35 kann vom KW an das RW abgesetzt werden. Das KW entschlüsselt nun den nächsten Befehl u.s.w....

Im KW ist außerdem die Störungsüberwachung untergebracht. Tritt in irgendeinem Werk eine Störung auf (meist ist es ein Codefehler in der Information, er kann technisch bedingt sein oder durch falsche Bedienung entstanden sein), dann wird sofort das KW angehalten und die Störung angezeigt. (s. Kap. VI, Abschn. 1).

4. DAS RECHENWERK

Das Rechenwerk führt im wesentlichen alle arithmetischen Operationen aus. Es besteht aus dem 14-stelligen N-Register (s. Abb. 6), dem Akkumulator (A-Reg.) als zentralen Arbeitsspeicher mit den zugehörigen Vorzeichen- und Charakt.-Registern und dem Multiplikatoren-Register (M-Reg.) mit seinen Vorzeichen- und Charakteristikregistern, das z.B. bei der Multiplikation die 2. Hälfte des Ergebnisses und bei der Division den Rest aufnimmt, dem Vergleicher und seinen Merkern und der Arithmetik für die 4 Grundrechenarten. Die Steuerung sorgt für den richtigen Ablauf der Operationen.

Während das A-Reg. und das M-Reg. durch Befehle (z.B. 30...39 und 40...49) dem Programmierer zugänglich sind, dient das N-Reg. nur als Einlaufregister. Es nimmt bei allen RW-Befehlen die aus dem KS ankommenden Informationen auf, bevor sie im RW weiterverarbeitet werden (auch bei Vergleichsbefehlen und z.B. den Befehlen 31 und 41). Das N-Reg. ist nicht durch Befehle dem Programmierer zugänglich. Vom N-Reg. aus werden auch die ω - und q -Eingangsmarker gesetzt. Sie sprechen deshalb auch bei Vergleichen an.

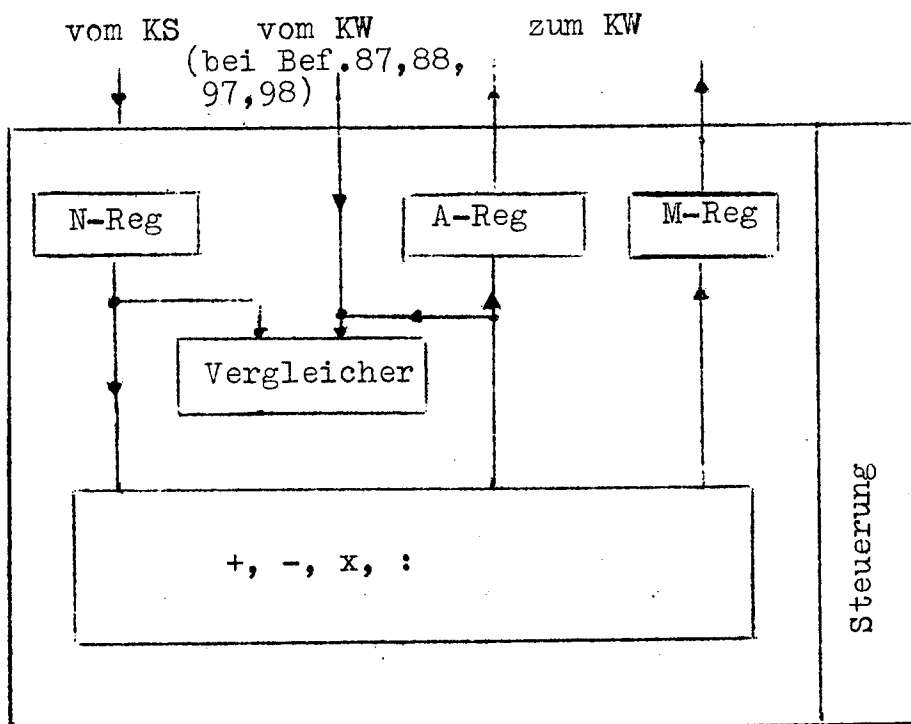


Abb. 6 Das Rechenwerk

Es wird auch bei der Anzeige von Kernspeicherinhalten am Bedienungspult verwendet. Wird dort z.B. die Taste n (aus Reihe I gedrückt, dann wird ein Befehlsablauf angestoßen, der den Inhalt der gewünschten KS-Zellen ins N-Reg. liest, von wo aus er zur Anzeige gebracht werden kann. (Es ist nämlich technisch nicht möglich den Magnetisierungszustand von Kernen sichtbar zu machen, wohl aber den Inhalt des N-Reg., das anders - d.h. nicht aus Kernen - aufgebaut ist.

In Abb. 6 ist das RW dargestellt. x)

5. DER TROMMELSPICHER

Der Trommelspeicher dient als Ergänzungsspeicher. Er hat eine Kapazität von 12000 Wörtern. Die Worte sind jedoch nicht einzeln sondern nur in Blöcken zu 20 Worten adressierbar und übertragbar. Damit hat die Trommel 600 einzel adressierbare Blöcke. Die Adressen der Blöcke sind die sog. Blocknummern (000...599). Den Übertragungsbefehlen von (59) und zur (58) Trommel muß der Befehl 57 vorausgehen, der angibt, ^{ab}welchem und wieviele Blöcke durch den Übertragungsbefehl übertragen werden sollen. Durch einen Übertragungsbefehl können höchstens 10 Blöcke übertragen werden. Die reine Übertragungszeit (ohne die Zeit für Befehlentschlüsselung und Anstoß) für 1 Block ist ca. $2 \cdot 10^{-3}$ sec, das entspricht ca. 10000 Worte/sec. Da zu dem Zeitpunkt, bei dem der Übertragungsbefehl kommt, die Information im allgemeinen nicht gerade unter dem Lesekopf, sondern an einer beliebigen Stelle steht, muß man im Mittel eine halbe Umdrehung der Trommel abwarten, bis die Übertragung beginnen kann. Diese mittlere Zugriffszeit ist 10^{-2} sec. Will man in Trommelblöcke, deren Adresse > 599 ist, abspeichern, dann geht die Information ins Leere. Will man aus solchen Trommelblöcken von der Trommel lesen (d.h. in den KS übertragen), dann ergibt das Störung.

x) Das Rechenwerk hat 3 Betriebsarten: Normal (Fkn), Lang (Fkl) und Gleitkomma (GK). Die Betriebsart wird durch 19er Befehle eingestellt und gilt solange bis sie durch Befehl geändert wird. Die Rechenwerksbefehle (30...49 u. einige andere) wirken also je nach Betriebsart verschieden (s. Befehlsliste). Bei Fkn und Fkl wird die 1. Stelle jedes (Einfach- bzw. Doppel)-Wortes als Vorzeichen u. der Rest als Festkommazahl, bei GK die 1. Stelle als Vorzeichen, die 11 nächsten als Mantisse u. die 2 letzten als der um 50 erniedrigte 10er-Exponent (=Charakteristik) aufgefaßt. Das RW rechnet mit der Charakteristik und nicht mit dem Exp. Die Zahlendarstellung ist deshalb für Ein- und Ausgabe ^{bei GK:}
{ | Vorz. (= 1 St.) | Mantisse (= 11 St.) | Char. (= 2 St.) } = 2mal 7 Stellen

6. DIE BANDSPEICHER

Der ER 56 besitzt 2 Magnetbandspeicher. Sie haben eine Speicherkapazität von ca. 10^6 Wörtern. Die Übertragung erfolgt blockweise. Die Blocklänge kann für jeden Block anders sein und es liegt im Ermessen des Programmierers wie lang er die Blöcke macht (kleinster Block 40 Worte, größter 1000). Die Schreib- und Lesegeschwindigkeit entspricht der bei der Trommel. Die Zugriffszeit schwankt zwischen 7ms (wenn der gewünschte Block gerade am Lesekopf steht) und mehreren Minuten (wenn das ganze Band umgespult werden muß). Näheres siehe "Die Ampex-Magnet-Bandspeicher der ER 56" Umdruck des Recheninstituts).

Eine Benützung der Bandspeicher ist nur nach genauer Unterweisung durch das Wartungspersonal möglich.

7. DER ZEILENSCHNELLDPRUCKER

Mit dem Zeilenschnelldrucker (ZD) hat man die Möglichkeit, eine im Speicher enthaltene Information als Zifferntext oder als

α-numerisch verschlüsselte Zeichen zu interpretieren und direkt in Klarschrift auszudrucken. Der Zeilendrucker druckt pro sec 10 Zeilen. Eine Zeile umfaßt 80 Zeichen. Damit ist es (bei günstiger Wahl des Druckbildes) möglich einen Kernspeicher von 1000 Wörtern in ca. 15 sec auszudrucken. Das Druckbild und die Interpretation der Information des KS-Inhaltes werden durch ein Druckprogramm festgelegt, das für jede der 80 Stellen der Zeile festlegt, wie sie besetzt werden soll (z.B. Zwischenraum oder nicht), ob eventuelle Zeichen eingefügt werden sollen (z.B. Komma u.s.w.) Dieses Druckprogramm, das ebenso wie die Rechenprogramme Unterprogramme, unbedingte und bedingte Sprünge enthalten kann, wird jedoch nicht in Form einer Befehlsliste aufgeschrieben und in der Rechner eingegeben, sondern muß mit Steckleitungen auf einem Steckbrett gesteckt werden. Dieses Steckbrett wird dann in das Steuerwerk des Zeilenschnelldruckers eingelegt. Für jedes Druckbild muß eine eigene Stecktafel gesteckt werden (siehe "das Zeilendruckerwerk der ER 56", Umdruck des Recheninstituts).

Da die Stecktafel wie ein Programm ausgetestet werden muß (Zeitaufwand!) und außerdem für die meisten Zwecke eine geringe Anzahl von Druckformeln genügt, liegt im Recheninstitut eine "Standard"-Stecktafel bereit, auf der mit wenigen Handgriffen fast alle gebräuchlichen Druckformate erzeugt werden können (siehe "Druckprogramme für den Zeilendrucker" , Umdruck des Recheninstituts).

Die Bedienung des ZD beschränkt sich auf das Ein- und Ausschalten und den Papierschub von Hand. Am ZD ist ein kleines Bedienungsfeld (s. Abb. 7). Der Schalter "Main Shaft" dient zum Ein- und Ausschalten des Druckers. Die Lampe brennt, wenn der ZD eingeschaltet ist. Der erste Druckbefehl kann erst ca. 1/2 bis 3/4 Minute nach dem Umlegen des Schalters auf "ON" ausgeführt werden. Der ZD ist immer abzuschalten, wenn er nicht benutzt wird (auch wenn es nur 10 Minuten sind). Der zweite Schalter ("Paper Advance") ist nur wirksam, wenn der Schalter "Main Shaft" auf "OFF" steht. In der Stellung "free run" läuft unbedrucktes Papier aus dem ZD heraus und zwar solange, bis man ihn wieder

in die Mittelstellung legt. Stellt man ihn nach "single", dann wird das Papier um 1 Zeile vorgeschoben (der Hebel geht dann von selbst wieder in die Mittellage zurück.)

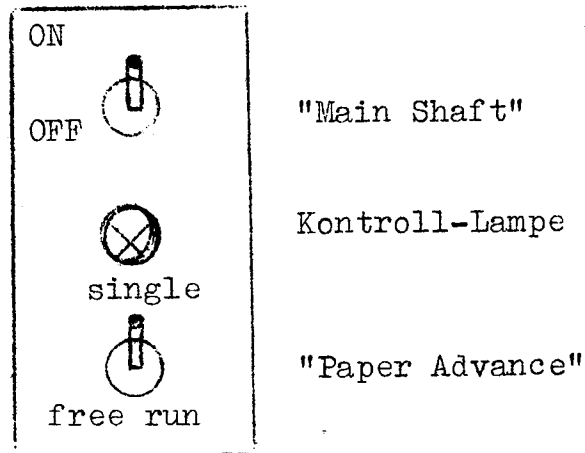


Abb. 7 Das Bedienungsfeld des Zeilenschnelldruckers

Geht während des Druckvorganges das Papier aus, dann geht die Information ins Leere. Störung tritt nicht auf. Ist bereits beim Absetzen des Druckbefehls kein Papier im Drucker, dann geht das KW in Wartestellung (Blinken der Taste START am Bedienungspult). Der Druckvorgang wird dann sofort ausgeführt, wenn der Papierfühler beim Einlegen des Papiers berührt wird und die Information geht ins Leere. Deshalb ist in diesem Fall zuerst der Schalter auf "OFF" zu legen, dann Papier einzulegen und dann wieder auf "ON" zu stellen. Dann wird Druckvorgang (nach 1/2 bis 3/4 Min. Wartezeit!) richtig ausgeführt. (Vergl. auch S. 56)

Geht das KW in Wartestellung weil der ZD nicht eingeschaltet ist (Schalter auf "OFF"), dann schalte man ein. Der Druckvorgang wird dann ohne Störung nach der Wartezeit ausgeführt.

Geht das KW in Wartestellung wegen nicht bereitem ZD (Papiermangel, Schalter auf "OFF") und man drückt am Bedienungspult "Entsperren", dann wird trotzdem ein (allerdings falscher) Druckvorgang ausgeführt. Dies ist schädlich für den Drucker. Deshalb entsperre man nicht in diesem Fall, sondern schalte den Drucker ein, bzw. lege Papier nach dem oben angegebenen Verfahren ein. Man lasse sich das Einlegen von Papier vom Wartungstechniker genau erklären.

8. DIE EIN- UND AUSGABE AUF LOCHSTREIFEN

Die Ein- und Ausgabe von Programmen, Daten, Ergebnissen usw. erfolgt am ER 56 auf Lochstreifen. Es werden dieselben (5-kanligen) Lochstreifen verwendet wie am Fernschreiber, jedoch wird nicht im Fernschreib-Code codiert. Es wird vielmehr der $\binom{2}{5}$ -Code verwendet. Er hat wegen der großen Redundanz eine gute Erkennbarkeit von Fehlern und bietet deshalb besonders beim Einlesen eine sichere Möglichkeit, Stanzfehler hier auszuschalten. Abb. 8 zeigt den Zusammenhang zwischen den beiden Code-Arten:

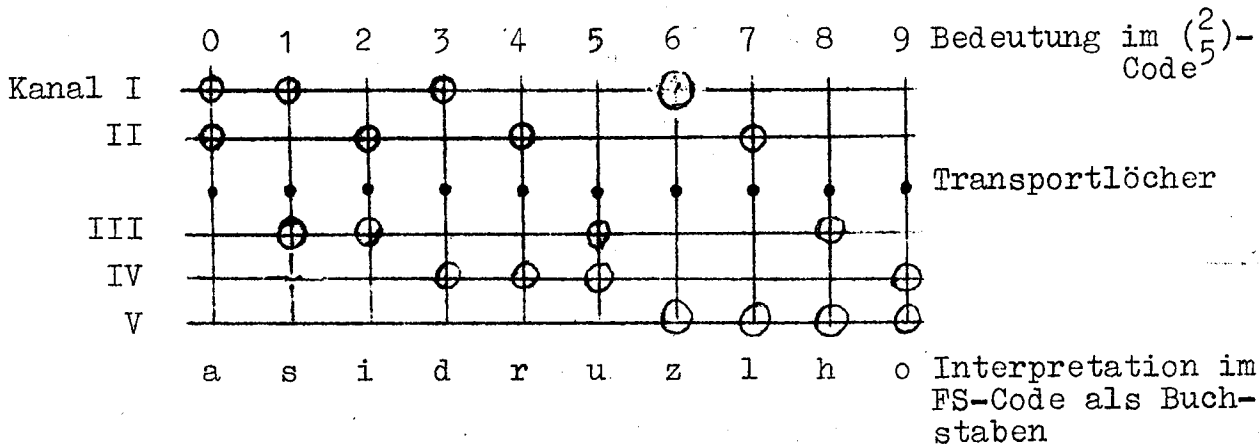


Abb. 8 Der $\binom{2}{5}$ -Code des ER 56

Der Transport erfolgt Wort für Wort und innerhalb des Wortes Ziffer für Ziffer, beginnend mit der ersten Dezimalen. In der Reihenfolge wie die Zeichen auf dem Lochstreifen sind werden sie in den KS transportiert und umgekehrt werden ^{sie} in der Reihenfolge, in der sie im KS stehen ausgestanzt.

Die Eingabe erfolgt immer in einen KS, die Ausgabe immer aus einem KS. Ein direkter Transport von einem Werk zum Stanzer oder vom Fotoleser zu einem Werk ist nicht möglich.

Nachdem man das Programm aufgestellt hat, erstellt man zunächst einen Lochstreifen im FS-Code. Tippfehler lassen sich hier besonders gut korrigieren. Wenn dann ein einwandfreier Streifen vorliegt, wandelt man ihn am Druckerplatz in einen $\binom{2}{5}$ -Streifen. Es ist zwar möglich am Druckerplatz direkt einen $\binom{2}{5}$ -Streifen zu erstellen, jedoch gibt es hier keine so einfache Möglichkeit durch Doppeln und Überlochen mit dem Buchstabenzeichen und anderen

Hilfsmitteln (die am Fernschreiber sehr praktisch und einfach sind) Fehler zu korrigieren. Man wird also bestenfalls ganz kurze Lochstreifen direkt im $\binom{2}{5}$ -Code (im sog. Programm "Stanzen") am Druckerpult erstellen.

Da die Übertragung vom Fotoleser zum Kernspeicher eine Blockübertragung ist, die durch ein $\omega\omega$ -Wort in der Information beendet wird, ist an jeden Streifen ein Block von 2×7 9en (das $\omega\omega$ -Wort) anzuhängen. Nach Lesen dieses Wortes hält der Fotoleser an.

Die Lochstreifen der Ein- und Ausgabe bestehen immer aus 7 Zeichen und einem nachfolgenden Leerzeichen (nur Transportloch). An der Ausgabe (Stanzer) tritt dieser Rhythmus automatisch auf. Am Fotoleser kann ein Streifen, der dies nicht beachtet Eingabe-Störung ergeben (s. unten). Eingabe-Störung tritt auch auf, wenn auf dem Streifen ein Zeichen ist, das mehr oder weniger als 2 Löcher hat.

Die Lochstreifen der Ausgabe können nicht am gewöhnlichen Fernschreiber in Klarschrift umgesetzt werden. Dies muß wieder am Druckerpult (im Programm "Lesen") geschehen. Dazu ist ein "Formatstreifen" notwendig, der (wie beim Zeilendrucker die Stecktafel) das Druckbild für die auszudruckenden Zahlen festlegt.

Die Benützung und Bedienung des Druckerpultes ist im Umdruck "Der Lochstreifendruckerplatz des ER 56" des Recheninstitutes beschrieben.

a) Die Bedienung des Fotolesers

Das Fotoleserpult und die richtige Lage des Lochstreifens sind in Abb. 9 dargestellt. Der Fotoleser wird durch Umlegen des Schalters auf EIN eingeschaltet. Die Lampe "Spannung" brennt, wenn der Schalter auf AUS ist und erlischt, wenn man einschaltet. Das Brennen bei AUS zeigt an, daß die Steuerelektronik des Fotolesers betriebsbereit ist. Der Fotoleser ist ca. 1/2...1 Minute nach dem Einschalten betriebsbereit. Dann kann eingelesen werden. Er ist auszuschalten, wenn er länger als 10 Min. nicht gebraucht wird. Da der Fotoleser ein relativ störanfälliger Teil des Rechners ist, verständige man bei wiederholter Störung einen Wartungstechniker und versuche keine unsachgemäße Selbsthilfe.

Beim Einlesen erfolgt eine Codeprüfung auf $\binom{2}{5}$ -Code. Wird ein Zeichen gelesen, bei dem mehr oder weniger als 2 Löcher sind, dann

tritt Störung auf und der Leser wird gestoppt. Gleichzeitig wird noch eine Zählprüfung gemacht. Geprüft wird, ob jeweils 7 Zeichen ohne Leerstelle hintereinander kommen, jedoch nicht ob nach 7 Zeichen mindestens eine Leerstelle kommt. Zählfehler ergeben ebenfalls Störung und Stop. Oft täuschen Staub und Papierteilchen einen Code- oder Zählfehler vor. Deshalb sind nicht sauber gestanzte Streifen schlecht einzulesen. Manchmal hilft ein kräftiges Blasen auf die Abfühlöcher unter der Lampe, wenn Staub- oder Papierteilchen die Störungsursache waren.

Der Fotoleser ^{transportiert} ~~liest~~ zuerst ^{um} ~~das~~ Zeichen und ^{transportiert} ~~transportiert~~ dann ~~um ein Transportloch weiter~~. Er kann deshalb ein Wort ~~so gar~~ dann ^{nicht} ~~noch~~ richtig lesen, wenn man den Lochstreifen so einlegt, daß das erste Zeichen genau über den Leselöchern liegt.

Wurde der Fotoleser (versehentlich) in Betrieb gesetzt, dann kann er durch die Taste Grundstellung an der Zehnertastatur angehalten werden, wenn der START durch einen Fremdbefehl erfolgt ist. ~~Jedoch nicht~~ Bei einem Befehl ^{nur) mit Escpopt und dem Grundstuf} aus der Befehlsliste im KS. Der Inhalt der Zelle, bei der dann angehalten wird, ist im allgemeinen jedoch zerstört.

Die Einlesegeschwindigkeit ist 50 Worte/sec.
Soll ein Befehl 66 oder 67 ausgeführt werden (P.E. oder F) und der Fotoleser ist nicht eingehalten dann unterbleibt Eingabe-Stopp
b) Die Bedienung des Stanzers

~~Das Stanzerpult ist in Abb. 10 dargestellt. Um den Stanzer in Betrieb zu setzen, muß der Schalter "Netz" auf EIN gestellt werden. (Die Lampe "Netz" brennt dann) und der Schalter "Stanzer" auf EIN gestellt werden (damit läuft der Stanzermotor an). Der Stanzer ist sofort betriebsbereit. Er ist abzuschalten, wenn er länger als 10 Min. nicht gebraucht wird.~~

Etwa über dem Schalter "Netz" ist am dem (abnehmbaren) Holzgehäuse eine kleine Klappe. Öffnet man sie, dann werden 2 Knöpfe und ein Schauzeichen sichtbar. Die beiden Knöpfe sind gemeinsam zu betätigen, und zwar ist immer zuerst der rote, dann zusätzlich der schwarze zu drücken. Solange beide Knöpfe gedrückt sind, läuft der Papierstreifen aus dem Stanzer heraus. (Das ist meistens vor dem Stanzen und immer nachher notwendig, weil der Stanzvorgang mit dem letzten Zeichen aufhört und nicht automatisch ein Stück Lochstreifen zugegeben wird. Beim Loslassen ist zuerst der schwarze, dann der rote Knopf loszulassen. Die Knöpfe sind auch wirksam, wenn nur der Schalter "Netz" auf EIN, "Stanzer" aber auf AUS ist. Drückt man die Knöpfe während des Ausstanzens oder kommt, während man die

Der Stanzer läuft bei Ausgabe-Befehl (66, 69) automatisch.

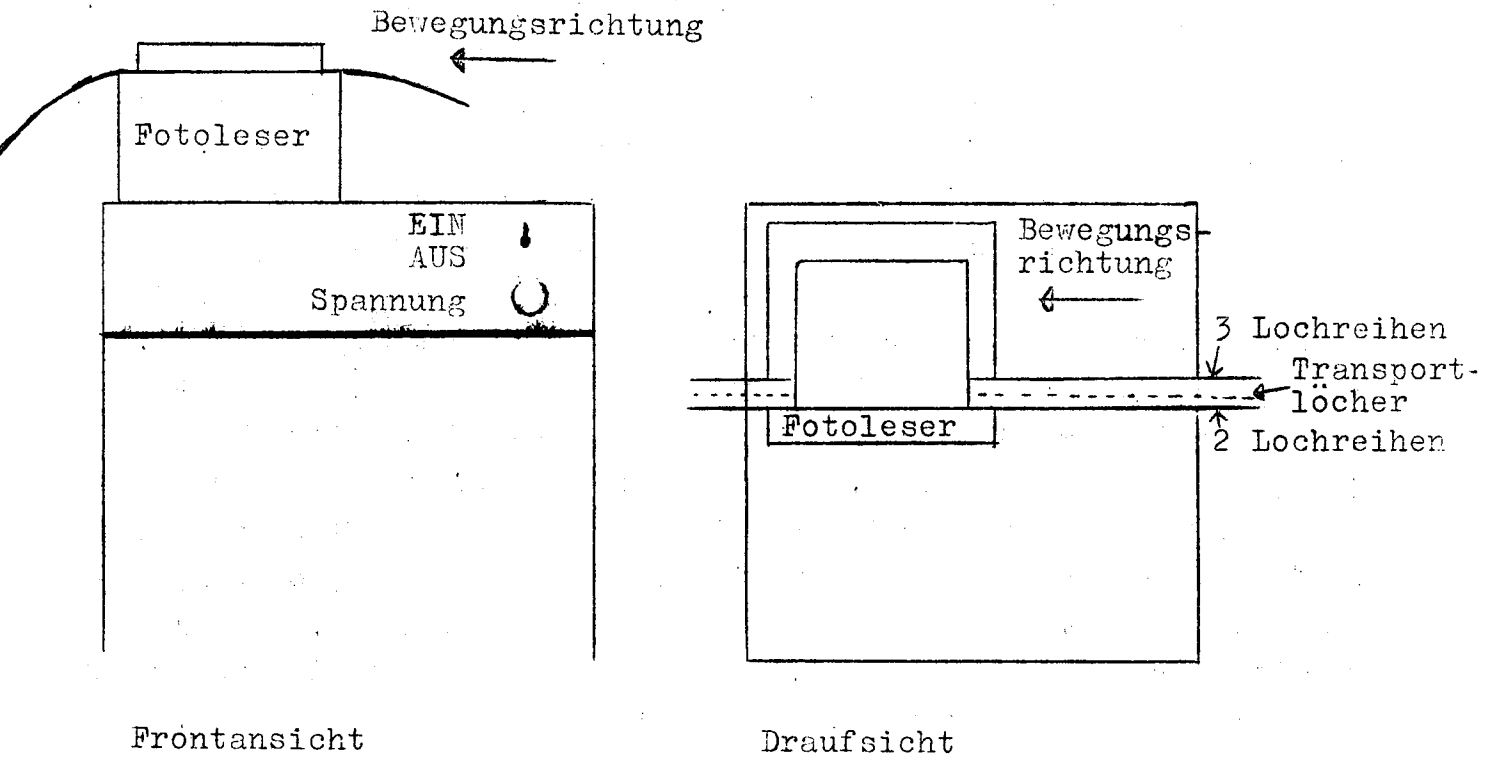
Knöpfe drückt, ein Stanzbefehl, dann wird trotzdem richtig und ohne Störung ausgestanzt.

Das Schauzeichen zeigt Weiß an, wenn die Stanzernadel unten ist. Nur dann kann neues Papier in den Stanzer eingelegt werden. Man lasse sich das Einlegen einer neuen Papierrolle vom Wartungstechniker genau erklären! Wenn das Schauzeichen nicht Weiß zeigt, drücke man kurz auf die beiden Knöpfe (wenn notwendig auch öfters!) Im Stanzer dürfen nur blau Streifen verwendet werden.

Bei Störung Lampe am Stanzerpult auf, Klappt man die Fühler ganz zurück, dann ist diese Anzeige ausgeschaltet. Geht während des Stanzens das Papier aus oder ist bereits bei Beginn des Stanzens kein Papier vorhanden, dann geht die Information ins Leere, Störung ergibt sich keine. Wird jedoch ein Stanzbefehl abgesetzt, ohne daß der Stanzer eingeschaltet ist, oder wenn einer der Papierfühler auf dem Kern der Rolle aufliegt, dann ergibt dies Ausgabe-Störung.
"Netz" aus Licht blinkt am START auf
Die Voraratsrollen werden durch einen Papierfühler abgefühlt. Kurz bevor dieser auf dem Pappkern der Spule ankommt, leuchtet die Lampe "Papier" am Stanzerpult auf. Klappt man die Fühler ganz zurück, dann ist diese Anzeige ausgeschaltet. Geht während des Stanzens das Papier aus oder ist bereits bei Beginn des Stanzens kein Papier vorhanden, dann geht die Information ins Leere, Störung ergibt sich keine. Wird jedoch ein Stanzbefehl abgesetzt, ohne daß der Stanzer eingeschaltet ist, oder wenn einer der Papierfühler auf dem Kern der Rolle aufliegt, dann ergibt dies Ausgabe-Störung.

Der Stanzer gibt etwa 6 Worte/sec aus.

Die Übertragung am Stanzer ist im allgemeinen Blockübertragung (Bef. 69). Wird sie durch ein $\omega\omega$ -Wort beendet, dann wird dieses noch ausgestanzt. Wird sie durch das TÜS beendet, dann hört die Übertragung nach dem Ausstanzen des Inhaltes der Zelle auf, bei der das TÜS kam (mittlerer Schalter am Stanzerpult nach unten gestellt). Ist er nach oben gestellt, dann wird ein $\omega\omega$ -Wort nachgeschossen. Das braucht man dann, wenn man einen ausgestanzten Streifen am Fotoleser wieder einlesen will.



Frontansicht

Draufsicht

Abb. 9 Der Fotoleser

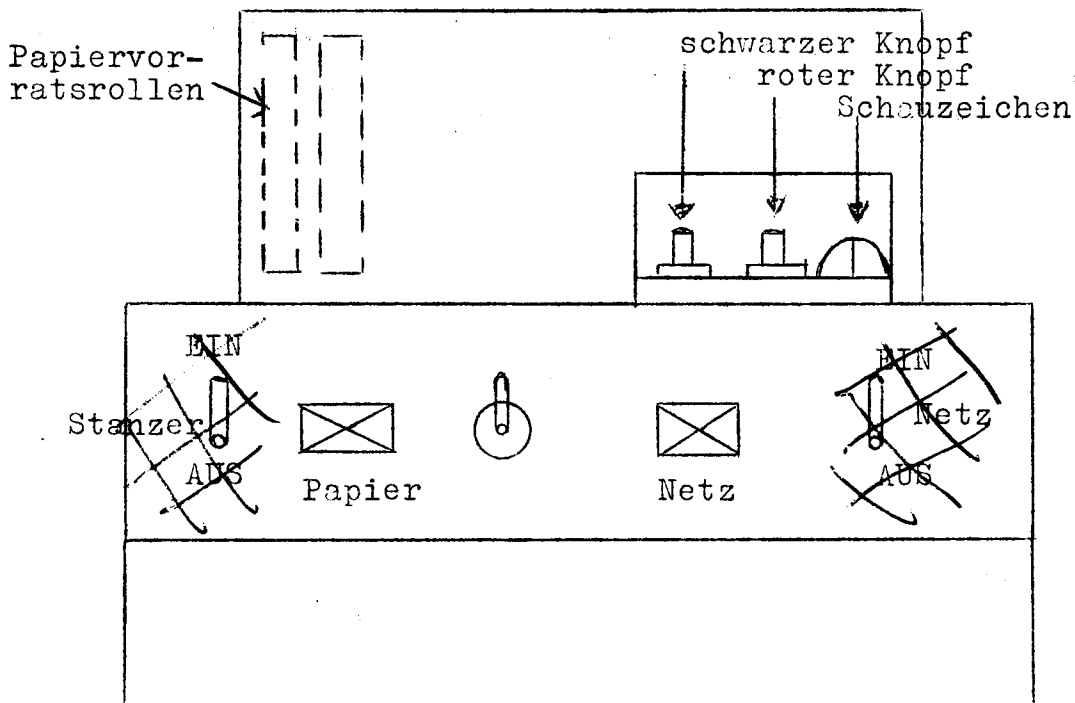


Abb. 10 Der Stanzer

III Übersicht über die Speicher, Register und Merker im ER 56.

In Abb. 11 sind alle Speicher, Register und Merker des ER 56 dargestellt. Außerdem sind des Verständnisses wegen noch einige, dem Programmierer nicht zugängliche, aber für die Funktion des Rechners wichtige Register eingezeichnet. Sie sind durch gestrichelte Kästchen dargestellt. Die Zahlen in den runden Kreisen geben bei den dezimalen Speichern und Registern die Stellenzahl an. Speicher ist der allgemeine Begriff für Vorrichtungen zum Aufbewahren von Informationen. Register sind Speicher für im allgemeinen kurzzeitige Aufnahme von Information. Merker sind Speicher, die nur die Werte EIN oder AUS (bzw. 1 oder 0) aufnehmen können.

In den Bandspeichern und im Zeilendrucker sind die Werkmerker der Programmierung zugänglich, in den Bandgeräten außerdem noch die Geräte-Merker. Die Werk- und Gerätemerker werden vom jeweiligen Werk oder Gerät für die Dauer Ihres Arbeitens auf AUS gestellt. Während der Werkmerker in allen Werken außer den Bandgeräten das Arbeiten des ganzen Werkes anzeigt, zeigt er bei den Bandgeräten nur das Arbeiten des Steuerwerkes an, während das Arbeiten der Bandgeräte selbst durch die Gerätemerker angezeigt wird. (Diese Maßnahme ist notwendig, weil an ein Band-Steuerwerk bis zu 4 Bandgeräte angeschlossen werden können. In Stuttgart sind 2 Bandsteuerwerke mit je einem Bandgerät vorhanden). Wenn der Gerätemerker AUS ist, ist auch immer der Werkmerker aus. Die einzige Ausnahme sind die Befehle zum Rückspulen mit und ohne Löschen. Bei ihnen wird das Steuerwerk nur zum Ausstoßen des Rückspulvorganges gebraucht. Deshalb sind zu Beginn des Befehls zunächst (für ganz kurze Zeit) WM und GM AUS. Dann aber wird die Operation vom Bandgerät allein ausgeführt, der WM ist also EIN und nur der GM ist AUS, bis das Band auf den Anfang zurückgespult ist.

Bei den Werkmerkern bedeutet:

WM = AUS: das Werk arbeitet gerade

WM = EIN: das Werk arbeitet nicht und ist bereit, einen Befehl auszuführen.

Dasselbe gilt für die Gerätemerker an den Bändern.

Beachte, daß die Anzeige der Lampe WM am Bedienungspult gerade umgekehrt ist: sie brennt, wenn noch (irgend) ein Werk arbeitet (ausgenommen das Kommandowerk; dessen Arbeiten wird nicht angezeigt)!

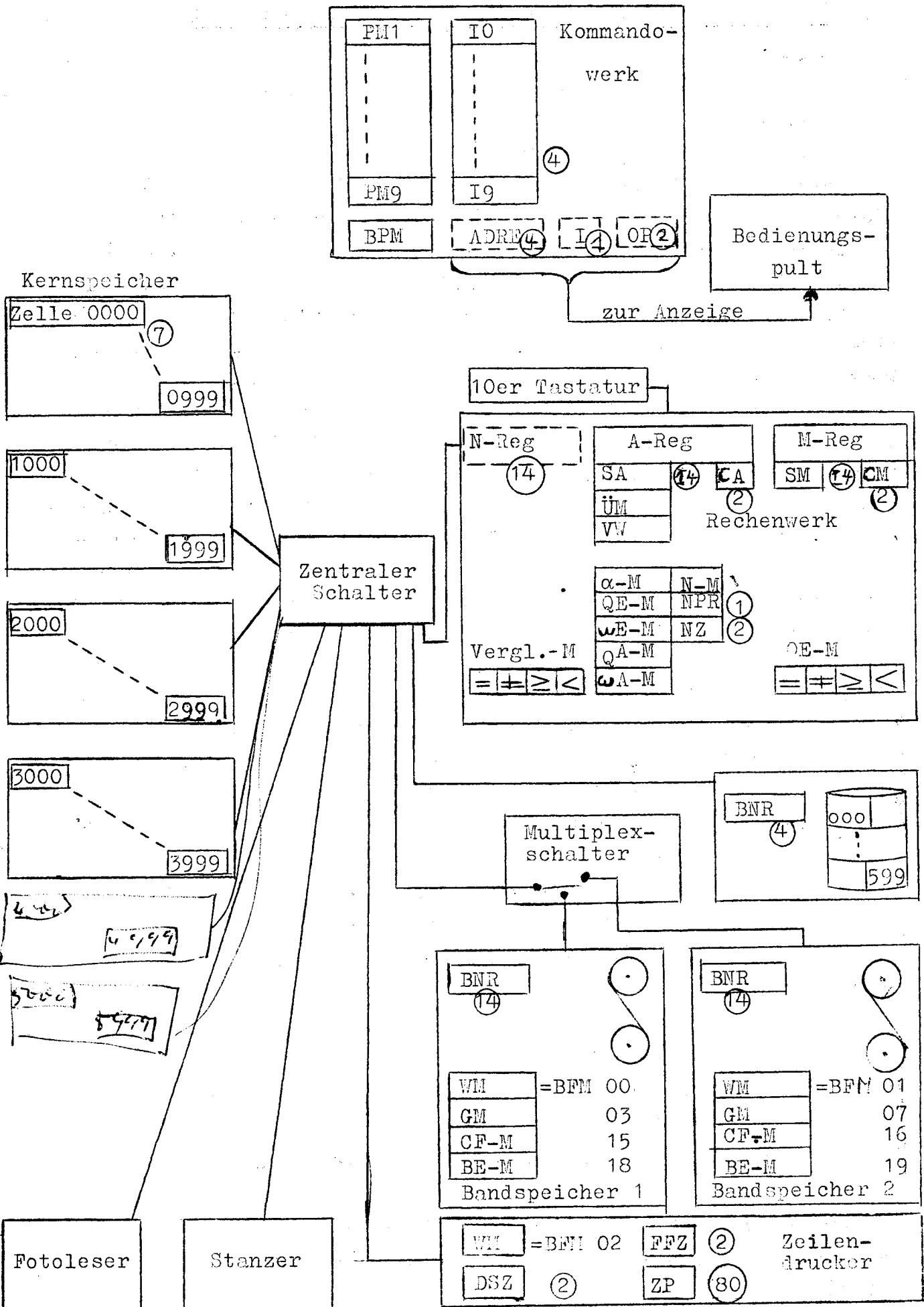


Abb. 11 Speicher, Register, Merker (Abkürzungen siehe S.30)

Die Abkürzungen in Abb. 11:

Kommandowerk:	PM1...PM9	Programmwerker 1...9	
	BPM	Betriebsprogrammerker	
	I ₀ ...I ₉	Indexregister 0...9	
	ADRE	Adressenregister	
	I	Indexauswahlregister	
	OP	Operationsteil - Register	
	Rechenwerk:	N-Reg	Einlaufregister
		x) A-Reg	Akkumulator
		SA	Vorzeichenregister des Akkus
		UM	Überlaufmerker am Akku
VW		Vorzeichenwechselmerker am Akku	
CA		Charakteristikregister des Akkus	
M-Reg		Multiplikator-Register	
SM		Vorzeichen-Register des M-Reg	
CM		Charakteristikregister des M-Reg	
α-M		α-Merker	
QE-M		Q-Eingangsmarker	
ωE-M		ω-Eingangsmarker	
QA-M		Q-Ausgangsmarker	
ωA-M		ω-Ausgangsmarker	
Vergl.-M		Vergleichsmarker	
OE-M		Operationsergebnismarker	
Trommelspeicher:		BNR	Blocknummernregister
Bandspeicher:		BNR	Blocknummernregister
	WM	Werkmarker	
	GM	Gerätmarker	
	CF-M	Codefehlermarker	
	BE-M	Bandendmarker	
	Zeilendrucker:	WM	Werkmarker
DSZ		Druckstellenzähler	
FFZ		Formatfolgezähler	
ZP		Zeilenpuffer	

BPM_{pq} = Betriebsfunktionsmarker Nr. pq: unter den angegebenen Nummern sind die Marker des Zeilendruckers und der Bandspeichergeräte programmtechnisch zugänglich (Befehl 30pq121)

x)	N-M	Normalisiermarker
	NPR	Normalisierprüfwertregister
	NZ	Normalisierschrittregister

IV Das Bedienungspult

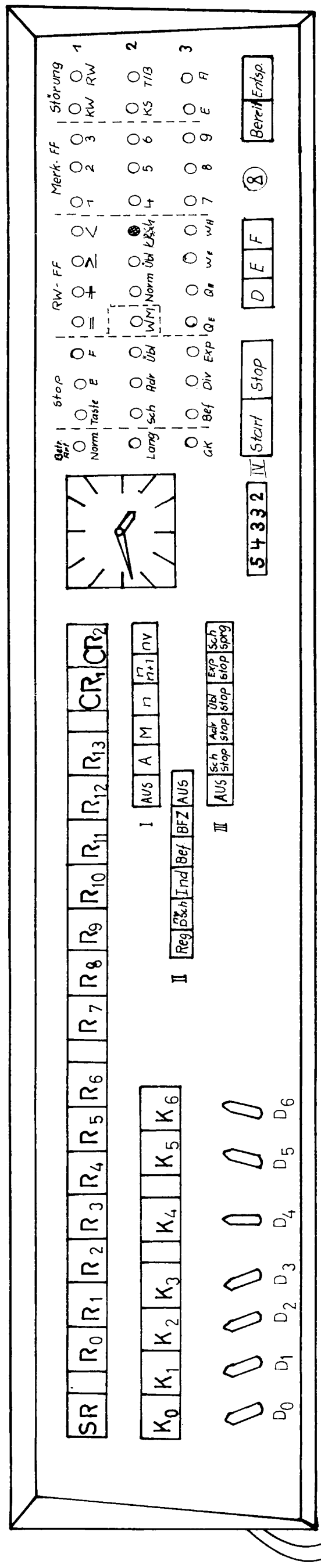
Die gesamte Bedienung und Steuerung des ER 56 erfolgt vom Bedienungspult aus. Die Programmkontrolle und -beeinflussung geschieht mittels Tasten, Drehschaltern, Zahlen- und Lampenanzeigen.

Die Zahlenanzeigen dienen zur Anzeige von Speicher- und Registerinhalten und erlauben so einen guten Einblick in den numerischen Zustand der wichtigsten Maschinenorte. Angezeigt werden die 10 Ziffern dezimaler Zahlen. Die Drehschalter dienen zur Einstellung 7-stelliger Zahlen für verschiedene Zwecke, die Tastenreihen I...IV zur Programmkontrolle und Beeinflussung und die Anzeigelampen zur Darstellung des Maschinenzustandes.

An das Bedienungsfeld ist die sogenannte "Zehnertastatur" angeschlossen, die zur direkten Eingabe von Ziffern ins Rechenwerk dient.

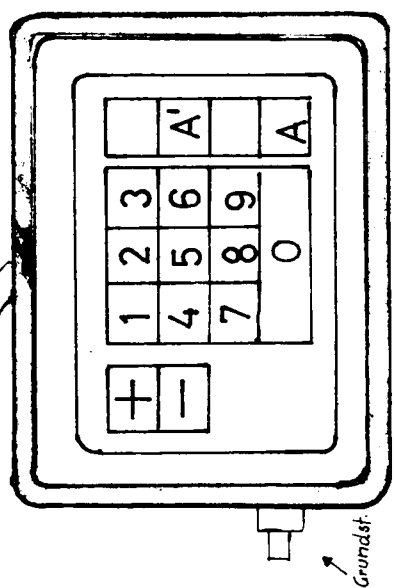
Das Bedienungspult ist in Abb. 12 dargestellt. Die Bedeutung der Lampen-Anzeigen ist auf der darauffolgenden Seite erklärt.

BEDIENUNGSFELD



ANZEIGELAMPEN
(Lampe ist leer)

Zehnerastatur



Anzeigen und Drehschalter

R: Rechenwerk-Register, ausgewählt durch Tasten der Gruppe I
 SR - Vorzeichenregister
 CR₁₂ - Charakteristik reg., R₀...R₁₃ - Stellen 0...13
 K: Kommandowertregister, ausgewählt durch Tasten der Gruppe II
 D: Drehschalter für die Dezimalen 0...6 für die Auswahl von Speicherzellen zur Anzeige, Auswahl von Indexregistern Anzeige, Stop-Häufesse bei Haltesen-Stop, Einstellung von Fremdbefehlen.

Tastengruppen

I: Zur Auswahl des in der Reihe R anzuzeigenden Registerinhalts
 AUS: gedrückte Tasten lösen
 A: Akkumulator-Register
 M: Multiplikator-Register
 n: Speicherzelle D₀, D₁, D₂, D₃ in R₀...R₆
 n₁...n₆: Speicherzelle D₀, D₁, D₂, D₃ in R₀...R₆ und Sp.Zelle D₀, D₁, D₂ (D₃+1) in R₇...R₁₃
 NV: Die Tasten A, M, n, n+1, geben nur eine Anzeige, solange man sie drückt
 II: Zur Auswahl des in der Reihe K anzuzeigenden Registerinhalts
 Reg: letzter **entschlüsselter** Befehl (off. Adr.)
 nv/losh: Anzeige von D₀...D₆ und Wirkung für Ind, Bef, BFZ wie nv bei I
 Inca: in D₄ eingestelltes Indexregister
 Bef: nächster auszuführender Befehl
 BFZ: Inhalt von Jg
 AUS: Tasten lösen

III: Tasten, die einen Stop der Maschine oder einen Sprung im Programm bewirken
 AUS: gedrückte Tasten lösen
 SchSTOP: für Befehl 8xxx & 49
 AdrSTOP: Halt der Maschine nach Ausführung des Befehls, der in D₀, 1, 2, 3 steht, oder der diese KS-Zelle verwendet.
 ÜblSTOP: Halt der Maschine nach Ausführung des Befehls, wenn sich A₀ während des Befehls erhöht hat.
 ExpSTOP: Taste gedrückt:
 Halt, wenn die Charakter. des Akku-Reg außerhalb 13...99 (≠ Exponent außerhalb -49...+49) Taste nicht gedrückt:
 Halt, wenn die Charakter. des Akkus > 99 (≠ Exp > 49)
 SchSprg: für Befehl n & 01

IV: Zur Steuerung des Betriebs der Maschine
 START: Ausführung d. Befehlsfolgenispr. D, E, F (Lampe blinkt, wenn Kommandowertwerk wartet, brennt, wenn es arbeitet)
 STOP: Halt nach Anstoß des oder der 2. laufenden Befehle.
 Lampe brennt, wenn KW-STOP
 D: Ausführung der Befehle der Befehlsliste
 E: nach START
 F: Ausführung eines Einzelbefehls der Befehlsliste
 A: Auslösung des Befehls D₀...D₆ nach „START“
 A: Schlüsselschalter
 Bereit: Lampe brennt, w. Stromversorgung u. Elektronik „EIN“
 Entsp.: Entsperrten nach STOP durch Störung

Rechners

Gr: Bewirkt Grundstellung der Steuerung in allen Teilen des Rechners

Anzeigelampen

- Betr.Art: entsprechend der eingestellten Betriebsart leuchtet eine Lampe: Normal, Lang oder Gleitkomma.
- Stop : Die leuchtende Lampe zeigt die Ursache eines Stops der Maschine an:
- Taste: Stop durch Taste "Stop" aus Reihe IV
- E : Einzelbefehl abgelaufen
- F : Fremdbefehl abgelaufen
- SCH : Stop wegen Taste "SCH Stop" aus Reihe III.
- Adr : " " " "Adr Stop" " " III.
- Übl : " " " "Übl.Stop" " " III.
- Bef : Stop wegen Befehl 9 xxx i 19
- Div : Betrag d. Quotienten bei der Division ist größer 1
- Exp : Stop infolge Überschreitung des Charakteristikbereichs des Akkus (s. Taste "Exp Stop" in Reihe III)
- RW-FF : Die leuchtenden Lampen zeigen an, daß der jeweilige Merker des Rechenwerkes in EIN steht.
- =, =, \geq , < : Vergleichsmerker
- Norm : Normalisiermerker
(siehe Befehl 0xxx i 20)
- Übl : Überlaufmerker
(siehe Befehl 35, 36, 37, 45, 46, 47)
- $Q_E, Q_A, \bar{Q}_E, \bar{Q}_A$: Q und \bar{Q} Eingangs- und Ausgangs Merker
- WM : Wenn diese Lampe brennt arbeitet noch irgend eines oder mehrere Werke. (nicht angezeigt: Arbeiten des KW)
- Merk-FF : 1....9 sind die Programmmerker 1 bis 9.
- Störung : Anzeigen des Orts der Störungsursache bei Halt der Maschine infolge Störung:
- KW : Kommandowerk
- RW : Rechenwerk
- T/B: Trommelspeicher und/oder Bandspeicher
- E : Fotoleser (Eingabe)
- A : Stanzer und/oder Zeilenschnelldrucker (Ausgabe)

KBSch : Lampe blinkt wenn wenigstens an einem Kontaktpunkt der Drehzahl der Linientablett nicht auf Null steht und somit möglicherweise einer oder mehrere Kontaktpunkte hinüber verblinzt sind (wenn nämlich die A- und B-Ströme nicht auf Null sind). Siehe S. 9 ff.

1. TASTEN UND LAMPEN FÜR DEN BETRIEBSZUSTAND

Lampe "Bereit" (Reihe IV)

Sie meldet, daß die gesamte Elektronik eingeschaltet ist, alle Versorgungsspannungen anliegen und die Zehnertastatur angeschlossen ist.

Taste "Entsperrt" (Reihe IV)

Sie wird bei Störung des Rechners benötigt, denn die Maschine hält bei Störung an und das gestörte Werk führt die begonnene Operation nicht zu Ende (es "friert ein"). Das Betätigen der Taste "Entsperrt" hebt den Zwangs-Stop auf, und läßt das oder die gestörten Werke in die Ruhestellung laufen. Die rote Lampe in der Taste STOP leuchtet dann auf. Sie ist notwendig, um neue Befehle richtig ausführen zu können. Deshalb ist beim Stop der Maschine infolge Störung grundsätzlich "Entsperrt" zu drücken.

Im allgemeinen stehen nach dem Entsperrern falsche oder sogar code-falsche Informationen in den beteiligten Registern und Speicherzellen. Es kann vorkommen, daß durch Entsperrern eine weitere Störungslampe aufleuchtet (meistens KW). Dann ist noch ein zweites Mal zu entsperren.

Drücken bei laufender Maschine ergibt ein Anhalten der Maschine ohne Störanzeige und zerstört Inhalte von Registern, die am unterbrochenen Befehl beteiligt waren.

Taste "Grundstellung" (in der Zehnertastatur)

Sie dient dazu, die Steuerung des Rechners und der Werke (noch besonders schweren Störungen) wieder in die Grundstellung zu bringen, von wo aus erst Befehle wieder richtig ausgeführt werden können.

Sie darf (nach Fehlerstop) nur nach vorhergehendem Entsperrern gedrückt werden (sonst erneute, meist schwere Störung, die sich aber evtl. erst später bemerkbar macht). Sie löscht gewisse Merker, u.a. die Q-Ausgangs und U-Ausgangs-Merker. Sie ist nur bei stehender Maschine (d.h., wenn die rote Lampe in der Taste STOP leuchtet) wirksam, ausgenommen beim Ablauf von Fremdbefehlen (d.h. bei gedrückter Taste "F"). Fremdbefehle werden angehalten, dabei aber evtl. beteiligte Speicher und Registerinhalte zerstört.

Schlüsselschalter (Reihe IV)

Er macht die Tasten "START" und "ENTSPERRT" unwirksam. Der Zweck dieses Schalters ist es, den Eingriff fremder Personen in ein (sehr lange) laufendes Programm unmöglich zu machen, wenn sich der Programmierer vom Bedienungspult entfernt.

2. TASTEN FÜR DIE PROGRAMMFOLGE

Taste STOP (Reihe IV)

Wenn diese Taste gedrückt wird, hält das Kommandowerk nach Erledigung des gerade entschlüsselten Befehls an. Eventuell bereits angestoßene Befehle in anderen Werken werden ganz zu Ende geführt. Das Leuchten der roten Lampe in der Taste zeigt nur das Halten des Kommandowerkes an. Erst wenn die grüne Lampe WM erlischt, sind alle Werke des Rechners in Ruhe.

Ein vom Kommandowerk bereits angestoßener Befehl, kann durch Drücken dieser Taste nicht angehalten werden. Deshalb ist das Drücken dieser Taste im allgemeinen nur bei gedrückter Taste D, nicht aber bei gedrückter Taste E oder F sinnvoll. Gelegentlich tritt bei KW-Störungen (zusammen mit der Lampe in der Taste START) ein Blinken der Lampe in der STOP-Taste auf. Es hat nur technische Bedeutung, aber keine für den Programmierer und Maschinenbenützer.

Die Tasten D,E,F (Reihe IV)

Diese Tasten stellen die Betriebsweise des Rechners ein. Sie lösen sich gegenseitig. Solange das Kommandowerk nicht in Ruhestellung ist, kann keine neue Taste gedrückt werden, die gedrückte Taste bleibt gedrückt. (Das ist z.B. bei Störung der Fall, wenn noch nicht entsperrt ist).

Taste D: Bei gedrückter Taste D wird die Maschine durch das gespeicherte Programm gesteuert, indem die Anweisungen in der Reihenfolge ausgeführt werden, in der sie in den Speicherzellen stehen. ("Dauerbetrieb"). Begonnen wird mit dem Befehl, dessen Adresse bei Drücken der Taste START im Indexregister 9 steht.

Taste E: Bei gedrückter Taste E führt die Maschine nach Drücken der Taste START immer nur einen Befehl aus (und zwar den, dessen Adresse im I_9 steht ("Einzelbetrieb")). Wie bei gedrückter Taste D wird während der Ausführung des Befehls das I_9 um 1 erhöht, so daß bei wiederholtem Drücken der Taste START ein Befehl des Programms nach dem anderen abgearbeitet wird. Durch das Anhalten nach jedem Befehl, hat man die Möglichkeit, durch Anzeigen von Speicher- und Registerinhalten mittels der Tasten der Reihen I, II, III jeden Schritt zu verfolgen.

Taste F: Bei gedrückter Taste F führt die Maschine nach Drücken der Taste START den Befehl aus, der an den Druckschaltern $D_0 \dots D_6$ eingestellt ist ("Fremdbefehl"). I_9 wird nicht automatisch erhöht. Es verändert sich also nur, wenn der eingestellte Befehl den Inhalt von I_9 ändert, z.B. Sprungbefehl. Nach I_9 wird bei Sprungbefehlen (01...17,65) die Absprungadresse gebracht, (nicht wie bei D und E die um 1 erhöhte Absprungadresse). Es ist auch bei mit I_9 indizierten Befehlen die effektive Adresse um 1 niedriger als beim Betrieb mit gedrückter Taste E oder D.

Läuft die Maschine im Dauerbetrieb (Taste D gedrückt), dann sind die Tasten E und F wirkungslos.

Taste START (Reihe IV)

Nach Drücken (ca. 1 Sek lang) läuft das Kommandowerk an und führt entsprechend der eingestellten Betriebsweise (D, E oder F) Befehle aus. Die Taste START ist nur wirksam, wenn das Kommandowerk auf STOP ist, also die rote Lampe in der Taste "STOP" brennt, und also bei laufender Maschine wirkungslos.

Die eingebaute grüne Lampe zeigt das Arbeiten des Kommandowerkes an. Hält das Kommandowerk wegen Belegzustandes des im Befehl angesprochenen Werkes oder Speichers an, oder weil es einen nicht definierten Befehl entschlüsselt hat (Wartestellung des KW) oder weil es infolge einer Störung in der Maschine gestoppt wurde ("Störungsstop"), dann blinkt die Lampe. Hält die Maschine infolge eines Stop-Befehls oder wegen gedrückter Taste Stop, dann erlischt die Lampe (die Lampe in der Taste STOP leuchtet dann auf). Drücken von START während des Blinkens verschlimmert die Störung.

Bei Drücken der Taste START werden die Anzeigen der Rechenwerks- und Kommandowerksregister gelöscht und die Tasten n, n/n+1, Ind, Bef, BFZ und nv/DSCH gelöst.

3. ANZEIGEN FÜR REGISTER- UND SPEICHERINHALTE

Die Anzeige erfolgt in zwei Reihen. Die obere besteht aus 17, die untere aus 7 Anzeigenfeldern. In ihnen werden die Inhalte mit arabischen Zahlen angezeigt. Eine Ausnahme macht nur die Vorzeichenstelle SR. Dort sind nur die Anzeigen +, -, \times möglich. Anzeigenfelder, die zur eingestellten Anzeige nicht benützt werden, zeigen

Eingabe infolge nicht eingetasteter Speicher bzw. Kommandowerk (KW) infolge einer Störung oder Programmierfehler

Betriebsart	Taste	Anzeige	Taste gelöscht durch "AUS" und	Bemerkungen
/	AUS	/	/	die gedruckten Tasten der Reihen I werden gelöscht
Fkn, Fkl	A	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">SA</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">A₀.....A₆</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">A₇.....A₁₃</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">CA₁ CA₂</div> </div>	M, n, n/n+1	/
GK		<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">SA</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">A₀.....A₆</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">A₇.....A₁₃</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">CA₁ CA₂</div> </div>		
Fkn, Fkl	M	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">SM</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">M₀M₁.....M₆</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">M₇.....M₁₃</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">CM₁ CM₂</div> </div>	A, n, n/n+1	/
GK		<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">SM</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">M₀M₁.....M₆</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">M₇.....M₁₃</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">CM₁ CM₂</div> </div>		
/	n/n+1	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">n₀.....n₆</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">n₇.....n₁₃</div> </div>	A, M, START	Wenn D ₁ , D ₂ , D ₃ =999 wird auf den Stellen n ₇ ..n ₁₃ nichts angezeigt
/	n	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">n₀.....n₆</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">n₇.....n₁₃</div> </div>	A, M, START	Wenn diese Taste gedrückt ist, bleiben die Anzeigen A, M, n, n/n+1 nur solange sichtbar, wie die jeweilige Taste gedrückt ist (Selbsthaltung der Tasten aufgehoben)
/	nv	/	/	

Anzeigenmöglichkeit von S_r bzw. Sm: +, -, α, ○
 von allen anderen: 0, 1, ..., 9, ○
 ○ bedeutet: roter Punkt

* bei KS-Störung oder RM-Störung wird falsch oder nichts angezeigt.

Abb. 13 Anzeigen der Rechenwerksregister (Tastenreihe I)

einen roten Punkt (z.B. die beiden Stellen des Charakteristikreg. bei der Anzeige von KS-Zellen). Registerstellen, deren Inhalt zwar existiert, aber nicht benötigt wird, werden angezeigt, aber mit einem roten Feld überblendet (z.B. die Stellen A_{12} , A_{13} des Akkumulators in der Betriebsart Gleitkomma).

Enthält die angezeigte Information Codefehler, dann erscheinen in der gestörten Stelle 2 Ziffern oder es erfolgt gar keine Anzeige.

Obere Reihe

Sie dient zur Anzeige von Registerinhalten des Rechenwerkes. Das auszuzeigende Register wird mit den Tasten der Tastenreihe I eingestellt. Angezeigt werden können der Inhalt von A (Akkumulator), M (Multiplikatorenregister) und N (Einlaufregister).

Bei der Anzeige von A und M wird der Inhalt des Vorzeichenregisters in einem eigenen Feld (SR) angezeigt. Bei Gleitkomma wird außerdem die Charakteristik abgespalten und in den Feldern CR_1 und CR_2 angezeigt.

Die Anzeigen n und $n/n+1$ bewirken den Ablauf eines kleinen Programms, das den Inhalt der an den Drehschaltern $D_0 \dots D_3$ eingestellten KS-Zelle in das N-Reg. des Rechenwerkes liest und von dort zur Anzeige bringt. Zeigt man eine KS-Zelle an, deren Inhalt codefalsch ist, dann tritt Kernspeicherstörung auf. Es muß dann zuerst entsperrt und der Fehler gelöscht werden, bevor man eine weitere Taste drückt (s. Kap. VI, Fehlerbehandlung), sonst werden weitere Zellinhalte zerstört. Es muß also allgemein (nach vorhergehendem Entsperrern) zuerst jede Fehleranzeige gelöscht werden, bevor man eine der Tasten n oder $n/n+1$ betätigt.

Die Wirkung der Tasten der Reihe I und die Anzeigen sind in Abb. 13 zusammengestellt).

Untere Reihe

Sie dient zur Anzeige von Registerinhalten des Kommandowerkes. Der anzuzeigende Inhalt wird mit den Tasten der Tastenreihe II eingestellt. Angezeigt werden in den ersten 4 Stellen der Inhalt des Adressenregisters, in der 5. Stelle der Inhalt des Indexauswahlregisters und in den letzten beiden der des Operationsregisters.

Die Taste "Reg" zeigt direkt den Inhalt der soeben erwähnten 3 Register an und damit den zuletzt ausgeführten Befehl (mit der bei den Befehlen $00 \dots 89$ aus Adreß- und Indexteil gebildeten effektiven Adresse). In der Indexstelle steht immer 9.

Taste	Anzeige	Taste gelöscht durch "AUS" und	Bemerkungen					
Reg	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;"> <table border="1" style="border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding: 2px;">ADRE</td> <td style="padding: 2px;">9</td> <td style="padding: 2px;">OP</td> </tr> </table> </div>	ADRE	9	OP	Ind, Bef, BFZ	<p>Angezeigt wird der zuletzt ausgeführte Befehl. Bei nicht ausgeführten Sprungbefehlen (01...17,65) wird der Sprungbefehl angezeigt, bei ausgeführtem Sprung nur 9 in der Indexstelle und der Operationsteil, nicht aber die 4 Stellen des Adreßteils. Keine Anzeige von ADRE auch bei den Befehlen</p> <p style="margin-left: 40px;">81, 83, 85, 88 und 91, 93, 95, 98</p> <p>In der Indexstelle steht immer 9, ADRE ist immer die effektive Adresse auch bei nicht ausgeführten Sprüngen.</p>		
ADRE	9	OP						
nv DSCH	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;"> <table border="1" style="border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding: 2px;">D₀</td> <td style="padding: 2px;">D₃</td> <td style="padding: 2px;">D₄</td> <td style="padding: 2px;">D₅</td> <td style="padding: 2px;">D₆</td> </tr> </table> </div>	D ₀	D ₃	D ₄	D ₅	D ₆	START	<p>Die Selbsthaltung von Ind, Bef, BFZ ist bei gedrückter Taste aufgehoben. Angezeigt wird (wenn nicht Ind. oder Bef oder BFZ gedrückt ist) D₀...D₆, sonst Ind, Bef oder BFZ, nicht aber Reg.</p>
D ₀	D ₃	D ₄	D ₅	D ₆				
Ind	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;"> <table border="1" style="border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding: 2px;">Inhalt von Ind.-Reg</td> <td style="padding: 2px;">D₄</td> </tr> </table> </div>	Inhalt von Ind.-Reg	D ₄	Reg, Bef, BFZ, nv/DSCH	/			
Inhalt von Ind.-Reg	D ₄							
Bef	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;"> <table border="1" style="border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding: 2px;">ADRE</td> <td style="padding: 2px;">i</td> <td style="padding: 2px;">OP</td> </tr> </table> </div>	ADRE	i	OP	Reg, Ind, BFZ, nv/DSCH, START	<p>Es erfolgt nur Befehlentschlüsselung und Umrechnung. I9 wird nicht erhöht. ADRE zeigt die effektive Adresse, deshalb ist ADRE bei Befehlen, die mit I9 indiziert sind, um 1 zu niedrig gegenüber dem Betrieb mit Taste E (Einzelbefehl) oder D (Dauerbetrieb). i zeigt das zur Adressenumrechnung verwendete Indexregister.</p>		
ADRE	i	OP						
BFZ	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;"> <table border="1" style="border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding: 2px;">Inhalt v. I9</td> <td style="padding: 2px;">●</td> <td style="padding: 2px;">●</td> <td style="padding: 2px;">●</td> </tr> </table> </div>	Inhalt v. I9	●	●	●	Reg, Ind, Bef, nv/DSCH, START	/	
Inhalt v. I9	●	●	●					
AUS	/	/	/					

Anzeigemöglichkeit: 0, 1, ..., 9,

● bedeutet: roter Punkt

Abb. 14

Anzeigen der Kommandoworksregister

Da (wie schon erklärt wurde), das Drücken der Taste n oder $n/n+1$ aus Reihe I einen internen Befehlsablauf bewirkt, verändern diese Tasten die Anzeige. Dasselbe gilt für die Tasten "Ind", "Bef" und "BFZ" aus Reihe II (wie weiter unten erklärt wird). Will man also bei einem Stop der Maschine den zuletzt im Kommandowerk entschlüsselten Befehl (das ist der, der zuletzt von der Befehlsliste aus dem KS ins KW transportiert wurde) wissen, dann darf man vor dem Drücken der Taste "Reg" keine der Tasten n , $n/n+1$, Ind, Bef, BFZ drücken.

Die Taste "Ind" zeigt den Inhalt des am Drehschalter D_4 eingestellten Indexregisters an. Dies geschieht (da die Indexregister aus Speicherkernen aufgebaut sind) auf ähnliche Weise wie die Anzeige von n , nämlich durch den Anstoß des Befehls 0000i00, der den Inhalt des Indexregisters im Adressenregister liest und von dort aus anzeigt.

Die Taste "Bef" zeigt den als nächsten auszuführenden Befehl. Die angezeigte Adresse ist die effektive Adresse, das angezeigte Indexregister dasjenige, mit dem sie gebildet wurde. Das geschieht wieder durch den Ablauf eines Hilfsprogramms, das diesen Befehl in das Adressen-, Indexauswahl und Operationsregister liest. Es findet jedoch keine Erhöhung des Indexregisters 9 statt. Deshalb ist die effektive Adresse bei mit I_9 indizierten Befehlen um 1 zu niedrig. Die Taste "Bef" darf auch bei bereits stehendem KW (also wenn die Stoplampe schon leuchtet oder wenn ein Fremdbefehl abläuft) nur gedrückt werden, wenn die Lampe WM erloschen ist (sonst kann in gewissen Fällen eine Störung der laufenden Operation eintreten).

Die Taste "BFZ" zeigt unabhängig von der Stellung des Drehschalters D_4 immer den Inhalt von I_9 an, also die Adresse des als nächsten auszuführenden Befehls. Der technische Vorgang ist derselbe, wie wenn man die Taste "Ind" drückt und $D_4 = 9$ eingestellt hat. Es wird nämlich der Leerbefehl 0000 9 00 ausgeführt, der den Inhalt von I_9 ins Adressenregister liest.

Der Schalter $nv/DSCH$ zeigt (wenn nicht gleichzeitig eine andere Taste der Reihe II gedrückt ist) die Stellung der 7 Drehschalter an. Außerdem ist bei gedrückter Taste $nv/DSCH$ die Selbsthaltung der anderen Tasten aufgehoben.

Die Wirkung der Tastenreihe II und die Anzeigen sind in Abb. 14 zusammengestellt. Es sei noch einmal daraufhingewiesen, daß die

Tasten n , $n/n+1$, Ind, Bef und BFZ Befehlsabläufe im Rechner zur Folge haben. Wird dabei eine Speicherzelle oder ein Register angesprochen, dessen Inhalt codefalsch ist, dann tritt wie bei einem normalen Programmablauf Störung auf. Es muß deshalb ein evtl. bestehender Störstop gemäß Kapitel VI behoben werden, bevor man eine dieser Tasten betätigt. Entsteht durch Drücken einer dieser Tasten Störung, dann muß sie ebenfalls sofort behoben werden, sonst werden weitere Inhalte zerstört und die Steuerung des Rechners kann in einen Zustand gelangen, von dem aus kein Befehl mehr ausgeführt werden kann (vergl. Kap. VI). Das steht im Gegensatz zur Anzeige von Reg, A und M. Diese Tasten bewirken direkt die Anzeige von Registern und erzeugen deshalb auch bei codefalschem Inhalt keine Störung.

4. TASTEN ZUR PROGRAMMBEEINFLUSSUNG.

Dazu dienen die Tasten der Reihe III. Sie dürfen bei stehender Maschine und auch während des Ablaufs eines Programms gedrückt und herausgenommen werden. Ihre Wirkung ist aus Abb. 12 und der Befehlsliste des ER. 56 ersichtlich.

5. ANZEIGELAMPEN

39 Anzeigelampen am Bedienungsfeld geben über:

Die Betriebsart des Rechenwerks
Ursache eines Stops der Maschine
Inhalt der RW-Merker
Stand des Werkmerkers
Inhalt der Programm-Merker
und Ort der Störungsursache bei
Störungsstops

Aufschluß. Diese Lampen sind auf
der Seite hinter Abb. 12 be-
schrieben.

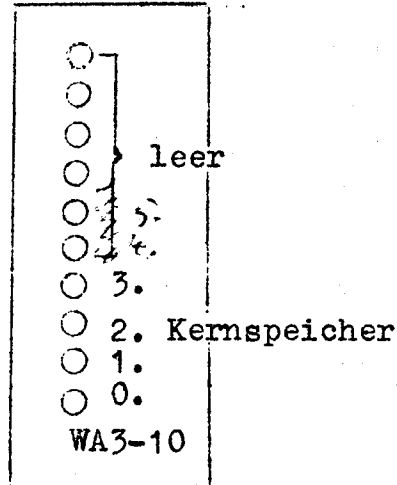


Abb. 15 Die Steckeinheit
WA3-10 im Kommandowerk

Die Lampe KS-Störung wird durch die ~~4~~ untersten Lampen der Steckeinheit WA3-10 im Kommandowerk ergänzt. Sie zeigen an, in welchem der ~~4~~ Kernspeicher die Störung aufgetreten ist (von unten herauf für den 0., 1., 2., 3., Kernspeicher, vergl. Abb. 15). Sie ist vom Bedienungspult aus gut zu sehen. Ebenfalls ergänzt werden die Störungsanzeigen T/B und A durch Lampen in den Steuerwerken der Bandspeicher und des Zeilendruckers (s. die Umdrucke "Die Ampex-Bandspeicher des ER 56" und "Das Zeilendruckerwerk des ER 56").

6. DIE ZEHNERTASTATUR

Sie dient zum direkten Eintasten von Ziffern in die 14 Stellen des Akkumulatorregisters und der Vorzeichen + oder - in dessen Vorzeichenregister. In die Charakterstellen des Akkumulators kann jedoch nicht eingetastet werden.

Die Zehnertastatur ist nur bei stehender Maschine (d.h. Leuchten der roten Lampe in der Taste STOP aus Reihe IV) wirksam, wenn die Taste A aus Reihe I gedrückt ist und **arbeitet nur richtig,**

wenn eine evtl. vorher bestehende Störung der Maschine (insbesondere eine Rechenwerksstörung) richtig behoben wurde (s. Kap. VI, Abschnitt 3).

Durch Drücken einer der Tasten A oder A' an der Zehner-tastatur wird die Zehnertastatur eingeschaltet. Die jeweils darüberliegende Lampe zeigt an, daß die Zehnertastatur betriebsbereit ist. Bei vorher gedrückter Taste A' werden Ziffern nach $A_0 \dots A_6$ bei A nach $A_0 \dots A_{13}$ eingeschoben. (Bei Erhöhung von A_0 , wird der Überlaufmerker nicht gesetzt). Drücken von + oder - schreibt das Vorzeichen in das SA-Register, setzt aber den Vorzeichenwechselmerker ^{nicht} löscht den α -Merker, nicht aber den QE-M u. nicht den ω E-M.

Die Zehnertastatur wird abgeschaltet, wenn die Taste A aus Reihe I am Bedienungspult gelöst wird (s. Ab.. 14) oder wenn die Taste START gedrückt wird.

In der Zehnertastatur ist seitlich die Taste Grundstellung untergebracht.

V Die wichtigsten Bedienungsvorgänge

A) HERSTELLUNG DES GRUNDZUSTANDES DER MASCHINE

Bevor man an der Maschine zu arbeiten beginnt, d. h. schon bevor man den Programmstreifen oder die Daten einliest muß man sich vergewissern, ob die Maschine imstande ist, Befehle und Anweisungen überhaupt richtig auszuführen, d.h., ob sie im sog. Grundzustand ist. Dazu genügt es nicht, nur festzustellen, daß die Maschine eingeschaltet ist (d.h., die Lampe "Bereit" aus Reihe IV am Bedienungspult brennt). Sie ist vielmehr erst dann im Grundzustand, wenn eine evtl. vorher bestehende Störung richtig behoben ist, (s. Kap. VI; Abschnitt 3) und die Maschine auf STOP steht (d.h. die Lampe in der Taste STOP am Bed.-Pult brennt). Dies betrifft die Steuerung der Maschine. Außerdem müssen alle Register und Speicher von Kommando- und Rechenwerk coderichtigen Inhalt haben, und alle übrigen Speicherplätze, soweit sie vom Programm möglicherweise verwendet und vorher nicht mit Bestimmtheit mit (coderichtigen) Informationen beschrieben werden, mit coderichtiger Information gefüllt sein.

Die Herstellung des Grundzustandes geschieht ganz vom Bedienungspult aus. Man geht folgendermaßen vor:

1. 2 mal Taste "Entsperrt" drücken
2. 2 mal Taste "Grundstellung" (in der Zehntertastatur) drücken
3. 2 mal den Befehl n 9.91 als Fremdbefehl ausführen
(n = beliebige Zahl)
4. 2 mal den Befehl n 0 91 als Fremdbefehl ausführen (n=bel. Zahl)
5. Betriebsart einstellen u. bel. Vergleichsbef. ausführen.
(Fremdbefehle)
6. Einschreiben von beliebigen, aber coderichtigen Zahlen mit Fremdbefehl 91 in die Indexregister 1 bis 8.
7. Einschreiben von beliebigen aber coderichtigen Zahlen in den Akkumulator, das Multiplikatorregister, das N-Register und die zugehörigen Vorzeichen- und Exponentenregister (z.B. mit Fremdbefehl n 0 31, n 0 41; n = bel. Zahl)
8. Füllen der Kernspeicher und (falls dieser benützt wird) des Trommelspeichers mit coderichtigen Zahlen.
9. Falls der Zeilenschnelldrucker benützt wird, Ausführen eines beliebigen Ausdruckbefehls.
10. Falls jetzt die Lampe WM noch brennt, den Befehl 5023 0 50 als Fremdbefehl ausführen; sie erlischt jetzt.

Die Punkte 1 bis 4 und 10 sind auf jeden Fall zu erledigen. Danach ist die Maschine imstande Befehle auszuführen. Die Punkte 5 bis 9 wird man am besten durch ein Grundzustandsprogramm erledigen. Je nachdem ob der Zeilenschnelldrucker und/oder der Trommelstreicher in Betrieb sind, hat man eines der 4 Grundzustandsprogramme aus der Programmbibliothek einzulesen und zu starten. Nach dem Befehlsstop erhält man definierte Speicher- und Registerinhalte. Im ganzen Rechner. Er ist damit rechenbereit.

B) DIE HÄUFIGSTEN BETRIEBSVORGÄNGE.

a) Einlesen eines Programm- oder Datenstreifens

1. Lochstreifenleser einschalten und ca 1/2...1Min. warmlaufen lassen. Dann den Lochstreifen einlegen (auf der dem Bedienungspult zugewandten Seite müssen die 2 Lochreihen neben der Transportreihe, auf der dem Bedienungspult abgewandten Seite 3 Lochreihen sein). Den Lochstreifen so einlegen, daß vor dem ersten Wort wenigstens eine Leerstelle ist.
2. Befehl n 0 67 (oder wenn man nur ein Wort einlesen will n 0 66) an den Drehschaltern einstellen.
3. Taste F drücken
4. Drückt man jetzt die Taste START, dann werden die Worte (bzw. bei Bef. 66 das Wort) in der Reihenfolge, in der sie auf dem Lochstreifen sind, ab Zelle n eingelesen. Bei Befehl 67 wird gelesen, bis ein *ww*-Wort in der Information kommt. Dieses wird noch eingelesen, dann stoppt der Fotoleser. Wird vor Erreichen eines *ww*-Wortes das Kernspeicherüberlaufsignal ausgelöst (weil entweder bei eingestellten Drehschaltern am Kernspeicher die eingestellte Adresse erreicht ist, oder wenn die Drehschalter auf AUS sind, weil die Zelle 999 des Speichers erreicht ist) dann wird nach dem Füllen der Zelle, bei deren Erreichen das *K.S* ausgelöst wurde, gehalten.
Beim Einlesen im Kernspeicherzellen wird der alte Inhalt mit der neuen Information überschrieben, ohne Rücksicht auf die Art der alten Information, auch wenn sie evtl. codefalsch war.

b) Starten eines Programms, dessen erster auszuführender Befehl in der Zelle n steht ("Dauerbetrieb")

1. Befehl n 0 10 oder n 9 91 an den Drehschaltern einstellen.
2. Taste F, dann Taste START drücken
3. Taste D drücken
4. Drückt nun jetzt auf START, dann führt die Maschine die Befehle des Programms aus. Sie beginnt mit dem Befehl in Zelle n und hält erst, wenn im Programm ein Stopbefehl kommt oder wenn die Taste STOP gedrückt wird (nach Vollendung des Befehls, der zum Zeitpunkt als STOP gedrückt wurde gerade im KW war). Außerdem wird gestoppt, wenn eine Störung auftritt und zwar exakt zu dem Zeitpunkt, in dem sie auftritt, also meistens mitten im Befehl, und dann ohne diesen zu vollenden. *Weitere Stop-Befehle s. S. 35*

c) Anhalten eines laufenden Programms, Betrachtung von Register und Speicherinhalten und Weiterfahren im Programm.

1. Taste STOP drücken.
Damit wird das Kommandowerk nach Ausführung des gerade entschlossenen Befehls angehalten. Der Halt wird durch das Aufleuchten der roten Lampe in der Taste STOP angezeigt. Die Maschine ist jedoch erst dann wirklich im Ruhezustand, wenn auch die Lampe WM erloschen ist. Das muß noch abgewartet werden.
2. Jetzt können alle Register und Speicherinhalte ohne Veränderung der Inhalte mittels der Drehschalter $D_0 \dots D_6$ und den Tasten der Reihen I und II zur Anzeige gebracht werden.
3. Taste START drücken. Damit wird mit dem nächsten Befehl des Programms fortgefahren.

d) Ausführung eines Programms oder Programmteils in Einzelschritten ("Einzelbefehl").

1. Das evtl. laufende Programm durch Drücken der Taste STOP anhalten.
2. Taste E drücken
3. Nach Drücken der Taste START wird jeweils der nächste Befehl des Programms ausgeführt. Nach Ablauf dieses Befehls (wenn also die Lampe WM erloschen ist) kann man ohne Veränderung des Inhalts (wie bei c) alle Speicher- und Registerinhalte mittels der Schalter $D_0 \dots D_6$ und der Tasten der Reihen I und II zur Anzeige bringen. Somit kann man die Wirkung jedes einzelnen Befehls

genau verfolgen. Dieses Verfahren wird auch oft zum Austesten von Programmen verwendet.

4. Soll die Programmfolge jetzt wieder von der Maschine automatisch gesteuert werden, dann drückt man die Taste D und dann START. Damit wird, beginnend mit dem nächsten Befehl, fortgefahren.

e) Ausführung eines an den Drehschalter eingestellten Befehls ("Fremdbefehl")

Diese Operation wird oft benutzt, um in das laufende Programm einen Befehl einzuschieben.

1. Das evtl. laufende Programm durch Drücken der Taste STOP anhalten und warten, bis die Lampe WM erlischt!
2. Taste F drücken.
3. Gewünschten Befehl an $D_0 \dots D_6$ einstellen
4. Taste START drücken.

Nach Erlöschen der Lampe WM ist der Befehl ausgeführt. Das Indexregister I_9 wird jedoch nicht automatisch um 1 erhöht, wie das bei gedrückter Taste E (und natürlich D) der Fall ist.

f) Einschreiben von Zahlen oder Befehlen in Kernspeicherzellen von Bedienungspult aus.

1. Ein evtl. laufendes Programm durch Drücken der Taste STOP anhalten.
2. Taste A aus Reihe I drücken.
3. Taste A' an der Zehnertastatur drücken
4. Mit den Zifferntasten der Zehnertastatur die 7 Ziffern des Wortes in die Akkumulatostellen $A_0 \dots A_6$ eintasten.
5. n 0 24 an den Drehschalter einstellen. (n ist die Zelle, in die das Wort kommen soll)
6. Taste F, dann START drücken. Damit ist der Inhalt der Kernspeicherzelle n gleich dem Inhalt der Akkumulatorstellen $A_0 \dots A_6$. Will man eine Doppelzelle beschreiben, dann muß der Bedienungsvorgang zweimal ausgeführt werden.

(Anmerkung: Will man nur Zahlen abspeichern und keine Markierungen und braucht man als Vorzeichen nur + oder -, dann kann man dies in der Betriebsart normal, oder lang auch mit Befehl 32 tun, jedoch nicht in der Betriebsart Gleitkomma. Bei Gleitkomma wird nach n_{12} , n_{13} der Inhalt des Charakteristikregisters

transportiert, der durch die Zehnertastatur aber nicht beeinflusst werden kann!)

g) Adreßstop der Maschine

Die Taste STOP ermöglicht es, den Ablauf des Programms zu einem bestimmten Zeitpunkt anzuhalten. Oft ist es aber erwünscht, das Programm bei Erreichen eines bestimmten Befehls oder Operanden anzuhalten.

Dies geschieht, wenn die Taste "ADR-Stop" aus Reihe IV gedrückt ist. Die Maschine hält dann an, wenn die Speicherzelle mit der Nummer aufgerufen wird, die gleich der Stellung der Drehschalter $D_0 \dots D_3$ ist. Dabei ist egal, ob diese Zelle aufgerufen wird, weil entweder

- a) Das Kommandowerk den in dieser Zelle stehenden Befehl holt oder
- β) diese Zelle durch einen Befehl aufgerufen wird, der ihren Inhalt verwendet oder neu einschreibt, also die "Effektive Adresse" = D_0, D_1, D_2, D_3 ist. Bei Befehlen, die nicht den Inhalt einer Zelle verwenden oder in sie etwas schreiben (sog. "adressenfreie Befehle"; s. Kap. II, Abschn. 3) tritt der Stop nicht auf. Ein Beispiel ist der Befehl 2000 0 19. Der Fall α) tritt ein, wenn $D_0 \dots D_3$ in den Bereich von Kernspeicherzellen fällt, in denen Befehle stehen, also ein Befehl aus der Zelle geholt wird. Der Fall β) tritt ein, wenn $D_0 \dots D_3$ außerhalb dieses Bereiches liegt und das Programm den Inhalt der Zelle verwenden will oder in sie etwas einschreiben will, wenn also ein Operand aufgerufen wird oder abgespeichert wird.

In jedem Fall erfolgt der Stop nach Ausführung des Befehls (bei α) desjenigen, der in der Zelle stand, bei β) desjenigen, der diese Zelle angesprochen hat).

Das Anhalten der Maschine läuft in der selben Weise^{ab} wie wenn man auf die Taste STOP drückt. Die Taste "Adreßstop" kommt deshalb nur im Dauerbetrieb (Taste D aus Reihe IV gedrückt) zur Wirkung, nicht aber bei gedrückter Taste E oder F.

Nach dem Anhalten der Maschine kann durch einfaches Drücken der Taste **START** im Programm weitergefahren werden. Wenn die Taste "Adreßstop" weiterhin gedrückt bleibt, bewirkt sie jedesmal einen Stop, wenn die KS-Zelle angesprochen wird deren Adresse = D_0, D_1, D_2, D_3 ist.

VI Fehlerbehandlung

1. DAS FEHLERMELDESYSTEM DES ER 56

Die Durchführung von Befehlen in den einzelnen Werken erfolgt in einzelnen kleinen Schritten. Die Einzelschritte folgen je nach Werk schneller oder langsamer aufeinander (bei den meisten Werken dauert ein Einzelschritt ca $10 \mu s$). Ihr Tempo gibt der Taktgeber des jeweiligen Werkes an. Es können aber überhaupt nur Operationen ausgeführt werden, wenn eine Taktfolge vom Taktgeber kommt. Bei der Ausführung von Operationen arbeitet immer das jeweilige Werk mit einem der 4 Kernspeicher zusammen. Während die Werke alle ihren eigenen Taktgeber haben, haben die Kernspeicher keinen und erhalten den Takt immer von dem Werk mit dem sie gerade zusammenarbeiten. Die Taktgeber der einzelnen Werke sind völlig unabhängig voneinander. Soll also ein Werk in seiner Arbeit abgestoppt werden, dann genügt es, in ihm die Taktfolge abzustoppen. Es, und der mit ihm verbundene Kernspeicher stehen dann still, andere Werke und Kernspeicher werden davon nicht beeinflusst.

Die Information wird im ER 56 im sog. $\binom{2}{5}$ (= 2aus5)-Code dargestellt, d.h. transportiert und gespeichert. Die Fehlerprüfung erfolgt immer beim Transport von Information , nicht wenn sie in Registern oder Speichern ruht.

Der $\binom{2}{5}$ -Code ist ein sogenannter fehlererkennender Code. Durch ihn ist es möglich, die (meisten) entstandenen Fehler zu erkennen. Es können Informationen richtig abgespeichert worden sein und dann z.B. infolge einer technischen Störung fehlerhaft geworden sein. Diese Zerstörung wird (weil ja die gelagerte Information nicht überwacht wird) erst bemerkt, wenn die Information aus dem Speicher ausgelesen wird.

Wird ein Fehler erkannt, dann ist eine Weiterführung der Rechnung nicht mehr sinnvoll. Dasselbe ist der Fall, wenn eine technische Störung eintritt (z.B. Ausfall des Antriebs des Trommelspeichers oder irgend einer Spannung im Rechner). Jedes Werk führt solche Kontrollen dauernd durch. Bei Auftreten einer Störung oder eines Codefehlers in einem Werk wird sein Taktgeber sofort angehalten. Damit wird dieses Werk und der mit ihm verbundene Kernspeicher sofort abgestoppt. Die anderen Werke und Kernspeicher werden davon zunächst noch nicht beeinflusst, d.h. angestoßene Werke laufen weiter. Das Störungssignal wird jedoch außerdem noch ins

Kommandowerk gebracht. Dort setzt es sofort (also auch mitten im Befehl) dessen Grundtaktgenerator still und hält es damit sofort an. Da das Kommandowerk jetzt nicht mehr arbeitet, andererseits aber auch nicht durch einen regulären Stop angehalten worden ist, liegt die sog. "Wartestellung" des Kommandowerkes vor. Sie wird durch das Blinken der Lampe in der Taste Start angezeigt. Gleichzeitig mit dem Stillsetzen des Grundtaktgenerators leuchtet am Bedienungspult eine der Lampen "Störung" auf. Das Kommandowerk verarbeitet nun keine neuen Befehle mehr.

Die Anzeige^{des} Ortes der Störung am Bedienungspult ist sehr wichtig, denn es gibt Fälle, in denen das Kommandowerk in Wartestellung geht, ohne daß eine Störung vorliegt. Dann blinkt zwar die Lampe in der Taste Start, aber^{es} leuchtet keine der Lampen "Störung" auf. Das kann z.B. der Fall sein wenn das Kommandowerk warten muß, weil ein Kernspeicher oder ein **Werk** belegt ist (typischer Fall: Aus einem Kernspeicher wird ausgestanzt und der nächste Befehl soll beispielsweise in denselben Kernspeicher eine Zahl aus dem Akkumulator abspeichern; dann muß das Kommandowerk warten, bis der Kernspeicher frei ist, d.h. der Stanzvorgang beendet ist und kann erst dann den Befehl ans Rechenwerk geben). Es wartet auch wenn in der Befehlsliste (z.B. durch falsche Indizierung) eine Speicheradresse über 3999 auftritt oder, wenn eine Zahl ins KW kommt, die nicht als Befehl erklärt ist (z.B. 2000 0 48, wenn gerade die Betriebsart GK eingestellt ist, denn der Befehl 48 ist nur für Festkommarechnung definiert).

Wenn ein Stop infolge Störung auftritt, dann entsperrt man durch Drücken der Taste "Entsperrt". Dadurch wird der Zwangsstop des gestörten Werkes und des Kommandowerkes (und der angeschlossenen Kernspeicher) aufgehoben, und ihre Steuerung läuft (auf dem schnellsten Weg und ohne die angefangene Operation zu vollenden) in die Grundstellung. Gleichzeitig läuft das KW auf Stop (die rote Lampe in der Taste STOP leuchtet auf). Nach dem Entsperren sind in den Registern der gestoppten Werke im allgemeinen falsche (und z.Teil auch code-falsche) Zahlen. Der Inhalt von (an der unterbrochenen Operation beteiligten) Kernspeicherzellen und Indexregistern steht jedoch nach dem Entsperren - von sehr schweren technischen Störungen abgesehen - wieder in der Form in diesen Speichern, wie er schon vor Beginn der gestörten Operation stand, sofern er nicht durch den bis zum Auftreten der Störung abgelaufenen Teil der Operation verändert

wurde. (Wenn z.B. ein Abspeicherbefehl unterbrochen wurde, nachdem gerade drei Stellen abgespeichert worden sind, dann stehen in den letzten 4 Stellen dieser Zelle die alten Ziffern.)

Wenn ein Störungsstop auftritt, dann bedeutet dies jedoch nicht, daß sofort der ganze Rechner stillsteht. Stillgesetzt werden ja nur das gestörte Werk und das KW und ihre Kernspeicher (soweit sie gerade mit einem KS verbunden sind). Es können also möglicherweise noch einige andere Werke laufen, was ja infolge der Parallelarbeit im ER 56 möglich ist. Sie vollenden auch bei einem Störungsstop die angefangenen Operationen ganz und richtig. Wenn man nun entsperrt, während noch ein Werk arbeitet, wird dessen Arbeit unterbrochen und die gerade verarbeitete Information möglicherweise zerstört. Deshalb ist nicht sofort zu entsperren, sondern dieser Ablauf abzuwarten (in Frage kommen die länger dauernden Operationen am Bandspeicher, Zeilendrucker, Stanzer oder Fotoleser). Der Rechner steht erst still, wenn die Lampe WM am Bedienungspult erloschen ist. Diese Aussage tritt jedoch dann nicht auf, wenn WM infolge eines (meist versehentlich) angesprochenen Werkes nicht ausgeht (s. Kap. VI, Abschn. 2: Verhalten des Rechners bei Ansprechen eines nicht eingeschalteten Werkes"). Deshalb sieht man am besten an den in Frage kommenden Werken selbst nach, ob sie evtl. noch laufen (man hört dies auch meistens).

Will man nach einem Störungsstop weiterrechnen, dann ist die Störanzeige gemäß Kapitel VI Abschn. 3 zu löschen, bevor man weiterrechnen kann.

Hat man nach einem Störungsstop entsperrt, dann kann man durch Drücken der Taste "Reg" der Reihe II den Befehl sehen, der als letzter ins Kommandowerk gelangt ist (mit "effektiver Adresse", siehe Abb. 14). Dies ist in den seltensten Fällen der Befehl, bei dessen Durchführung der Fehler aufgetreten ist. Vielmehr hat das KW meistens (infolge der Parallelarbeit im Rechner) schon einige Befehle entschlüsselt, wenn der Fehler auftritt und das KW abgestoppt wird. Es ist nur bei Kommandowerk-Störungen genau der angezeigte Befehl oder wenn das KW den nächsten Befehl nicht entschlüsseln konnte, weil der Kernspeicher, der das Programm enthält, noch durch ein anderes Werk belegt war, während die Störung auftrat.

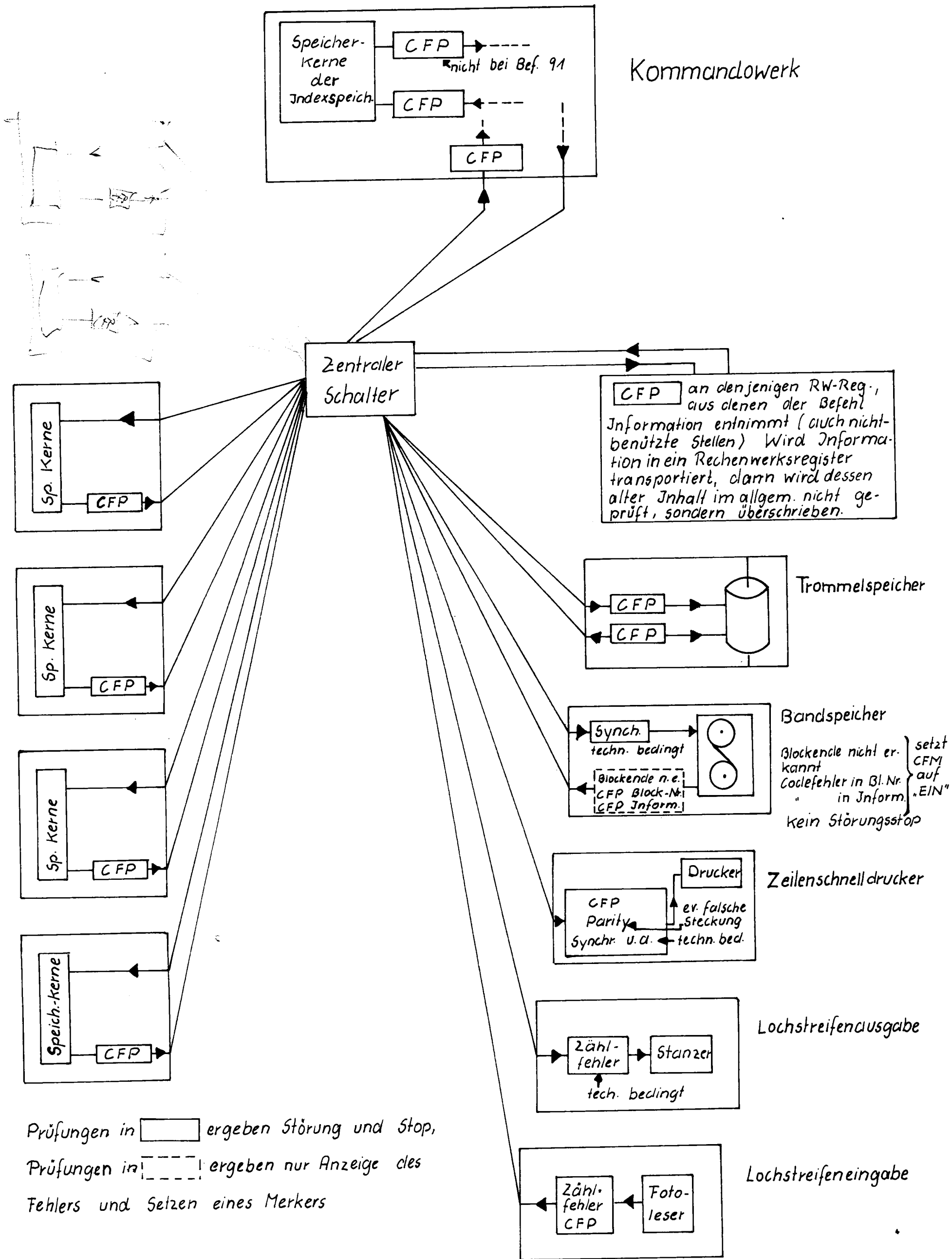


Abb. 16 Das Fehlermeldesystem des ER 56

Ein Extremfall sieht so aus: Es wird der Befehl zum Ausstanzen eines Kernspeichers gegeben. Wenn nun z.B. in der 25. ausgestanzten Zelle ein Codefehler ist, dann führt dies infolge KS-Störung zum Stop des KW. In der langen Zeit vom Anstoß des Befehls bis zum Erreichen der codefalschen Zelle und dem daraus resultierenden Stop (ca 5 Sek.) können viele Hunderte von Befehlen ausgeführt worden sein und der dann vom Register angezeigte Befehl steht in keiner Beziehung mehr zum gestörten Stanzbefehl.

Die Praxis zeigt, daß es in den meisten Fällen jedoch nur einige Befehle sind, die das Kommandowerk noch erledigen konnte. Das Aufleuchten der Lampen Störung gibt das oder die beteiligten Werke an. Durch Brücken der Taste BFZ aus Reihe II kann man feststellen, wo man im Programm steht. Man kann dann durch Zurückgehen im Programm den in Frage kommenden Befehl ermitteln (s. Kap. VI, Abschn. 6).

In Abb 16 ist das Fehlermeldesystem des ER 56 angegeben. Die Kästchen in den Informationswegen geben die Stellen an, an denen auf Codefehler und einige andere Fehler (die auch im Informationsfluß auftreten können und einen Störungsstop im Taktgeber des gestörten Werkes und des KW ergeben) geprüft wird. Im Folgenden werden die Prüfungen in den einzelnen Werken besprochen.

a) Die Kernspeicher

Es wird nur die aus dem Kernspeicher auslaufende Information auf Codefehler geprüft. Wird (z.B. bei Indexoperationen) nur ein Teil des Wortes einer Zelle verwendet, dann wird trotzdem das ganze Wort übertragen und demgemäß auch geprüft. Codefehler gibt Störung und damit Stop des Grundtaktgenerators im KW. Nicht abgestoppt wird jedoch das mit dem KS verbundene Werk durch diese Störungsmeldung. Es hält erst, wenn es selber den Fehler feststellt. Ein Lesen von Kernspeicherzellen erfolgt auch bei Drücken der Tasten n , $n/n+1$ und "Bef" am Bedienungspult. Wird hierdurch eine Zelle mit codefalschem Inhalt angesprochen, dann tritt ebenfalls KS-Störung auf. Wird die Störung nicht ordnungsgemäß gelöscht (s. Kap. VI, Abschn. 6), dann kann die Information der angesprochenen Zellen bei erneutem Drücken einer dieser Tasten (nicht immer, aber in gewissen Fällen) zerstört werden.

Nicht geprüft wird die in den Kernspeicher einlaufende Information. Deshalb bemerkt man Fehler im Kernspeicher erst, wenn die Information wieder ausgelesen wird. Die Anzeigelampe "KS-Störung" wird durch die Anzeigen im Kommandowerk ergänzt (siehe Abb. 15).

b) Das Kommandowerk

Jede in das KW einlaufende Information wird bodegeprüft: also Befehle und Zahlen. Wird durch einen Befehl der Inhalt eines Indexregisters gelesen, verändert oder neu gesetzt, dann werden stets der alte und der neue Inhalt codegeprüft. Weil das Indexregister 9 das Register ist, das immer die Adresse des als ~~nächsten~~ auszuführenden Befehls enthält und somit bei jedem Befehl verwendet wird, kann kein Befehl ausgeführt werden, wenn I_9 codefalsche Information enthält. Nur bei Befehl 91 wird der alte Inhalt der Indexregister nicht geprüft (deshalb kann man nur mit Befehl 91 den Grundzustand im KW herstellen, wenn in Indexregistern codefalsche Information steht).

Bei sogenannten nicht indizierten Befehlen (das sind die Befehle 00...89 wenn $i=0$ ist), wird aus technischen Gründen der Inhalt von Indexregistern Null auch gelesen und deshalb codegeprüft. Es kann deshalb demnach kein nichtindizierter Befehl entschlüsselt werden, wenn I_0 codefalsche Information enthält.

Die Tasten "BFZ", "Bef" und "Ind" aus Reihe II am Bedienungs-feld sprechen Indexregister an. Wird eines mit codefalschem Inhalt angesprochen, dann tritt KW-Störung auf. Die Taste "Bef" verwendet außerdem die Kernspeicherzelle, in der der als nächster auszuführender Befehl steht. Ist der Inhalt dieser Zelle codefalsch, dann tritt neben einer evtl. KW-Störung auch noch KS-Störung auf. Eine hierdurch entstandene Störung muß vor jeder weiteren Operation gemäß Kapitel VI, Abschn. 6 gelöscht werden, wie das auch bei einer Störung der Fall ist, die beim normalen Ablauf eines Programms entstanden ist.

c) Das Rechenwerk

Es wird grundsätzlich der Inhalt aller am Befehl beteiligten Register codegeprüft (auch der evtl. nicht benutzter Stellen) und zwar, wenn Information aus diesem Register entnommen wird. Nicht jedoch, wenn nur der alte Inhalt überschrieben wird. Man beachte, daß ~~fast~~ *alle* Befehle innerhalb des Rechenwerkes Lesevorgänge

bewirken, sodaß das Einlaufen einer codefalschen Zahl aus dem Kernspeicher Rechenwerksstörung und Stop bewirkt. Keine Störung ergibt sich, wenn man mittels der Zehnertastatur einen evtl. codefalschen Akkumulatorkinhalt überschreibt und auch bei Ausführung der Befehle 23, 31, 41, wenn vorher im RW codefalsche Zahlen waren. Man beachte auch, daß fast alle arithmetischen Befehle z.B. auch 35, 36, 37, 38, 39 das Multiplikatorregister verwenden. Deshalb muß in ihm immer code-richtige Informationen stehen.

d) Der Trommelspeicher

Beim Übertragen von Information auf die Trommel wird die am Trommelspeicherwerk ankommende Information codegeprüft, beim Lesen von der Trommel die abgehende Information. Codefehler führt zu Stop infolge Störung.

Wird ein Übertragungsbefehl zum Schreiben auf die Trommel oder zum Lesen von der Trommel (Bef. 58, 59) ausgeführt, wenn der Trommelmotor nicht eingeschaltet ist, dann ergibt sich keine Störung. Der Übertragungsbefehl wird aber nicht ausgeführt.

Befehl 57 (Blocknummerregister setzen) wird auch bei nicht eingeschaltetem Trommelmotor richtig ausgeführt.

Trommelblöcke mit einer Blocknummer über 599 existieren nicht. Überträgt man Information auf die Trommel und ~~erreicht~~ dabei Blocknummern über 599, dann geht die Information ins Leere. Die Fortschaltung des Blocknummerregisters läuft jedoch ungestört weiter, sodaß man z.B. nach Übertragung von 400 Blöcken ins Leere (BN 600...999) wieder bei BN 000 ist. Störung ergibt sich keine. Liest man jedoch Trommelblöcke oberhalb 599, dann tritt Störungsstop auf.

e) Bandspeicher

Bei der Übertragung von Information auf das Band wird die am Bandspeicherwerk ankommende Information auf Synchronismus geprüft (evtl. Fehler sind ausschließlich technisch bedingt) Synchronfehler führt zu Störungsstop. Desgleichen führen technische Störungen in einem Bandspeicher (z.B. Servosystem nicht in Ordnung) zu Störungsstop. Beim Lesen vom Band wird die Information auf Codefehler geprüft. Ein Codefehler in der Blocknummer, in der Information oder das Nichterkennen des Blockendes führt zum Setzen des Codefehlermerkers, aber nicht zu einem Stop des Bandgerätes und auch nicht zu einer Störanzeige am Bedienungspult und auch nicht zu einem Stop des Kommandowerkes. (Näheres über die Störungsanzeigen am Steuerwerk der Bandgeräte s. Umdruck "Die Ampex-Bandspeicher des ER 56").

und 51

Die Befehle 5025 i 50 und 5020 i 50 werden ~~nach~~ bei nicht eingeschaltetem Bandgerät richtig ausgeführt, alle anderen Befehle für die Bandgeräte jedoch nicht. Es bleibt danach der Gerätemerker des angesprochenen Bandgerätes auf AUS und damit brennt die Lampe WM am Bedienungspult (unabhängig von allen anderen Vorgängen am Rechner)dauernd. Löschen gelingt ~~nur durch Ausführen des Befehls~~ *Entsperren in Grundstellung*

~~5023050 (z.B. als Fremdbefehl). Wurde also ein nicht eingeschaltetes Bandgerät angesprochen, dann kann man die Anzeige WM nur durch den Befehl 5023050 Löschen, nicht durch die Taste Grundstellung an der Zehnerastatur.~~

5023050 ist nur notwendig wenn ein WM ein Bands auf AUS durch den Schaltvorgang beim Ein- und Ausstellen des Bandgerätes, eines anderen Jahr, aber das Löschen geht nicht
f) Der Zeilenschnelldrucker

Die vom zentralen Schalter ankommende Information wird auf Codefehler geprüft und ergibt Störungsstop bei fehlerhaftem Code. Störung und Stop (mit der Anzeige Codefehler am Zeilendruckerwerk) tritt auch auf, wenn die Ziffern 0,7,8 in einer als Vz entschlüsselten Stelle (Steckung "Vorzeichen erkennen" auftreten. Außerdem führt falsche Steckung (z.B. nicht erlaubte Formatfolgesprünge) oder falsche Anwendung von Steuerwörtern zu einem Fehlerstop (meist wird dann "Parity"-Fehler angezeigt). Nur technisch bedingt sind der sogenannte "Synchronfehler" und einige andere, die ebenfalls zu Störungsstops führen (Störungsanzeigen am Zeilendruckerwerk, siehe Umdruck: "Das Zeilendruckerwerk d. ER 56"). Geht während des Druckens das Papier aus, dann geht der Rest der Information ins Leere, Störung ergibt sich nicht. Ist bereits vor Absetzen des Druckbefehls kein Papier mehr im Drucker, dann geht das KW in Wartestellung. Legt man jetzt ohne vorheriges Entsperren neues Papier ein, dann wird sofort gedruckt, wenn der Papierfühler niedergedrückt wird. Deshalb lege man den Schalter am Zeilendrucker auf "OFF" und stelle ihn erst dann wieder auf "ON", wenn man mit dem Einlegen ganz fertig ist. Dann wird nach der Wartezeit (1/2 Min.) richtig gedruckt.

Geht das KW in Wartestellung weil das Papier bereits vor Absetzen des Befehls ausgegangen ist und man entsperrt, dann wird der Druckvorgang trotzdem ausgeführt und dabei das Farbband zerstört. Das ist unbedingt zu vermeiden.

Das KW geht in Wartestellung, wenn der Zeilendrucker nicht eingeschaltet ist (Schalter auf "OFF"). Drückt man jetzt auf "Entsperrt", dann wird ein Druckvorgang ausgeführt, der zwar keine Störung nach sich zieht, im allgemeinen aber falsche Informationen

zu Papier bringt und das Farbband beschädigt. Deshalb ist nicht zu entsperren, sondern der Schalter auf "ON" zu legen. Dann wird nach der Wartezeit von ca. 1/2 Min. ordnungsgemäß ausgedruckt.

g) Die Lochstreifenausgabe

Die vom zentralen Schalter ankommende Information wird nicht codegeprüft. Es wird zwar am Kernspeicher geprüft, aber eine Fehlerfeststellung führt ja nur zu einem Stop des Grundtaktgenerators im Kommandowerk und nicht direkt zum Halt des an dem KS angeschlossenen Werkes. Deshalb kann codefalsche Information ausgestanzt werden. Die am Stanzer ankommende Information wird jedoch auf "Zählfehler" geprüft (ausschließlich technisch bedingte Fehler). Auftreten eines Zählfehlers führt zum Stop des Stanzers und zum Stop des Grundtaktgenerators im Kommandowerk (und natürlich zur Anzeige "Störung Ausgabe" am Bedienungspult).

Wird ein Stanzbefehl abgesetzt ohne, daß der Stanzer eingeschaltet ist oder, wenn einer der beiden Papierfühler der Vorratsrollen auf dem Kern aufliegt, dann entsteht Ausgabe-Störung und Stop des KW. Geht jedoch während des Stanzens das Papier aus (d.h. ein Papierfühler kommt auf den Kern der Rolle), dann geht die Information ins Leere, der Stanzbefehl läuft ohne Störung bis zum Ende.

h) Lochstreifeneingabe

Die am Fotoleser einlaufende Information wird codegeprüft. Außer Codefehlern (nicht $\binom{2}{5}$ -Code oder falsch eingelegter Streifen) werden auch "Zählfehler" registriert. Beide ergeben Störungsstop. Die Zählprüfung stellt fest, ob nicht mitten im Wort eine oder mehrere Lücken (d.h. $\binom{0}{5}$ -Combinationen) auftreten; dagegen prüft sie nicht, ob nach jeweils 7 Zeichen mindestens eine Lücke kommt.

Oft bewirken Staubteilchen am Leser Codefehler. Bei mehrmaligen vergeblichen Versuchen blase man daher kräftig in die Abtastlöcher unter der Lampe des Fotolesers. Meistens ist jedoch ein schlecht oder unsauber gestanzter Streifen die Ursache der Eingabestörung.

2. VERHALTEN BEI ANSPRECHEN EINES NICHT EINGESCHALTETEN WERKES

Werk	Lampe WM	Stör- an- zeige	nachträgl. Ein- schalten bewirkt	Bemerkung
Trommelspeicher (Motor)	an	keine	T/B-Störung, Befehl wird nicht ausgeführt	
Bandgerät	an weil GM "AUS"	keine	T/B-Störung, Befehl wird nicht ausgeführt	 Lampe WM nur durch 5023050 lösbar
Stanzer	aus	Ausgabe	Störung bleibt, Befehl wird nicht ausgeführt	kein Störungsstopp. keine Unterbrechung des Stanzers bei Codefehlern in der Information
Fotoleser	an aus	keine Eingabe	Eingabe-Störung bleibt , Befehl wird nicht ausgeführt	
Zeilendrucker (Schalter auf "OFF" oder kein Papier oder keine Stecktafel eingelegt oder ZD an der Haupttafel nicht eingeschaltet)	aus	keine	Der Bef. wird ordnungsgemäß nach Beheben der Ursache (nach Wartezeit von ca. 1/2 Min) ausgeführt	Entsperrern bewirkt in jedem Fall die Durchführung des (dann meist falschen) Druckvorganges.

Mit "Ansprechen" eines Werkes meint man das Einlaufen eines Befehls in das KW, der sich auf das betreffende Werk bezieht.

3. BEHEBUNG DES FEHLERSTOPS

Ein Fehlerstop liegt immer dann vor, wenn der Grundtaktgenerator des Kommandowerkes infolge einer Störung angehalten wird. Da es nun nicht mehr arbeitet aber auch nicht durch einen regulären Stop angehalten wurde, liegt Wartestellung vor, die durch das Blinken der Lampe in der Taste START angezeigt wird. Gleichzeitig leuchten eine oder mehrere der Lampen "Störung" auf und zeigen den Ort der Störung an.

Wenn ein Störungsstop auftritt werden das Kommandowerk und das gestörte Werk (falls es nicht das Kommandowerk selbst ist) und die evtl. gerade daran angeschlossenen Kernspeicher stillgesetzt. Alle anderen Werke vollenden die angefangenen Operationen vollständig und richtig. Deshalb ist dieser Ablauf bei einem Störungsstop zunächst abzuwarten (vergl. Kp. VI, Abschn. 1). Dann ist die Taste "Entsperrt" zu drücken. Damit wird der Zwangsstop aufgehoben und die angehaltenen Werke laufen in die Ruhestellung (ohne die Operationen zu vollenden). Insbesondere läuft das Kommandowerk auf STOP und die rote Lampe der Taste STOP leuchtet auf.

Jetzt kann man mit den Tasten A und M (aus Reihe I) den Inhalt des Akkumulatörregisters und des Multiplikatorregisters anzeigen. Die Taste "Reg" (aus Reihe II) zeigt den zuletzt ins KW transportierten Befehl an. Dies ist allg. nicht der Befehl, bei dessen Ausführung die Störung auftrat (vergl. Kap. VI, Abschn. 1).

Bevor jetzt weitere Tasten gedrückt werden muß die Fehlermeldung gelöscht werden. Sie wird durch die Ausführung eines beliebigen, aber richtig zu Ende geführten Befehles gelöscht. Am einfachsten durch Drücken der Taste "BFZ" (die Fehlerlöschung gelingt nur bei coderichtigem Inhalt von I_9 sonst kommt noch zusätzlich KW-Störung) oder der Taste "Ind" (die Fehlermeldung wird nur bei code-richtigem Inhalt des in D_4 eingestellten Indexregisters gelöscht). Gelingt es nicht die Fehlermeldung mit diesen Tasten zu löschen, dann drücke man "Entsperrt" und danach "Grundstellung" an der Zeh- nertastatur. Damit sind alle Störungsanzeigelampen aus. Jetzt muß auch die Lampe WM aus sein. Ist dies nicht der Fall, dann gebe man den Fremdbefehl 5023050. Damit ist auch diese Lampe gelöscht.

Da die Tasten $n/n+1$, Ind, Bef, BFZ einen Befehlsablauf im Rechner bewirken, verändern sie den Inhalt der durch "Reg" angezeigten Register. Deshalb dürfen diese Tasten erst verwendet werden, wenn man sich den Inhalt von "Reg" notiert hat. Weil eben ein Befehlsablauf stattfindet (im Gegensatz zu den Tasten A, M, Reg), müssen nach einem Störungsstop zuerst alle Störungsanzeigen gelöscht sein, bevor man obige Tasten verwendet. Der Befehlsablauf verwendet Register und es entsteht Störung, wenn eines mit codefalschem Inhalt angesprochen wird. Deshalb ist in diesem Fall zu entsperren und der Fehler, wie oben angegeben, zu löschen, wenn eine Störung entstanden ist und erst dann die nächste Taste zu drücken.

Man beachte, daß das Kommandowerk auch ohne vorheriges Entsperren und Fehlerlöschen Befehle entschlüsselt und zur Ausführung an die Werke absetzt. Ein durch Störung in der Arbeit unterbrochener Kernspeicher oder Indexregister ist dann nicht in seiner Ausgangsstellung und nimmt Informationen an (oder gibt sie ab), ohne daß diese richtig eingeschrieben werden (bzw. gelesen werden). Diesen Fehler bemerkt man erst später, nämlich dann wenn der Speicherinhalt wieder verwendet wird. Ein häufiger Fall der Zerstörung von Kernspeicherinhalten tritt auf, wenn man nach Störung ohne Entsperren die Tasten n , $n/n+1$ verwendet. Dann können die Inhalte der anzuzeigenden Zellen zerstört werden, obwohl sie ursprünglich richtig waren und es entsteht der Eindruck, daß der ganze Kernspeicherinhalt codefalsch ist.

Man beachte, daß durch Entsperren und Fehlerlöschen das Kommandowerk und die übrigen Werke wieder Befehle ordnungsgemäß ausführen können, daß aber die evtl. codefalschen Speicher- und Registerinhalte noch nicht repariert sind! Deshalb führt ein Starten der Rechnung ohne Auffüllen der gestörten Maschinenorte mit richtigen Informationen meist sofort wieder zu Störung.

4. DIE HÄUFIGSTEN STÖRUNGEN UND DEREN ABHILFE

1. Es läßt sich kein Befehl ausführen (auch kein Fremdbefehl)
Anzeige: KW-Störung (und evtl. andere); I_9 und /oder I_0 haben
Codefehler.
Abhilfe: Je 2 mal Fremdbefehl n 9 91 und/oder n 0 91 geben.
2. RW-Befehle ergeben Störung: Man prüfe, ob alle Stellen des
A-Reg und M-Reg und die zugehörigen Charakterist.-u.Vorzeichen-
register coderichtigen Inhalt haben (auch wenn sie nicht be-
nützt werden) und repariere gegebenenfalls mit Fremdbefehlen
(21, 23, 31, 41) den Inhalt.
3. Der zerstörte Inhalt einer KS-Zelle läßt sich einfach durch Ein-
tasten der Ziffern in den Akkumulator mit der Zehnertastatur
und Abspeichern mit Befehl 24 reparieren.
4. Es wird (meist durch falsche Indizierung) eine KS-Adresse über
3999 angesprochen oder es tritt ein nicht definierter Befehl
auf:
Dann verharret das KW in Wartestellung (Lampe in "START" blinkt)
Abhilfe: Entsperren, mit "Reg" auf diesen Tatbestand prüfen
und Indizierung überprüfen.
5. Ausgabestörung am Stanzer:
Stanzer nicht eingeschaltet oder kein Papier mehr im Stanzer.
6. Ausgabestörung am Schnelldrucker:
 - a) Eine der Ziffern 0,7,8 ist als Vorzeichen entschlüsselt
worden (Steckung "Vorzeichen erkennen"). Dieser Fall tritt auf,
wenn z.B. durch falsche Indizierung Information ausgedruckt
wird, die beliebige Zahlen in der Vorzeichenstelle enthält. Man
kann diesen Fehler umgehen, wenn man zum Austesten des Pro-
gramms die Vorzeichenstelle auf der Stecktafel nicht mit "Vze",
sondern mit V_α verbindet. Dann werden 1,2,4,5 als Vorzeichen
entschlüsselt, für die anderen ein Zwischenprogramm geschrieben;
3 in der Vorzeichenstelle wird jedoch nicht als α -Kennung er-
kannt).
 - b) Steckung auf der Stecktafel nicht richtig.
 - c) Es wird durch Steckung oder durch Tabulationswort auf eine
nicht besteckte Formatfolgebuchse gesprungen oder es ist in der
1. Buchse einer Formattypen nichts gesteckt.
 - d) Sprung auf Formatfolgebuchse 00 mit Tabulationswort ergibt
Störung (Sprung auf 00 durch Steckung nicht!)
 - e) Das gleichzeitige Auftreten des Teilspeicherüberlaufsignals

infolge Erreichen der an den Drehschaltern eingestellten Adresse oder der Adresse 999) und die Erregung der Buchse Zeilenende oder Befehlsende aus der Quellenbuchse "Zeilensprung" ist unzulässig. Deshalb darf in der Zelle 999 des Kernspeichers, aus dem ausgedruckt wird oder in der durch Drehschalter markierten Zelle nicht die Ziffernkombination 41 stehen, wenn in der Vorzeichenstelle 5 (= α -Wort) steht.

f) Es werde durch Steckung oder Steuerwort das Ausdrucken mit gleichzeitigem Zeilenvorschub 0 gemacht. Dann werden alle Zeilen übereinander gedruckt und kein Papiervorschub gemacht. (Das Farbband des Druckers wird zerstört!)

7. Vor jedem Druckbefehl geht das KW in Wartestellung und durch Entsperrern spricht der Drucker an: Es ist kein Papier im Zeilendrucker oder der Schalter am Drucker steht auf "OFF" (das Farbband wird zerstört!)

8. Die Lampe WM am Bedienungspult läßt sich mit dem Taste "Grundstellung" an der Zehnertastatur nicht löschen.

Ursache: Durch einen ungewollten Befehl wurde ein nicht eingeschaltetes Magnetbandgerät angesprochen.

Abhilfe: Fremdbefehl 5023050 geben.

9. Es leuchten gleichzeitig 2 oder 3 Lampen der Betriebsart (Deduce entsteht RW-Störung)

Abhilfe: Die Betriebsart durch einen Fremdbefehl (19) definieren.

10. Alle 4 Vergleichsmerker leuchten.

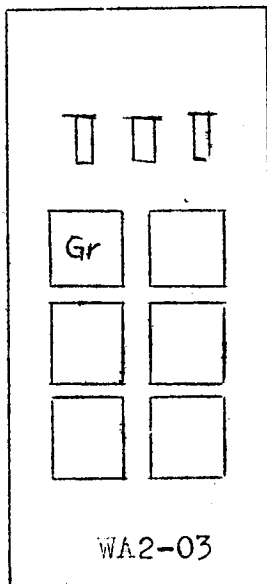
Ursache: z.B. Vergleich zweier nicht normierter Gleitkommazahlen (ergibt RW-Störung).

Abhilfe: Einen Vergleichsbefehl als Fremdbefehl ausführen.

11. Fehlerstop oder Wartestellung des KW, weil ein angesprochenes Werk nicht eingeschaltet ist, (in Frage kommen: Band, Trommel, Stanzen, Drucker, Fotoleser). (Vergl. Kap. VI, Abschn. 2.)

5. DIE "LETZTE RETTUNG".

Es kann vorkommen, daß die Steuerung der Maschine durch fortwährend falsche Bedienung in einen Zustand kommt, in dem auch die Tasten "Entsperrt" und "Grundstellung" (an der Zehnertastatur) nicht mehr funktionieren. Dann lassen sich u.a. auch die Tasten D,E,F nicht mehr umschalten, es kann kein Fremdbefehl und keiner aus dem Programm mehr ausgeführt werden und es kann kein Fehler mehr gelöscht werden. Man gehe dann zum Kommandowerk, drücke dort in der Steck-



einheit WA2-03 die Taste Grundstellung (linke obere der sechs Tasten, s. Abb.17), stelle den Grundzustand gemäß Kapitel V, Abschn. A, her und beginne (unter strenger Beachtung des Kapitels VI, Absch. 3) von vorne. Wesentlich besser ist es jedoch einen Wartungstechniker oder Assistenten zu Hilfe zu holen.

Abb. 17 Die Taste Grundstellung im Kommandowerk

6. FEHLERSUCHE MIT BEISPIELEN

Zum Austesten eines Programm zerlege man dieses in (mathematisch sinnvolle) Abschnitte und prüfe diese einzelnen aus. Erst wenn diese Teile in Ordnung sind, hat es einen Sinn, das ganze Programm zu testen.

Jeder Test muß sorgfältig vorbereitet sein. Dazu ist die Erstellung eines Speicherplans notwendig, um bereits Fehler (Überschreiben von Speicherinhalten) vor dem Test zu finden. Dann erstelle man sich ein Beispiel, das nicht nur mit Rechenschiebergenauigkeit, sondern mit der vollen Stellenlänge durchgerechnet ist.

Man prüfe zuerst den logischen Ablauf des Programms (im wesentlichen die Sprungbefehle) und dann den mathematischen, d.h. numerischen Ablauf. Man kann die kritischen Programmstellen in Einzelbefehlen im Rechner ablaufen lassen und so die Operationen verfolgen. Man versuche auf keinen Fall, etwa erst am Bedienungspult Testzahlen auszurechnen. Dazu ist die wenige Zeit, die Sie am Rechner bekommen können, für Sie zu kostbar.

Die meisten Fehler entstehen in der Indexrechnung und durch gegenseitiges Überschreiben von Zelleninhalten (also fehlerhafter Speicherplan).

An den folgenden Beispielen werden Fehlerdiagnose und Abhilfe kurz erläutert. Der betrachtete Programmteil stehe ab

Zelle:	1500	2000	0	19
	1	2000	0	31
	2	2000	2	38
	3	2011	0	32
	4	2000	0	69
	5	0000	1	10
	6	9000	0	19
und die Daten ab				

Zelle:	2000	+100	000
	1	0000	067
	2	-200	000
	3	0000	058
	4	4300	000
	5	0000	052
	6	+100	000
	7	0010	061
	8	9001	019

Das Programm laufe in Dauerbetrieb. Bei Erreichen des Befehls in Zelle 1502 sei der richtige Inhalt von I_2 : $\langle I_2 \rangle = 0004$, der richtige Inhalt von I_1 bei Erreichen des Befehls in Zelle 1505 sei $\langle I_1 \rangle = 1506$.

1. START blinkt Störung RW Lampe WM AUS

Man entsperre und

drücke "Reg": Angezeigt werde 2011 9 32,

drücke "BFZ": Angezeigt werde 1504

(dadurch wird die Störanzeige gelöscht)

Befund: Die Division ergab RW-Störung, weil das M-Register codefalschen Inhalt hatte. Der nächste Befehl wurde zwar schon entschlüsselt und I_9 erhöht (und stand deshalb im KW), noch bevor er aber angestoßen werden konnte hielt die Störung das KW an.

Vorgehen: Nach M coderichtigen Inhalt bringen (z.B. Fremdbefehl 41), im Programm zurückgehen und die Befehle im Einzelschritt durchgehen, um die Ursache des fehlerhaften M zu suchen (falls M nicht schon bei Beginn der Rechnung vom Vorbenutzer her codefalsch war).

2. START blinkt Störung RW und KS Lampe WM AUS

Man entsperre und

drücke "Reg": Angezeigt werde 2011 9 32

drücke "BFZ": Angezeigt werde 1504

(dadurch wird die Störungsanzeige gelöscht)

Befund: Die in Zelle 2004, 2005 stehende Zahl hatte Codefehler. Deshalb ergab sich bei Ausführung von Befehl 38 KS- und damit RW-Störung. Der nächste Befehl war zum Zeitpunkt der Störung bereits im KW und I_9 um 1 erhöht.

Vorgehen: In die Zellen 2004, 2005 coderichtige Zahlen füllen (z.B. Bef. 32 oder Zehnertastatur + Befehl 24) und das Programm ab 1501 wiederholen. (Beachte: Die Tasten n, n/n+1 dürfen erst gedrückt werden, wenn die Störungsmeldung gelöscht ist; das ist durch "BFZ" erledigt. Andernfalls werden die angezeigten KS-Zellen gestört).

3. START blinkt Störung RW und KS Lampe WM AUS

Man entsperre und

drücke "Reg": Angezeigt werden 2011 9 32

drücke "BFZ": Angezeigt werden 1504

(dadurch wird die Störungsmeldung gelöscht)

drücke "IND": Angezeigt werde 8000

Befund: Wie bei 2. ergab die aus dem KS einlaufende Zahl bei Befehl 38 KS- und damit RW-Störung. I_2 enthält wegen eines Fehlers in der Indexrechnung die Zahl 8000. Durch die Division mit dem zufällig (und glücklicherweise) codefalschen Inhalt der Zellen 0000 und 0001 entstand die Störung.

Vorgehen: Die Indexrechnung überprüfen und neu beginnen.

4. START blinkt Störung KW Lampe WM AUS
Man entsperre und
drücke "Reg": Angezeigt werde 9 38
drücke "BFZ": Angezeigt werde 1503
(dadurch wird die Fehlermeldung gelöscht)
drücke "~~IK~~ I_2 ": Angezeigt werde und es erscheine KW-Störung.
(man lösche die Störungsanzeige z.B. durch BFZ
nachdem vorher entsperrt wurde.)

Befund: Codefehler in I_2

Abhilfe: Man überprüfe die Indexrechnung und beginne neu. (Vermutlich wurde der Inhalt einer codefalschen Zelle nach I_2 gebracht und vergessen, den Inhalt von I_2 nach Löschen der damaligen Störanzeige zu reparieren. Da Eingang und Ausgang der Indexregister überwacht werden muß einmal eine solche Störung aufgetreten sein. Evtl. war I_2 auch noch vom vorigen ER 56-Benützer gestört. Denkbar, aber sehr unwahrscheinlich ist, daß I_2 durch einen technischen Fehler codefalsch wurde).

5. START blinkt keine Störanzeige Lampe WM AUS
Man entsperre , jetzt erscheint RW-Störung
Man drücke "Reg": Angezeigt werde 5000 9 38
Man drücke "BFZ": Angezeigt werde 1503
(dadurch wird die Störungsmeldung gelöscht)

Befund: Durch falsche Indexrechnung entstand die (effektive) Adresse 5000. Da diese Zelle nicht existiert, ging das KW in Wartestellung.

Vorgehen: Indexrechnung überprüfen und neu beginnen.

6. START blinkt keine Störanzeige Lampe WM AUS
Man entsperre . Jetzt erscheint RW-Störung.
Man drücke "Reg": Angezeigt werde9 10
" " "BFZ": " " 6001
(dadurch wird die Störungsmeldung gelöscht)

Befund: Beim Sprung von 1505 aus konnte das KW die (durch falsche Indizierung entstandene) Zieladresse nicht finden und ging

auf Wartestellung. (Die ersten 4 Stellen werden bei "Reg" nicht angezeigt, weil zuvor ein Sprungbefehl ausgeführt wurde (vergl. Abb. 14)

Vorgehen: Indexrechnung überprüfen und neu beginnen.

7. START blinkt keine Störanzeige Lampe WM EIN

Man entsperre und

drücke "Reg": Angezeigt werde 0000 9 67

Die Lampe WM brennt noch immer, deshalb mit "Grundstellung" (in der Zehnertastatur) löschen.

Man drücke "BFZ": Angezeigt werde 2002

" " "IND₀": Angezeigt werde 1506

Befund: Infolge falscher INDEXrechnung wurde beim Sprung von 1505 aus die Zelle 2001 erreicht. Dort stand zufällig eine Zahl, die als Befehl interpretiert- der Startbefehl für den Fotoleser war, Weil der Fotoleser nicht eingeschaltet war, konnte der Befehl nicht ausgeführt werden. (Wäre der Sprung mit „991 durchgeführt worden, dann wäre die Feststellung des Absprungortes mit I₀ nicht möglich gewesen).

Vorgehen: Indexrechnung überprüfen und neu beginnen.

8. START blinkt Störung A Lampe WM AUS

Man entsperre und

drücke "Reg": Angezeigt werde 2000 9 69

" "BFZ": " " 1505

(dadurch wird die Störungsmeldung gelöscht)

Befund: Der Stanzer war nicht eingeschaltet oder ein Papierfühler lag auf dem Kern einer Vorratsrolle auf, weil das Papier ausgegangen war.

Vorgehen: Stanzer einschalten bzw. Papier einlegen, nachprüfen ob der Inhalt von 2000 noch coderichtig ist (ggf. reparieren) und ab 1504 neu starten.

9. START blinkt Störung A Lampe WM AUS

Man entsperre und

drücke "Reg": Angezeigt werde 9001 0 19

" "BFZ": " " 2009

(dadurch ist die Störungsmeldung gelöscht)

Befund: Infolge eines unbeabsichtigten Sprunges wurde die Zelle 2007 erreicht. Da diese Zahl als Befehl das Ausdrucken am Zeilendrucker ab Zelle 0010 bedeutet, wurde diese Operation angestoßen. Sie konnte jedoch nicht ausgeführt werden,

weil die Information zufällig 0, 7, 8 oder in einer als Vorzeichen entschlüsselten Stelle hatte. Damit entstand am Zeilendrucker Störung und die Maschine wurde mit Störungsstop angehalten.

Vorgehen: Indexrechnung überprüfen und neu beginnen.

7. DAS PROTOKOLLIERPROGRAMM

Die schnelle Ausgabe von Daten über den Zeilendrucker ermöglicht es zum Testen eines Programms alle wichtigen Speicher- und Registerinhalte nach Ablauf eines jeden Befehls auszudrücken. Dazu dient das "Protokollierprogramm".

Es bietet folgende Möglichkeiten:

- a) Nur Sprungbefehle protokollieren (zum Prüfen des logischen Ablaufs eines Programms.
- b) Nur arithmetische Befehle protokollieren
- c) " Einschreibebefehle "
- d) " Abspeicherbefehle "
- e) Alle Befehle protokollieren (genaueste Art, aber langwierig. Oft ergibt Protokollieren nach a) bis d) bessere Information)

Zum Protokollieren ist lediglich eine sogenannte "Liste" anzufertigen, die angibt, in welcher Form protokolliert werden soll, welche Teile des Programms nicht protokolliert werden sollen, wie oft die Schleifen durchlaufen werden sollen usw. Diese "Liste" wird mit dem Protokollierprogramm und dem zu testenden Programm in die Maschine eingegeben. Das Protokollieren geht sehr schnell (etwa 3 Befehle pro Sekunde).

Die Auswertung kann dann in Ruhe gemacht werden und der Rechner steht anderen Benutzern zur Verfügung. Diese Art des Programmtestes ist wegen der Knappheit an Rechenzeit dringend zu empfehlen (näheres siehe Umdruck "Protokollierprogramm F 12 der elektronischen Rechenanlage ER 56".)

ANHANG: EINIGE TECHNISCHE DATEN DES ER 56

Informationsdarstellung:

Wortlänge : 7 Dezimalen
 Verschlüsselung: $\left(\frac{2}{5}\right)$ - Code
 Zahlen : normal : Vorzeichen + 6 Dezimalen
 lang : Vorzeichen + 13 Dezimalen
 Gleitkomma: Vorzeichen + 11 Stellen Mantisse
 Exponent: -50...+50

Rechenzeit: (in ms)	Festkomma "normal"		Gleitkomma	
	Einzelwort	Doppelwort		
	0,15	0,22	0,22	Einschreiben Abspeichern
	0,20	0,30	0,96...1,10	Addieren Subtrahieren
	0,32...0,67	0,62...2,30	0,82...2,26	Multiplizieren
	2,96	9,75	7,98	Dividieren
	0,18	0,34	0,34	Vergleichen
		0,30		Ausgeführter Sprung
		0,15		Nicht ausgeführ- ter Sprung

Ferritkern-Arbeitsspeicher: \approx x 1000 Worte

Zugriffszeit: Keine (wäil unterhalb
der Taktzeit)

Trommel - Speicher : 600 einzelne adressierbare Blöcke zu
je 20 Worten

Übertragungszeit: 0,1 ms je Wort

Wartezeit : Im Mittel 10 ms

Magnetbandspeicher : ~~3~~ Geräte a ca. 10^6 Worte in Blöcken
von 40...1000 Worte

Übertragungszeit: 0,1 ms je Wort

Zeilendrucker : Druckgeschwindigkeit: 10 Zeilen à 80
Zeichen pro sec.

Fotoleser : 400 Zeichen pro Sekunde

Stanzer : 50 Zeichen pro Sekunde.