ZUSE

tungs
tungs
verarbeitungs
Datenverarbeitungssystem
Datenverarbei
system
Daten

Beschreibung und
Einführung in die
Arbeitsweise

ZUSE
Z25

Datenverarbeitungssystem ZUSE Z 25

Beschreibung und Einführung in die Arbeitsweise

ZUSE KG Bad Hersfeld
Datenverarbeitungsanlagen

Ausgabe Juli 1967 (Änderungen vorbehalten)

INHALTSVERZEICHNIS

1.	ZUSE Z 25-Datenverarbeitungssystem	1 - 1
2.	ZUSE Z 25-Zentraleinheit	2 - 1
2.1.	Konstruktiver Aufbau der Zentraleinheit	2 - 2
2.2.	Zahlendarstellung	2 - 3
2.3.	Befehlsdarstellung	2 - 4
2.4.	Adressierung	2 - 4
2.5.	Speicherausrüstung	2 - 5
2.5.1.	Ausbaustufen des Arbeitsspeichers	2 - 6
2.5.2	Ausbaustufen des Programmspeichers	2 - 7
2.6.	Die Register der Zentraleinheit	2 - 7
2.7.	Blockschaltbild	2 - 10
3.	Die Befehle der ZUSE Z 25	3 - 1
3.1.	Keine Operation	3 - 2
3.2.	Addition	3 - 2
3.3.	Doppelwortaddition	3 - 2
3.4.	Bringen	3 - 3
3.5.	Doppelwortbringen	3 - 3
3.6.	Konjunktion	3 - 3
3.7.	Disjunktion	3 - 4
3.8.	Konstantenaddition	3 - 4
3.9.	Konstantenbringen	3 - 4
3.10	Konstantenkonjunktion	3 - 5
3.11.	Konstantensubtraktion	3 - 5
3.12.	Konjunktion mit negativer Konstante	3 - 5
3.13.	Konjunktion mit negativem Operand	3 - 5
3.14.	Negativbringen	3 - 6
3.15.	Subtraktion	3 - 6
3.16.	Doppelwortsubtraktion	3 - 6
3.17.	Umspeichern	3 - 7

3.18.	Doppelwortumspeichern	3 - 7
3.19.	Multiplikation	3 - 7
3.19.1.	Verkürzte Multiplikation	3 - 9
3.20.	Division	3 - 11
3.20.1	Verkürzte Division	3 - 12
3.21.	VerschiebeBefehle	3 - 14
3.21.1	Linksverschieben	3 - 15
3.21.2	Verkoppeltes Linksverschieben	3 - 16
3.21.3	Rechtsverschieben	3 - 16
3.21.4.	Verkoppeltes Rechtsverschieben	3 - 17
3.21.5.	Zyklisches Rechtsverschieben	3 - 17
3.21.6.	Zyklisch verkoppeltes Rechtsverschieben	3 - 18
3.22.	Tausche Inhalt	3 - 18
3.23.	Umspeichertransfer	3 - 19
3.24.	Bringtransfer	3 - 20
3.25.	Adressenerweiterungsregister Setzen	3 - 20
3.26.	Magnetbandoperation	3 - 21
3.27.	Schaltimpuls zur externen Einheit	3 - 21
3.28.	Freigabeaktivierung	3 - 22
3.29.	Zählerladen	3 - 22
3.30.	Stop	3 - 23
3.31.	Testsprung	3 - 23
3.32.	Sprung auf Notierung	3 - 24
3.33.	Sprungbefehl	3 - 24

4.	Adressenmodifikation	4 - 1
4.1.	Adressenerweiterung	4 - 1
4.2.	Adressensubstitution	4 - 2
4.2.1.	Funktionstabelle für Adressensubstitutions-Befehle	4 - 4
4.2.2.	Funktionstabelle für	4 - 5
	modifizierte Sprungbefehle	4 - 5
	mit Indexspeicheradresse 32 - 63	4 - 5

5.	Bedingungen	5 - 1
5. 1.	Bedingungsregister	5 - 1
5. 2.	Bedingte Adressensubstitutionsbefehle	5 - 1
6.	Sonderadressen	6 - 1
7.	Bedienungsfeld	7 - 1
8.	Programmunterbrechung	8 - 1
8. 1.	P. U. Kanäle und Vorrang	8 - 1
8. 2.	Adressenzuordnung	8 - 2
8. 3.	Programmierung	8 - 2
8. 3. 1.	Programmunterbrechungs - Fähigkeit	8 - 2
8. 3. 2.	Sprung in das P. U. Unterprogramm	8 - 3
8. 3. 3.	Abschluß des P. U. Unterprogrammes	8 - 4
8. 3. 4.	Zeitbetrachtungen	8 - 4
8. 3. 5.	Allgemeine Form des P. U. Unterprogrammes	8 - 6
8. 3. 6.	Kanalsperre	8 - 8
8. 3. 7.	Vorrangsperre	8 - 9
8. 4.	Programmierungsbeispiel	8 - 10
8. 4. 1	Systemüberlegung	8 - 10
8. 4. 2.	Flußdiagramm	8 - 13
8. 4. 3.	Befehlsliste	8 - 15
8. 5.	Anfangsbedingungen	8 - 17
8. 6.	Bedienung der Drucktaste " Programmunterbr. frei "	8 - 17
8. 7.	P. U. Steckbrett	8 - 17
8. 8.	Ausbau	8 - 19
9.	Ein - und Ausgabeorganisation	9 - 1
9. 1.	Normschnittstelle	9 - 3
9. 2.	Geräteschnittstelle	9 - 3
9. 3.	Vorwahl der Peripherie	9 - 4
9. 4.	Freigabe	9 - 4
9. 5.	Informationstransfer	9 - 5

10.	Fernschreiber Ein- und Ausgabe	10 - 1
10.1.	Eingabe von der Fernschreibtastatur	10 - 2
10.2.	Lochstreifeneingabe	10 - 4
10.3.	Protokollausgabe	10 - 4
10.4.	Lochstreifenherstellung	10 - 4
10.5.	Anregung für die Tastatur bzw. Lochstreifeneingabe	10 - 6
11.	Schnelle Lochstreifeneingabe	11 - 1
12.	Schnelle Lochstreifenausgabe	12 - 1
13.	GRAPHOMAT ZUSE Z 64	13 - 1
14.	Zeilendrucker	14 - 1
15.	Lochkarteneingabe 12.000 Karten / h	15 - 1
15.1.	Die Betriebsarten	15 - 1
15.1.1.	Code - Tabelle	15 - 3
15.2.	Blocklänge	15 - 4
15.3.	Wiederholung des Blocktransfers	15 - 4
15.4.	Alarmabfrage	15 - 4
15.5.	Gültigkeitskontrolle	15 - 6
15.6.	Das Bedienungsfeld des Lochkartenlesers	15 - 7
16.	Lochkartenausgabe 6.000 Karten / h	16 - 1
16.1.	Betriebsarten	16 - 2
16.2.	Alarmabfrage	16 - 3
16.3.	Das Bedienungsfeld des Lochkartenstanzers	16 - 4
17.	Magnettrommelspeicher	17 - 1
17.1.	Alarmabfrage	17 - 2
17.2.	Abschnittsperre	17 - 3
17.3.	Das Bedienungsfeld der Magnettrommeleinheit	17 - 3

18.	Magnetbandspeicher	18-1
18.1.	Informationsdarstellung	18-2
18.2.	Befehle zum Betrieb des Magnetband-Speichers	18-2
18.3.	Magnetbandoperationen	18-4
18.4.	Bandende - Markierung	18-6
18.5.	Alarme	18-7
18.6.	IBM-Compatible-Laufwerk	18-9
18.7.	Schlußbemerkungen	18-10
19.	Kontaktausgabe-Register KAR	19-1
20.	Impulseingabe-Register IER	20-1
21.	ZUSE Z 25-Mehrrechnersystem	21-1
21.1.	Organisation	21-2
21.2.	Adressierung	21-3
21.3.	Freigabe	21-4
21.4.	Programmbeispiel	21-4

ANHANG

A.	Tabellarische Übersicht der Befehle
B.	Logisches Blockschaltbild

1. ZUSE Z 25 - DATENVERARBEITUNGSSYSTEM

Das Datenverarbeitungssystem ZUSE Z 25 ist die Bezeichnung für eine Familie von datenverarbeitenden Geräten, deren Mittelpunkt die elektronische Rechenanlage ZUSE Z 25, weiterhin Zentraleinheit genannt, darstellt. Ein- und Ausgabegeräte sind mittels sog. Anschlußelektroniken an die Zentraleinheit angeschlossen und werden von dieser aus gesteuert. Während die Bezeichnung Peripheriegerät die eigentlichen Ein- und Ausgabegeräte umfaßt, wird die Gesamtheit der Ein- und Ausgabegeräte und der dazugehörigen Anschlußelektroniken Peripherie genannt.

Das Datenverarbeitungssystem ZUSE Z 25 ist nach dem Baukastenprinzip aufgebaut. Dies bedeutet, daß ein der jeweiligen Aufgabe angepaßtes Datenverarbeitungssystem ZUSE Z 25 aus einzelnen Teilen zusammengesetzt werden kann.

2. ZUSE Z 25 - ZENTRALEINHEIT

Die Zentraleinheit ZUSE Z 25 ist eine volltransistorisierte programmgesteuerte elektronische Rechenanlage. Sie arbeitet im Serienprinzip. Die Programme sowie die Daten sind gespeichert. Die Wortlänge beträgt 18 Binärstellen. In einem Wort ist eine Zahl oder ein Befehl enthalten. Zahlen können auch in doppelter Wortlänge, durch im Befehls-Code enthaltene Doppelwortbefehle, verarbeitet werden; somit ist die Möglichkeit gegeben, auf einfache Weise auch mit größeren Zahlen zu rechnen.

Für die Unterbringung von Standardprogrammen läßt sich ein festverdrahteter Ferritkernspeicher, auch Programmspeicher genannt, verwenden, dessen Vorzug in niedrigeren Kosten besteht. Die Information kann aus diesem Speicher nur gelesen werden. Als Arbeitsspeicher, welcher in Stufen erweiterbar ist, dient ein parrallelorganisierter Ferritkernspeicher mit Quersummenkontrolle. Beide Kernspeicher, sowohl Programmspeicher als auch Arbeitsspeicher, können Programme oder Zahlen enthalten. Die Anlage arbeitet bei

linearen Programmen*) im Eintaktverfahren, d.h. die Ausführung eines Befehls und das Abholen des nächsten Befehls aus dem Kernspeicher geschieht in ein und derselben Wortzeit. Somit kann die ZUSE Z 25 bei einer Grundtaktfrequenz von 294 kHz etwa 11.700 Rechenoperationen in der Sekunde ausführen. Die Verarbeitungszeit für ein Wort, Wortzeit genannt, ist daher 85 µsec.

Die Organisation der Zentraleinheit ZUSE Z 25 gestattet es, eine Vielfalt peripherer Geräte anzuschließen, wobei der Verkehr zwischen der Zentraleinheit und den am System beteiligten Geräten durch das vorrangige Programmunterbrechungssystem geregelt werden kann. Aufgrund dieser Voraussetzungen ist die ZUSE Z 25 auch für den Einsatz in Prozeß- und Datenerfassungs - sowie in Mehrrechner-Systemen geeignet.

2.1 Konstruktiver Aufbau der Zentraleinheit

Die Zentraleinheit ZUSE Z 25, bestehend aus Leitwerk, Rechenwerk und Speicherwerk, ist in einem Schrank mit den Abmessungen

Tiefe 114 cm Breite 80 cm Höhe 115 cm

untergebracht. Serienmäßig enthält die Zentraleinheit die Verdrahtung für die Anschlußelektroniken folgender Standard-Peripheriegeräte:

Konsol-Fernschreiber
Schneller Lochstreifenleser
Schneller Lochstreifenstanzer
Zeichentisch ZUSE Z 64 "Graphomat".

Die Ausrüstung der Zentraleinheit mit der Anschlußelektronik oben aufgeführter Peripheriegeräte erfordert daher nur noch das Be-

---

*) Programme, deren Befehle unmittelbar hintereinander im Kernspeicher gespeichert sind, wobei die Befehle einer nach dem anderen aus Zellen mit progressiv um eins aufsteigenden Adressen jeweils zur Ausführung kommen.

stücken mit den jeweils notwendigen steckbaren gedruckten Bausteinplatten. Die Ausrüstung mit dem Programmunterbrechungssystem erfordert den Einbau entsprechender Moduln in den Schrank der Zentraleinheit.

Der Bedienungstisch der Zentraleinheit enthält ein Bedienungsfeld mit Tastaturen für die manuelle Bedienung des Rechners sowie Leuchtanzeigen. Auf der Tischplatte werden normalerweise der Konsol-Fernschreiber sowie die Standard-Lochstreifengeräte aufgestellt. Die Kabelverbindungen zwischen dem Bedienungstisch und dem Schrank der Zentraleinheit sind, wie alle Verbindungen innerhalb des Systems, steckbar.

2.2 Zahlendarstellung

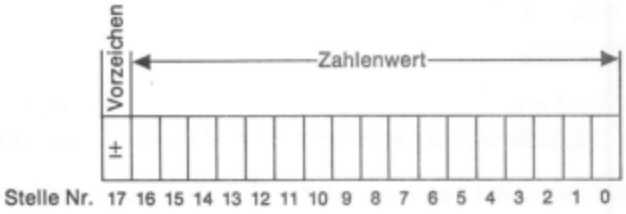
a) Einfache Wortlänge

Die oberste Stelle des 18-stelligen Zahlenwortes ist das Vorzeichen; die übrigen 17 Stellen stellen die Zahl dar. Als Vorzeichen gelten:

O . . . für die positiven Zahlen

L . . . für die negativen Zahlen.

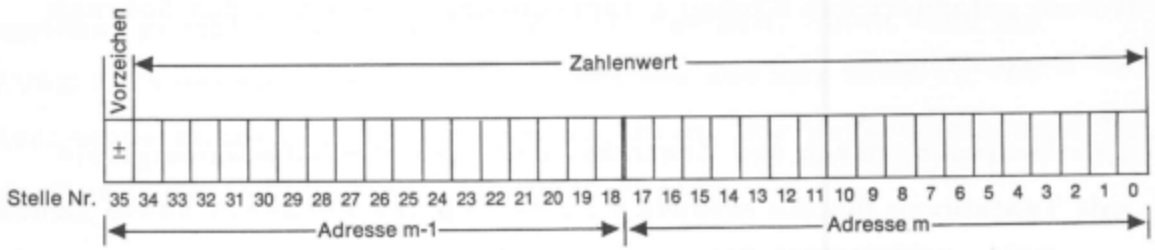
Die Zahlenwerte selbst werden rein binär dargestellt. Die negativen Zahlen werden im Zweierkomplement notiert.



b) Doppelte Wortlänge

Durch Doppelwortbefehle wird der Inhalt zweier aufeinanderfolgender Speicherzellen in der ZUSE Z 25 als eine zusammenhängende Information verarbeitet. Ist in den Speicherzellen m-1 und m eine Information doppelter Wortlänge gespeichert, so wird der Inhalt der mit m-1 adressierten Speicherzelle als obere Hälfte (Stellen mit höherem Gewicht), der Inhalt der mit m adressierten

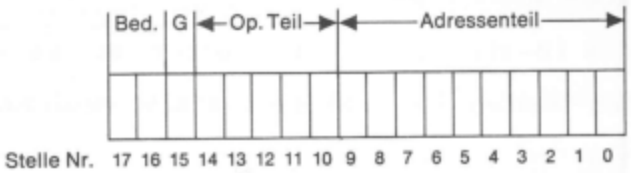
Zelle als untere Hälfte des Doppelwortes verarbeitet. Die erste Stelle der oberen Hälfte des Doppelwortes ist die Vorzeichenstelle.



In einem Zahlenwort einfacher Wortlänge kann eine 5-stellige, in einem Zahlenwort doppelter Wortlänge eine 10-stellige Dezimalzahl dargestellt werden.

2.3 Befehlsdarstellung

Das Befehlswort der ZUSE Z 25 ist in vier Teile aufgeteilt:



Stellen	16 ÷ 17	Bedingungsteil
Stelle	15	Adressenmodifikationsstelle
Stellen	10 ÷ 14	Operationsteil
Stellen	0 ÷ 9	Adresse

2.4 Adressierung

Aus den 10 Adressenstellen des ZUSE Z 25 Befehlswortes lassen sich 1024 einzelne Adressen, von 0 bis 1023, entschlüsseln. Für die Anwahl weiterer Adressen kann der Adressenbereich durch Benutzung eines Adressenerweiterungsregisters (AER) erweitert werden. Das Adressenerweiterungsregister ist fünfstellig, so daß im ganzen 32 x 1024 = 32 768 Einzeladressen zur Verfügung stehen. Es bestehen somit 32 Speicherbereiche zu je 1024 Speicherzellen. Die einzelnen Stellen des Adressenerweiterungsregisters werden mit AER_{10} bis AER_{14} bezeichnet, wobei AER_{14} die höchstwertige Stelle ist.

Die Adressenaufteilung:

Adr.	0 bis 6	Interne Sonderadressen für den Aufruf von Registern und Sonderzellen der Zentraleinheit.
Adr.	7 bis 31	Externe Sonderadressen für den Aufruf der angeschlossenen Peripheriegeräte.
		Die externen Sonderadressen 7 bis 11 sind für den Anschluß der Standard-Peripheriegeräte nach fester Adressenzuordnung (siehe unter "Sonderadressen") vorgesehen.
		Die Sonderadressen 12 bis 29 dienen für den Anschluß beliebiger Geräte der Systemperipherie. An eine Sonderadresse können maximal vier gleichartige Peripheriegeräte, jedes über eigene Anschlußelektronik, angeschlossen werden. Für die Anwahl des betreffenden Gerätes wird die Geräteadresse g in Verbindung mit den Befehlen "Freigabeaktivierung" und "Schaltimpuls zur externen Einheit" verwendet. Während die Sonderadresse s in den Stellen 0 bis 4 des Befehlswortes angegeben wird, ist die Geräteadresse g aus den Stellen 5 und 6 entschlüsselt.
		Die Sonderadressen 30 und 31 sind für den Anschluß weiterer Zentraleinheiten ZUSE Z 25 reserviert.
Adr.	32 bis 16383	Arbeitsspeicher-Adressen für den Aufruf von Speicherzellen des Kernspeichers (Bereiche 0 bis 15)
Adr.	28672 bis 32767	Programmspeicher-Adressen (Bereiche 28 bis 31)

2.5 Speicherausrüstung

Für den Aufbau des Speichers der ZUSE Z 25 stehen zwei Varianten des Kernspeicherchassis zur Verfügung, die wahlweise in die Zentraleinheit eingebaut werden können.

Die erste Kernspeicherchassis-Variante ist für den Einbau einer Arbeitsspeicher-Einheit mit insgesamt 1024 Wörtern und zusätzlich zweier Programmspeicher-Einheiten zu je 2048 Wörtern eingerichtet.

Die zweite Kernspeicherchassis-Variante eignet sich zum Einbau von insgesamt 4 Arbeitsspeichereinheiten zu je 4096 Wörtern und zusätzlich zwei Programmspeicher-Einheiten zu je 2048 Wörtern.

Die Speichererweiterung innerhalb der betreffenden Kernspeicherchassis-Variante erfolgt durch Weiterbestückung des Chassis mit entsprechenden Speicherblöcken samt den dazugehörigen gedruckten Bausteinplatten. Alle für den Aufbau des Speichers notwendigen Bauteile sind steckbar.

2.5.1 Ausbaustufen des Arbeitsspeichers

In der folgenden Tabelle sind die Ausbaustufen des Arbeitsspeichers angeführt.

Ausbau-Stufe	Zusammensetzung des Arbeitsspeichers	Adressenbereich des Arbeitsspeichers		Speicher-Bereich	Adr. innerhalb des Bereiches	
		von	bis		von	bis
1	Eine Kernspeicher-einheit mit 1024 Speicherzellen	32	1055	0 1	32 0	1023 31
2	Eine Kernspeicher-einheit mit 4096 Speicherzellen	32	4095	0 1 2 3	32 0 0 0	1023 1023 1023 1023
3	Zwei Kernspeicher-einheiten zu je 4096 Speicherzellen	32	8191	0 1 bis 7	32 0 dito	1023 1023
4	Drei Kernspeicher-einheiten zu je 4096 Speicherzellen	32	12287	0 1 bis 11	32 0 dito	1023 1023
5	Vier Kernspeicher-einheiten zu je 4096 Speicherzellen	32	16383	0 1 bis 15	32 0 dito	1023 1023

2.5.2 Ausbaustufen des Programmspeichers

Ausbau-Stufe	Zusammensetzung des Programmspeichers	Adressenbereich d. Programmspeichers		Speicher-Bereich	Adr. innerhalb des Bereiches	
		von	bis		von	bis
1	Eine Programm-speichereinheit mit 2048 Speicherzellen	30720	32767	30 31	0 0	1023 1023
2	Zwei Programm-speichereinheiten mit je 2048 Speicherzellen	28672	32767	28 bis 31	0	1023 dito

2.6 Die Register der Zentraleinheit

Die Zentraleinheit ZUSE Z 25 besitzt 12 aus Flip-Flops aufgebaute Register, die für die Durchführung der arithmetischen und logischen Operationen sowie für Steuerungen benutzt werden. Vier von diesen 12 Registern sind mit internen Sonderadressen adressiert und können, mit einigen Ausnahmen, durch die im Befehlscode enthaltenen Befehle aufgerufen werden.

a und v . . . Akkumulator und Akkumulatorverlängerung (Adr. 4 und 3)

Diese Register haben eine Länge von je 18 Binärstellen. Sie können zur gemeinsamen Links- und Rechtsverschiebung miteinander verkoppelt werden. Sie dienen auch zur Aufnahme des Ergebnisses bei den Rechenoperationen, und zwar der Akkumulator bei Ergebnissen einfacher, beide Register bei Ergebnissen doppelter Wortlänge.

b . . . Befehlsregister

Dieses 18-stellige Register nimmt alle Befehle auf, bevor sie zur Ausführung in die entsprechenden Steuerregister übertragen werden.

OSR . . . Operationssteuerregister

Das Operationssteuerregister ist 6 Binärstellen lang. In den ersten 5 Stellen findet der Operationscode Platz, die sechste Stelle ist die Adressenmodifikationsstelle. An dieses Register ist der Operationsentschlüssler angeschlossen.

ASR . . . Adressensteuerregister

Die 10 niedrigsten Stellen dieses 15-stelligen Registers übernehmen den Adressenteil des Befehlsregisters. In die 5 höchstwertigen Stellen gelangt bei Adressenerweiterung der Inhalt des AER.

AER . . . Adressenerweiterungsregister

Das 5-stellige Register liefert die 5 obersten Adressenstellen für das ASR. Den Inhalt dieses Registers kann man als Speicherbereichsadresse bezeichnen, wobei ein Bereich jeweils 1024, von 0 bis 1023 einzeladressierbare Zellen hat.

AZR . . . Adressenzählregister

In diesem 15-stelligen Register befindet sich die laufende Speicheradresse. Von einigen Ausnahmen abgesehen wird die Speicheradresse im AZR in jeder Wortzeit um eins erhöht und somit gewährleistet, daß die Befehle eines zusammenhängenden Programms in aufsteigender Reihenfolge der Adressen aus dem Speicher gelesen und dem Befehlsregister zugeführt werden.

RAS . . . Rückkehradressenregister (Adr. 5)

Dieses 15-stellige Register ist zur Speicherung der Rückkehradresse beim Sprung mit Notierung vorgesehen.

Z2 . . . Zählregister (Adr. 2)

Das 10-stellige Zählregister Z 2 arbeitet als binärer Rückwärtszähler. Es kann mit einem gesonderten Befehl geladen oder über die Adresse 2 aufgerufen werden. Es dient unter anderem zum Abzählen bei Transferbefehlen oder als automatischer Zähler bei den arithmetischen Operationen (Division, Multiplikation).

PR . . . Pufferregister

Dieses 19-stellige Register dient als Parallel-Serien-Wandler für den Speicher der ZUSE Z 25. Alle Informationen außer den Befehlen, die beim Eintaktverfahren direkt in das Befehlsregister gelesen werden, gelangen zunächst aus dem Speicher in das PR. Von hier werden sie zur weiteren Verarbeitung in die Maschine geführt. Die Paritätskontrolle sowie Paritätserzeugung findet in diesem Register statt.

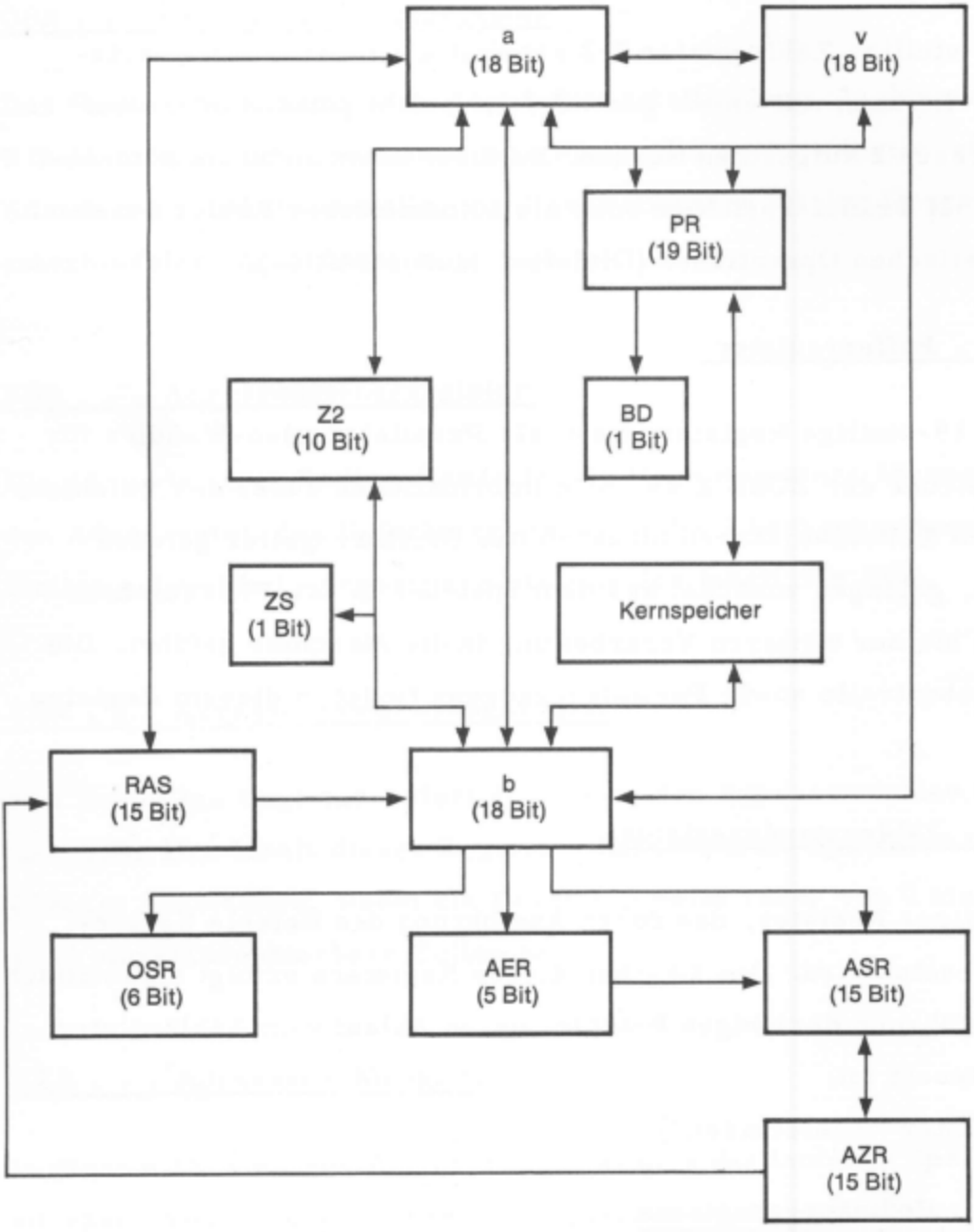
ZS . . . Zählerstandsregister

Einstelliges Register, das durch Ausführung des Befehls Zählerladen gesetzt wird. Das Löschen dieses Registers erfolgt automatisch bei Ausführung derjenigen Befehle, deren Ablauf vom Zählregister Z2 gesteuert ist.
(Siehe unter "Zählerladen")

BD . . . Bedingungsregister

Einstelliges Register, das abhängig von der Vorzeichenstelle der Kernspeicherzellen durch gesonderten Befehl gesetzt und dessen Inhalt vom Programm abgefragt werden kann.

2.7 Blockschaltbild



3. DIE BEFEHLE DER ZUSE Z 25

Nachfolgend sind die Befehle der ZUSE Z 25 beschrieben. Für jeden Befehl ist der Buchstaben-Code sowie Binär-Code (in Klammern) angegeben. Die Funktionen sind für jeden Befehl auch in der symbolischen Schreibweise erläutert. Die verwendeten Symbole haben folgende Bedeutung:

a	Akkumulator
v	Akkumulatorverlängerung
b	Befehlsregister
AER	Adressenerweiterungsregister
AZR	Adressenzählregister
RAS	Rückkehradressenspeicher
Z2	Zählregister
θ	Allgemeiner Operations-Code
L, m, n, p, q,	Allgemeine Adressen
s	Sonderadresse
g	Geräteadresse
$\langle m \rangle$	Inhalt der mit m adressierten Zelle
$\langle m \rangle_{i \ldots k}$	Inhalt der Stellen i bis k der Speicherzelle m
$\langle m$ u. $n \rangle$	Inhalt der Zellen m und n als Doppelwort betrachtet
$\ldots \rightarrow m$	Transport-Symbol. Das links angegebene geht nach Zelle m, wie z. B.: $\langle a \rangle \rightarrow m$ Der Akkumulatorinhalt geht in die Zelle m
$\ldots \Rightarrow \ldots$	"Ergibt": die nachstehende Größe wird durch die links angegebene Anweisung gebildet, wie z. B.: $\langle m \rangle + t \Rightarrow \widetilde{m}$ Die Summe von t und Inhalt der Zelle m ergeben die neue Adresse $\widetilde{m}$.
$\langle n \rangle \leftrightarrow \langle m \rangle$	Inhaltsaustausch zwischen den Zellen n und m

3.1 Km . . . Keine Operation

Die Inhalte aller Register und Speicherzellen bleiben unverändert. Als Befehl "Keine Operation" wirken alle Informationen, die in den Stellen 10 bis 14 des Befehlswortes eine "O" haben. Somit werden die Nullen im Programm einfach überlaufen. Nach einem K-Befehl, der in der Speicherzelle L steht, wird als nächster der Befehl aus der Zelle L + 1 ausgeführt.

In Verbindung mit einem unmittelbar folgenden Adressenmodifikations-Befehl, sowie dann, wenn die Stelle 17 die Eins enthält, hat dieser Befehl eine besondere Bedeutung. (Siehe unter "Adressensubstitution" bzw. "Bedingungen").

3.2 Am . . . Addition (1)

Zum Inhalt des Akkumulators wird der Inhalt der Zelle m addiert und die Summe im Akkumulator gespeichert; der Inhalt der Speicherzelle m bleibt erhalten.

$$\langle a \rangle + \langle m \rangle \rightarrow a$$
$$\langle m \rangle \rightarrow m$$

3.3 AAm . . . Doppelwortaddition (2)

Zum Inhalt von Akkumulator und Akkumulatorverlängerung als einer zusammenhängenden Information doppelter Wortlänge (im Akkumulator befindet sich die Hälfte des Doppelwortes mit den Stellen höheren Gewichtes) wird der Inhalt des Speicherzellenpaares m-1, m addiert.

$$\langle a \text{ u. } v \rangle + \langle m\text{-}1 \text{ u. } m \rangle \rightarrow a \text{ u. } v$$

Einzeln betrachtet:

$$\langle m \rangle + \langle v \rangle \rightarrow v$$
$$\langle a \rangle + \langle m\text{-}1 \rangle + (\langle m + v \rangle)_{18} \rightarrow a$$

woraus ersichtlich ist, daß ein eventuell bei der Addition der Hälften mit Stellen niedrigeren Gewichtes entstehender Übertrag zu der Summe der Hälften mit den Stellen höheren Gewichtes addiert wird.

Der Inhalt der Zellem m-1 und m bleibt unverändert:

$$\langle m \rangle \rightarrow m \quad ; \quad \langle m-1 \rangle \rightarrow m-1$$

3.4 Bm . . . Bringen (3)

Der Inhalt der mit m adressierten Speicherzelle wird in den Akkumulator gebracht; der Inhalt der Speicherzelle m bleibt unverändert:

$$\langle m \rangle \rightarrow a$$
$$\langle m \rangle \rightarrow m$$

3.5 BBm . . . Doppelwortbringen (4)

Der Inhalt des Speicherzellenpaares m-1, m wird in Akkumulator und Akkumulatorverlängerung gebracht, wobei der Inhalt der Zellen m-1 und m unverändert bleibt:

$$\langle m-1 \text{ u. } m \rangle \rightarrow a \text{ u. } v$$

oder einzeln:

$$\langle m \rangle \rightarrow v$$
$$\langle m-1 \rangle \rightarrow a$$
$$\langle m \rangle \rightarrow m; \quad \langle m-1 \rangle \rightarrow m-1$$

3.6 Im . . . Konjunktion (5)

Mit den Inhalten des Akkumulators und der im Befehl angegebenen Speicherzelle m wird stellenweise Konjunktion *) gebildet. Die daraus entstandene Information ersetzt den Akkumulatorinhalt:

$$\langle a \rangle \wedge \langle m \rangle \rightarrow a$$

Der Inhalt der Zelle m bleibt dabei erhalten:

$$\langle m \rangle \rightarrow m$$

*) Man erhält eine "Eins" nur in den Stellen des Ergebnisses, in denen beide Operanden eine "Eins" haben, z. B.:

$$\begin{array}{rl} \langle a \rangle = & \text{LOLLLLOLLOLLLOOOOL} \\ \langle m \rangle = & \text{OLLLOOLLLLLLOOOOOO} \\ \hline \langle a \rangle \wedge \langle m \rangle = & \text{OOLLOOOLLOLLOOOOOO} \end{array}$$

3.7 DIm . . . Disjunktion (6)

Mit den Inhalten des Akkumulators und der im Befehl angegebenen Speicherzelle m wird stellenweise Disjunktion gebildet. Die somit entstandene Information ersetzt den Akkumulatorinhalt:

$$\langle a \rangle \vee \langle m \rangle \rightarrow a$$

wobei der Inhalt der Zelle m unverändert bleibt:

$$\langle m \rangle \rightarrow m$$

Eine Null ergibt sich nur in den Stellen des neuen Wortes, in denen beide Operanden Null sind, z. B.:

$$\begin{array}{rl} \langle a \rangle = & \text{LOOOLLOLOLOLLOLOLL} \\ \langle m \rangle = & \text{OLOOLLLOOOOOLLOOLO} \\ \hline \langle a \rangle \vee \langle m \rangle = & \text{LLOOLLLLOLOLLLLOLL} \end{array}$$

3.8 CAm . . . Konstantenaddition (7)

Zum Inhalt des Akkumulators wird m (Inhalt der letzten 10 Stellen (0 ÷ 9) des Befehlsregisters) addiert und das Ergebnis im Akkumulator gespeichert.

$$\langle a \rangle + m \rightarrow a$$

3.9 CBm . . . Konstantenbringen (8)

Der Inhalt des Adressenteils m des Befehlsregisters (Stellen 0 ÷ 9) ersetzt den Akkumulatorinhalt.

$$m \rightarrow a$$

3.10 CIm . . . Konstantenkonjunktion (9)

Mit dem Inhalt des Akkumulators und m (Inhalt der letzten 10 Stellen des Befehlsregisters) wird stellenweise Konjunktion gebildet und das Ergebnis im Akkumulator gespeichert.

$$\langle a \rangle \wedge m \rightarrow a$$

3.11 CSm . . . Konstantensubtraktion (10)

Von dem Inhalt des Akkumulators wird m (Inhalt des Adressenteils des Befehlsregisters) subtrahiert und das Ergebnis im Akkumulator gespeichert.

$$\langle a \rangle - m \rightarrow a$$

3.12 CTm . . . Konjunktion mit negativer Konstante (11)

Mit dem Inhalt des Akkumulators als einem und der negativen Adresse (-m) als anderem Operanden (Zweier-Komplement des Inhaltes der zehn letzten Stellen des Befehlsregisters) wird stellenweise Konjunktion gebildet und das Ergebnis im Akkumulator gespeichert.

$$\langle a \rangle \wedge -m \rightarrow a$$

3.13 ISm . . . Konjunktion mit negativem Operand (12)

Mit dem Inhalt des Akkumulators als einem und dem negativen Inhalt der im Adressenteil des Befehls angegebenen Speicherzelle m als anderem Operanden wird stellenweise Konjunktion gebildet und das Ergebnis im Akkumulator gespeichert.

$$\langle a \rangle \wedge -\langle m \rangle \rightarrow a$$

wobei der Inhalt der Zelle m erhalten bleibt:

$$\langle m \rangle \rightarrow m$$

3.14 NSm . . . Negativbringen (13)

Der negative Inhalt (Zweier-Komplement) der im Befehl angegebenen Speicherzelle m wird in den Akkumulator gebracht:

$$-\langle m \rangle \rightarrow a$$

Hierbei bleibt der Inhalt der Zelle m unverändert:

$$\langle m \rangle \rightarrow m$$

3.15 Sm . . . Subtraktion (14)

Vom Inhalt des Akkumulators wird der Inhalt der im Adressenteil des Befehls angegebenen Speicherzelle m subtrahiert. Das Ergebnis wird im Akkumulator gespeichert, während der Inhalt der Zellen m erhalten bleibt:

$$\langle a \rangle - \langle m \rangle \rightarrow a$$
$$\langle m \rangle \rightarrow m$$

3.16 SSm . . . Doppelwortsubtraktion (15)

Vom Inhalt des Akkumulators und der Akkumulatorverlängerung (als einer zusammenhängenden Information doppelter Wortlänge) wird das in den Speicherzellen m-1 und m stehende Doppelwort subtrahiert. Das Ergebnis wird in Akkumulator und Akkumulatorverlängerung gespeichert:

$$\langle a \text{ u. } v \rangle - \langle m\text{-}1 \text{ u. } m \rangle \rightarrow a \text{ u. } v$$

wobei die Inhalte der Zellen m-1 und m erhalten bleiben:

$$\langle m \rangle \rightarrow m; \quad \langle m\text{-}1 \rangle \rightarrow m\text{-}1$$

3.17 Um . . . Umspeichern (16)

Der Inhalt des Akkumulators wird in die im Adressenteil des Befehls angegebene Speicherzelle m gespeichert. Der Akkumulatorinhalt bleibt erhalten:

$$\langle a \rangle \rightarrow m$$
$$\langle a \rangle \rightarrow a$$

3.18 UUm . . . Doppelwortumspeichern (17)

Die in Akkumulator und Akkumulatorverlängerung stehende Information doppelter Wortlänge wird in die Speicherzellen m-1 und m umgespeichert.

$$\langle a \text{ u. } v \rangle \rightarrow m\text{-}1 \text{ u. } m$$

oder einzeln:
$$\langle v \rangle \rightarrow m$$
$$\langle a \rangle \rightarrow m\text{-}1$$

Die Inhalte des Akkumulators und der Akkumulatorverlängerung bleiben erhalten:

$$\langle a \rangle \rightarrow a$$
$$\langle v \rangle \rightarrow v$$

3.19 Mm . . . Multiplikation (18)

Der Multiplikator muß im Akkumulator stehen. Die Speicherzelle des Multiplikanden ist mit m im Adressenteil des Befehls angegeben. (Man beachte, daß für den Multiplikanden nur Kernspeicheradressen - sowohl des Arbeitsspeichers als auch des Programmspeichers - zulässig sind, also $m \geq 32$). Das Produkt erscheint als eine Zahl doppelter Wortlänge in Akkumulator und Akkumulatorverlängerung; die Hälfte des Doppelwortes mit den Stellen höheren Gewichtes im Akkumulator, die Hälfte mit den

Stellen niedrigeren Gewichtes in der Akkumulatorverlängerung. Der Inhalt der Speicherzelle m bleibt erhalten.

$$\langle a \rangle \cdot \langle m \rangle \rightarrow a \text{ u. } v$$
$$\langle m \rangle \rightarrow m$$

Die Operanden können beliebige Vorzeichen haben.

Die Kommastellung wird mit dem sogenannten Skalenfaktor q berücksichtigt. Dieser bestimmt die Stellung des Kommas in Bezug auf die letzte Binärstelle (2°) des Zahlenwortes. Somit ist der Skalenfaktor jeweils der Nummer der Binärstelle, in der sich die Einerstelle befindet, gleich. Befindet sich die Einerstelle in der Binärstelle mit der Nummer 0 des Zahlenwortes, ist q = 0. Steht die Einerstelle in der Binärstelle mit der Nummer 1, so ist q = 1, usw.

Der Skalenfaktor des Produktes (q_{AB}) ist gleich der Summe der Skalenfaktoren des Multiplikators (q_A) und des Multiplikanden (q_B):

$$q_{AB} = q_A + q_B$$

Das Produkt hat einschließlich Vorzeichen eine Länge von 35 Binärstellen und befindet sich in den Stellen 0 bis 34 des Doppelwortes in Akkumulator und Verlängerung. Die Stelle 34 ist das wahre Vorzeichen des Produktes, jedoch kann die Stelle 35 des Doppelwortes als Vorzeichen gewertet werden, da diese in dem Produkt immer der Stelle 34 gleich ist.

Dies gilt für die Multiplikation in voller Länge.

Der Ablauf des Multiplikationsbefehls in der ZUSE Z 25 ist vom Zählregister Z2 gesteuert. Dieses wird bei der Multiplikation in voller Wortlänge am Anfang des Ablaufes des M-Befehles automatisch so gesetzt, daß alle 18 Binärstellen des Multiplikators mit dem Multiplikanden multipliziert werden. Die Ausführung des M-Befehls nimmt in diesem Falle 21 Wortzeiten in Anspruch.

3.19.1 Verkürzte Multiplikation

Liegt der für die Multiplikation in Frage kommende Multiplikator größenordnungsmäßig derart, daß er mit weniger als 18 Binärstellen darstellbar ist, so besteht die Möglichkeit, durch die verkürzte Multiplikation eine Einsparung an Rechenzeit zu erreichen. Dies ist z. B. dann gegeben, wenn mit ganzen Zahlen, die im Bereich von - 1000 bis + 1000 liegen, gerechnet wird. Solche Zahlen lassen sich einschließlich Vorzeichen mit 11 Binärstellen darstellen. Alle vorkommenden positiven und negativen Zahlen lassen sich in diesem Falle innerhalb 10 Stellen darstellen, die 11. Stelle (die höchstwertige) ist das Vorzeichen. Jedoch ist bei der verkürzten Multiplikation zur Bildung des Produktes mit richtigem Vorzeichen unbedingt erforderlich, daß dasselbe Vorzeichen ebenfalls in der Vorzeichenstelle des Wortes (Stelle 17) vorhanden ist. Die Verkürzung der Multiplikation wird durch Laden des Zählregisters Z 2 mit einem Zn-Befehl vor dem eigentlichen Multiplikationsbefehl Mm erreicht, wobei n die Anzahl der Binärstellen einschließlich Vorzeichen des Multiplikators, anfangend mit der niedrigsten Binärstelle (Stelle 0) des Multiplikator-Wortes ist.

Das bei dieser Art der Multiplikation entstandene Produkt hat einschließlich Vorzeichen eine Länge von n + 17 Binärstellen und befindet sich in den Stellen 19 - n bis 35 des Doppelwortes in Akkumulator und Verlängerung. Die Stelle 35 ist das Vorzeichen des Produktes. In die Stelle 18 - n wird eine Null eingeschrieben, während sich in den übrigen Stellen (0 bis 17 - n für $n \leq 17$) ein um n Stellen rechtsverschobener Teil vom Absolutwert des ursprünglichen Akkumulatorinhaltes befindet.

Für den Skalenfaktor des Produktes (auf die letzte Stelle des Doppelwortes - Stelle Nummer 0 - bezogen) gilt:

$$q_{AB} = q_A + q_B + 19 - n$$

Die Ausführung des verkürzten Multiplikationsbefehls dauert n + 2 Wortzeiten.

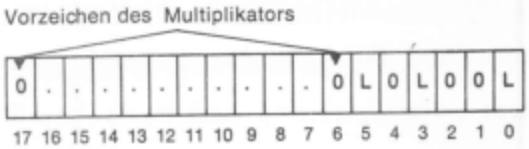
Folgende Beispiele dienen einer näheren Erläuterung der verkürzten Multiplikation.

Beispiel 1:

Es soll das Produkt

$$25 \cdot 41 = 1025$$

durch verkürzte Multiplikation gebildet werden. Die Zahl 41 mit $q_A = 0$ befindet sich als Multiplikator im Akkumulator in folgender binärer Darstellung:

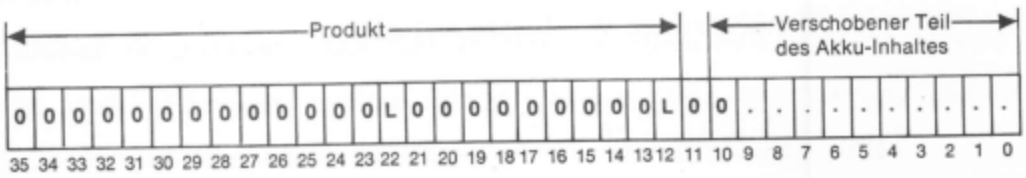


während die Zahl 25, ebenfalls mit q = 0, als Multiplikand in der Arbeitsspeicherzelle m gespeichert ist und in folgender binärer Darstellung vorliegt:

Da der Multiplikator eine Länge von 7 Binärstellen hat, soll folgende Befehlsfolge gegeben werden:

Z 7
Mm

Das Produkt mit $q_{AB} = 12$ und einer Länge von 24 Binärstellen einschließlich Vorzeichen befindet sich nach der Multiplikation in den Stellen 12 bis 35 des Doppelwortes in Akkumulator und Verlängerung. Die Stelle 35 des Doppelwortes ist das Vorzeichen des Produktes.

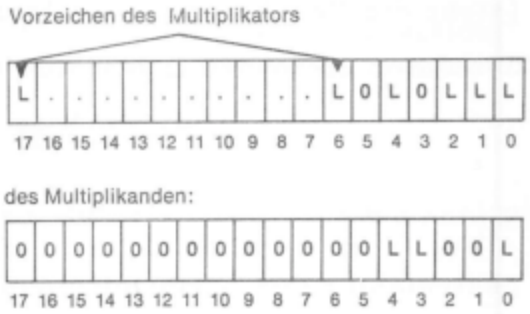


Beispiel 2

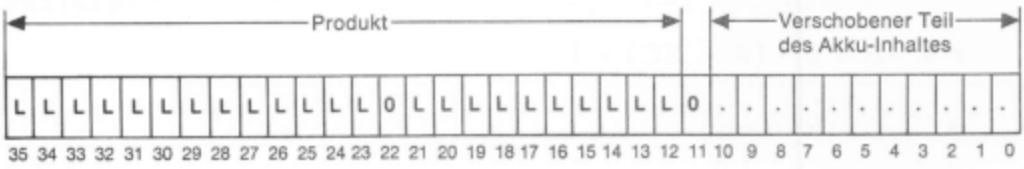
Bildung des Produktes aus vorhergehendem Beispiel, wobei für den Multiplikator die negative Zahl genommen wird

$$25.(-41) = -1025$$

Binäre Darstellung des Multiplikators:



Nach Multiplikation durch dieselbe Befehlsfolge wie im vorhergehenden Beispiel ist das Doppelwort in Akkumulator und Verlängerung folgendermaßen belegt:



3.20 Dm . . . Division (19)

Die Zahl doppelter Wortlänge in Akkumulator und Verlängerung ist der Dividend; der Divisor in einfacher Wortlänge befindet sich in der im Adressenteil des Befehls mit m angegebenen Speicherzelle. Hinsichtlich der Adresse des Dividenden gilt, wie bereits bei der Multiplikation erwähnt, $m \geq 32$. Nach der Ausführung des Befehls steht der Quotient im Akkumulator *), der

*) Zu beachten ist, daß der Quotient einfache Wortlänge hat, wodurch sein Maximalwert auf 131071 begrenzt ist. Bei Operanden, deren Quotient diesen Wert übersteigt, liefert die Division ein falsches Ergebnis.

Rest in der Akkumulatorverlängerung. Der Inhalt der Speicherzelle m bleibt erhalten.

$$\langle a \text{ u. } v \rangle : \langle m \rangle \rightarrow a$$
$$\langle m \rangle \rightarrow m$$

Beide, Dividend und Divisor, können beliebiges Vorzeichen haben.

Der Skalenfaktor q (siehe die Beschreibung des Multiplikationsbefehls) des im Akkumulator stehenden Quotienten richtet sich nach dem Ausdruck:

$$q = q_A - q_B$$

wobei q_A . . . Skalenfaktor des Dividenden doppelter Wortlänge
q_B . . . Skalenfaktor des Divisors einfacher Wortlänge ist.

Die Ausführungszeit ist 22 Wortzeiten bei der Division in voller Länge. Der bei der Division in voller Länge entstandene Rest r (Akkumulatorverlängerung) hat folgende Form:

$$r = -B + 2 \cdot (A - BC) + 1$$

A . . . Dividend
B . . . Divisor
C . . . Quotient

Für den theoretischen undividierten Rest R gilt:

$$R = A - BC = \frac{r + B - 1}{2}$$

3.20.1 Verkürzte Division

Ebenso wie die Multiplikation kann auch die Division verkürzt ausgeführt werden. Will man einen kürzeren Quotienten mit nur n Stellen einschließlich Vorzeichen erhalten, so muß vor dem Divisionsbefehl das Zählregister Z2 durch einen Befehl Z n+1 geladen werden. Der Quotient befindet sich nach erfolgter Division

in den Stellen 0 bis n-1 des Akkumulators. Die Stelle n-1 ist das Vorzeichen des Quotienten.

In die Stelle n des Akkumulators wird bei positivem Quotienten eine binäre Eins, bei negativem Quotienten eine Null eingeschrieben. In den Stellen n+1 bis 17 des Akkumulators befindet sich ein um n+1 Stellen linksverschobener Teil vom Absolutwert des Dividenden.

Für den Skalenfaktor gilt bei verkürzter Division:

$$q = q_A - q_B + n - 18$$

Die Ausführung des Befehls dauert n + 4 Wortzeiten.

Beispiel 1

Es soll der Quotient

$$275 : 200 = 1,375$$

durch verkürzte Division gebildet werden. Die Zahl 275 mit q = 16 befindet sich als Dividend doppelter Wortlänge in Akkumulator und Verlängerung und ist folgendermaßen binär dargestellt:

0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	L	0	0	0	L	0	0	L	L	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
35	34	33	32	31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0

während die Zahl 200 mit q = 0 als Divisor in der Arbeitsspeicherzelle m gespeichert ist und folgendermaßen binär dargestellt vorliegt:

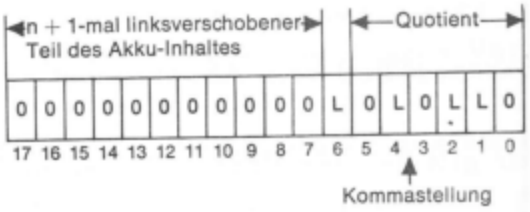
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	L	L	0	0	L	0	0	0
17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0

Es soll ein 6 Binärstellen langer Quotient (einschließlich Vorzeichen) erzielt werden. Daher wird folgende Befehlsfolge gegeben:

```
Z 7
D m
```

Der Quotient befindet sich nach der Division in den Stellen 0 bis 5 des Akkumulators mit Vorzeichen in der Stelle 5 und einem Skalenfaktor

$$q = q_A - q_B + n - 18 = 4$$

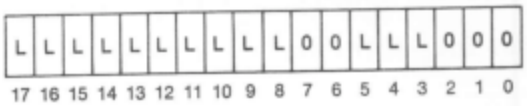


Beispiel 2

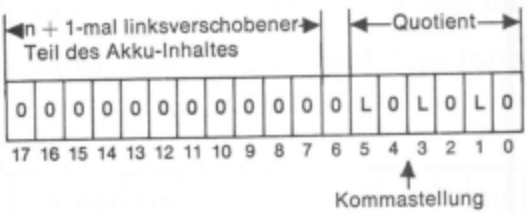
Bildung des Quotienten aus vorhergehendem Beispiel, wobei als Divisor die negative Zahl genommen wird:

$$275 : -200 = -1{,}375$$

Der Divisor ist folgendermaßen binär dargestellt:



Nach der Division durch dieselbe Befehlsfolge wie im vorhergehenden Beispiel ist der Akkumulator folgendermaßen belegt:



3.21 SH . . . Verschiebe-Befehle (20 *)

Im Adressenteil dieses Befehls (Stellen 0-9 des Befehlswortes) wird nicht wie gewöhnlich die Adresse eines Operanden, sondern die Art (Stellen 6-9) und die Anzahl (Stellen 0-5) der auszuführenden Verschiebungen angegeben.

Folgende Tabelle zeigt die Funktion der Stellen 6-9 im Zusammenhang mit dem Befehl SH:

Stelle	Binäre Wertigkeit	Funktions-Code	Funktion
6	64	W (Zy)	zyklisch
7	128	V	verkoppelt
8	256	R	rechts
9	512	L	links

Die Art der Verschiebung wird durch das Zusetzen des entsprechenden Funktions-Codes laut obiger Tabelle hinter dem Befehlscode SH angegeben. Bei Kombinationen mehrerer Arten werden alle entsprechenden Funktions-Codes zugesetzt.

Anschließend wird mit m die Anzahl der auszuführenden Verschiebungen angegeben. Beispiel:

SHRV 7

bedeutet die verkoppelte (V) Rechtsverschiebung (R) um 7 Binärstellen.

Im folgenden werden die möglichen Verschiebebefehle beschrieben:

3.21.1 SHLm . . . Linksverschieben (20 *)

(SH 512 + m)

Dieser Befehl bewirkt das Linksverschieben des Akkumulator-Inhaltes um m + 1 Stellen.

$$\langle a \rangle \cdot 2^{m+1} \rightarrow a$$

Die Stellen, die am linken Ende des Wortes hinausgeschoben werden, gehen verloren; am rechten Ende des Wortes werden Nullen nachgeschoben. Trotz der Möglichkeit im Befehlswort m bis maximal 63 anzugeben, ist nur $0 \leq m \leq 17$ sinnvoll, da für $m > 17$ der Akkumulator sowieso bereits leergeschoben wird. Die Ausführung des SHLm-Befehles dauert m + 1 Wortzeiten.

3.21.2 SHLVm . . . Verkoppeltes Linksverschieben (20 *)

(SH 512 + 128 + m)

Dieser Befehl bewirkt eine verkoppelte Linksverschiebung von Akkumulator und Akkumulatorverlängerung um m + 1 Stellen. Die erste Stelle der Akkumulatorverlängerung (die Stelle mit höchstem Gewicht) wird bei jedem Schritt in die letzte Stelle des Akkumulators übernommen.

$$\langle a\ u.\ v \rangle \cdot 2^{m+1} \rightarrow a\ u.\ v$$

Die Stellen, die am linken Ende des Doppelwortes hinausgeschoben werden, gehen verloren. Am rechten Ende des Doppelwortes werden Nullen nachgeschoben. Als sinnvoll gilt hier

$$0 \leq m \leq 35.$$

Die Ausführung des SHLVm Befehls dauert m + 1 Wortzeiten.

3.21.3 SHRm . . . Rechtsverschieben (20 *)

(SH 256 + m)

Der Inhalt des Akkumulators wird um m Stellen rechtsverschoben.

$$\langle a \rangle \cdot 2^{-m} \rightarrow a$$

Bei der Rechtsverschiebung gehen die Stellen, die am rechten Ende herausgeschoben werden, verloren. Die Vorzeichenstelle wird nachgeschoben.

Mit einem Befehl kann höchstens um 18 Stellen verschoben werden. Wird m > 18 angegeben, so wird trotzdem nur um 18 Stellen verschoben. Die Anzahl m - 18 der zuviel angegebenen Verschiebungen ist nach der Ausführung des Befehls im Zählregister Z2 vorhanden.

Die Ausführungszeit des Befehls SHRm ist von m unabhängig und beträgt immer eine Wortzeit.

3.21.4 SHRVm . . . Verkoppeltes Rechtsverschieben (20 *)

(SH 256 + 128 + m)

Der Inhalt von Akkumulator und Akkumulatorverlängerung wird verkoppelt rechtsverschoben:

$$\langle a \text{ u. } v \rangle \cdot 2^{-m} \rightarrow a \text{ u. } v$$

Die letzte Stelle des Akkumulators wird bei jedem Schritt in die erste Stelle der Akkumulatorverlängerung übernommen. Die am rechten Ende des Doppelwortes hinausgeschobenen Stellen gehen verloren. Die Vorzeichenstelle des Akkumulators wird nachgeschoben. Mit einem Befehl kann höchstens um 18 Stellen verschoben werden. Bei m > 18 wird ebenfalls nur um 18 Stellen verschoben, wobei die Anzahl m - 18 der zuviel angegebenen Verschiebungen nach der Ausführung des Befehls im Zählregister Z2 vorhanden ist.

Die Ausführungszeit des Befehls SHRVm ist von m unabhängig und beträgt immer eine Wortzeit.

3.21.5 SHRWm . . . Zyklisches Rechtsverschieben (20 *)

(SH 256 + 64 + m)

Der Inhalt des Akkumulators wird um m Stellen rechtsverschoben. Bei jedem Schritt wird die letzte Stelle, die am rechten Ende herausgeschoben wird, in die Vorzeichenstelle des Akkumulators übernommen.

Mit einem Befehl, dessen Ausführung eine Wortzeit in Anspruch nimmt, kann höchstens um 18 Stellen verschoben werden. Auch bei m > 18 wird nur um 18 Stellen verschoben. Die Anzahl m - 18 der eventuell zuviel angegebenen Verschiebungen steht nach der Ausführung des Befehls im Zählregister Z 2

Die Ausführung dauert eine Wortzeit.

3.21.6 SHRVWm . . . Zyklisch verkoppeltes Rechtsverschieben (20 *)

(SH 256 + 128 + 64 + m)

Dieser Befehl unterscheidet sich vom Befehl "Verkoppeltes Rechtsverschieben' nur insoweit, als die Vorzeichenstelle des Akkumulators nicht nachgeschoben wird, sondern die letzte Stelle der Akkumulatorverlängerung übernimmt.

Dieser Befehl mit m = 18 bewirkt also einen Austausch der Informationen zwischen dem Akkumulator und der Akkumulatorverlängerung.

Die Ausführung dauert eine Wortzeit.

3.22 TIm . . . Tausche Inhalt (21)

Dieser Befehl bewirkt den Austausch der Information zwischen Adressenerweiterungsregister (AER) und Zelle m des Kernspeichers (Adressen $\geq$ 32):

$$\langle AER \rangle \rightarrow m_{0 \div 4}$$
$$\langle m \rangle_{0 \div 4} \rightarrow AER$$

Während der ursprüngliche Inhalt der Stellen 5 $\div$ 17 der Speicherzelle m keinen Einfluß auf das Setzen des AER hat, werden diese Stellen durch Ausführung des Befehls TIm mit Nullen besetzt.

Der gegenseitige Informationsaustausch zwischen AER und der Speicherzelle m wird mit folgender Stellenzuordnung durchgeführt:

$m_0 \ldots\ldots\ldots AER_{10}$
$m_1 \ldots\ldots\ldots AER_{11}$
$m_2 \ldots\ldots\ldots AER_{12}$
$m_3 \ldots\ldots\ldots AER_{13}$
$m_4 \ldots\ldots\ldots AER_{14}$

Die Ausführung des Befehls TIm nimmt eine Wortzeit in Anspruch, also 85 μ sec.

3.23 UTm . . . Umspeichertransfer (22)

Mit diesem Befehl werden Blöcke von maximal 1024 Wörtern aus dem Speicher der ZUSE Z 25, anfangend mit der Zelle m, in einen externen Speicher umgespeichert. Die Blocklänge ist durch den Inhalt des Zählregisters Z2 bestimmt. Es werden t + 1 Wörter für ⟨Z2⟩ = t umgespeichert. Sollen diese Informationen in dem externen Speicher ab Speicherzelle n gespeichert werden, so gilt:

$$\langle m \rangle \rightarrow n$$
$$\langle m + 1 \rangle \rightarrow n + 1$$
$$\langle m + 2 \rangle \rightarrow n + 2$$
$$\vdots$$
$$\langle m + \langle Z2 \rangle \rangle \rightarrow n + \langle Z2 \rangle$$

Die Inhalte der Speicherzellen des umgespeicherten Blockes bleiben erhalten:

$$\langle m \rangle \rightarrow m$$
$$\langle m + 1 \rangle \rightarrow m + 1$$
$$\vdots$$
$$\langle m + \langle Z2 \rangle \rangle \rightarrow m + \langle Z2 \rangle$$

Das Umspeichern geschieht in Serie. Daher muß die Voraussetzung erfüllt sein, daß der externe Speicher über ein Serien-Pufferregister verfügt, das mit gleichem Takt wie das Pufferregister (PR) der ZUSE Z 25 geschoben wird. Außerdem besitzt der externe Speicher eine Einrichtung für die fortlaufende Erhöhung der eigenen Speicheradresse.

Die Anfangsadresse kann von der ZUSE Z 25 vermittelt werden, indem man die Adresse in den Akkumulator bringt und anschließend den Befehl Us ausführt, vorausgesetzt, daß der externe Speicher über Sonderadresse s angeschlossen ist. Die Auswahl des für den Transfer in Frage kommenden externen Speichers erfolgt durch die Vorgabe eines geeigneten Befehls "Freigabeaktivierung".

Die Befehlsfolge für einen solchen Transfervorgang würde folgendermaßen aussehen:

Xs . . . Freigabeaktivierung der Adresse s

Tq . . . Testen des externen Speichers, falls keine Freigabe, Sprung auf die Zelle q

Zt . . . t → Z2 (Blocklänge t + 1 Wörter)

CBn . . . n → a (Blockanfangadresse des externen Speichers)

Us . . . n → s (Umspeichern der Blockanfangadresse)

UTm . . . Blocktransfer von t + 1 Wörtern ab Zelle m des ZUSE Z 25 Speichers in die Speicherzellen ab n des externen Speichers.

3.24 BTm . . . Bringtransfer (23)

Dieser Befehl bewirkt, daß aus einem externen Speicher Informationsblöcke von höchstens 1024 Worten in den Arbeitsspeicher der ZUSE Z 25 übertragen werden. Soll der Transfer aus dem externen Speicher ab Adresse n in den Speicher der ZUSE Z 25 ab Adresse m ausgeführt werden, gilt:

$$\langle n \rangle \rightarrow m$$
$$\langle n + 1 \rangle \rightarrow m + 1$$
$$\langle n + 2 \rangle \rightarrow m + 2$$
$$\vdots$$
$$\langle n + \langle Z2 \rangle \rangle \rightarrow m + \langle Z2 \rangle$$

Hinsichtlich des externen Speichers sind dieselben Voraussetzungen erforderlich wie bei dem in der Beschreibung des Befehls UTm erwähnten externen Speicher.

3.25 Hm. . . Adressenerweiterungsregister setzen (24)

Dieser Befehl dient dazu, die Bereichs-Adresse des ZUSE Z 25 Speichers in das Adressenerweiterungsregister AER zu speichern.

Der Adressenteil dieses Befehls stellt die ins AER zu setzende Bereichsadresse direkt dar.

$$m \rightarrow AER$$

Da das Adressenerweiterungsregister 5-stellig ist, sind nur m-Werte von 0 bis 31 sinnvoll.

Die Ausführung des Befehls Hm dauert eine Wortzeit.

3.26 MB . . . Magnetbandoperation (25)

Siehe unter "Magnetbandspeicher".

3.27 Y(g+s) . . . Schaltimpuls zur externen Einheit (Schaltbefehl) (26)

Schaltimpulse verschiedener Länge können mit Hilfe dieses Befehls an die externen Einheiten gesendet werden. Die Dauer der gesendeten Impulse, und damit auch die Ausführungszeit des Befehls, ist mit dem Inhalt des Zählregisters Z2 bestimmt und beträgt:

$$T = (\langle Z\ 2\rangle + 1) \cdot 85\ \mu\ sec.$$

Der Schaltimpuls wird zur externen Einheit, die über Sonderadresse s angeschlossen ist, gesendet. Mit der Geräteadresse g, die aus den Stellen 5 und 6 des Befehlswortes entschlüsselt ist, wird eines der Geräte, die an ein und dieselbe Sonderadresse angeschlossen sind, (maximal vier Geräte können an eine Sonderadresse angeschlossen werden) ausgewählt.

Der Schaltbefehl ist nicht freigabegebunden und darf ohne vorherige Freigabeaktivierung gegeben werden. Die Adresse s zu diesem Befehl kann höchstens 31 sein. Die Stelle 9 des Befehlswortes muß eine "Eins" enthalten.

3.28 X(g+s) . . . Freigabeaktivierung (26)

Mit diesem Befehl wird bestimmt, daß die Befehle, für deren Ausführung eine Freigabe von außen (periphere Geräte) erforderlich ist, erst dann ausgeführt werden, wenn die Freigabe seitens des im Befehl X(g+s) mit s angegebenen Sonderadresskanales vorliegt.

Die Geräteadresse g bestimmt, welches der Geräte, die an die Sonderadresse s angeschlossen sind, für die Freigabe maßgebend ist. Außerdem bewirkt der Befehl X(g+s), daß ein durch die Befehle BTm bzw. UTm stattzufindender Informationstransfer zwischen dem über die Sonderadresse s angeschlossenen Gerät g und dem Kernspeicher der Zentraleinheit durchgeführt wird.

Die Adresse s zu diesem Befehl kann höchstens 31 sein.
Die Stelle 9 des Befehlswortes muß "Null" sein.

Die Ausführung dauert eine Wortzeit.

3.29 Zm . . . Zählerladen (27)

Dieser Befehl bewirkt, daß m in das Zählregister Z2 gebracht wird.

m → Z2

Außerdem wird mit diesem Befehl das einstellige Register ZS gesetzt. Vom Inhalt dieses Registers hängt es ab, ob die Multiplikation und Division in voller oder variabler Länge ausgeführt werden. Beinhaltet es eine "L", so werden die erwähnten Operationen in variabler, sonst in voller Länge ausgeführt.

Das Register ZS wird durch sämtliche Befehle, die sich für ihren Ablauf des Zählregisters Z2 bedienen, gelöscht.

Diese Befehle sind: SHR
SHRV
SHRW
SHRVW
Y
BT
UT
M
D

Nach vollständiger Ausführung der Befehle:

Y
BT
UT
M
D

ist der Inhalt des Zählregisters Z2 immer Null. Dies ist ebenfalls bei der Ausführung der Befehle

SHR
SHRV
SHRW
SHRVW

normalerweise der Fall. Hinsichtlich Ausnahmen siehe unter „Verschiebebefehle".

3.30 STm . . . Stop (28)

Gelangt ein STm-Befehl während des Programmablaufs in das Befehlsregister, so stoppt die Anlage. Nach anschließender Betätigung der Tasten "Start" oder "Weiter" am Bedienungsfeld wird ein Sprung auf die im Adressenteil des Stop-Befehls angegebene Speicherzelle m ausgeführt.

⟨m⟩ → b

3.31 Tm . . . Testsprung (29)

Mit Hilfe dieses Befehls kann die Freigabe aus den Sonderadressenkanälen getestet werden. Liegt die Freigabe vor, wird der nächstfolgende Befehl des Programms ausgeführt. Bei fehlender Frei-

gabe wirkt der Befehl als Sprungbefehl auf die Speicherzelle m, also

$$\langle m \rangle \rightarrow b$$

Mit diesem Befehl können also Verzweigungen durch äußere Bedingungen ausgeführt werden.

3.32 Fm . . . Sprung mit Notierung (30)

Dieser Befehl bewirkt, daß neben dem bei der Beschreibung des Em-Befehls erwähnten, die um eins erhöhte laufende Speicheradresse aus dem Adressenzählregister AZR in dem Rückkehradressenregister (Adresse 5) notiert wird.

$$\langle m \rangle \rightarrow b$$
$$\langle AZR \rangle \rightarrow RAS$$

Eine Rückkehr aus den Unterprogrammen in das Hauptprogramm ist dann durch einfache Ausführung des Befehls E5 möglich. E5 bewirkt, daß ein Befehl GE ⟨RAS⟩ ausgeführt wird. Dabei gilt:

$$\langle RAS \rangle_{10 \div 14} \rightarrow AER$$

wobei nur ein Teil des ursprünglichen RAS-Inhaltes erhalten bleibt:

$$\langle RAS \rangle_{0 \div 9} \rightarrow RAS_{0 \div 9}$$
$$31 \rightarrow RAS_{10 \div 14}$$

3.33 Em . . . Sprungbefehl (31)

Der Sprungbefehl Em bewirkt, daß eine linear ablaufende Befehlsfolge unterbrochen wird und als nächstes der Befehl aus der im Adressenteil des Sprungbefehls angegebenen Zelle m ausgeführt wird,

$$\langle m \rangle \rightarrow b, \text{ wobei}$$
$$\langle m \rangle \rightarrow m \text{ gilt.}$$

Beginn einer neuen Befehlsfolge ab Zelle m.
Die Ausführung des Sprungbefehls dauert eine Wortzeit.

4. ADRESSENMODIFIKATION

Die Stelle 15 des Befehlswortes ist die Adressenmodifikationsstelle und bestimmt grundsätzlich, daß bei

"0" die Adresse im Adressenteil des Befehls als effektive Adresse gilt, (als effektive Adresse gilt diejenige Adresse, mit welcher der Befehl nach allen erfolgten Modifikationen ausgeführt wird,) und bei

"L" die effektive Adresse durch eine Adressenmodifikation errechnet oder zusammengestellt wird.

Es sind zwei Arten der Adressenmodifikation möglich:

die Adressenerweiterung
die Adressensubstitution.

Welche dieser zwei Arten der Adressenmodifikation durchgeführt wird, ist von der Länge des Adressenmodifikationsbefehls abhängig. Während die Befehle zur Adressenerweiterung einfache Wortlänge haben, beanspruchen die Befehle zur Adressensubstitution zwei Wörter.

4.1 Adressenerweiterung

Die Adressen, die größer als 1023 sind, werden durch Vorschalten des Inhaltes des Adressenerweiterungs-Registers (AER) vor den Inhalt des Adressenteiles des Befehlsregisters gebildet.

Dies geschieht bei allen G-Befehlen unter der Voraussetzung, daß in der Speicherzelle unmittelbar vor der Zelle, in welcher sich der G-Befehl befindet, kein Befehl "Keine Operation" steht.

Die effektive Adresse, mit welcher diese Befehle ausgeführt werden, ist:

$$\tilde{m} = \langle AER \rangle \cdot 2^{10} + m$$

Die Ausführung dieser Befehle dauert eine Wortzeit.

4.2 Adressensubstitution

Die doppelte Wortlänge dieser Befehle ist so aufzufassen, daß für die Darstellung des Befehls ein Paar der aufeinanderfolgenden Speicherzellen L - 1 und L so benutzt wird, daß in der Zelle L der Operationsteil und die Adresse der Index-Speicherzelle angegeben werden, während in der Zelle L - 1 die Schrittweite steht. Da die Schrittweite nur den Adressenteil in Anspruch nimmt, bleiben die restlichen Binärstellen des Wortes leer; somit ist der Inhalt der Zelle L - 1 als Befehl "Keine Operation" aufzufassen. Zu beachten ist, daß in diesem Fall die Stellen 15 - 17 des "Keine Operation" darstellenden Befehlswortes Nullen enthalten müssen. Ein Adressensubstitutionsbefehl kann also als eine Folge von zwei Befehlen:

Kt

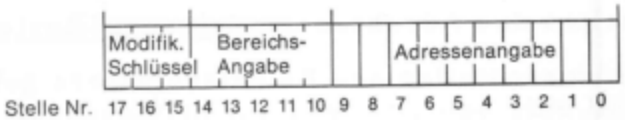
G0m

dargestellt werden.

Die Art der Adressensubstitution, auch Modifikationsschlüssel genannt, wird mit dem Inhalt der Stellen 15 bis 17 der im Befehl

G0m

angebenen Index-Speicherzelle m bestimmt. Die in einer Indexspeicherzelle enthaltene Information besteht aus drei Teilen:



Stellen	0 ÷ 9 . . .	Adressenangabe innerhalb eines der Speicherbereiche
Stellen	10 ÷ 14 . .	Bereichsangabe
Stellen	15 ÷ 17 . .	Modifikationsschlüssel

Der Modifikationsschlüssel erlaubt 8 Kombinationen.

Grundsätzlich haben die einzelnen Stellen (Stellen 15 ÷ 17) des Modifikationsschlüssels folgende Bedeutung:

Stelle 15 . . . Mehrfache Adressensubstitution

Stelle 16 . . . Modifikation des Indexspeicher-Inhaltes, d.h. Addition der Schrittweite zum Inhalt des Indexspeichers

Stelle 17 . . . entscheidet darüber, ob sich die Substitution auf AER erstreckt oder nicht.

Im ersten Schritt (erste Wortzeit) der Ausführung eines Adressensubstitutions-Befehls wird die neue Adresse dem Modifikationsschlüssel entsprechend errechnet.

Der Inhalt der Stelle 15 der Indexspeicherzelle wird in die Stelle 15 des Befehlswortes kopiert. Steht in der Stelle 15 der Index-Speicherzelle eine "Eins", wird also eine weitere Substitution durchgeführt. Dadurch ist die Möglichkeit der mehrfachen Adressensubstitution gegeben.

Als Indexspeicherzellen können für die erste Adressensubstitution alle Arbeitsspeicherzellen des Bereichs 0, also Zellen mit Adressen von 32 bis 1023, verwendet werden. Für die folgenden Substitutionen können dagegen alle Zellen des Arbeits- und Programmspeichers benutzt werden.

Die Ausführungszeit der Adressensubstitutionsbefehle ist:

S+d+1 Wortzeiten

S . . . Anzahl der Adressensubstitutionen

d . . . Anzahl der Wortzeiten, die der Befehl ohne Adressensubstitution für seine Ausführung benötigen würde.

4.2.1 Funktionstabelle für Adressensubstitutions-Befehle

Mod. Schlüssel	Art der Modifikation des Befehls Gθm	Der Befehl nach erfolgter Modifikation
0	$(\langle m\rangle + t)_{0-14} \Rightarrow \tilde{m}$ $(\langle m\rangle + t)_{10-14} \rightarrow AER$ $\langle m\rangle \rightarrow m$	$\theta\tilde{m}$
1	$(\langle m\rangle + t)_{0-14} \Rightarrow \tilde{m}$ $(\langle m\rangle + t)_{10-14} \rightarrow AER$ $\langle m\rangle \rightarrow m$	(Ko) *) G$\theta\tilde{m}$
2	$(\langle m\rangle + t)_{0-14} \Rightarrow \tilde{m}$ $(\langle m\rangle + t)_{10-14} \rightarrow AER$ $\langle m\rangle + t \rightarrow m$	$\theta\tilde{m}$
3	$(\langle m\rangle + t)_{0-14} \Rightarrow \tilde{m}$ $(\langle m\rangle + t)_{10-14} \rightarrow AER$ $\langle m\rangle + t \rightarrow m$	(Ko) *) G$\theta\tilde{m}$
4	$(\langle m\rangle + t)_{0-9} + \langle AER\rangle \cdot 2^{10} \Rightarrow \tilde{m}$ $\langle AER\rangle \rightarrow AER$ $\langle m\rangle \rightarrow m$	$\theta\tilde{m}$
5	$(\langle m\rangle + t)_{0-9} + \langle AER\rangle \cdot 2^{10} \Rightarrow \tilde{m}$ $\langle AER\rangle \rightarrow AER$ $\langle m\rangle \rightarrow m$	(Ko) *) G$\theta\tilde{m}$
6	$(\langle m\rangle + t)_{0-9} + \langle AER\rangle \cdot 2^{10} \Rightarrow \tilde{m}$ $\langle AER\rangle \rightarrow AER$ $\langle m\rangle + t \rightarrow m$	$\theta\tilde{m}$
7	$(\langle m\rangle + t)_{0-9} + \langle AER\rangle \cdot 2^{10} \Rightarrow \tilde{m}$ $\langle AER\rangle \rightarrow AER$ $\langle m\rangle + t \rightarrow m$	(Ko) *) G$\theta\tilde{m}$

*) Eine weitere Adressensubstitution erfolgt so als ob ein Ko - Befehl vorherginge.

Eine Ausnahme von der vorhergehenden Tabelle bilden die modifizierten Sprungbefehle

Kt

GEm

mit Index-Speicher-Adresse 32 bis 63. Die Ausnahme betrifft nur Modifikationsschlüssel 0 bis 3. Aus folgender Tabelle ist der Unterschied ersichtlich.

4.2.2 Funktionstabelle für modifizierte Sprungbefehle mit Indexspeicheradressen 32 bis 63

Mod. Schlüssel	Art der Modifikation des Befehls GEm	Der Befehl nach erfolgter Modifikation
0	$(\langle m\rangle + t)_{0-14} \Rightarrow \widetilde{m}$ $\langle AER\rangle \rightarrow AER$ $\langle m\rangle \rightarrow m$	E $\widetilde{m}$
1	$(\langle m\rangle + t)_{0-14} \Rightarrow \widetilde{m}$ $\langle AER\rangle \rightarrow AER$ $\langle m\rangle \rightarrow m$	(Ko) *) GE $\widetilde{m}$
2	$(\langle m\rangle + t)_{0-14} \Rightarrow \widetilde{m}$ $\langle AER\rangle \rightarrow AER$ $\langle m\rangle + t \rightarrow m$	E $\widetilde{m}$
3	$(\langle m\rangle + t)_{0-14} \Rightarrow \widetilde{m}$ $\langle AER\rangle \rightarrow AER$ $\langle m\rangle + t \rightarrow m$	(Ko) *) GE $\widetilde{m}$

5. BEDINGUNGEN

Jeder Befehl der ZUSE Z 25 kann unter jeweils eine der drei möglichen Bedingungen gestellt werden. Die Bedingung ist aus den Stellen 16 und 17 des Befehlswortes entschlüsselt:

Code	Stelle 17	Stelle 16	Erläuterung
	0	0	keine Bedingung
Q	0	L	Inhalt des Akkumulators negativ
P	L	0	Inhalt des einstelligen Registers BD gleich L
PQ	L	L	Inhalt des Akkumulators gleich null

Ein Wort wird immer dann als negativ gewertet, wenn in der Stelle 17 eine Eins vorhanden ist.
Ist bei einem bedingten Befehl die Bedingung nicht erfüllt, bleibt er ohne Wirkung. Als nächster wird dann der Befehl aus der nächstfolgenden Speicherzelle ausgeführt.

5.1. Bedingungsregister BD

Mit dem Befehl PKm wird die Kernspeicherzelle mit der Adresse m getestet. Ist der Inhalt dieser Speicherzelle negativ, wird " L " (sonst " 0 ") in das Register BD gespeichert. Der Inhalt dieses Registers kann dann mit den Befehlen P~~0~~n getestet werden. Der Befehl P~~0~~n wird nur, wenn eine Eins im Register BD vorhanden ist, als Befehl ~~0~~n ausgeführt. Der Inhalt des Registers BD bleibt nach dem Test durch P~~0~~n Befehl erhalten.

5.2. Bedingte Adressensubstitutionsbefehle

Bei bedingten Adressensubstitutionsbefehlen ist das Zusetzen der Bedingung nur zu dem mit G versehenen Teil des Befehls-Doppelwortes notwendig und sinnvoll.

z. B. Kt QG~~0~~m oder Kt PG~~0~~m

6. SONDERADRESSEN

Die Sonderadressen dienen der direkten Adressierung solcher Zellen des ZUSE Z 25 - Datenverarbeitungssystems, die nicht zum Kernspeicher gehören. Die Zuordnung der Sonderadressen ist folgende:

Adresse	
0	Liefert beim Aufruf die Null
1	Liefert beim Aufruf die Vorzeichenstelle, also 2^{17}
2	Zählregister Z 2
3	Akkumulatorverlängerung v
4	Akkumulator a
5	Rückkehradressenspeicher RAS
6	Bedingungsschalter. Der Inhalt dieser Zelle ist von der Stellung einer im Bedienungsfeld eingebauten rastenden Drucktaste abhängig. Bei gedrückter Taste (leuchtend) liefert diese Zelle 2^{0}, sonst Null.
7	Konsolfernschreiber (Tastatur und Druckwerk)
8	Angebauter Lochstreifenleser des Konsolfernschreibers
9	Schneller Lochstreifenleser
10	Schneller Lochstreifenstanzer
11	Zeichentisch ZUSE Z 64 - GRAPHOMAT
12 bis 29	Allgemeine externe Sonderadressen zum Anschluß beliebiger Peripheriegeräte des ZUSE Z 25 - Datenverarbeitungssystems über dazugehörige Anschlußelektroniken.
30 und 31	Mehrrechner - Sonderadressen zum Anschluß weiterer ZUSE Z 25 - Zentraleinheiten zwecks Bildung eines Mehrrechner - Systems.

Die Sonderadressen können weitgehend gleichartig wie die Kernspeicheradressen behandelt werden. Ausnahmen sind aus der Beschreibung der einzelnen Befehle ersichtlich. Weiterhin muß folgendes beachtet werden:

a) Ein linearer Befehlsablauf ist aus den mit Sonderadressen adressierten Zellen nicht möglich.

b) In der Beschreibung der einzelnen Befehle angegebene Funktionen, insofern sie dem Charakter der Funktion nicht widersprechen, sind auch bei Verwendung von Sonderadressen gültig. Derartige Widersprüche sind immer dann gegeben, wenn sich die Adresse des Befehles mit gegebenem Befehlscode auf eine Zelle bezieht, deren Inhalt durch diesen Befehlscode sowieso verändert werden soll. Als Beispiel betrachte man den Befehl

NSm

der in allgemeiner Deutung folgende Operationen ausführt:

$$-\langle m\rangle \rightarrow a$$

$$\langle m\rangle \rightarrow m$$

und mit Sonderadresse 4:

$$-\langle 4\rangle \rightarrow a$$

also

$$-\langle a\rangle \rightarrow a$$

bewirkt, wobei eine Behauptung gemäß

$$\langle m\rangle \rightarrow m$$

d. h.

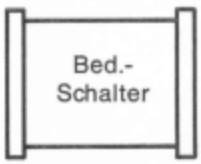
$$\langle a\rangle \rightarrow a$$

falsch wäre und der obigen wiederspricht.

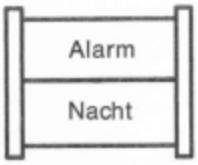
c) Die Erhaltung des Zelleninhaltes nach dem Aufruf einer Sonderadresse ist mit Ausnahme des unter b) erwähnten nur für Sonderadressen 0 bis 5 statthaft. Für die übrigen Sonderadressen gelten besondere Zustände, die vom angeschlossenen Peripheriegerät abhängig sind.

7. BEDIENUNGSFELD

Das Bedienungsfeld der Zentraleinheit ZUSE Z 25 ist in die oberste rechte Schublade des Bedienungstisches eingebaut. Es ist mit leuchtenden Drucktasten versehen, die eine manuelle Bedienung der Anlage ermöglichen. Die Bedeutung der einzelnen Drucktasten und deren Leuchtfelder wird im folgenden erläutert.

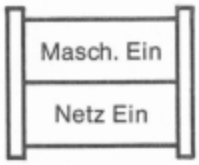


Bedingungsschalter. Rastende Drucktaste. Die Sonderadresse 6 liefert bei eingeschalteter (leuchtender) Taste 2^0, sonst Null. Eine zweite rastende Drucktaste " Bed. Sch. " ist am Konsolfernschreiber vorhanden. Beide Tasten wirken konjunktiv.



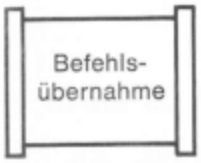
Oberes Leuchtfeld: Arbeitsspeicher-Alarm. Die vorletzte aufgerufene Arbeitsspeicherzelle hat ihren Inhalt nicht einwandfrei abgegeben. Die Anlage stoppt, sobald ein Arbeitsspeicher-Alarm eintritt. Im Falle einer linearen Befehlsfolge ist der Alarm dann bei der Ausführung des in der Zelle L − 1 gespeicherten Befehls vorgekommen, wenn im AZR nach dem Alarm-Stop die Adresse L steht. Die Adresse L kann durch Eintasten eines F - Befehls in die Befehlstastatur und anschließende Betätigung der Taste " Befehlsübernahme " ins RAS gebracht werden.

Rastende Drucktaste und unteres Leuchtfeld: Wenn eingeschaltet (leuchtend) schaltet sich die Anlage beim Eintreten des Stop - Zustandes selbsttätig ab. Vor erneutem Einschalten der Anlage muß diese Drucktaste ausgeschaltet werden.

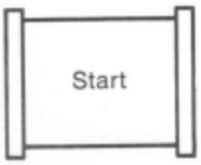


Maschine Ein - Aus. Rastende Drucktaste und oberes Leuchtfeld: Durch Betätigen dieser Drucktaste wird die Anlage ein- bzw. ausgeschaltet. Bei eingeschalteter Anlage leuchtet oberes Leuchtfeld.

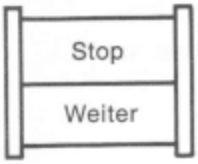
Unteres Leuchtfeld: Netz ein; zeigt an, daß die Anlage an das Versorgungsnetz angeschlossen und die Versorgungsspannung vorhanden ist.



Befehlsübernahme. Nichtrastende Drucktaste. Durch Betätigen dieser Drucktaste wird die eingetastete Information aus der Befehlstastatur in das Befehlsregister übernommen. Gleichzeitig werden bestimmte Anfangszustände in der Elektronik des ZUSE Z 25 - Datenverarbeitungssystems gesetzt.



Programmstart. Der Sprungbefehl auf den ersten Befehl des zu startenden Programmes muß vorher in die Befehlstastatur eingetastet und die Taste Befehlsübernahme betätigt werden.



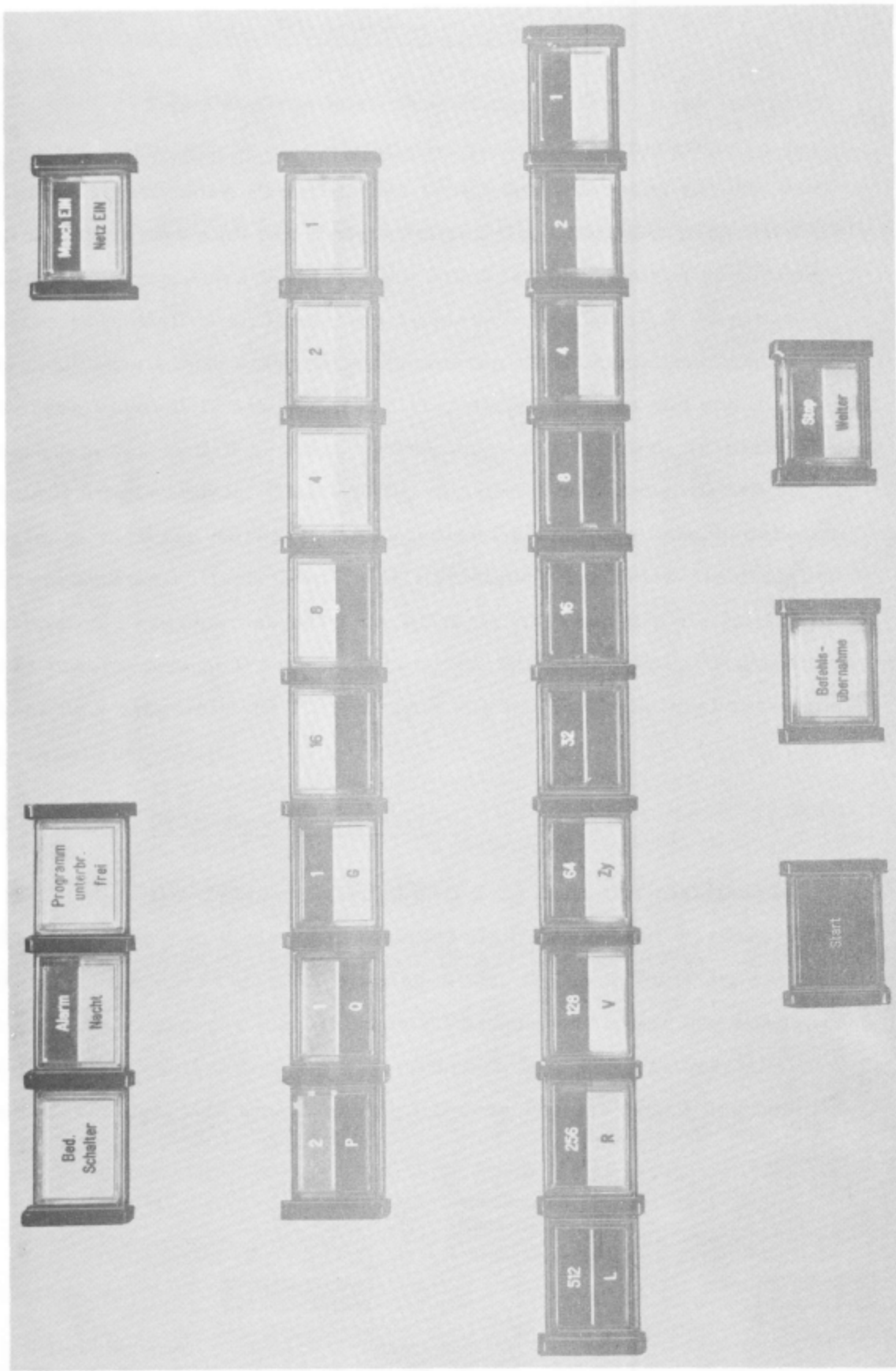
Stop. Aufleuchten des oberen Leuchtfeldes zeigt an, daß in der Anlage keine Verarbeitung stattfindet.

Weiter. Nichtrastende Drucktaste. Bei Betätigung wird der jeweils im Befehlsregister stehende Befehl ausgeführt und anschließend die Anlage in den Stop - Zustand gebracht .

Programmunterbrechungsfähig.
Siehe " Programmunterbrechung ".

Befehlstastatur

Zwei untereinander stehend angebrachte Drucktasten-Reihen aus insgesamt 18 rastenden Drucktasten mit je zwei Leuchtfeldern. Die oberen Leuchtfelder zeigen den Zustand des 18-stelligen Befehlsregistersan. Ein leuchtendes Feld zeigt an, daß die zugeordnete Stelle des Befehlsregisters eine Eins enthält. Die einzelnen Teile des Befehlswortes sind farblich voneinander unterschieden. Eingravierte Zahlen entsprechen der binären Wertigkeit dieser Stelle innerhalb des betreffenden Teiles des Befehlswortes.
Die unteren Leuchtfelder zeigen den Zustand der Tastatur an. Ein leuchtendes Feld zeigt an, daß diese Taste eingeschaltet ist. Einzelne Oktaden innerhalb eines Teiles des Befehlswortes sind farblich getrennt. Die eingravierten Symbole sollen die Bedienung der Tastatur erleichtern.



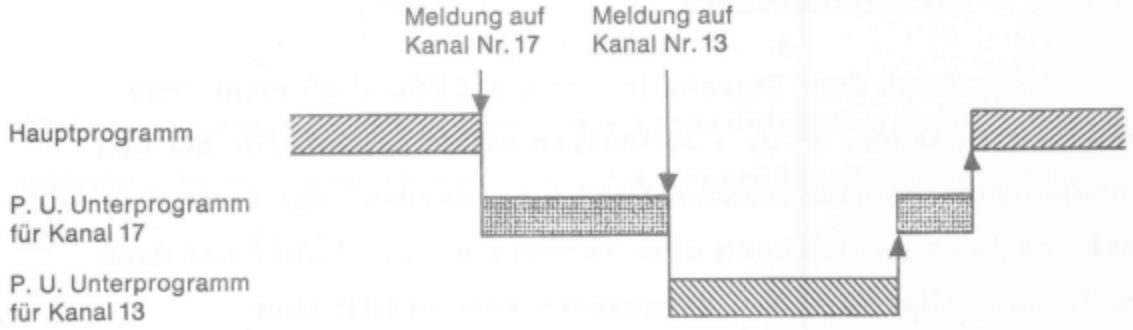
Bedienungsfeld ZUSE Z 25

8. PROGRAMMUNTERBRECHUNG

Das Programmunterbrechungssystem (auch Interrupt genannt) ermöglicht eine automatische Unterbrechung des in der Anlage ablaufenden Programmes sowie den Übergang auf die Verarbeitung eines anderen Programmes. Die Unterbrechung wird durch Anlegen eines elektrischen Impulses bzw. durch Schließen eines potentialfreien Kontaktes außerhalb der ZUSE Z 25 eingeleitet. Diese einleitenden Signale werden Meldungen genannt. Sie werden vorerst in ein Melderegister aufgenommen und anschließend, vorausgesetzt, daß gewisse Bedingungen erfüllt sind, in einen Sprungbefehl umgewandelt. Gleichzeitig mit der Ausführung dieses Sprungbefehls wird die Adresse des nächsten Befehls des unterbrochenen Programmes notiert. Nach der Erledigung des einer Meldung zugeordneten Programmes wird die notierte Adresse für die Rückkehr in das unterbrochene Programm benutzt. Die durch Programmunterbrechung eingeleiteten Programme werden P. U.-Unterprogramme genannt.

8.1. P. U. Kanäle und Vorrang

Die Zentraleinheit ZUSE Z 25 kann mit maximal 28 P. U. Kanälen, die von 0 bis 27 numeriert sind, ausgebaut werden. Die Kanäle sind vorrangmäßig so eingestuft, daß eine Meldung am Kanal mit der niedrigeren Kanalnummer Vorrang vor einer Meldung auf den Kanälen mit höheren Kanalnummern hat. Die Vorrangigkeit ist so ausgelegt, daß eine Meldung höheren Ranges sogar das bereits



eingeleitete P. U. Unterprogramm niedrigeren Ranges unterbrechen kann. Es ist daher möglich, mehrere P. U. Unterprogramme ineinander zu schachteln.

8.2. Adressenzuordnung

Die auf einem mit Kanalnummer n bezeichneten Kanal angelegte Meldung wird bei Unterbrechung in den Sprungbefehl

E 512 + n

umgewandelt. Die Rückkehradresse wird in der Speicherzelle

32 + n

notiert.
In der Speicherzelle 512 + n kann der Sprungbefehl auf das erforderliche Unterprogramm gespeichert werden.

8.3. Programmierung

Dieser Absatz behandelt die programmtechnischen Maßnahmen im Hinblick auf die Programmunterbrechung. Eine derartige Programmierung ist von den Gegebenheiten des spezifischen Systems und dem damit verbundenen Zeitproblem stark abhängig; daher wird innerhalb des vorliegenden Absatzes diesen Problemen eine angemessene Aufmerksamkeit gewidmet.

8.3.1. Programmunterbrechungs - Fähigkeit

Nach dem Einschalten ist die ZUSE Z 25 nicht ohne weiteres imstande, P. U. - Meldungen zu verwerten. Die auf den Kanaleingängen ankommenden Meldungen werden zwar laufend in dem Melderegister gespeichert; eine Verwertung findet aber nur dann statt, wenn alle folgenden Veraussetzungen erfüllt sind:

I. Der Rechner ist im "Start"-Zustand

II. Die Drucktaste " Programmunterbr. frei " am Bedienungsfeld der ZUSE Z 25 ist eingeschaltet (leuchtend).

III. Eine Befähigung für die Verwertung von P. U. - Meldungen ist durch die Befehlsfolge:

Z 0
Y 0 erfolgt.

Ein Widerruf dieses Zustandes kann durch eine der folgenden Maßnahmen bewirkt werden:

I. Betätigung der Drucktaste " Befehlsübernahme " am Bedienungsfeld der ZUSE Z 25. Hierdurch werden auch sämtliche gespeicherten Meldungen gelöscht.

II. Ausschalten der Drucktaste " Programmunterbr. frei" (nicht leuchtend).

III. Ausführung der Befehlsfolge

Z 1
Y 0

Die Auslösung der Programmunterbrechung findet auch dann nicht statt, wenn der Inhalt des Zählregisters Z 2 verschieden von Null ist.

8.3.2. Sprung in das P. U. Unterprogramm

Die auf dem Kanal mit der Nummer n angekommene Meldung führt zur Bildung des Sprungbefehls:

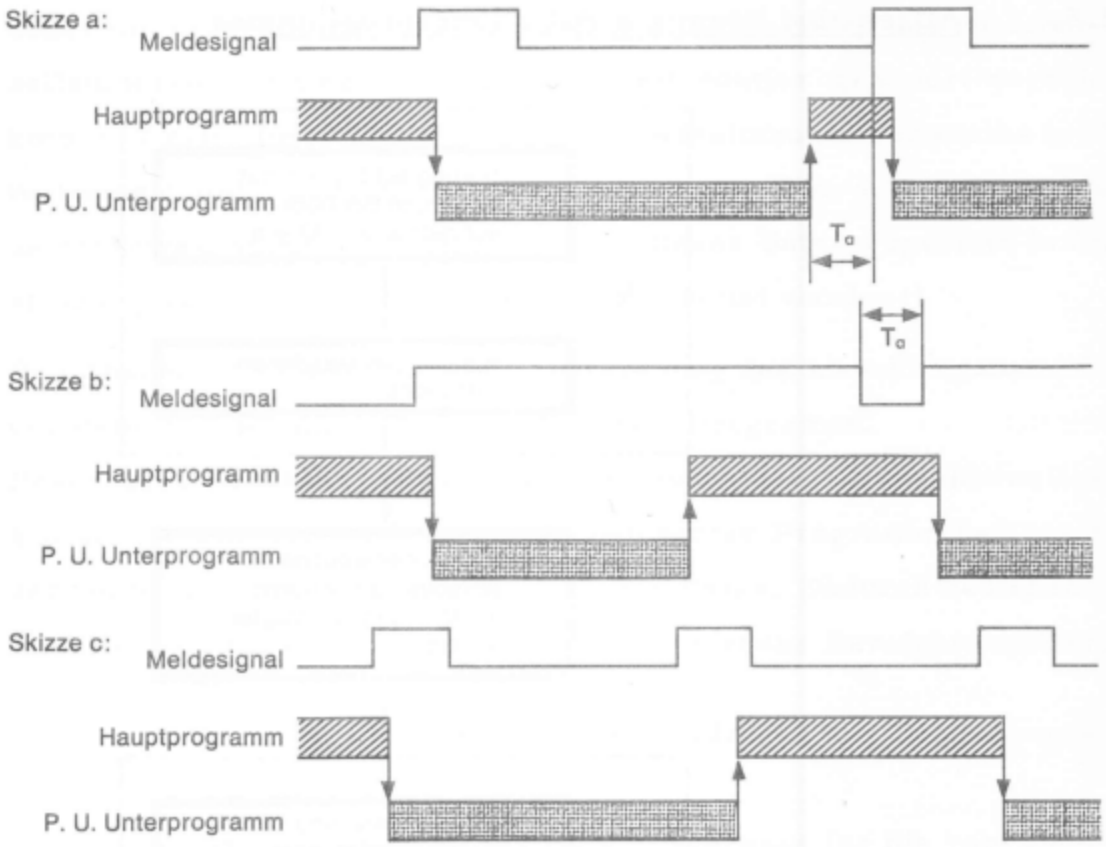
E 512 + n

und bewirkt, daß dieser als nächster Befehl ausgeführt wird:

E 512 + n → b

Währenddessen wird die Adresse des nächstfolgenden Befehls des unterbrochenen Programmes in die Rückkehradressenzelle (Adresse 32 + n) gespeichert, also:

⟨AZR⟩ → 32 + n



Die Skizzen a) und b) zeigen zwei Beispiele, in welchen die Bedingung hinsichtlich der Mindestzeit (Ta) des Nicht-Vorhandenseins des Meldesignals nach Abschluß des P. U. Unterprogrammes durchaus erfüllt ist. Die Skizze c) zeigt dagegen ein Beispiel, in welchem - bedingt durch die zu schnelle Folge von Meldesignalen - eine der Meldungen unbeachtet bleibt.

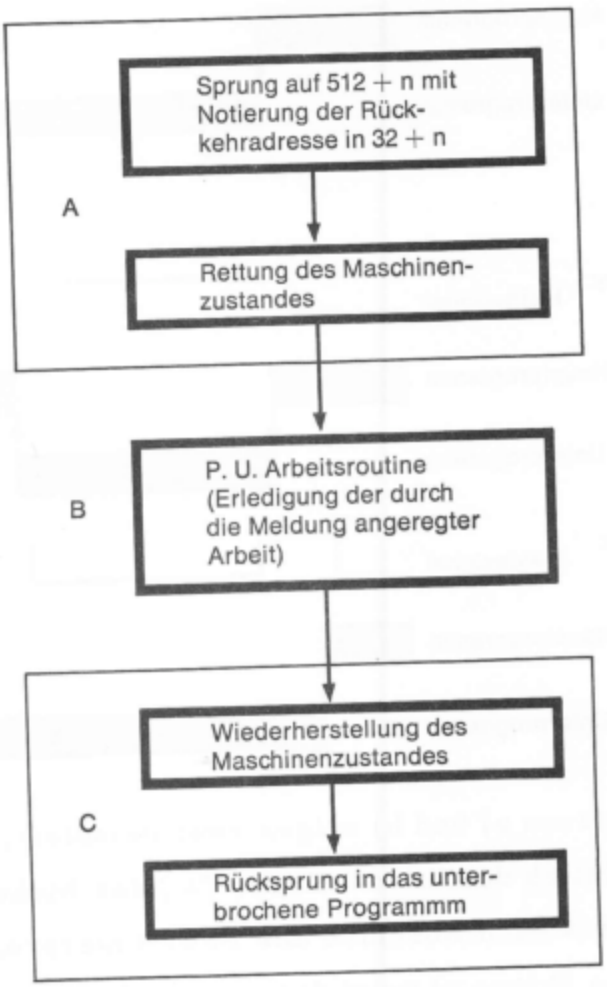
Man beachte, daß eine Meldung, unter Voraussetzung aller sonstigen Bedingungen, mit dem Abschluß der Ausführung des gerade ablaufenden Befehls den Unterbrechungsvorgang auslöst. Das gilt auch für die Befehle mehrfacher Länge. wie z. B.:

Adressenmodifikationsbefehle,
Doppelwortbefehle, Multiplikation,
Bringtransfer, Division, u. s. w.

Eine Ausnahme bilden die Befehle H, K, X, Y

nach deren Ausführung noch mindestens ein weiterer Befehl abgearbeitet wird, bevor die Unterbrechung ausgelöst werden kann.

8.3.5. Allgemeine Form des P. U. Unterprogrammes



Im obigen Flußdiagramm ist das P. U. Vorgehen in drei (durch A, B und C gekennzeichnete) wesentliche Abschnitte aufgegliedert. Besondere Aufmerksamkeit sei den Abschnitten A und C gewidmet.
Bei dem durch die Meldung ausgelösten Sprung in das P. U. Unterprogramm wird lediglich die lineare Programmfortschaltung ab Zelle 512 + n mit der gleichzeitigen Notierung der Rückkehradresse in 32 + n bewirkt.

Der Zustand der übrigen Maschinenteile (Register usw.) ist aber noch immer dem verlassenen Programm eigen. Im allgemeinen kann aber die P. U. Arbeitsroutine (Abschnitt B) verschiedene Maschinenteile, wie z. B. a, v, RAS, BD, AER, Arbeitsspeicherzellen der arithmetischen Unterprogramme usw. mitbenutzen. In Abschnitt A erfolgt

daher die programmtechnische Rettung aller Register und Speicherzellen, deren Inhalt durch die P. U. Arbeitsroutine geändert werden könnte. (z.B. Im Falle, daß die P. U. Arbeitsroutine dasselbe arithmetische Unterprogramm benutzen sollte, das eben durch die Meldung unterbrochen wurde, müssen alle durch dieses Unterprogramm in Anspruch genommenen Zwischenspeicher gerettet werden!)

Der Abschnitt C dient der Wiederherstellung des Maschinenzustandes vor dem Rücksprung in das unterbrochene Programm.
Besonderer Beachtung bedarf die Handhabung der Adressenerweiterung. Ein z.B. im Speicherbereich b_1 gespeichertes Programm bediene sich der im Speicherbereich b_2 gespeicherten Daten. Dadurch bestehen wärend des Programmablaufes zwei verschiedene Bereichsangaben:

b_1	im AZR als Bereichsadresse des Programmes selbst
b_2	im AER als Bereichsadresse für die vom Programm benötigten Daten.

Während des P. U. Sprunges wird die Bereichsangabe b_1 in der Rückkehradressenzelle 32 + n automatisch gerettet. Die Rettung der Bereichsangabe b_2 kann mit dem Befehl TIm, dessen Wirkung:

$$\langle AER \rangle \rightarrow m_{0 \div 4}$$

$$\langle m \rangle_{0 \div 4} \rightarrow AER$$

ist, durchgeführt werden.
Zwecks Wiederherstellung des AER- Inhaltes wird vor dem Rücksprung in das unterbrochene Programm der TIm-Befehl gegeben.

Der Rücksprung selbst findet lt. 8.3.3. durch Ausführung des Befehlspaares

```
K0
GE   ( 32 + n)
```

statt.

Gemäß der normalen Funktionsweise des Befehlspaares

Kt

G~~0~~i

unter der Voraussetzung

$\langle i \rangle_{17} = 0$

erfolgt:

$\langle i \rangle_{10 \div 14} \rightarrow$ AER.

Jedoch bilden die modifizierten Sprungbefehle mit den Indexregisterzellen 32 bis 63 einschließlich, eine Ausnahme. Sie bewirken, daß der Sprung zwar mit der modifizierten Adresse

$\langle i \rangle_{0 \div 14}$

ausgeführte wird, der ursprüngliche Inhalt des AER (derjenige der vor der Modifikation im AER gestanden hat) aber erhalten bleibt. Somit findet das unterbrochene Programm nach dem Rücksprung aus dem P. U. - Unterprogramm durch die Befehlsfolge:

TIm

K0

GE (32 + n)

den ursprünglichen Zustand hinsichtlich b1 und b2 vor.

8.3.6. Kanalsperre

Hinsichtlich der Gestaltung des Meldesignals können die Erzeuger von P. U. Meldungen in zwei Gruppen eingeteilt werden:

Die erste Gruppe umfaßt solche Erzeuger, deren Meldesignale durch die ZUSE Z 25 keineswegs beeinflußt werden können. Der Zeitpunkt des Auftretens einer Meldung sowie die zeitliche Konfiguration des Meldesignals (Folgefrequenz, Dauer der Meldung usw.) sind nur durch die Eigenart des Erzeugers bestimmt. Bei der Behandlung der Erzeuger

dieser Gruppe, bei denen am häufigsten die Meldung selbst den eigentlichen Informationsgehalt darstellt, muß die Länge der P. U. Unterprogramme dem Zeitverhalten des Meldesignales so angepaßt werden, daß keine wichtige Meldung verloren geht. Zu dieser Gruppe gehören z. B. Impuls-Leistungszähler, Elektronische Zeituhren usw.

In die zweite Gruppe fallen diejenigen P. U.-Erzeuger, deren Meldung solange bestehen bleibt, bis sie vom Rechner- durch evtl. Bearbeitung quittiert wird. Durch die Quittierung wird dem Gerät sozusagen mitgeteilt, daß seine Meldung wahrgenommen wurde, d. h. sein Informationsgehalt bereits abgenommen oder ihm eine weitere Information zur Verarbeitung abgegeben wurde. Somit kann der betreffende Erzeuger die Meldung entziehen und sich einem weiteren Arbeitsgang widmen. Wesentlich dabei ist, daß der Zeitpunkt des Entzuges der Meldung, und damit auch der Zeitpunkt des möglichen Auftretens einer nächsten Meldung durchaus vom Rechner bestimmt werden kann. Hieraus ergibt sich die Möglichkeit, eine Meldung wahrzunehmen, ohne daß eine Quittung vom Rechner gegeben wird. In diesem Falle wird also das P. U.-Unterprogramm, ohne daß eine der Meldung zugeordnete Bearbeitung stattgefunden hat, abgeschlossen. Der Erzeuger bekommt keine Quittung und kann daher das Meldesignal nicht entziehen. Die Meldung bleibt weiterhin bestehen; da sie aber schon anerkannt wurde, wird keine Programmunterbrechung mehr durchgeführt. Der betreffende P. U.-Kanal ist in gesperrtem Zustand. Das Aufheben der Kanalsperre wird durch das Ansprechen des betreffenden Gerätes (Erzeuger) außerhalb des zugeordneten P. U.-Unterprogrammes bewirkt.
Dieser Gruppe gehören fast alle Peripheriegeräte des ZUSE Z 25 - Datenverarbeitungssystems an, wie z.B. Fernschreiber, Lochstreifen- u. Lochkartengeräte, Drucker, usw.

8.3.7. Vorrangsperre

Als Vorrangsperre bezeichnet man den Zustand, in dem eine ganze Gruppe der Kanäle, vom Kanal n aufwärts, für die Pro-

grammunterbrechung gesperrt ist. Dies tritt dann ein, wenn die Rückkehr in das unterbrochene Programm nicht durch den Abschluß des P. U.-Unterprogrammes gem. 8.3.3. durchgeführt wird.
Die Anlage verbleibt also in der Vorrangstufe n und läßt daher nur die Unterbrechungen durch Meldungen höheren Ranges zu. Die Aufhebung der Vorrangsperre erfolgt durch die Befehlsfolge:

Kt
G✠ (32 + n)

8.4. Programmierungsbeispiel

Ein auf Sonderadresse 12/13 angeschlossener Fernschreiber soll ein aus insgesamt 300 FS-Zeichen bestehendes Protokoll ausgeben, während ein anderes, mit Adresse 800 aufzurufendes Hauptprogramm abläuft. Die 300 FS-Zeichen des Protokolls sind, jeweils ein Zeichen pro Z 25-Wort, im Arbeitsspeicher ab Zelle 2 + 123 bis 2 + 422 untergebracht. Das P. U. Unterprogramm steht ab Zelle 20 des Speicherbereiches 2. Der Fernschreiber sei auf Kanal 0 des P. U. Systems angeschlossen.
Die Anforderung des Protokolls geschieht durch Betätigung der Taste ✠ (Wer da?) an der Fernschreiber-Tastatur. Wird stattdessen irgendeine andere Taste betätigt, so wird der begangene Fehler durch Ausschreiben des Textes:

Fehleintastung ✠

am erwähnten Fernschreiber angezeigt, woraufhin eine erneute Aufforderung für die Eingabe eines Zeichens von der FS-Tastatur durch Aufleuchten der roten Lampe am Fernschreibgerät folgt. Die für diesen Text erforderlichen Fernschreib-Zeichen sind in den Zellen 2 + 100 bis 2 + 122 gespeichert.

8.4.1. Systemüberlegung

In diesem Abschnitt werden einige technische Eigenschaften des Fernschreibgerätes erörtert, da diese Eigenschaften die Programmgestaltung hinsichtlich der Programmunterbrechung stark bestimmen. Es

werden jedoch nur die Eigenschaften des Fernschreibers behandelt, deren Kenntnis Voraussetzung für die Erläuterung des vorliegenden Programmbeispieles ist. Als Meldesignal für die Programmunterbrechung werden Fertigmeldungssignale des angeschlossenen Fernschreibers verwendet. Im vorliegenden Beispiel wird der Fernschreiber zur Eingabe von der Tastatur sowie für die Ausgabe auf Blatt benutzt. Von der ZUSE Z 25 - Zentraleinheit her werden beide Funktionen durch Aufruf ein und derselben Sonderadresse (in diesem Fall Adr. 12) bewirkt. Eine Unterscheidung der Eingabe von der Ausgabe muß also auf programmtechnischem Wege durchgeführt werden. Man beachte, daß die Fertigmeldungssignale des Fernschreibers Dauersignale sind, d.h. sie bestehen, solange der Fernschreiber bereit ist, einen Arbeitsgang , sei es Eingabe oder Ausgabe eines Zeichens, auszuführen. Als Meldung soll also jeweils der Übergang des Fertigmeldesignals von NEIN- auf JA-Zustand betrachtet werden. Solche Übergänge treten in folgenden Fällen auf :

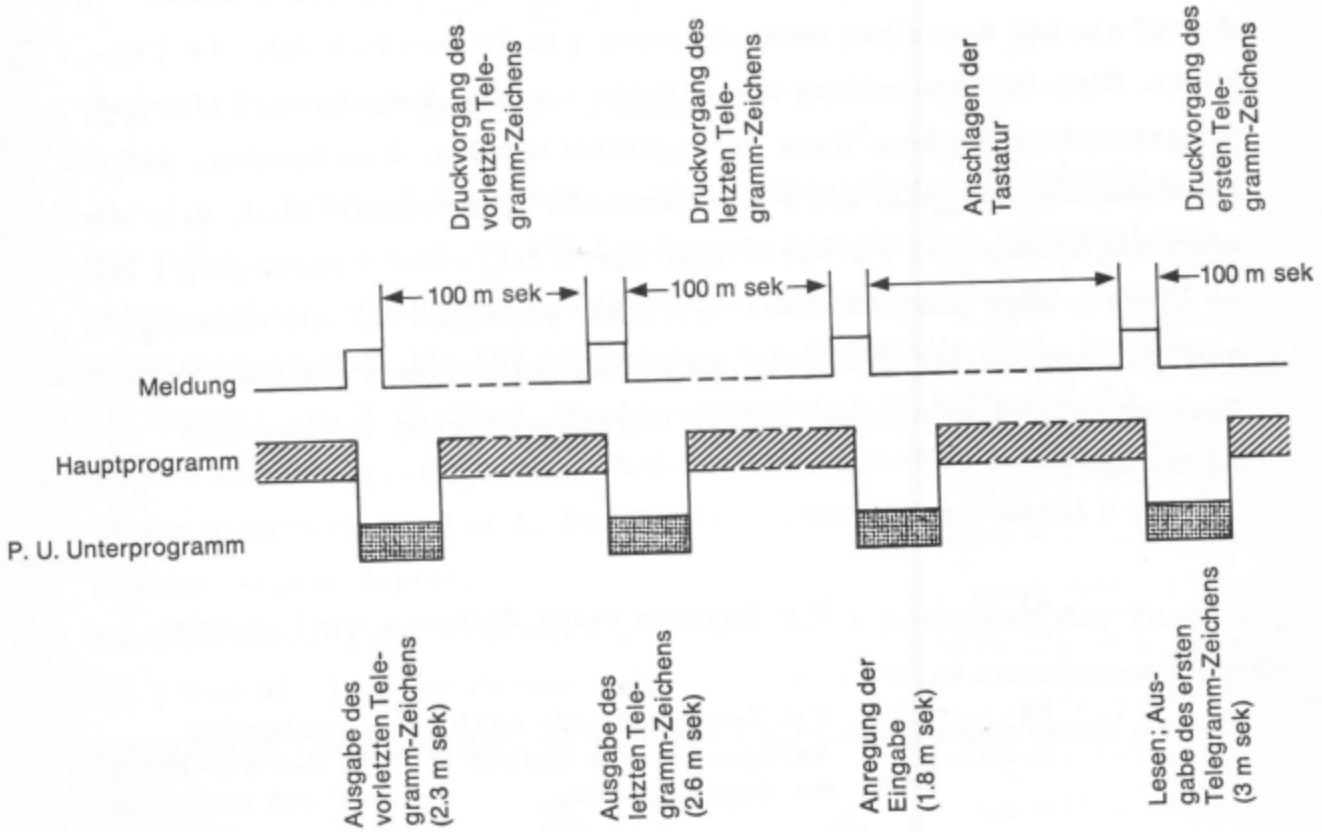
a) Die Ausgabe eines Zeichens wird beendet.

b) Ein Zeichen wurde nach vorhergehender Anregung durch Befehl Y12 an der FS-Tastatur angeschlagen.

c) Ein Zeichen wurde nach vorhergehender Anregung durch Befehl Y 13 vom Lochstreifen gelesen.

Am Programmstart weist die Fertigmeldung den JA-Zustand auf. Daher werden, bevor die Anlage P. U.- fähig gemacht wird, bestimmte Weichen im P. U. Unterprogramm so gesetzt, daß eine Anregung für die Eingabe von der F S - Tastatur während des ersten Durchlaufes erfolgt. Nachdem im zweiten Durchlauf das Zeichen abgeholt wird, geht man sofort auf die Telegramm-Ausgabe über, damit die Bedingung für den Abschluß des P. U. Unterprogrammes (Siehe 8.3.3.) erfüllt wird.

Folgendes Zeitdiagramm zeigt das Verhalten beim Übergang von der Ausgabe auf die Eingabe und umgekehrt. Die für die einzelnen Durchläufe des P. U. Unterprogrammes angegebenen Zeiten sind aus dem vorliegenden Programmbeispiel entnommen.



8.4.2. Flussdiagramm

Abkürzungen

Zw..... Zwischenspeicher für Akku.

ti..... Bereichszwischenspeicher

M..... Marke

M_T.... Marke Telegrammausgabe

M_F.... Marke Fehleintastung

M_A.... Marke Eingabe anregen

M_L.... Marke Lesen

i_{TO} ... Index-Anfangswert Telegrammausgabe

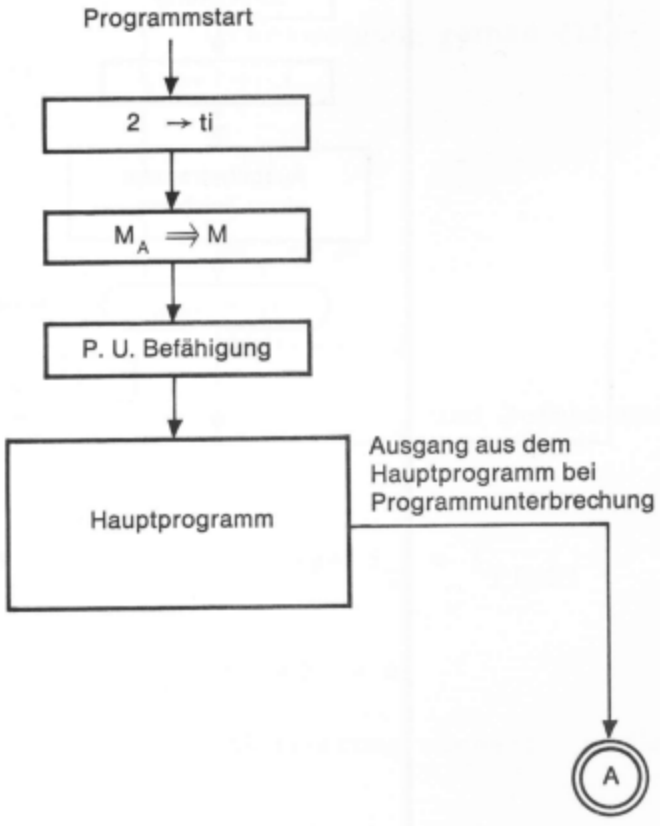
i_{FO} ... Index-Anfangswert für Ausgabe des Textes " Fehleintastung "

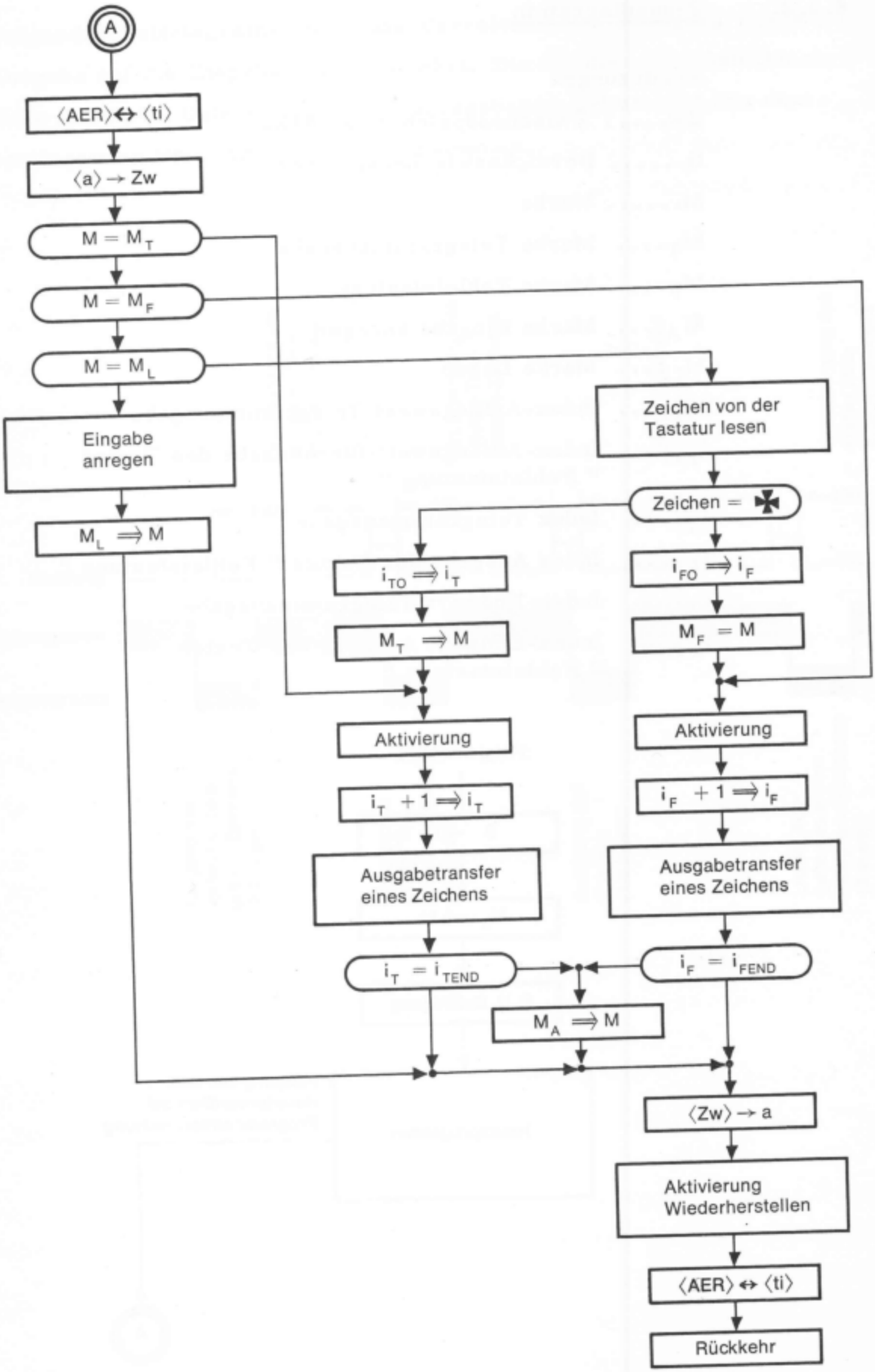
i_T.... Index Telegrammausgabe

i_F.... Index Ausgabe des Textes " Fehleintastung "

i_{TEND} Index-Endwert Telegrammausgabe

i_{FEND} Index-Endwert Ausgabe des Textes " Fehleintastung "




A
⟨AER⟩↔ ⟨ti⟩
⟨a⟩ → Zw
M = M_T
M = M_F
M = M_L
Eingabe anregen
M_L ⟹ M
Zeichen von der Tastatur lesen
Zeichen = ✠
i_TO ⟹ i_T
M_T ⟹ M
i_FO ⟹ i_F
M_F = M
Aktivierung
i_T + 1 ⟹ i_T
Ausgabetransfer eines Zeichens
Aktivierung
i_F + 1 ⟹ i_F
Ausgabetransfer eines Zeichens
i_T = i_TEND
i_F = i_FEND
M_A ⟹ M
⟨Zw⟩ → a
Aktivierung Wiederherstellen
⟨AER⟩ ↔ ⟨ti⟩
Rückkehr

8.4.3. Befehlsliste

	Zelle	Befehl	Bemerkung
	256	CB2	2 → ti
	257	U702	
	258	H2	$M_A \Rightarrow M$
	259	GB68	
	260	U704	
	261	Z0	P. U. Befähigung
	262	Y0	
	263	E800	Sprung auf Hauptprogramm
	512	E700	Sprung auf P. U. Unterprogramm
	700	TI702	⟨AER⟩ ↔ ⟨ti⟩
	701	GE20	
	702		ti
	703		i_T, i_F
	704		M
2+	20	GU61	⟨a⟩ → Zw
	21	K0	Verzweigung gemäß ⟨M⟩
	22	GE704	
	23	GB63	$i_{T0} \Rightarrow i_T$
	24	U703	
	25	GB65	$M_T \Rightarrow M$
	26	U704	
	27	X12	Aktivierung
	28	K1	$i_{T+1} = i_T$ und Zeichentransfer
	29	GUT703	
2+	30	B703	Abfrage $i_T = i_{TEND}$
	31	GS64	
	32	PQGE40	
	33	GB61	⟨Zw⟩ → a
	34	K0	Aktivierung wiederherstellen
	35	GX65	
	36	H2	

	Zelle	Befehl	Bemerkung
	37	TI702	⟨AER⟩ ⇔ ⟨ti⟩
	38	K0	Abschluß des P. U. Unterprogr. u. Rückspr. ins Hauptprogramm
	39	GE32	
2+	40	GB68	$M_A \Rightarrow M$
	41	U704	
	42	GE33	
	43	X12	Aktivierung
	44	B12	
	45	CS9	Abfrage Zeichen = ✠
	46	PQGE23	
	47	GB62	$i_{F0} \Rightarrow i_F$
	48	U703	
	49	GB67	$M_F \Rightarrow M$
2+	50	U704	
2+	51	X12	Aktivierung
	52	K1	$i_{F+1} \Rightarrow i_F$ und Zeichentransfer
	53	GUT703	
	54	B703	Abfrage ob $i_F = i_{FEND}$
	55	GS63	
	56	PQGE40	
	57	GE33	
	58	Y12	Eingabe anregen
	59	GB66	$M_L \Rightarrow M$
2+	60	GE41	
	61		Zw
	62	QAA99	i_{F0}
	63	QAA122	$i_{FEND} = i_{TO}$
	64	QAA422	i_{TEND}
	65	PAA27	M_T
	66	PAA43	M_L
	67	PAA51	M_F
	68	PAA50	M_A

8.5. Anfangsbedingungen

Die Schaffung der Anfangsbedingung, d.h. das Löschen der evtl. vor dem Anfangszeitpunkt angenommenen und nicht abgearbeiteten Meldungen erfolgt durch die Betätigung der Drucktaste " Befehlsübernahme " am Bedienungsfeld der ZUSE Z 25.

8.6. Bedienung der Drucktaste " Programmunterbr.frei "

Die Befähigung der Anlage für die Programmunterbrechung erfordert neben den im Abschnitt 8.3.1. beschriebenen programmtechnischen Maßnahmen noch eine Bedienung durch die Drucktaste " Programmunterbr. frei " am Bedienungsfeld. Man beachte, daß die Meldungen auch bei nicht eingeschalteter Drucktaste im Melderegister gespeichert werden. Eine Verwertung findet aber erst nach der P.U. Befähigung lt. 8.3.1. statt. Wurde die Drucktaste zwischendurch ausgeschaltet, so ist zwecks erneuten P.U. Befähigung auf jeden Fall eine erneute Ausführung der Befehlsfolge

Z 0
Y 0

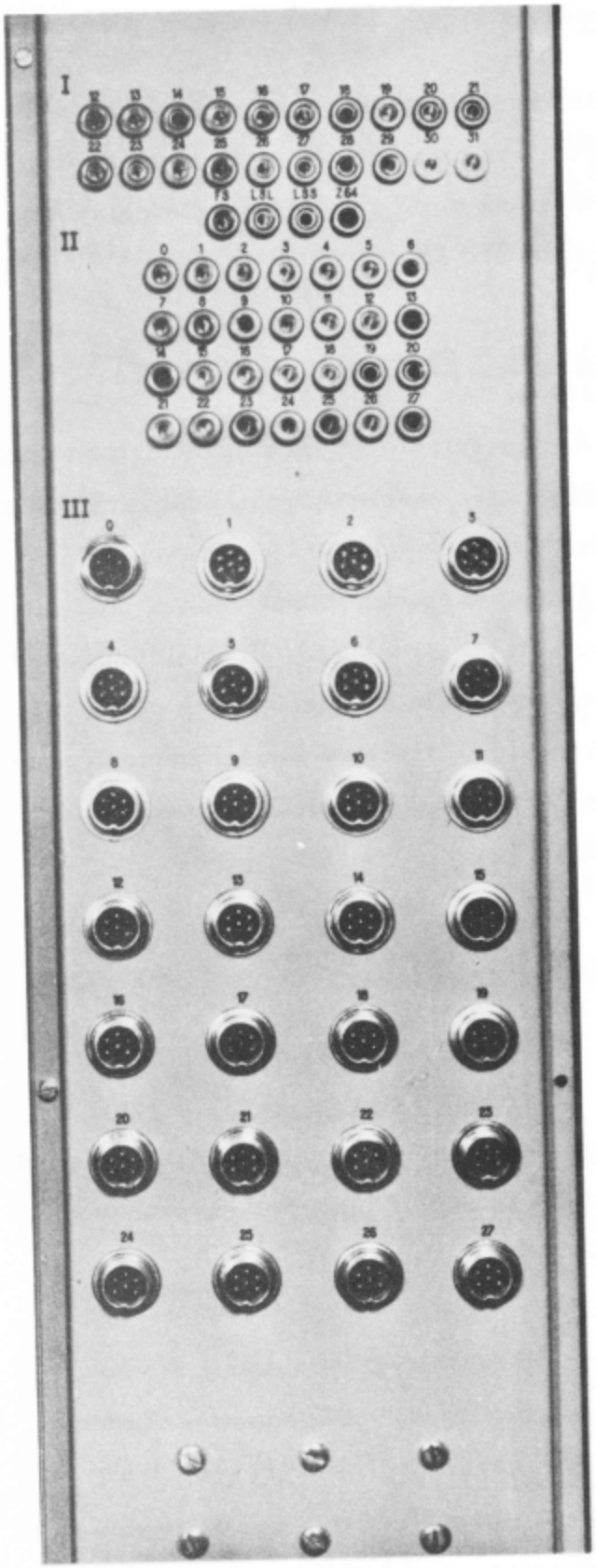
erforderlich.

8.7. P.U. Steckbrett

Für den Anschluß bzw. das Rangieren der Meldesignale ist an der Rückwand der Zentraleinheit ZUSE Z 25 ein Steckbrett vorgesehen. Es ist in Zonen I, II und III aufgeteilt.

ZONE I

In der ZONE I sind 20 Telefonbuchsen enthalten, von denen die Meldesignale der ZUSE Z 25 - Peripheriegeräte abgenommen werden können. Jeweils einer externen Sonderadresse von Adresse 12 bis Adresse 31 ist eine Telefonbuchse zugeordnet. Die Numerierung der Telefonbuchsen entspricht der Numerierung der Sonderadressen. Nur ein Peripheriegerät pro Sonderadresse kann das Meldesignal abgeben und zwar



P. U. Steckbrett

dasjenige, das durch die Geräteadresse 0 erreichbar ist.
Weiterhin sind in der letzten Reihe der ZONE I vier Telefonbuchsen vorhanden. Sie dienen zur Entnahme der Meldesignale der Standard-Peripheriegeräte der ZUSE Z 25, deren Anschlußelektronik in der Zentraleinheit untergebracht ist:

FS.....	Konsolfernschreiber
LSL	Schneller Lochstreifenleser
LSS	Schneller Lochstreifenstanzer
Z64	Zeichentisch ZUSE Z 64 GRAPHOMAT

ZONE II

Beinhaltet 28 mit jeweiligen P. U. Kanalnummern bezeichnete Telefonbuchsen für die Zuführung der Meldesignale von den im ZUSE Z 25 - Datenverarbeitungssystem enthaltenen Peripheriegeräten.

ZONE III

Insgesamt 28, mit der jeweiligen Kanalnummer bezeichnete Steckdosen für die Zuführung der Meldesignale von Erzeugern außerhalb des ZUSE Z 25 Datenverarbeitungssystems.
Das Rangieren der von den Peripheriegeräten des ZUSE Z 25 - Datenverarbeitungssystems erzeugten Meldesignale auf gewünschte P. U. Kanäle wird durch den Einsatz der mitgelieferten Verbindungsschnüre getätigt. Soll z. B. dem Peripheriegerät, welches auf Sonderadresse 21 angeschlossen ist, der P. U. Kanal 7 zugeordnet werden, so ist die Verbindung zwischen der ZONE I und ZONE II durch Einstecken einer Verbindungsschnur in die entsprechenden Telefonbuchsen (in diesem Fall in die Buchse 21 der ZONE I und in die Buchse 7 der ZONE II) herzustellen. Es ist nicht zulässig, einen und denselben Kanal in der ZONE II und in der ZONE III gleichzeitig zu belegen.

8.8. Ausbau

Das P. U. - System ist eine Zusatzeinrichtung (Erweiterung) zur ZUSE Z 25 Zentraleinheit. Der Ausbau ist bis zu maximal 28 Kanälen in Stufen zu je 4 Kanälen möglich.

9. EIN- UND AUSGABE-ORGANISATION

Gemäß konstruktivem Aufbau des ZUSE Z 25 - Datenverarbeitungssystems ist die Peripherie in folgende zwei Gruppen unterteilt:

Standard - Peripherie und
System - Peripherie.

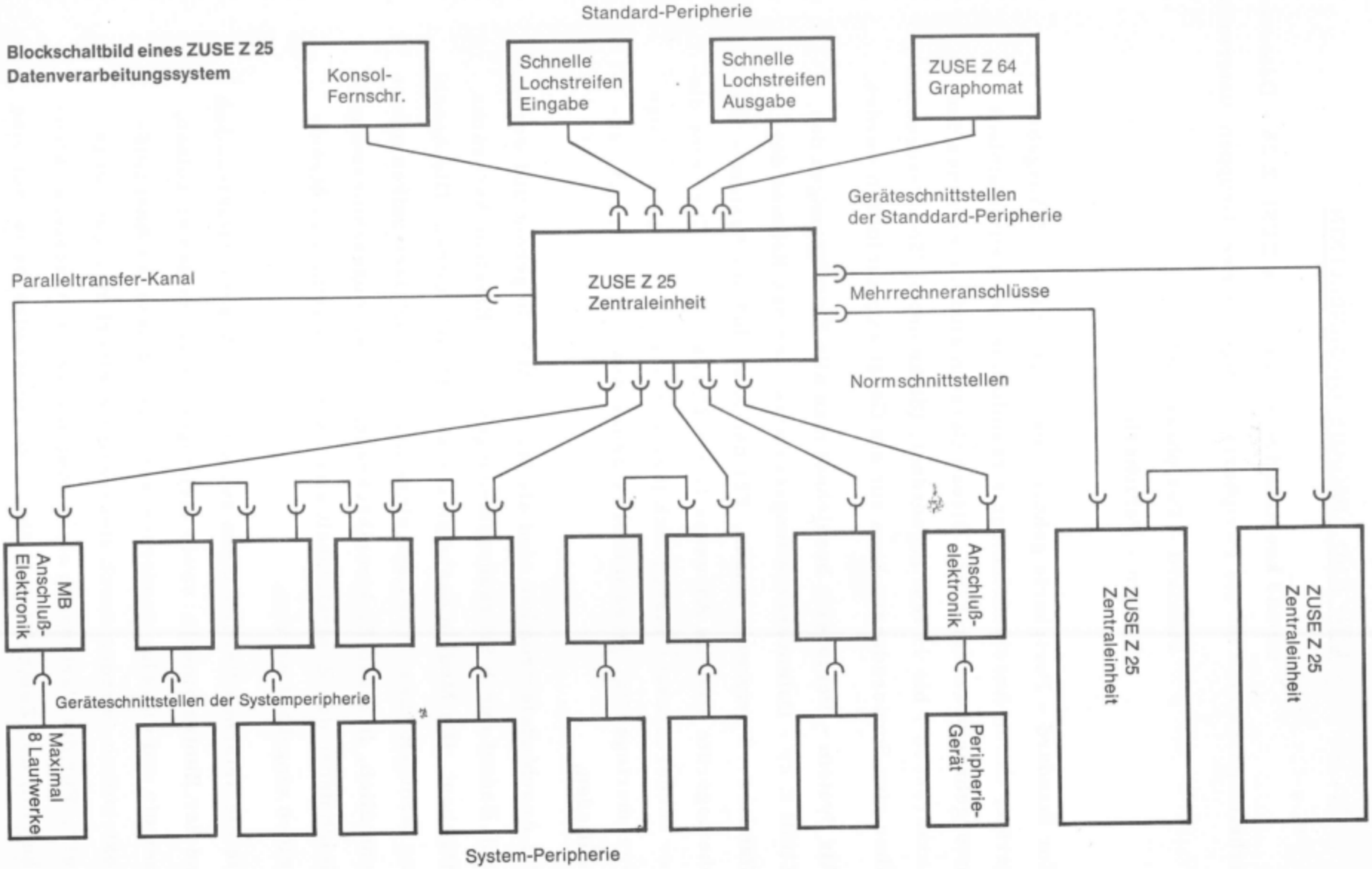
Zur Standard - Peripherie gehören diejenigen Ein- und Ausgabegeräte, deren Anschlußelektronik räumlich in der Zentraleinheit untergebracht werden kann. Diesen Geräten sind die externen Sonderadressen 7 bis 11 fest zugeordnet. (Siehe unter "Sonderadressen"). Über eine Sonderadresse kann nur ein Gerät angeschlossen werden.

Als System - Peripherie bezeichnet man alle Erweiterungen des ZUSE Z 25 - Datenverarbeitungssystems über den Rahmen der Standard - Peripherie hinaus. Für den Anschluß der System - Peripheriegeräte sind die Adressen 12 bis 29 reserviert. Über eine dieser Sonderadressen lassen sich jeweils maximal vier gleichartige Peripheriegeräte, jedes mittels eigener Anschlußelektronik, anschließen.

Die Anschlußelektroniken sind als fertige Moduln gebaut und werden nach Bedarf durch Schraubverbindungen in die Elektronikschränke eingebaut. Die Moduln bestehen aus sog. Modul-Reihen. Die Anzahl der Modul-Reihen ist bei den einzelnen Anschlußelektroniken unterschiedlich. In einen Elektronikschrank, dessen Außenabmessungen gleich denen der Zentraleinheit sind, können maximal 21 Modul-Reihen eingebaut werden.

Die elektrischen Verbindungen zwischen den Anschlußelektroniken und der Zentraleinheit, sowie diejenigen zwischen den einzelnen, über ein und dieselbe Sonderadresse angeschlossenen Anschlußelektroniken, werden durch steckbare Kabelverbindungen hergestellt. Für die Verbindung einer oder mehrerer Anschlußelektroniken mit der Zentraleinheit über eine Sonderadresse ist nur eine

Blockschaltbild eines ZUSE Z 25 Datenverarbeitungssystem



Kabelverbindung zwischen dem Elektronikschrank und der Zentraleinheit erforderlich (Ausnahme Magnetband). Die maximal zulässige Kabellänge ist 8 m.

Die Verbindung der einzelnen über ein und dieselbe Sonderadresse arbeitenden Anschlußelektroniken untereinander erfolgt ebenfalls durch jeweils nur eine steckbare Kabelverbindung. Voraussetzung ist, daß alle derartigen Anschlußelektroniken in einem Elektronikschrank untergebracht sind.

Während die Geräteadresse g derjenigen Anschlußelektronik, die unmittelbar mit der Zentraleinheit verbunden ist, Null ist, erhalten die an diese angeschlossenen automatisch jeweils die nächsthöhere Geräteadresse, also 1, 2 bis 3.

9.1. Normschnittstelle

Um den Anschluß verschiedenartiger Peripheriegeräte unabhängig von der Eigenart des jeweiligen Gerätes zu ermöglichen, besitzt die ZUSE Z 25 Zentraleinheit 18 normierte Verbindungsstellen, die als Normschnittstellen bezeichnet werden. Die Normschnittstellen umfassen insgesamt 20 elektrische Größen, die derartig gewählt sind, daß alle vorkommenden Anschlußelektroniken mit den für die Funktion notwendigen Schalt- und Informationsgrößen versehen werden können. Da sich die Normschnittstellen nur durch verschiedene Adressenzuordnung voneinander unterscheiden(jeder Schnittstelle ist eine der Sonderadressen 12 bis 29 zugeordnet, wobei jeweils zwei aufeinanderfolgende Adressen pro Schnittstelle geführt werden), besteht die Möglichkeit, jedes Gerät der Systemperipherie an jede Normschnittstelle anzuschließen.

9.2. Geräteschnittstelle

Die Verbindung der eigentlichen Peripheriegeräte mit den zugehörigen Anschlußelektroniken erfolgt über Geräteschnittstellen. Die

Peripheriegeräte des ZUSE Z 25 - Datenverarbeitungssystems sind mit Kabelverbindungen ausgerüstet, die zumindest auf einer Seite (zum Elektronikschrank hin) steckbar sind. Die Anzahl der in einer Geräteschnittstelle vorkommenden Kabelverbindungen richtet sich nach der Art des Peripheriegerätes.

9.3. Vorwahl der Peripherie

Die Bestimmung darüber, welche Teile der Peripherie eines ZUSE Z 25 - Datenverarbeitungssystems in Betrieb genommen (eingeschaltet) werden, erfolgt zunächst durch Betätigung der Vorwahl-Drucktaste des Elektronikschrankes, mit welchem das Gerät verbunden ist. Die Vorwahl der einzuschaltenden Peripheriegeräte selbst, Gerätevorwahl genannt, erfolgt durch Betätigung der zugeordneten, mit den eingravierten Zahlen von 1 bis 21 bezeichneten Kippschaltern am Vorwahlfeld des Elektronikschrankes.
Das Einschalten des gesamten ZUSE Z 25 - Datenverarbeitungssystems erfolgt anschließend durch Betätigung der Drucktaste "MASCH. EIN" am Bedienungsfeld der Zentraleinheit. Ausnahmen bilden diejenigen Geräte, die für die Betriebsbereitschaft eine Anlaufzeit benötigen. Diese werden vor dem Einschalten der Zentraleinheit in Betrieb gesetzt, z. B. Magnettrommel, pneumatisch angetriebene Magnetbänder usw.
Sowohl System-Peripheriegeräte als auch Elektronikschränke sind gegen Abschalten während des Betriebes verriegelt. Eine Umgestaltung der Vorwahl ist nur bei ausgeschaltetem ZUSE Z 25 - Datenverarbeitungssystem vorzunehmen.
Die Standard - Peripheriegeräte sind nicht vorwählbar und während des Betriebes der Zentraleinheit ständig betriebsbereit.

9.4. Freigabe

Die Verarbeitungsgeschwindigkeit von Peripheriegeräten unterscheidet sich im allgemeinen von der Verarbeitungsgeschwindig-

keit der Zentraleinheit. Die Wartebedingungen im Verkehr zwischen Peripheriegeräten und Zentraleinheit werden durch die sog. Freigabe geregelt. Die Freigabe ist die Bereitschaft des Peripheriegerätes eine Information anzunehmen oder abzugeben. Sie regelt zeitlich den Transfer von Informationen zwischen Zentraleinheit und Peripheriegerät dadurch, daß sie die Ausführung der Transferbefehle bedingt.

Da an die Zentraleinheit mehrere Peripheriegeräte angeschlossen werden können, sind im System Merkregister für die Auswahl des freigabebestimmenden Gerätes eingebaut. Eine einmal getroffene Auswahl wird erst mit einer neuen Auswahl widerrufen. Die Auswahl des freigabebestimmenden Gerätes erfolgt durch den Befehl "Freigabeaktivierung".

9.5. Informationstransfer

Der Informationsaustausch zwischen der Grundeinheit ZUSE Z 25 und den angeschlossenen peripheren Geräten vollzieht sich grundsätzlich in folgenden 3 Arten:

a) Arithmetischer Transfer
b) Serientransfer.
c) Paralleltransfer

a) Arithmetischer Transfer

Die zu übertragende Information wird als ein Operand betrachtet. Sie kann, mit wenigen Ausnahmen, in allen durch den Befehlscode möglichen Operationen mit dem im Akkumulator stehenden Operanden verknüpft werden.

b) Serientransfer

Eine Informations-Übertragung mit der maximalen Geschwindigkeit von 11700 ZUSE Z 25 - Wörtern/Sek. ist durch die Transfer-Befehle BT und UT direkt zwischen den angeschlossenen Geräten und dem Kernspeicher der ZUSE Z 25 in beiden Richtungen möglich. Diese

Art der Ein- bzw. Ausgabe, die - für Blöcke mit maximal 1 024 Worten - mit folgender Befehlsfolge realisiert wird:

Xs.... Freigabe auf Sonderadresse s
Zt.... Zählregister Z 2 für die Übertragung von t + 1 Wörtern vorbereiten
BTm
bzw.
UTm.... Transferbefehl

kann zweckmäßigerweise auch für die Ein- bzw. Ausgabe von einzelnen Wörtern gebraucht werden. (Siehe die Beschreibung der Befehle BT und UT).

c) Paralleltransfer

Durch den Paralleltransfer werden 18-stellige Wörter parallel zwischen dem Speicher der ZUSE Z 25 und dem peripheren Gerät übertragen. Die maximale Transfer-Geschwindigkeit beträgt 33 000 18-stellige ZUSE Z 25 - Wörter, d. h. 100 000 6-stellige Zeichen/Sek. Diese Art der Ein- bzw. Ausgabe wird für den Verkehr der ZUSE Z 25 mit den schnellen Magnetbändern angewandt. Die Übertragung wird von dem angeschlossenen peripheren Gerät gesteuert.

10. FERNSCHREIBER- EIN- UND AUSGABE

Die Fernschreiber-Ein- und Ausgabe hat alle Merkmale einer Bedienungsstelle der Anlage. Der Konsolfernschreiber wird normalerweise am Bedienungstisch der Zentraleinheit aufgestellt und dient somit als zentrale Bedienungsstelle.

Die Fernschreiber-Ein- und -Ausgabe hat folgende Funktionen:

Tastatureingabe:	Eingabe von Fernschreibzeichen im CCIT - Code direkt von der Fernschreibtastatur.
Protokollausgabe:	Drucken von Fernschreibzeichen in Zeilen zu 104 oder 69 Zeichen.
Lochstreifen-herstellung:	Herstellung von 5 - Kanal - Lochstreifen in beliebigem Code durch einen angebauten Lochstreifenstanzer.
Lochstreifen-eingabe:	Eingabe von Daten vom 5 - Kanal - Lochstreifen.

Die Ein- bzw. Ausgabegeschwindigkeit ist 10 Zeichen/Sek.. Für alle Operationen mit dem Fernschreiber ist ein gemeinsames fünfstelliges Pufferregister in der Anschlußelektronik vorhanden. Das Fernschreibgerät wird mit einem Verbindungskabel über die Geräteschnittstelle mit der Anschlußelektronik verbunden.

An eine Normschnittstelle können maximal vier Fernschreiber angeschlossen werden, wobei jeder Fernschreiber eine eigene Anschlußelektronik benötigt. Über Sonderadresse s ist dabei die Tastatureingabe, die Protokollausgabe sowie der Streifenlocher zu erreichen, über Sonderadresse (s + 1) die Lochstreifeneingabe. Der Konsolfernschreiber ist über die Sonderadressen 7 und 8 angeschlossen. Die Anschlußelektronik besteht aus einer Modulreihe.

10.1. Eingabe von der Fernschreibtastatur

Die Eingabe erfolgt sowohl im arithmetischen als auch im Serientransfer. Sobald der entsprechende Befehl im Befehlsregister erscheint, leuchtet die rote Anzeigelampe in der Fernschreibtastatur. Dies zeigt dem Bedienenden, daß ein Zeichen von der ZUSE Z 25 verlangt wird. Wurde diese Eingabe direkt durch einen Transferbefehl eingeleitet, so wartet die Zentraleinheit so lange, bis an der Fernschreibtastatur ein Zeichen angeschlagen wird. Das Zeichen wird nach erfolgtem Anschlag in Form einer Impulsreihe in den Ein- und Ausgabe-Puffer der Anschlußelektronik übernommen. Nachdem diese Übernahme vollständig erfolgt ist, bekommt die Zentraleinheit die Freigabe, und der Transferbefehl wird ausgeführt. Das Fernschreibzeichen im CCIT-Code wird in die Stellen 0 bis 4 der zum Transfer benutzten Speicherzelle oder des Registers abgelegt. Für die Wertigkeitszuordnung des CCIT-Codes siehe Tabelle " Fernschreib-Code und ZUSE Z 25". Das an der Tastatur angeschlagene Zeichen wird nicht automatisch abgedruckt.

Fernschreibcode und ZUSE Z 25

Zeitlicher Ablauf ← Löcher = ●	Bandwert dual Bei der Eingabe	Bandwert dual Bei der Ausgabe	Fernschreibziffer oder Zeichen	Fernschreib-Buchstabe
○○○●○○	0	$0 \cdot 2^{13}$	✳	#
○○○●○●	1	$1 \cdot 2^{13}$	3	E
○○○●●○	2	$2 \cdot 2^{13}$	ZL = Zeilentransport	≡
○○○●●●	3	$3 \cdot 2^{13}$	–	A
○○●●○○	4	$4 \cdot 2^{13}$	ZW = Zwischenraum	Zwr
○○●●○●	5	$5 \cdot 2^{13}$	'	S
○○●●●○	6	$6 \cdot 2^{13}$	8	I
○○●●●●	7	$7 \cdot 2^{13}$	7	U
○●○●○○	8	$8 \cdot 2^{13}$	WR = Wagentransport	<
○●○●○●	9	$9 \cdot 2^{13}$	✠	D
○●○●●○	10	$10 \cdot 2^{13}$	4	R
○●○●●●	11	$11 \cdot 2^{13}$	⏎ oder ;	J
○●●●○○	12	$12 \cdot 2^{13}$	,	N
○●●●○●	13	$13 \cdot 2^{13}$	[	F
○●●●●○	14	$14 \cdot 2^{13}$	:	C
○●●●●●	15	$15 \cdot 2^{13}$	(	K
●○○●○○	16	$16 \cdot 2^{13}$	5	T
●○○●○●	17	$17 \cdot 2^{13}$	+	Z
●○○●●○	18	$18 \cdot 2^{13}$	)	L
●○○●●●	19	$19 \cdot 2^{13}$	2	W
●○●●○○	20	$20 \cdot 2^{13}$	10	H
●○●●○●	21	$21 \cdot 2^{13}$	6	Y
●○●●●○	22	$22 \cdot 2^{13}$	0	P
●○●●●●	23	$23 \cdot 2^{13}$	1	Q
●●○●○○	24	$24 \cdot 2^{13}$	9	O
●●○●○●	25	$25 \cdot 2^{13}$	? oder ✂	B
●●○●●○	26	$26 \cdot 2^{13}$	]	G
●●○●●●	27	$27 \cdot 2^{13}$	Zi = Zifferntaste	1...
●●●●○○	28	$28 \cdot 2^{13}$	.	M
●●●●○●	29	$29 \cdot 2^{13}$	/	X
●●●●●○	30	$30 \cdot 2^{13}$	=	V
●●●●●●	31	$31 \cdot 2^{13}$	Bu = Buchstabentaste	A...
↗ Transportloch				

10.2. Lochstreifeneingabe

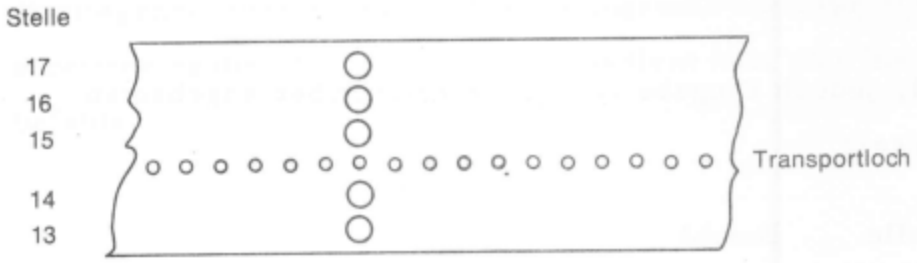
Für die Lochstreifeneingabe sind sowohl arithmetischer als auch Serientransfer möglich. Sobald der Befehl ins Befehlsregister gelangt, wird die mechanische Abfühlung der gerade unter der Lesestation stehenden Lochkombination und der anschließende Transport des Lochstreifens um ein Zeichen ausgelöst. Das Zeichen wird ebenfalls wie bei der Tastatureingabe in den Ein- und Ausgabe-Puffer übernommen und anschließend durch Ausführung des Transfer-Befehls in die Stellen 0 bis 4 der betreffenden Zelle abgelegt.

10.3. Protokollausgabe

Ein entsprechender Transfer-Befehl, arithmetischer oder Serientransfer, bewirkt den Transport eines Zeichens in das Ein- Ausgabe-Pufferregister, vorausgesetzt, daß dieses nicht bereits durch eine etwaige Ein- bzw. Ausgabeoperation besetzt ist. In diesem Falle wartet die Zentraleinheit so lange, bis das Pufferregister freigeworden ist. Gelangt das ausgehende Zeichen bereits in das Pufferregister, wird es automatisch ausgeschrieben. Die Zentraleinheit übernimmt daher sofort die Verarbeitung des nächsten Befehls im Programm. Zur Ausgabe auf Fernschreiber muß das Zeichen in den Stellen 13 bis 17 der zum Transfer benutzten Zelle stehen. Die Stelle 12 dieser Zelle muß eine Null enthalten.

10.4. Lochstreifenherstellung

Ein angebauter Lochstreifenstanzer kann zur Herstellung von Lochstreifen in beliebigem 5-Kanal-Code verwendet werden. Der Stanzer wird vom Bedienungspersonal manuell ein-bzw. ausgeschaltet. Das Protokoll wird mitgedruckt. Die Stellenzuordnung zwischen ZUSE Z 25 Wort und 5-kanaligem Lochstreifen ist gemäß folgender Skizze:



Beispiel 1

Tastatureingabe mit Protokollieren des jeweils angeschlagenen Zeichens, beides unter Verwendung des arithmetischen Transfer. Der Fernschreiber sei an die Sonderadresse s, Geräteadresse g, angeschlossen.

Zelle	Befehl	Bemerkung
L	X(g + s)	Freigabeaktivierung
L+1	B s	Anregung für Eingabe und Transfer
L+2	RW 5	Verschieben des eingegebenen Zeichens in die Ausgabe-Stellen
L+3	U s	Ausgabe-Transfer
L+4	E(L+1)	Sprung auf Programmanfang

Beispiel 2

Dasselbe wie im vorhergehenden Beispiel, jedoch unter Benutzung der Serientransfer-Befehle:

Zelle	Befehl	Bemerkung
L	X(g + s)	Freigabeaktivierung
L+1	B T m	Anregung für Eingabe und Transfer
L+2	B m	Verschieben des eingegebenen Zeichens in die Ausgabestellen
L+3	SHRW 5	
L+4	U m	
L+5	U T m	Ausgabe-Transfer
L+6	E(L+1)	Sprung auf Programmanfang

Beispiel 3

Wie Beispiel 1, jedoch Eingabe von Lochstreifen über angebauten Lochstreifenleser:

Zelle	Befehl
L	X(g + s + 1)
L+1	B(s + 1)
L+2	SHRW 5
L+3	X(g + s)
L+4	U s
L+5	E(L)

10.5. Anregung für die Tastatur- bzw. Lochstreifeneingabe

Im Falle einer Anregung zur Eingabe von der Tastatur durch Transfer-Befehl selbst muß die Zentraleinheit so lange warten, bis das Zeichen angeschlagen und ins Ein-Ausgabe-Pufferregister übernommen wird. Diese Wartezeit läßt sich dadurch vermeiden, daß die Tastatureingabe (einmal pro Zeichen) durch einen Schaltbefehl Y (g + s) angeregt wird. Hiermit leuchtet die rote Anzeigelampe in der Tastatur des Fernschreibers auf.

Die Zentraleinheit kann nach Ausführung des Befehls Y(g + s) ein ohne Beteiligung des Ein-Ausgabe-Puffers des Gerätes g der Sonderadresse s durchführbares Programm fortsetzen. Während derselben Zeit kann das verlangte Zeichen angeschlagen werden und wandert automatisch in das Ein-Ausgabe-Pufferregister. Von hier kann es später durch Ausführung des entsprechenden Transfer-Befehles in die Zentraleinheit transferiert werden. Zwischendurch kann aber vom Programm her mit dem Befehl Tm in gewissen Zeitabständen getestet werden, ob das verlangte Zeichen bereits in den Ein-Ausgabe-Puffer gelangt ist. Das Zeichen kann bei vorhandener Freigabe sofort transferiert werden. Damit läßt sich eine optimale Ausnutzung der Rechenzeit während der Eingabe erzielen.

Vorliegende Ausführungen gelten sinngemäß auch für die Lochstreifeneingabe. Für die Anregung bedient man sich hier des Schaltbefehls

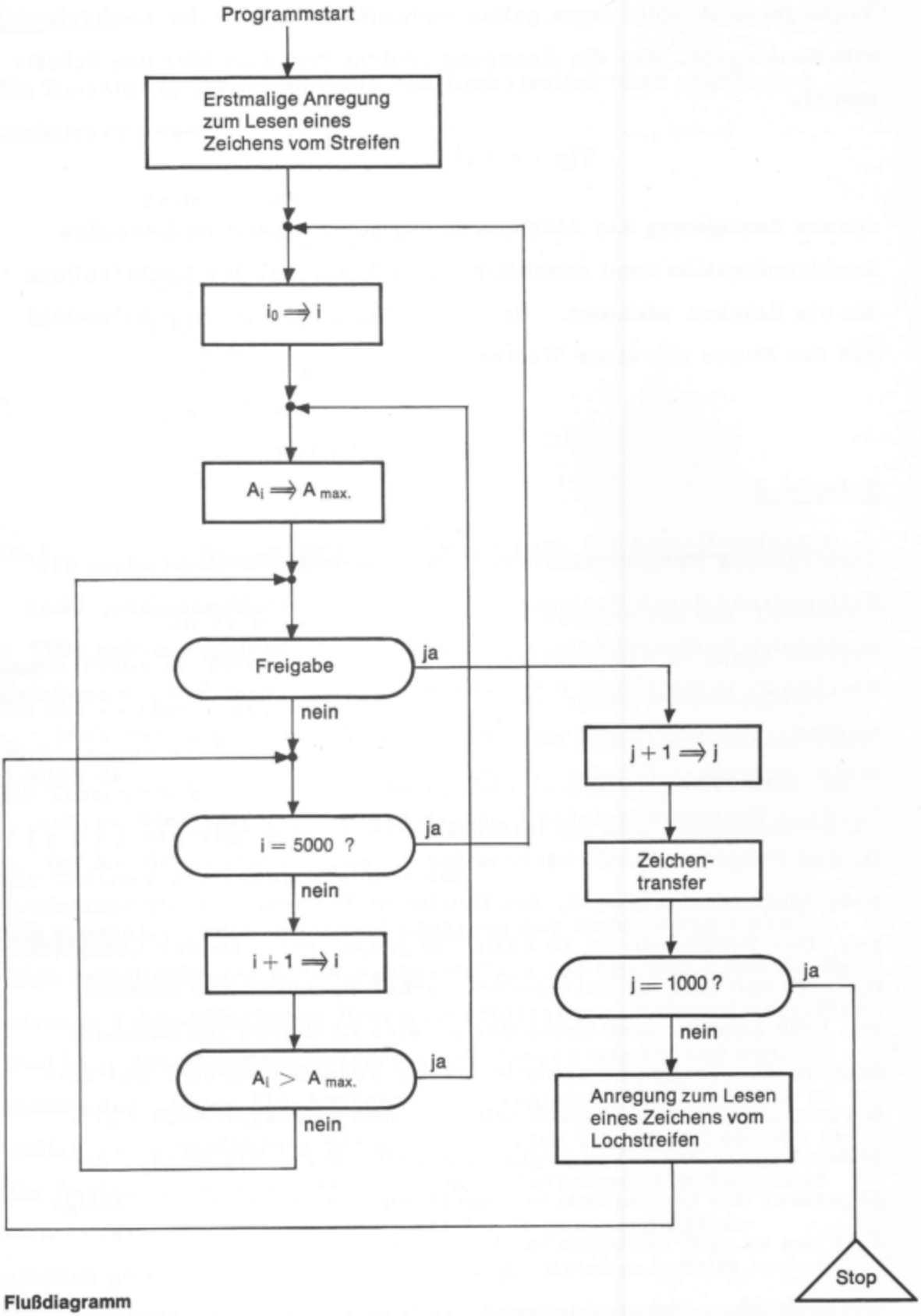
$$Y(g + s + 1)$$

dessen Ausführung das Abfühlen der in der Lesestation liegenden Lochkombination samt anschließendem Transport des Lochstreifens um ein Zeichen einleitet. In beiden Fällen genügt ein Schaltbefehl mit der Dauer von einer Wortzeit.

Beispiel 4

Vorliegendes Programmbeispiel gibt eine deutliche Illustration des Zeitgewinnes durch Freigabetest bei der Lochstreifeneingabe. Über angebauten Lochstreifenleser des Konsolfernschreibers sollen 1000 Zeichen Z_j in die Zellen 0 bis 999 des Speicherbereiches 7 eingegeben werden. Während der Eingabe soll beispielsweise die größte Zahl einer ungeordneten Reihe von 5000 positiven Zahlen A_i, die ab Zelle 1000 des Speicherbereiches 1 gespeichert sind, festgestellt werden. Dieses Programm läuft während der Eingabe mehrmals ab und hat ausschließlich den Zweck, den Gewinn an Rechenzeit zu demonstrieren. Das Programm ist ab Zelle 130 gespeichert. Da der Lochstreifenleser mit etwa 10 Zeichen/Sek. arbeitet, würde das Einlesen von 1000 Zeichen ohne Suche der größten Zahl etwa 100 Sekunden dauern. Die Programmschleife für den Transfer würde 6 Wortzeiten pro Zeichen in Anspruch nehmen, also insgesamt 6000 Wortzeiten à 85 μ Sek. Dies ergibt eine Zeit von ca. 510 msek., die gegenüber der Gesamtzeit vernachlässigt werden kann. Die übrige Zeit von ca. 100 Sekunden ist die Wartezeit.

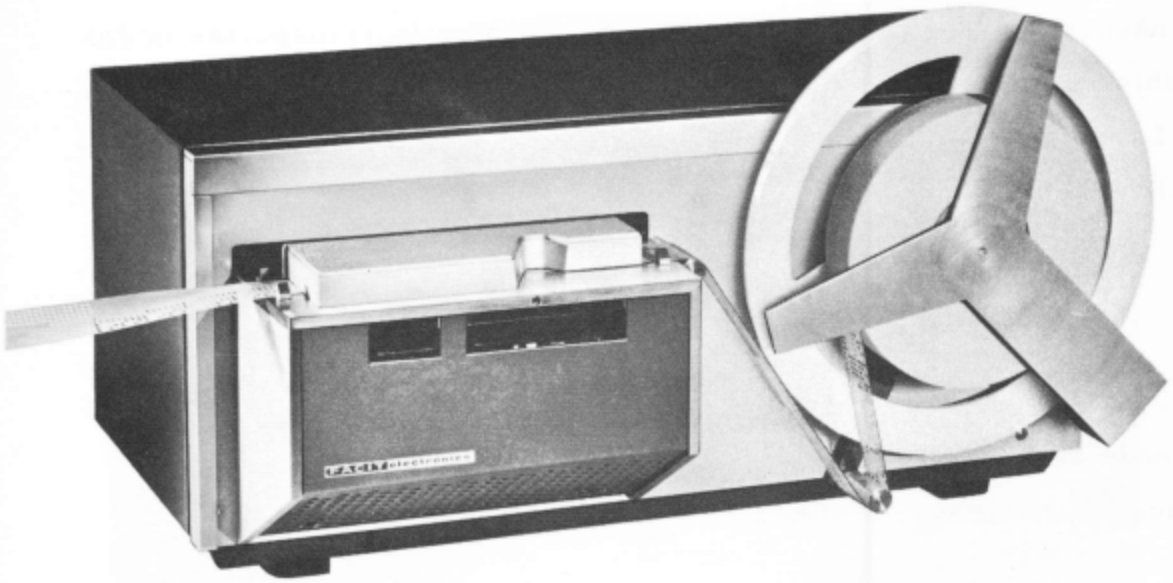
Während dieser Wartezeit können bei ungünstiger Anordnung der Zahlenreihe etwa 84.000 Zahlen zwecks Feststellung der größten Zahl miteinander verglichen werden.



Flußdiagramm

Befehlsliste

Zelle	Befehl	Bemerkungen
130	Y8	Erste Anreg. zum Lesen eines Zeichens
131	X8	Freigabeaktivierung
132	B153	$i_o \Rightarrow i$
133	U155	
134	Ko	$A_i \Rightarrow A_{max}$
135	GB155	
136	U3	
137	T145	Freigabetest
138	K1	Transfer eines Zeichens i.d. Arbeitsspeicher
139	GBT156	
140	B156	Abfrage ob alle 1000 FS-Zeichen bereits eingelesen worden sind
141	S157	
142	QE144	
143	ST128	STOP nachdem alle 1000 FS-Zeichen eingelesen
144	Y8	Anregung zum Lesen eines Zeichens
145	B155	Abfrage i = 5000
146	S154	
147	PQE132	
148	NS3	Abfrage $A_i > A_{max}$?
149	K1	
150	GA155	
151	QE137	
152	E134	
153	QA1000	i_o
154	QDI879	$i_o + 5000$
155	Ko	i
156	ODI1023	j Indexzelle des Transferbefehls
157	QCA999	j_{max}

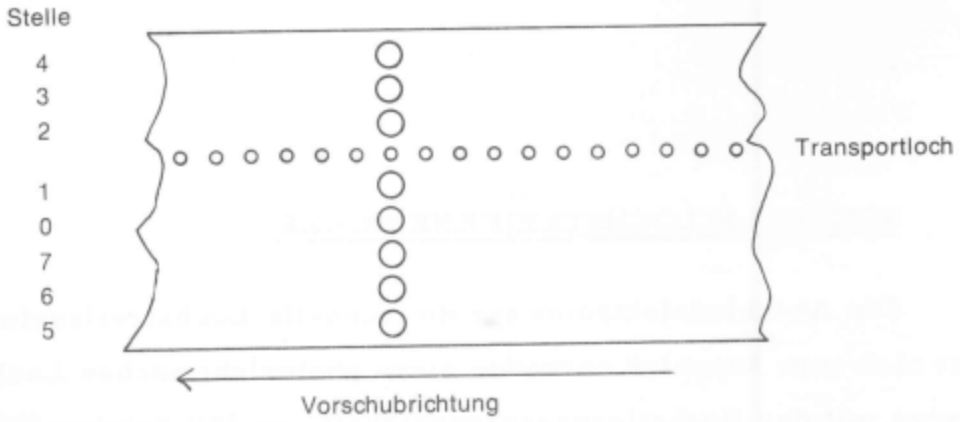


11. SCHNELLE LOCHSTREIFENEINGABE

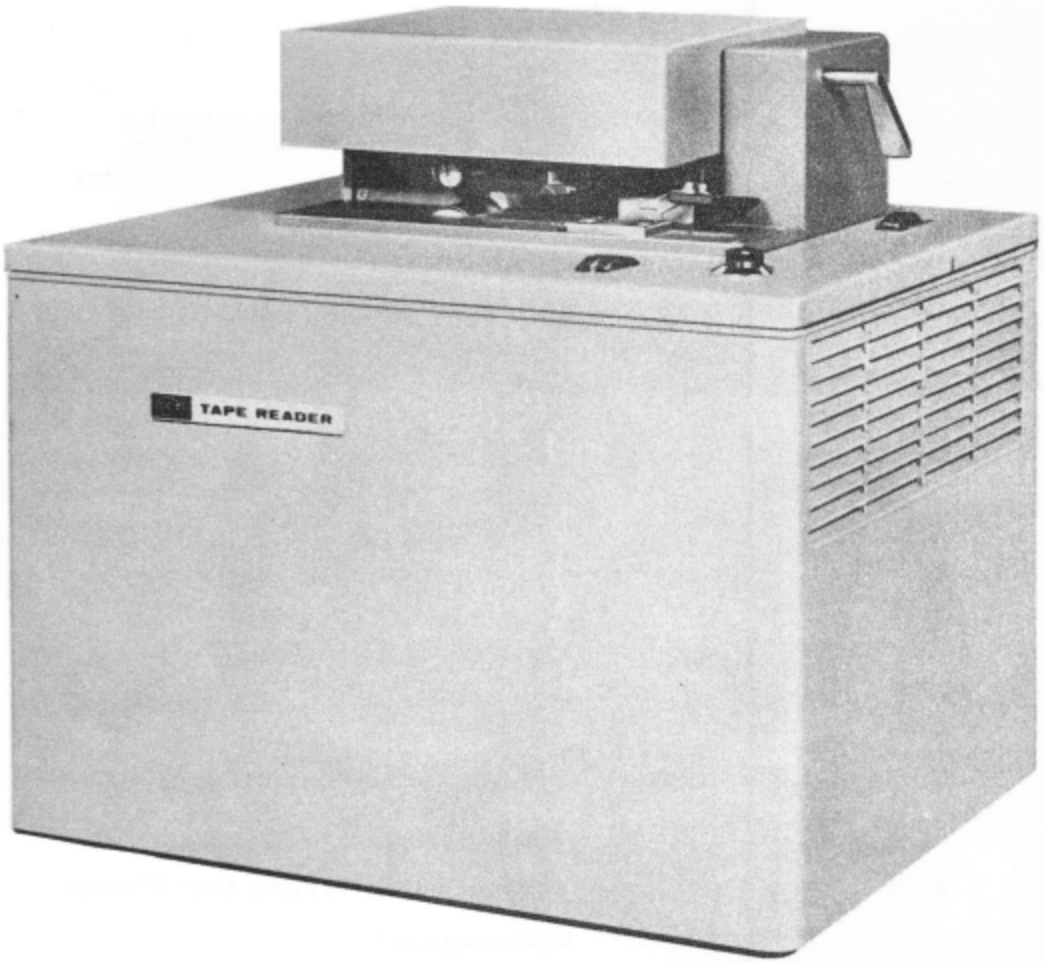
Die Anschlußelektronik für die schnelle Lochstreifeneingabe eignet sich zum Anschluß entweder eines photoelektrischen Lochstreifenlesers mit der Höchstlesegeschwindigkeit von 300 Zeichen/Sek. oder eines mit elektrostatischer Abtastung arbeitenden Lesers mit maximaler Lesegeschwindigkeit von 1000 Zeichen/Sek. Beide Leser können Lochstreifen im 5 bis 8 - Kanal-Code verarbeiten. Für das Lesen sind arithmetischer und Serientransfer zulässig. Der Standard-Peripherie-Lochstreifenleser wird unter Sonderadresse 9 aufgerufen. Sowohl die Anschlußelektronik als auch das Lesegerät selbst sind mit jeweils einem 8 - stelligen Pufferregister ausgerüstet. Durch die Ausführung des Transferbefehls wird der Inhalt des geräteeigenen Pufferregisters in das der Anschlußelektronik übernommen und von hier in Serie in die Transferzelle der Zentraleinheit transportiert. Anschließend wird der Leser gestartet, die nächste Lochkombination in die Lesestation transportiert und in den geräteeigenen Puffer gelesen. Gelangt

der nächste Lesebefehl bereits während des Streifentransportes in das Befehlsregister, so wartet die Zentraleinheit ZUSE Z 25 so lange, bis der Lochstreifen transportiert ist und führt anschließend den anliegenden Lesebefehl aus.

Folgende Skizze zeigt die Wertigkeits-Zuordnung der einzelnen Lochungen des in eine ZUSE Z 25 - Zelle gelesenen Zeichens.



Die Freigabe des schnellen Lochstreifenlesers, die das Vorhandensein eines Zeichens im geräteeigenen Pufferregister bestätigt, ist mit Hilfe des Testsprung-Befehls abfragbar. Dadurch können eventuell die Wartezeiten vermieden werden. Beim Einlegen eines neuen Lochstreifens in die Lesebahn des Lochstreifenlesers ist damit zu rechnen, daß in das geräteeigene Pufferregister ein ungültiges Zeichen gelangt. Daher muß dieses Zeichen geräumt werden. Dies



kann durch einen Transferbefehl ohne Auswertung des Zeichens oder auch durch Ausführung eines mindestens eine Wortzeit dauernden Schaltbefehls

Y (g + s)

erfolgen.

Die Anschlußelektronik des schnellen Lochstreifenlesers besteht aus einer Modul-Reihe. Maximal zwei Lesegeräte können, jedes über eigene Anschlußelektronik, auf eine Sonderadresse angeschlossen werden. Das Gerät wird mit einem Verbindungskabel über die Geräteschnittstelle mit der Anschlußelektronik verbunden.

Beispiel 1

Kopieren eines 5-Kanal-Lochstreifens. Lesen über die schnelle Lochstreifeneingabe, Protokollieren auf Konsolfernschreiber. Der Lochstreifenleser mit der Geräteadresse g ist über Sonderadresse s angeschlossen.

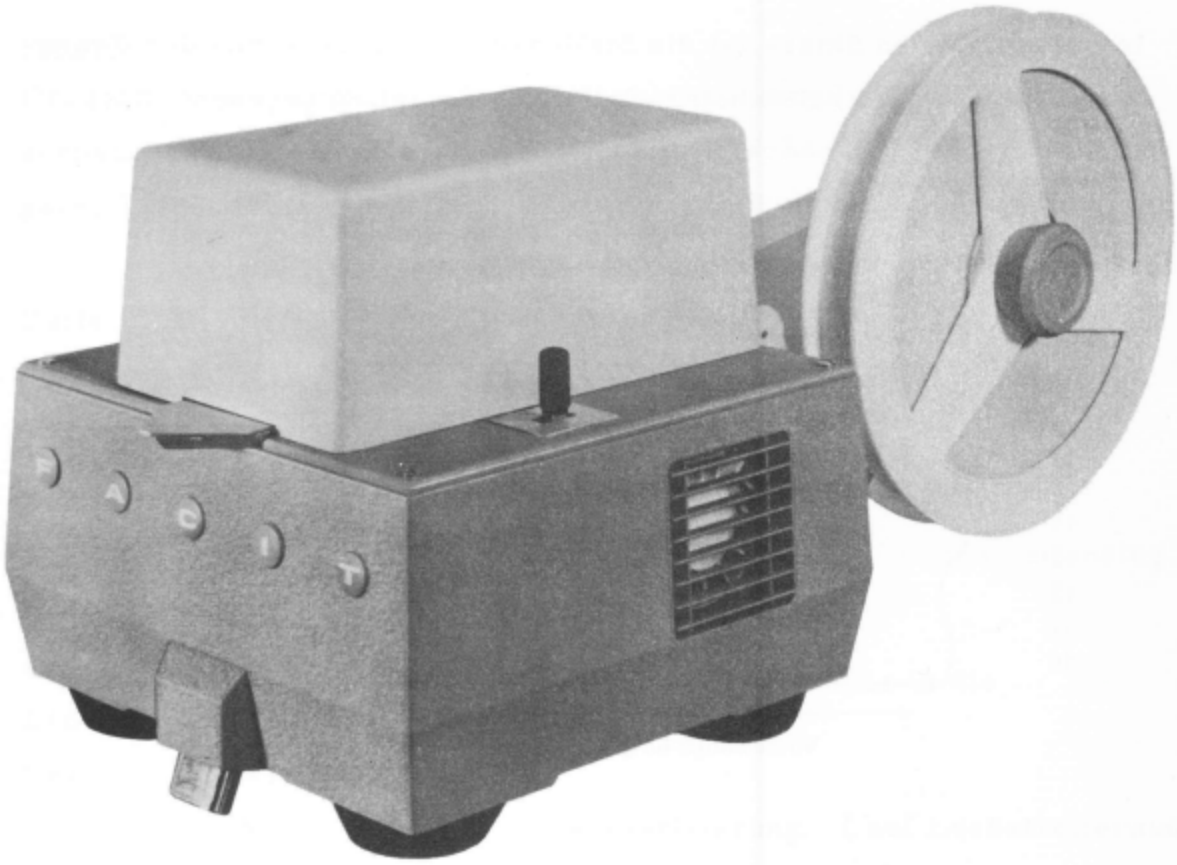
Arithmetischer Transfer.

Zelle	Befehl	Bemerkung
L	Y(g+s)	Abwerfen des ungültigen Zeichens
L+1	X(g+s)	Freigabeaktivierung (auf Lochstreifenleser)
L+2	B s	Transfer eines Zeichens
L+3	RW 5	Verschiebg. des Zeichens in die Ausg.-Stelle
L+4	X 7	Freigabeaktivierung (auf Protokollausgabe)
L+5	U 7	Transfer zum Fernschreiber
L+6	E(L+1)	Sprung auf Programmanfang

Beispiel 2

Einlesen von 1000 Zeichen durch Serientransfer in die Zellen ab Zelle 720 des Speicher-Bereiches 8.

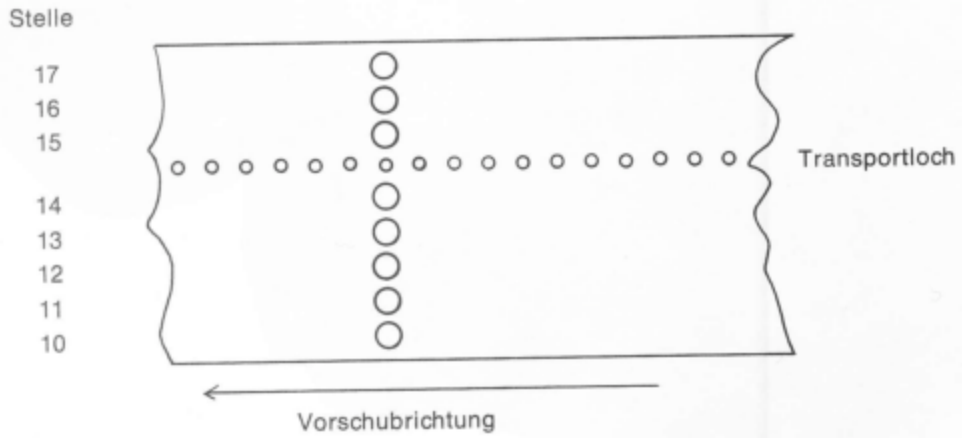
Zelle	Beispiel	Bemerkung
L	Y(g+s)	Abwerfen des ungültigen Zeichens
L+1	X(g+s)	Freigabeaktivierung
L+2	H 8	Transfer von 1000 Zeichen
L+3	Z 999	
L+4	GBT 720	
L+5	.	
L+6	.	



12. SCHNELLE LOCHSTREIFENAUSGABE

Die schnelle Lochstreifenausgabe dient zur Herstellung (Stanzen) von 5 bis 8-Kanal-Lochstreifen in beliebigem Lochstreifencode mit einer Höchstgeschwindigkeit von 150 Zeichen/Sek. Für den Betrieb der schnellen Lochstreifenausgabe sind sowohl arithmetischer als auch Serientransfer zulässig. Die schnelle Lochstreifenausgabe der Standard-Peripherie ist über Sonderadresse 10 angeschlossen. Durch den Transferbefehl wird ein Zeichen lediglich aus der Transfer-Zelle der Zentraleinheit der ZUSE Z 25 in das 8-stellige Pufferregister der Anschlußelektronik übernommen. Aus diesem wird es parallel dem eigentlichen Stanzgerät zugeführt. Nachdem die Lochkombination gestanzt ist, wird der Streifen automatisch um einen Zeichenabstand transportiert. Liegt während des Vorschubs bereits ein neuer Transferbefehl vor, wartet die Zentraleinheit so lange, bis der Vorschub abgeschlossen ist und führt anschließend den anliegenden Befehl aus.

In der folgenden Skizze ist die Stellenzuordnung zwischen der Transfer-Zelle der Zentraleinheit und dem Lochstreifen gegeben:



Die Freigabe, die immer dann vorhanden ist, wenn der Vorschub abgeschlossen und das Pufferregister zur Aufnahme eines Zeichens bereit ist, kann mit dem Testsprung-Befehl abgefragt werden.

Das Stanzgerät ist mit einer automatischen Abschaltvorrichtung ausgestattet. Tritt während einer Zeit von 5 Sek. kein Transferbefehl auf, so schaltet sich das Gerät selbsttätig ab. Tritt ein Transferbefehl auf, während das Gerät sich im abgeschalteten Zustand befindet, so wird das Zeichen in das Pufferregister der Anschlußelektronik übernommen, das Gerät automatisch eingeschaltet und anschließend das Zeichen gestanzt.

An eine Sonderadresse können maximal zwei schnelle Lochstreifenausgaben, jede über eigene Anschlußelektronik, angeschlossen werden. Die Anschlußelektronik umfaßt eine Modul-Reihe. Das Stanzgerät ist mit einem Verbindungskabel an die Gerätsschnittstelle der Anschlußelektronik angeschlossen.

Beispiel 1

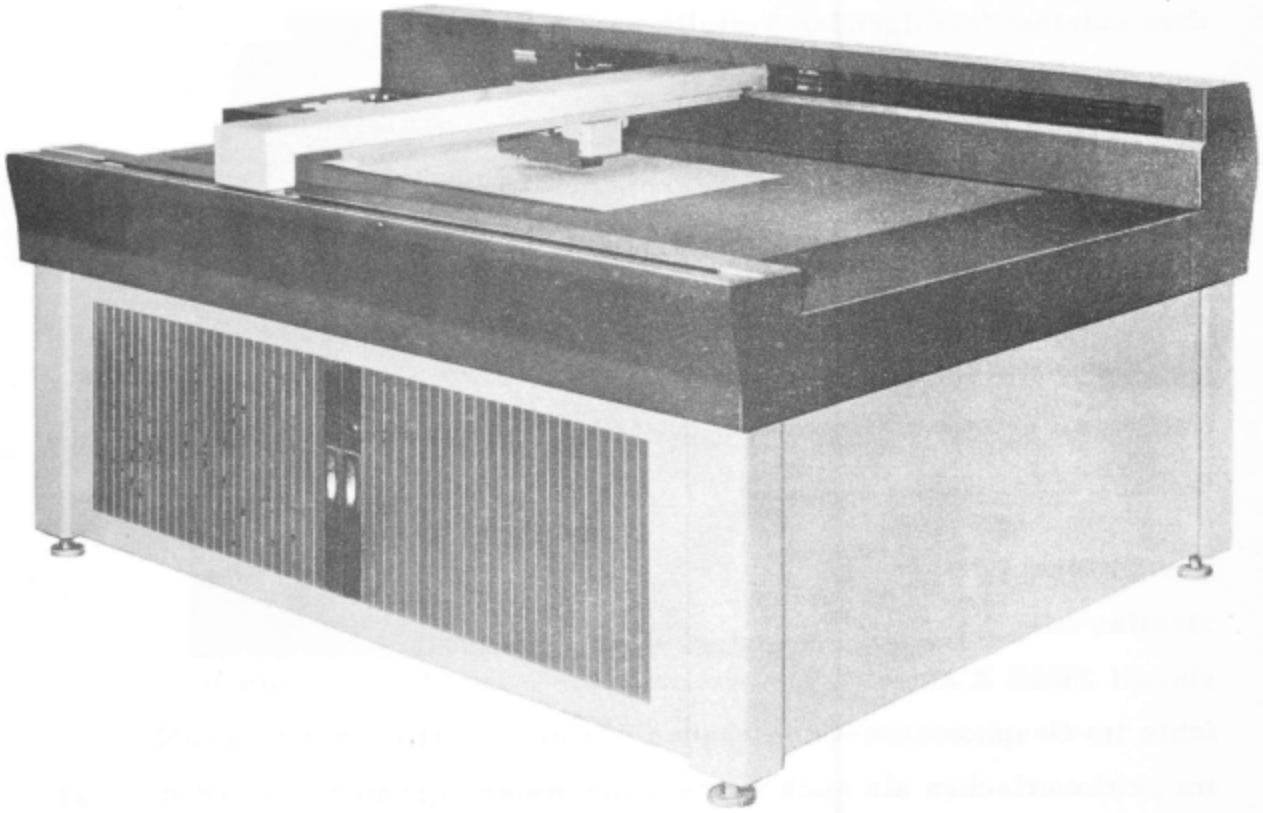
Programm zum Kopieren eines 8-Kanal-Lochstreifens. Eingabe über schnelle Lochstreifeneingabe, Ausgabe über schnelle Lochstreifenausgabe, beides Standard-Peripheriegeräte, arithmetischer Transfer.

Zelle	Befehl	Bemerkung
L	Y9	Abwerfen des ungültigen Zeichens
L+1	CB0	Nullsetzen der Verlängerung
L+2	U3	
L+3	X9	Freigabeaktivierung (auf Lochstreifeneing.)
L+4	B9	Transfer
L+5	RV5	Verschieben des Zeichens in die Ausgabe-Stellen
L+6	RW8	
L+7	A3	
L+8	X10	Freigabeaktivierung (auf Lochstreifenausg.)
L+9	U10	Transfer
L+10	E(L+1)	Sprung auf Programmanfang

Beispiel 2

Ausgabe in Block-Serientransfer von 1000 Zeichen über die schnelle Lochstreifenausgabe, Geräteadresse g, Sonderadresse s. Die Zeichen sind ab Zelle 680 des Bereichs 3 jeweils in den Stellen 10 bis 17 gespeichert.

Zelle	Befehl	Bemerkung
L	X (g+s)	Freigabeaktivierung
L+1	Z999	Transfer von 1000 Zeichen
L+2	H3	
L+3	GUT680	
L+4	.	
L+5	.	



13. ZUSE Z 64-GRAPHOMAT

Der Zeichentisch ZUSE Z 64 - Graphomat ist mit einem Zeichenkopf ausgerüstet, der vier Zeichenstifte und einen Punktstichel aufnehmen kann. Der Zeichenkopf wird von zwei senkrecht zueinander liegenden Spindeln in der X- bzw. Y-Richtung geführt. Die Spindeln werden von einem Motor, jede über eigenes binäres Stufengetriebe, angetrieben. Das Getriebe hat je 5 Stufen, deren Übersetzung von Stufe zu Stufe im Verhältnis 2:1 untersetzt ist, wobei sich die Wirkung einzelner Stufen entsprechend dem Binärsystem addiert. Dadurch ist ein variabler Zeichenkopf-Vorschub von $\pm \frac{1}{16}$ mm bis $\pm \frac{15}{16}$ mm (in Stufen zu $\frac{1}{16}$ mm) pro Arbeitstakt des Graphomaten in beiden Koordinatenrichtungen möglich. Bei 24 Arbeitstakten je Sekunde beträgt die maximale Zeichengeschwindigkeit 22,5 mm in jeder Koordinatenrichtung.

Die Steuerung des Zeichenkopf-Vorschubes erfolgt durch die im Graphomaten-Code enthaltenen Fahrbefehle. Ein Fahrbefehl besteht aus

drei aufeinanderfolgenden 5-stelligen Zeichen:

n . . . Anzahl der Arbeitstakte

v_x . . . Geschwindigkeit in der X-Richtung über n Arbeitstakte

v_y . . . Geschwindigkeit in der Y-Richtung über n Arbeitstakte

Im Graphomaten-Code sind weiterhin Sonderbefehle enthalten, die das Senken einzelner Stifte, Heben aller Stifte, Stechen mit dem Punktstichel usw. bewirken.

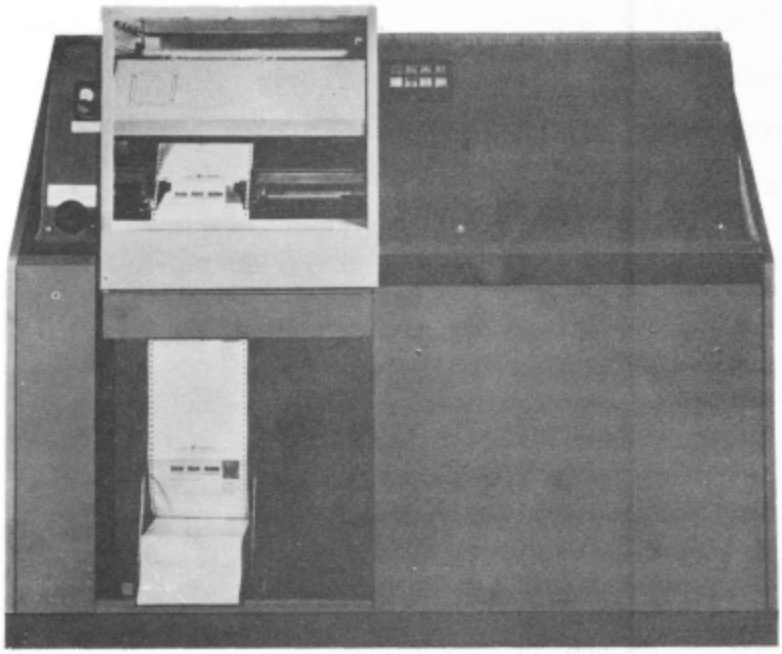
Der Graphomat kann sowohl in Off-line (Steuerung durch Lochstreifen oder Lochkarten) als auch in On-line mit der Zentraleinheit ZUSE Z 25 betrieben werden. Die Fahr- bzw. Sonderbefehle im Graphomaten-Code können von der Zentraleinheit sowohl im arithmetischen als auch im Serientransfer übermittelt werden. Die 5-stelligen Zeichen des Graphomaten-Code müssen in den Stellen 13 bis 17 der zu transferierenden Zelle stehen. Für den Anschluß des Graphomaten über Sonderadresse 11 ist in der Zentraleinheit ZUSE Z 25 eine Geräteschnittstelle vorgesehen. Die maximale Länge des Verbindungskabels ist 8 m.

Zwecks Schaffung von eindeutigen Anfangsbedingungen wird empfohlen, den Graphomaten erst nach Ausführung des Schaltbefehls

Y 11

zu starten.

Damit die Datenübertragung zwischen der Zentraleinheit ZUSE Z 25 und dem Graphomat nicht zwischen einzelnen Zeichen eines zusammenhängenden Fahrbefehls unterbrochen wird, ist es erforderlich, den eventuellen Stop vom Bedienungsfeld des Graphomaten vorzunehmen. Die Unterbrechung der Fahrbefehl-Übertragung läßt sich auch durch einen vom bedingten Schalter gesteuerten programmierten Stop vermeiden.



14. ZEILENDRUCKER

Für eine schnelle Ausgabe von Daten stehen Zeilendrucker mit einer Druckgeschwindigkeit von

5 Zeilen/Sek. oder 14 Zeilen/Sek.

mit je 120 Zeichen pro Zeile (auf Wunsch 160 Zeichen pro Zeile) zur Verfügung. Die Anschlußelektronik des Zeilendruckers ist mit einer Vorrichtung für die Umwandlung von ganzen Festkommazahlen in den Drucker-Code ausgestattet. Sie enthält ebenfalls die Steuerung des Druckformats. Das Druckformat sowie die zu druckenden Zahlen oder alphanumerischen Zeichen sind im Kernspeicher der ZUSE Z 25 gespeichert. Die Übertragung zum Drucker erfolgt blockweise im Serien-Transfer durch folgende Befehlsfolge:

Zelle	Befehl	Bemerkung
L	Xs	Freigabeaktivierung
L+1	Zt	Anzahl der zu übertragenden Worte
L+2	UTm	Die sich aus den vordersten t-Wörtern ergebenden Druckzeichen gelangen zum Zeilendrucker

Durch diese Befehlsfolge gelangen die zu druckenden Zeichen in ein Zeilen-Pufferregister des Zeilendruckers. Die Auslösung des Druckvorganges erfolgt durch den Schaltbefehl mit der Dauer von einer Wortzeit, also

```
Z o
Y s
```

Vor der Auslösung des Druckvorganges kann eine Alarmabfrage gemacht werden. Der Drucker meldet folgende Alarmfälle:

a) Die Anzahl der tatsächlich übertragenen Druckzeichen stimmt nicht mit der im sogenannten Formatwort (das Formatwort wird innerhalb des Block-Serien-Transfers übertragen) angegebenen Anzahl der Druckzeichen überein.

b) Ein ungültiges Zeichen wurde übertragen. Die Abfrage erfolgt durch Untersuchung eines mit dem Befehl

```
Bs
```

in den Akkumulator gebrachten Alarmwortes.

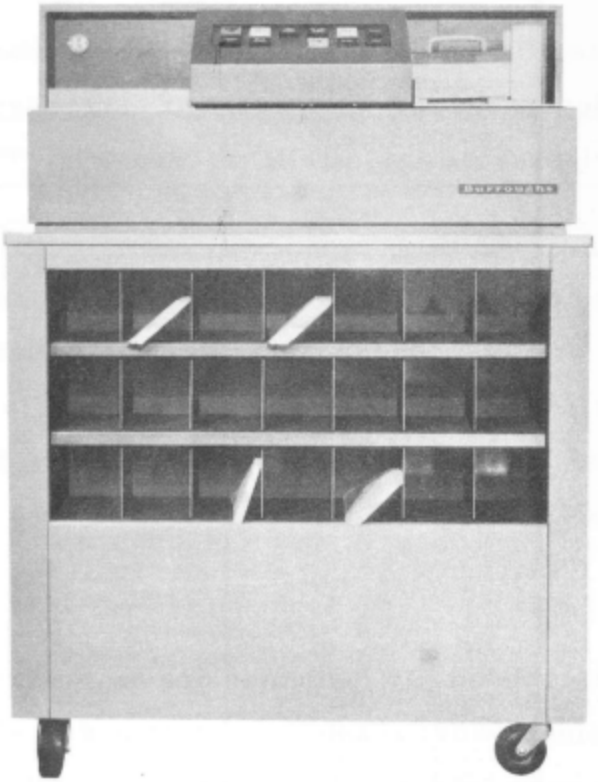
Die fehlerhaft übertragene Zeile kann entweder gedruckt oder durch folgende Befehlsfolge gelöscht werden:

```
Z 1
Y s
```

Für nähere programmtechnische Behandlung der Zeilendrucker-Ausgabe siehe die Schrift:

"ANelex-Drucker mit Maskensteuerung".

Die Anschlußelektronik des Zeilendruckers besteht aus 4 Modul-Reihen. Nur ein Zeilendrucker kann über Anschlußelektronik an eine Sonderadresse angeschlossen werden. Der Zeilendrucker ist mit einem Verbindungskabel über Geräteschnittstelle an die Anschlußelektronik angeschlossen.



15. LOCHKARTENEINGABE 12 000 Karten /h

Der mit fotoelektrischer Abtastung arbeitende Lochkartenleser liest die 80-spaltigen Lochkarten spaltenweise mit einer Höchstgeschwindigkeit von 200 Karten je Minute. Die Information aller 80 Spalten einer Karte wird während des Lesevorgangs in einem Ferritkern-Puffer gespeichert. Anschließend ist die Übertragung des Puffer-Inhalts in den Arbeitsspeicher der Zentraleinheit ZUSE Z 25 mit der Höchstgeschwindigkeit des Serientransfers (11 700 Wörter/Sek. entsprechend 35 000 6-stelligen Zeichen/Sek.) möglich.

15.1. Die Betriebsarten

Die Lochkarteneingabe kann vom Programm auf 5 Betriebsarten umgeschaltet werden. Das Lesen einer Lochkarte wird durch einen Schaltbefehl Y (g+s) eingeleitet.
Die Betriebsart wird durch die Dauer der Ausführung des Schaltbefehls bestimmt. Während ein Schaltbefehl einfacher Wortlänge das Ein-

ziehen einer Karte unter Beibehalt der bereits vorhandenen Betriebsart bewirkt, können mit dem mehr als eine Wortzeit dauernden Schaltbefehl Y (g+s) folgende Betriebsarten eingestellt werden:

Betriebsart 1; ⟨Z2⟩ = 1

Die Information einer Spalte der halbbinär gelochten Lochkarte (es werden nur die 6 oberen Lochungen der Karte, ähnlich wie ein Lochstreifen, benutzt) wird jeweils in eine Zelle der ZUSE Z 25 abgelegt, wobei die oberste Lochung (Überlochung 12) einer Spalte der Stelle 0 der Speicherzelle entspricht.

Betriebsart 2; ⟨Z2⟩ = 2

Die Information von drei halbbinär gelochten Spalten (drei 6-stellige Zeichen) werden zu einem Wort zusammengefaßt und in eine Zelle des ZUSE Z 25-Speichers gespeichert. Die zuerst gelesene Information steht dabei in den untersten 6 Stellen des Wortes.

Betriebsart 3; ⟨Z2⟩ = 3

Die 12-Bit-Information einer Spalte wird ohne jegliche Umcodierung (vollbinär) in eine Zelle der ZUSE Z 25 gebracht, wobei die oberste Lochung einer Spalte (B bzw. 12) der Stelle 0 der Speicherzelle entspricht.

Betriebsart 4; ⟨Z2⟩ = 4

Die Information einer Spalte (im Lochkarten-Code) wird in ein sechsstelliges Zeichen laut folgender Code-Tabelle umgeschlüsselt und beim Blocktransfer in die Stellen 0 bis 5 einer Zelle des ZUSE Z 25 Speichers abgelegt.

Betriebsart 5; ⟨Z2⟩ = 5

Drei sechsstellige Zeichen (wie bei Betriebsart 4 beschrieben) werden zu einem ZUSE Z 25-Wort zusammengefaßt und in einer Speicherzelle abgelegt. Die zuerst gelesene Information steht dabei wieder in den Stellen 0 bis 5.

15.1.1. Code-Tabelle

Spalten-Inhalt		Umgeschlüsseltes 6-stelliges Zeichen	
Gelochte Zeile		B A	8 4 2 1
–	–	0 L	0 0 0 0
12	8–3	L L	L 0 L L
12	8–4	L L	L L 0 0
12	8–5	L L	L L 0 L
12	8–6	L L	L L L 0
12	8–7	L L	L L L L
12	– –	L L	0 0 0 0
11	8–3	L 0	L 0 L L
11	8–4	L 0	L L 0 0
11	8–5	L 0	L L 0 L
11	8–6	L 0	L L L 0
11	8–7	L 0	L L L L
11	– –	L 0	0 0 0 0
0	1	0 L	0 0 0 L
0	8–3	0 L	L 0 L L
0	8–4	0 L	L L 0 0
0	8–5	0 L	L L 0 L
0	8–6	0 L	L L L 0
0	8–7	0 L	L L L L
12	0	L L	L 0 L 0
12	1	L L	0 0 0 L
12	2	L L	0 0 L 0
12	3	L L	0 0 L L
12	4	L L	0 L 0 0
12	5	L L	0 L 0 L
12	6	L L	0 L L 0
12	7	L L	0 L L L
12	8	L L	L 0 0 0
12	9	L L	L 0 0 L
11	1	L 0	0 0 0 L
11	2	L 0	0 0 L 0
11	3	L 0	0 0 L L
11	4	L 0	0 L 0 0
11	5	L 0	0 L 0 L
11	6	L 0	0 L L 0
11	7	L 0	0 L L L
11	8	L 0	L 0 0 0
11	9	L 0	L 0 0 L
0	8–2	0 L	L 0 L 0
0	2	0 L	0 0 L 0
0	3	0 L	0 0 L L
0	4	0 L	0 L 0 0
0	5	0 L	0 L 0 L
0	6	0 L	0 L L 0
0	7	0 L	0 L L L
0	8	0 L	L 0 0 0
0	9	0 L	L 0 0 L
–	0	0 0	L 0 L 0
–	1	0 0	0 0 0 L
–	2	0 0	0 0 L 0
–	3	0 0	0 0 L L
–	4	0 0	0 L 0 0
–	5	0 0	0 L 0 L
–	6	0 0	0 L L 0
–	7	0 0	0 L L L
–	8	0 0	L 0 0 0
–	9	0 0	L 0 0 L
Alle übrigen Spalten-Inhalte		0 0	0 0 0 0

15.2. Blocklängen

Um den Inhalt einer ganzen Lochkarte abzuholen, sind bei den Betriebsarten 1, 3 und 4 Blocklängen von je 80 Worten, bei den Betriebsarten 2 und 5 Blocklängen von je 27 Worten vorzugeben.

Bei teilweise durchgeführtem Transfer in Blöcken kürzerer Länge (bis herunter zu Blocklängen von nur 1 Wort) wird stets diejenige Information als erste geholt, die auf die letzte des vorhergehend transportierten Blockes folgt.

Wird durch ein Versehen eine größere Gesamtblocklänge (Summe der einzelnen Blocklängen) als 80 bzw. 27 Worte angegeben, so werden für die zuviel angegebenen Worte Nullen transferiert.

15.3. Wiederholung des Blocktransfers

Ist ein Teil des Puffers transferiert worden und soll noch einmal mit dem Transfer bei der ersten Information (erste Spalte der Lochkarte) begonnen werden, so ist vor erneutem Transfer die Befehlsfolge:

X (g+s)
U s

auszuführen.

15.4. Alarmabfrage

Störungen im Betrieb des Lochkartenlesers bzw. der Anschlußelektronik können vom Programm durch Abfrage des Inhalts eines 5-stelligen Testregisters erkannt werden. Der Inhalt des Testregisters kann in arithmetischem Transfer abgeholt werden. Dem Vorhandensein einer Eins in den einzelnen Stellen des Testregisters ist folgende Bedeutung zugeordnet.

Stelle	Bedeutung
2^0	Puffer in der Anschlußelektronik nicht gefüllt (Lochkarte noch nicht vollständig gelesen)
2^1	Kartenvorratsbehälter leer geworden
2^2	Fehler während des Kartenlesens (Lesefehler oder ungültiges Zeichen)
2^3	Lochkartenleser nicht betriebsbereit (Leser nicht eingeschaltet, Kartenstau usw.)
2^4	Pufferalarm Fehlerhafte Wiedergabe der gelesenen Information durch den Puffer der Anschlußelektronik.

Der Zustand des Testregisters kann durch einen T - Befehl getestet werden. Liegt keine Freigabe vor, so ist mindestens eine der angeführten Alarmursachen vorhanden. Eine fehlerhafte Wiedergabe der Information durch den Puffer ist erst nach dem Transfer erkennbar. Daher empfiehlt sich zum Lesen von Lochkarten folgende Befehlsfolge:

Zelle	Befehl	Bemerkung
L	Zn	Einziehbefehl mit Bestimmung der Betriebsart
L+1	Y (g+s)	
L+2	Zt	Blocklänge
L+3	X (g+s)	Freigabeaktivierung
L+4	T (L+10)	Freigabetest
L+5	BTm	Transfer
L+6	T (L+10)	Freigabetest (Pufferalarm)
L+7	(Zn)	Eventuelles Umschalten der Betriebsart für die folgenden Lochkarten
L+8	Y (g+s)	Einziehbefehl
L+9	E (L+2)	Sprung auf Programmanfang
L+10	Bs	Transfer des Testregister-Inhalts
L+11	·	Untersuchung der Alarmursache
L+12	·	
usw.		

Die Stelle 2^1 (Kartenvorratsbehälter leer geworden) wird erst anschließend an das Betätigen der Drucktaste " END OF FILE " am Bedienungsfeld des Lochkartenlesers gesetzt. Dies erfolgt sinnvollerweise durch das Bedienungspersonal, nachdem von der Anlage eine Meldung " Lochkartenleser nicht betriebsbereit " gegeben wurde. Somit kann die Zentraleinheit den Transfer des Inhaltes der bereits gelesenen letzten Lochkarte eines Kartenstapels durchführen.

15.5. Gültigkeitskontrolle

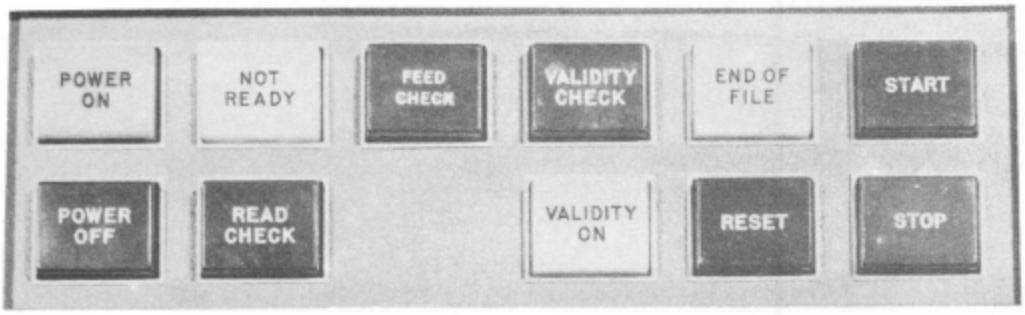
Der Lochkartenleser ist mit einer Einrichtung für die Gültigkeitskontrolle versehen. Sie wirkt nur bei Verwendung der Betriebsarten 4 und 5. Alle in der Code-Tabelle nicht verzeichneten Spalteninhalte ergeben nach Umschlüsselung Null und gelten als ungültige Zeichen.

Die Wirkung der Gültigkeitskontrolle kann durch die Stellung eines im Leser eingebauten Umschalters folgendermaßen beeinflußt werden:

Stellung B 5000. Gültigkeitskontrolle wird durchgeführt, unabhängig davon, ob die Drucktaste " VALIDITY ON " eingeschaltet ist oder nicht. Beim Lesen eines ungültigen Zeichens erfolgt eine Anzeige sowohl im Testregister als auch durch das Aufleuchten des Leuchtfeldes " VALIDITY CHECK " am Bedienungsfeld des Lesers. Dieser Alarmzustand wird durch einen Einzieh-Befehl gelöscht.

Stellung B 200. Gültigkeitskontrolle wird nur dann durchgeführt wenn die Drucktaste " VALIDITY ON " eingeschaltet (leuchtend) ist. Zusätzlich zu dem unter Stellung B 5000 beschriebenen wird die Zufuhr von weiteren Lochkarten in die Lesebahn unterbunden. Dies wird durch das Aufleuchten des Leuchtfeldes " NOT READY " und Setzen der entsprechenden Stelle des Testregisters angeregt.

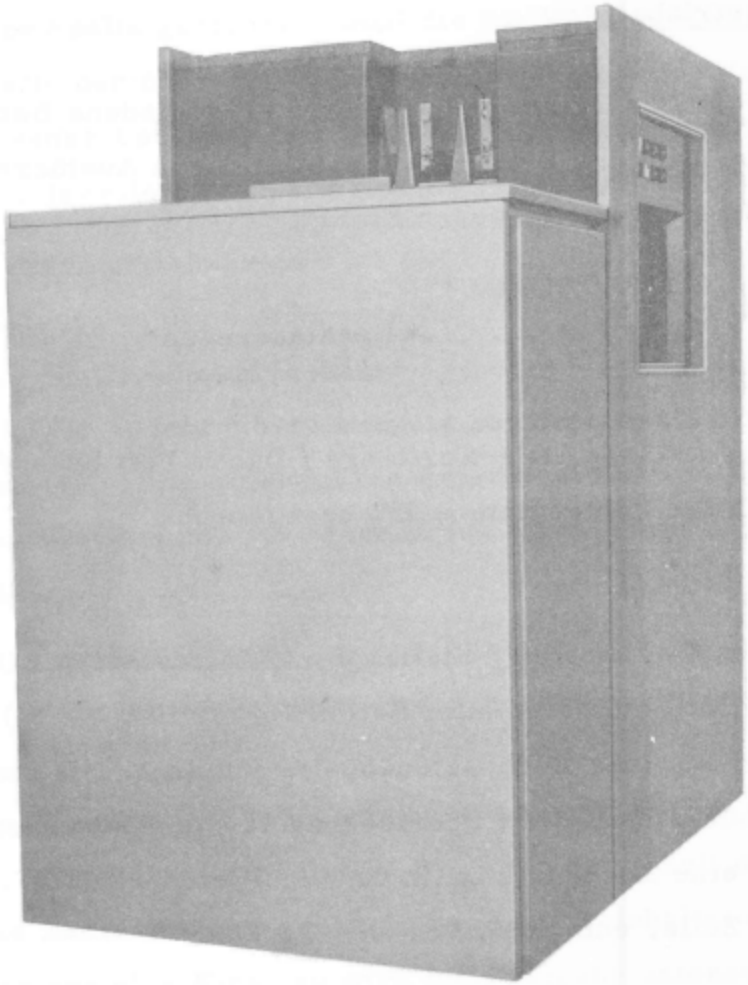
15. 6. Das Bedienungsfeld des Lochkartenlesers



Die Funktion und Bedeutung der einzelnen Drucktasten bzw. Leuchtfelder ist im folgenden beschrieben:

POWER ON POWER OFF	Die Wirkung dieser Drucktasten ist verhindert. Das Gerät wird im Falle, daß es vorgewählt ist, gemeinsam mit dem ganzen ZUSE Z 25-Datenverarbeitungssystem ein-bzw. ausgeschaltet.
NOT READY	Leser nicht betriebsbereit, Leuchtanzeige.
VALIDITY CHECK	Ungültiges Zeichen; Leuchtanzeige. Nur bei leuchtender Drucktaste VALIDITY ON
READ CHECK	Lesefehler; Leuchtanzeige.
FEED CHECK	Kartenstau; Leuchtanzeige.
END OF FILE	Drucktaste mit Leuchtanzeige. Wird betätigt, nachdem Kartenvorrat leergeworden ist. Leuchtet nach Betätigung auf.
VALIDITY ON	Gültigkeitskontrolle ein. Drucktaste mit Leuchtanzeige.
RESET	Löschen. Drucktaste zum Löschen der Alarme
START	Inbetriebnahme des Lesers. Vor Betätigung evtl. Alarme löschen. Durch Inbetriebnahme erlöscht die Leuchtanzeige NOT READY
STOP	Drucktaste. Durch Betätigung leuchtet NOT READY auf.

Die Anschlußelektronik der Lochkarteneingabe umfaßt 6 Modul-Reihen. An eine Sonderadresse können höchstens zwei Lochkartenleser angeschlossen werden. Das Gerät ist mit der Anschlußelektronik über die Geräteschnittstelle mit einem Kabel verbunden. Das Fassungsvermögen des Kartenvorratsbehälters ist 600 Lochkarten.



16. LOCHKARTENAUSGABE 6000 Karten/h

Der Lochkartenstanzer stanzt die 80-spaltigen Lochkarten zeilenweise mit einer Höchstgeschwindigkeit von 100 Karten je Minute. In der Anschlußelektronik der Lochkartenausgabe ist ein Ferritkern-Puffer vorhanden, der die Information für eine ganze Lochkarte in beliebigem Code aufnehmen kann. Dieser Puffer wird im Serientransfer aus dem Kernspeicher der Zentraleinheit gefüllt. Der Stanzvorgang wird automatisch am Ende der Ausführung des Umspeichertransfer-Befehles eingeleitet. Während des eigentlichen Stanzvorganges ist die Zentraleinheit für die Durchführung anderer Programme frei. Die gesamte Information für eine Lochkarte muß durchgehend mit einem einzigen Umspeichertransfer-Befehl transferiert werden.

16.1. Betriebsarten

Vom Programm her sind drei verschiedene Betriebsarten einstellbar. Die Wahl der Betriebsart erfolgt durch Ausführung des Befehls " Schaltbefehl zur externen Einheit ".

Y (g+s)

g = ... Geräteadresse
s = ... Sonderadresse

mit geeigneter Wortlänge. Die Wortlänge (Dauer) ist bekanntlich durch den Inhalt des Zählregisters Z 2 bestimmt.

Betriebsart 1; ⟨Z2⟩ = 1

Halbbinär. Die in den unteren 6 Stellen der transferierten ZUSE Z 25 Kernspeicherzellen enthaltene Information (Stelle 0 bis 5) wird in die oberen 6 Zeilen einer Lochkarten-Spalte gestanzt. Die Stelle 0 entspricht der obersten Zeile (Überlochung 12) der Lochkarte. Die Information für eine Lochkarte ist in 80 Kernspeicherzellen, jeweils eine Spalte pro Zelle, enthalten.

Betriebsart 2;⟨Z2⟩ = 2

Die Information einer Kernspeicherzelle der ZUSE Z 25 enthält drei aufeinanderfolgende Zeichen zu je 6 Stellen. Diese Zeichen werden in die oberen 6 Zeilen dreier aufeinanderfolgender Spalten derartig gestanzt, daß in die erste der drei Spalten die Information der Stellen 0 bis 5, in die zweite die der Stellen 6 bis 11 und in die dritte diejenige der Stellen 12 bis 17 gelangt. Die Stellen 0, 6 und 12 entsprechen der obersten Zeile einer jeweiligen Spalte. Die Information einer Lochkarte ist somit in 27 aufeinander folgenden Zellen des ZUSE Z 25 - Kernspeichers enthalten.

Betriebsart 3; ⟨Z2⟩ = 3

Vollbinär. Die Information für eine Spalte steht in den Stellen 0 bis 11 einer ZUSE Z 25-Kernspeicherzelle. Die restlichen Stellen der Zelle müssen Nullen enthalten. Jeweils ein solches 12-stelliges Zeichen

wird in eine Spalte gestanzt, wobei die Stelle 0 der ZUSE Z 25- Kernspeicherzelle der obersten Zeile der Lochkarte entspricht. Die Information einer Lochkarte ist in 80 aufeinander folgenden Kernspeicherzellen, jeweils eine Spalte pro Zelle, enthalten.

Bei allen drei Betriebsarten wird die Information in der Reihenfolge der Speicherung in die aufeinander folgenden Spalten derart gestanzt, daß die zuerst transferierte Information der ersten Lochkartenspalte entspricht. Ein Befehl " Schaltimpuls zur externen Einheit " einfacher Wortlänge (⟨Z2⟩ = 0) hat auf die Betriebsart keinen Einfluß. Die Betriebsartbestimmung ist während des eigentlichen Stanzvorganges nicht zulässig.

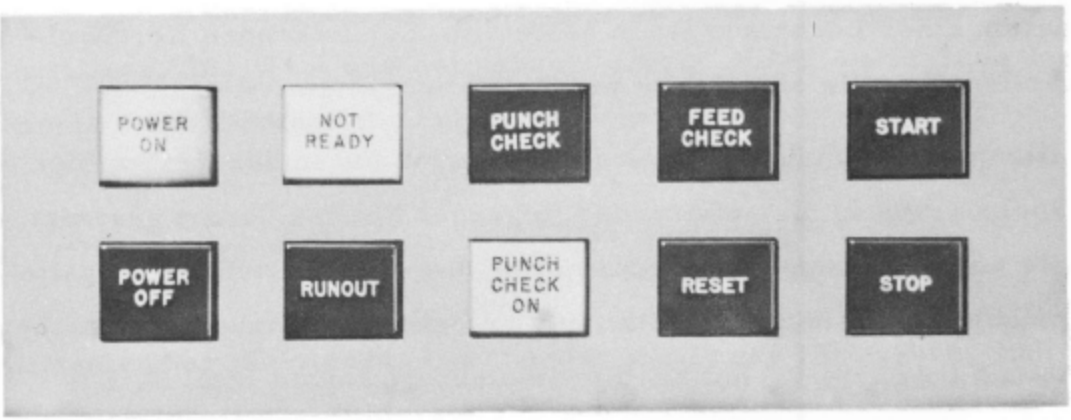
16.2. Alarmabfrage

Der Betriebszustand der Lochkartenausgabe (Störungen, Arbeitsgang usw.) kann durch die Abfrage eines 4-stelligen Testregisters vom Programm her untersucht werden. Durch arithmetischen Transfer, sinnvollerweise Befehl Bs, kann der Inhalt des Testregisters in die Zentraleinheit gebracht werden. Beinhaltet das Testregister mindestens eine Eins, so wird die Freigabe untersagt. Eine Auskunft über den Inhalt des Testregisters kann also bereits durch Testsprung-Befehl erfolgen.

Die einzelnen Stellen des Testregisters haben folgende Bedeutung:

Stelle	Bedeutung
2^0	Stanzvorgang (Karte wird gerade gestanzt)
2^1	Stanzfehler in der vorletzt gestanzten Karte. In diesem Fall leuchten die Anzeigen NOT READY und PUNCH CHECK am Bedienungsfeld des Lochkartenstanzers. Die Prüfung auf Stanzfehler erfolgt nur, wenn die Drucktaste PUNCH CHECK ON eingeschaltet ist.
2^2	Stanzer nicht betriebsbereit. Folgende mögliche Ursachen: Stanzer nicht eingeschaltet, leerer Vorratsbehälter, voller Auffangbehälter, Stanzfehler, Kartenstau (keine einwandfreie Zuführung) , Abdeckhauben mangelhaft angebracht, Lochplatte (PUNCH DIE) mangelhaft eingelegt.
2^3	Fehlerhafte Wiedergabe der Information aus dem Puffer der Anschlußelektronik.

16.3. Bedienungsfeld des Lochkartenstanzers

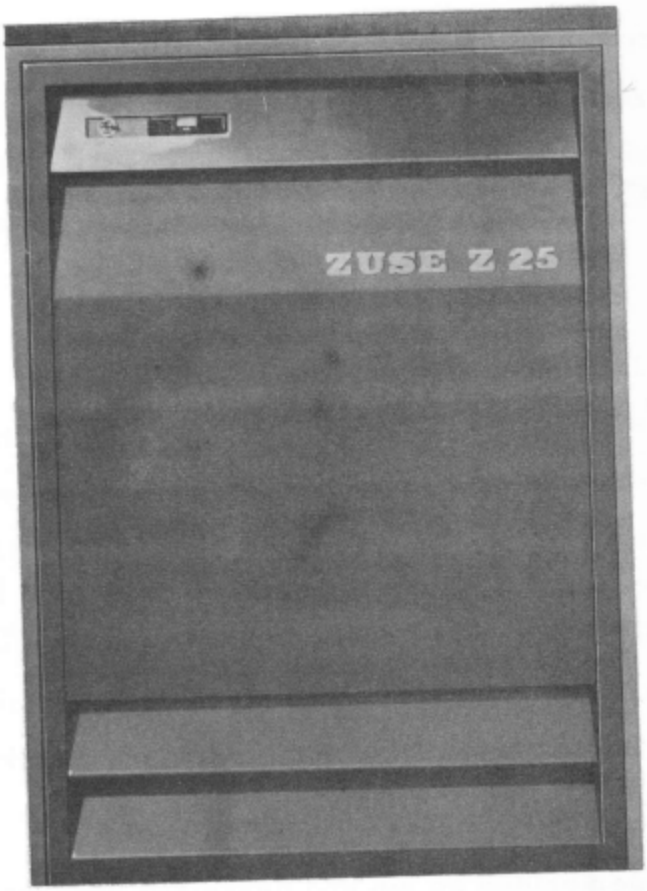


Die Funktion bzw. Bedeutung einzelner Drucktasten und Leuchtfel- der ist im folgenden beschrieben:

POWER ON POWER OFF	Die Wirkung dieser Drucktasten ist beim ZUSE Z 25-Datenverarbeitungssystem verhindert. Das Gerät wird, wenn vorgewählt, gemeinsam mit dem gesamten System ein- bzw. ausgeschaltet.
NOT READY	Stanzer nicht betriebsbereit, Leuchtanzeige.
PUNCH CHECK	Stanzfehler; Leuchtanzeige. Nur bei leuchtender Drucktaste PUNCH ERROR.
PUNCH CHECK ON	Kontrolle auf Stanzfehler. Drucktaste mit Leuchtanzeige.
FEED CHECK	Kartenstau. Leuchtanzeige.
RESET	Löschen. Drucktaste. Zum Löschen der Alarme.
START	Inbetriebnahme des Stanzers. Drucktaste. Vor der Betätigung müssen evtl. Alarme gelöscht werden. Durch Inbetriebnahme erlöscht die Anzeige NOT READY.
STOP	Drucktaste. Durch Betätigung leuchtet die Anzeige NOT READY auf.

Der Stanzer hat einen Vorrats- und Auffangbehälter mit einem Fassungsvermögen von je 1000 Karten.

Die Anschlußelektronik umfaßt 6 Modul-Reihen. An eine Sonderadresse können höchstens zwei Lochkartenausgaben angeschlossen werden.
Der Lochkartenstanzer wird mit einem Verbindungskabel über die Geräteschnittstelle mit der Anschlußelektronik verbunden.



17. MAGNETTROMMELSPEICHER

Die Magnettrommel hat 256 einzeladressierbare Spuren zu je 69 ZUSE Z 25-Wörtern, also eine Gesamt-Speicherkapazität von 17 664 Wörtern. Die Übertragungsgeschwindigkeit beträgt 6900 18-stellige Wörter/Sek. Die mittlere Zugriffszeit ist 5msec. pro Block.

Die Datenübertragung zwischen der Magnettrommel und dem Kernspeicher der ZUSE Z 25 geschieht im Serientransfer. So ist eine Übertragung von Blöcken zu maximal 1 024 Wörtern möglich. Die Spuradresse wird durch den Befehl Us (die Trommeleinheit ist über Sonderadresse s angeschlossen) aus dem Akkumulator in die Trommeleinheit übertragen. Sie wird beim Transfer von Blöcken, die länger als 69 Wörter sind, automatisch aufgezählt. Die Anzahl der Wörter,

die übertragen werden sollen, wird wie üblich in das Zählregister gesetzt. Somit ergibt sich die nachstehende Befehlsfolge:

X (g+s)	. . . . .	Freigabeaktivierung
Zt	. . . . .	Blocklänge definieren
CBn	. . . . .	Spuradresse definieren
Us	. . . . .	
BTm bzw. UTm	. . . . .	Transfer-Befehl

Die Magnettrommel und die dazugehörige Elektronik sind in einem Trommelschrank untergebracht, dessen Außenabmessungen gleich denen des normalen Elektronikschrankes sind. An eine Sonderadresse können höchstens zwei Magnettrommelspeicher angeschlossen werden.

Die Auswahl einer der beiden an ein und derselben Sonderadresse angeschlossenen Trommeleinheiten erfolgt durch Geräteadresse g im Adressenteil der Befehle X und Y.

17.1. Alarmabfrage

Während des Schreibens auf die Trommel wird zu jedem übertragenen 18-stelligen Wort eine Quersummenstelle hinzugesetzt. Beim Lesen von der Trommel wird die Quersumme automatisch geprüft. Eine evtl. Fehlablesung während des Bringtransfers wird in der Alarmeinrichtung registriert. Die Wirkung der Alarmeinrichtung kann durch Programm bestimmt werden. Bei Ausführung des nur eine Wortzeit dauernden (⟨Z2⟩ = 0) Schaltbefehls.

Y (g+s)

vor dem Bringtransfer schaltet die Alarmeinrichtung derart, daß beim Auftreten eines Alarmes die Freigabe seitens des Magnettrommelspeichers untersagt wird. Der unvollständig ausgeführte Serientransfer-

Befehl steht in diesem Falle im Befehlsregister der ZUSE Z 25. Eine Entscheidung über die Fortsetzung des Programmes ist vom Bedienenden zu treffen. Wird vor dem Bringtransfer ein Schaltbefehl mit mehr als einer Wortzeit Dauer gegeben, also

$$\begin{matrix} Zt & t \geq 1 \\ Y & (g+s) \end{matrix}$$

so wird der Transfer trotz einer eventuellen Fehlablesung vollständig durchgeführt. Die Freigabe wird im Falle einer Fehlablesung erst unmittelbar nach Ablauf des Transferbefehles entzogen. Eventueller Alarm kann daher mittels eines Testsprung-Befehls abgefragt werden.

Durch Alarm leuchtet die Alarmanzeige im Bedienungsfeld der Trommeleinheit auf.

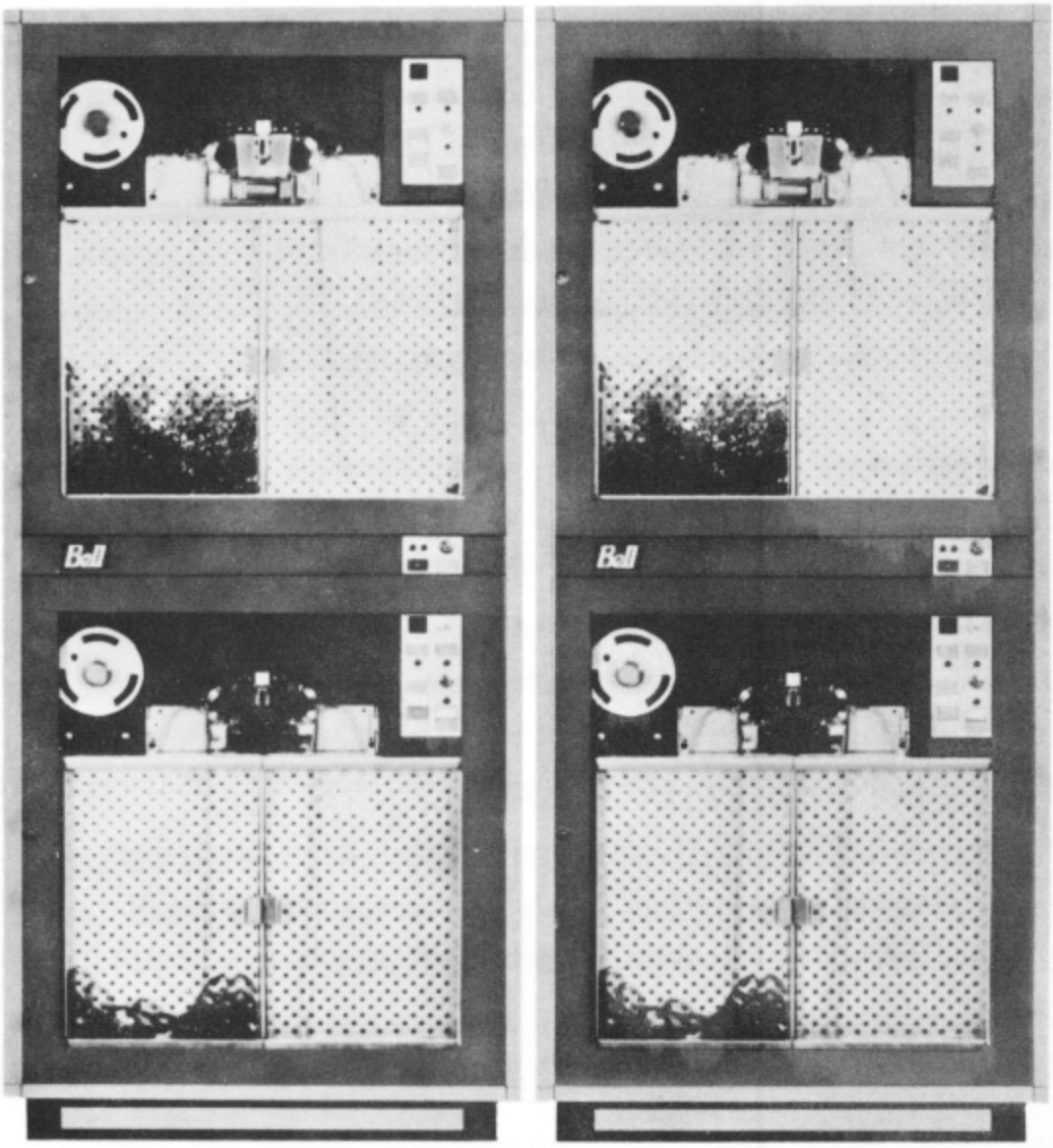
17.2. Abschnittsperre

Die 256 Trommelspuren sind in 16 Abschnitte zu je 16 Spuren aufgeteilt. Jeder Abschnitt kann durch Betätigung eines Kippschalters gegen Überschreiben gesichert werden. Erfolgt ein Umspeichertransfer-Befehl auf eine Spur des gesperrten Abschnittes, bleibt die Freigabe untersagt. Das Schaltfeld für die Abschnittsperre ist nach Öffnen der Tür des Trommelschrankes zugänglich.

17.3. Das Bedienungsfeld der Magnettrommeleinheit

Das an der linken Seite des Bedienungsfeldes angebrachte elektrische Schloß dient zur Einschaltung des Trommelantriebmotors. Die Anlaufzeit beträgt etwa 2 Minuten. Nach Beendigung des Anlaufs leuchtet das mit " Trommel-Ein " gekennzeichnete Leuchtfeld auf. Die Vorwahl erfolgt durch Betätigung der Drucktaste " Vorwahl " (oberes

Leuchtfeld leuchtet, wenn vorgewählt). Erst nach Ablauf der Anlaufzeit darf das ZUSE Z 25 Datenverarbeitungssystem eingeschaltet werden. Das Aufleuchten des mit " Fertig " gekennzeichneten Leuchtfeldes zeigt an, daß die Trommel betriebsbereit ist. Sowohl das Schloß als auch die Vorwahltaste dürfen zwar während des Betriebes betätigt werden, jedoch ist ihre Wirkung bis zum erneuten Aus- und Einschalten des gesamten ZUSE Z 25-Datenverarbeitungssystems verriegelt.



18. MAGNETBANDSPEICHER

Die Datenübertragung zwischen Magnetbandspeicher und Arbeitsspeicher der ZUSE Z 25-Zentraleinheit erfolgt im Paralleltransfer. Die Transfergeschwindigkeit richtet sich nach der Aufzeichnungsdichte und beträgt 110.000 6-stellige Zeichen/Sek. bei 556 bit / Zoll bzw. 39.400 6-stellige Zeichen bei 200 bit/Zoll. Die Bandgeschwindigkeit ist 5 mtr/Sek. Die Speicherkapazität beträgt maximal:

2.100.000 6-stellige Zeichen bei 556 bit/Zoll

800.000 6-stellige Zeichen bei 200 bit/Zoll

Die Länge des 1/2 " breiten, 1,5 mill. dicken Bandes beträgt 125 m.

18.1. Informationsdarstellung

Die Information wird auf dem Band in Blöcken variabler Länge, von 3 bis 3072 Zeichen entsprechend 1 bis 1024 ZUSE Z 25-Wörtern, geschrieben. Die einzelnen Blöcke sind voneinander durch Blocklücken, d.h. nicht beschriebene Bandabschnitte, getrennt. Die Blocklücke entsteht automatisch während des Anlaufens und Abbremsens des Bandtransportes beim Schreiben. Die Aufzeichnung auf dem 7-spurigen Band (sechs Spuren für die in einem Zeichen enthaltene Information, die siebte Spur für die Quersumme) erfolgt wahlweise entweder mit gerader Quersumme oder vollbinär mit ungerader Quersumme. Die Umschaltung findet durch Betätigung der Drucktasten am Bedienungsfeld des betreffenden Laufwerkes statt. Die Längssumme wird als gesondertes Zeichen am Ende des Blockes geschrieben. Quer- und Längssumme werden sowohl beim Lesen als auch beim Kontrollesen während des Schreibens geprüft.

Der Inhalt eines ZUSE Z 25-Wortes wird auf dem Band durch drei aufeinanderfolgende sechsstellige Zeichen dargestellt. Dabei gilt sowohl beim Lesen als auch beim Schreiben die Zuordnung:

1. Zeichen	-	Stellen 12 - 17
2. Zeichen	-	" 6 - 11
3. Zeichen	-	" 0 - 5

18.2. Befehle zum Betrieb des Magnetbandspeichers

Es wird zwischen transferierenden und nichttransferierenden Magnetband-Operationen unterschieden. In beiden Fällen wird der Befehl Magnetbandoperation, Binärcode 25, benutzt. Dieser Befehl hat die Form:

MB (α + β)

α und β sind im Adressenteil des Befehlswortes angegeben und haben folgende Bedeutung :

α . . . . Stellen 7 bis 9; gibt die Art der durchzuführenden Magnetbandoperation gemäß der untenstehenden Tabelle an :

α	Operation	Buchstaben-Code
0	Vorwärtslesen	VL
1	Rückwärtslesen	RL
2	Vorwärtsschreiben	VS
3	Rückwärtsschreiben	RS
4	Vorwärtsspringen	VB
5	Rückwärtsspringen	RB
6	Entladen	EL
7	Bandrücklauf	BA

β . . . . Stellen 0 bis 2; Laufwerksadresse. Jedes Laufwerk enthält durch die Einstellung eines Drehschalters eine eigene Laufwerksadresse. Das Laufwerk wird daher bei Übereinstimmung der so eingestellten Adresse mit der im Befehlswort enthaltenen Laufwerksadresse vorgewählt. In diesem Falle leuchtet die Adressenanzeige am Laufwerk.

Während bei den nichttransferierenden Magnetbandoperationen (α von 4 bis 7) der Befehl MB (α + β) alleine bereits die Ausführung der dadurch bestimmten Operation bewirkt, ist für die transferierenden Operationen (α von 0 bis 3) noch ein darauffolgender Serientransfer-Befehl erforderlich.

Da durch den Befehl Magnetbandoperation bereits das Band gestartet wird, muß der entsprechende Serientransfer-Befehl nach höchstens 1msec. folgen. Die Zeit zwischen den beiden Befehlen, jedoch ohne Umgestaltung der Freigabeaktivierung, darf zur Ausführung anderer Befehle benutzt werden.

Der Paralleltransfer findet also durch folgende Befehlsfolge statt:

Xs	Freigabeaktivierung
MB (α+β)	Magnetbandoperation
Zt	Blocklänge t + 1 Wörter
Btm bzw. UTm	Transfer

Der eigentliche Paralleltransfer wird also durch einen Serientransfer-Befehl ausgelöst, wenn vorhergehend (nicht unbedingt unmittelbar davor) ein geeigneter Befehl MB ($\alpha+\beta$) ausgeführt wurde.

18.3. Magnetbandoperationen

Vorwärtslesen VL, $\alpha = 0$

Von dem in der Vorwärts-Richtung nächststehenden Block des Bandes werden die ersten t + 1 Wörter, d.h. 3 (t + 1) sechsstellige Zeichen, gelesen und in die t + 1 aufeinander folgenden Zellen ab Zelle m des Arbeitsspeichers gespeichert. Die Zentraleinheit ZUSE Z 25 ist nur während des effektiven Transfers von t + 1 Wörtern mit dem Magnetband verbunden. Sie kann sofort anschließend ihr Programm fortsetzen. Das Band selbst wird aber in jedem Falle bis zur nächsten Blocklücke transportiert und dort gestoppt, falls kein weiterer Befehl zum Vorwärtslesen vor dem Erreichen der Blocklücke ansteht. Beim Lesen der Blöcke, die weniger als t + 1 Wörter beinhalten, kann nach dem Transfer von effektiv vorhandenen Wörtern die Anzahl der mehr angegebenen aus dem Inhalt des Zählregisters Z2 als

$$\langle Z\,2\rangle + 1$$

festgestellt werden. Es soll also beachtet werden, daß nach dem Lesen eines aus 500 Wörtern bestehenden Blockes mit der Befehlsfolge:

```
Ys
Z499
MB α+β
BTm
```

im Zählregister die minus Eins (= 1023) vorhanden ist.

Rückwärtslesen RL, $\alpha = 1$

Das Band wird um einen Block, d.h. bis zum Gelangen der nächsten Blocklücke unter den Lesekopf, zurücktransportiert, hier gestoppt

und wieder in die Vorwärtsrichtung gestartet. Anschließend erfolgt das unter Vorwärtslesen Beschriebene.

Vorwärtsschreiben VS, $\alpha = 2$

Der Inhalt von t + 1 Zellen, ab Zelle m des Arbeitsspeichers, wird als ein Block auf Band geschrieben. Nachdem die am Blockende geschriebene Längssumme kontrollgelesen wurde, enthält das Laufwerk automatisch ein Stopsignal. Während des Bremsvorganges wird der erste Teil der Blocklücke gebildet. Ein zweiter Teil der Blocklücke entsteht während des nächsten Anlaufvorganges.
Nach dem Transfer gilt unabhängig von t:

$$\langle Z\ 2 \rangle = -1$$

Rückwärtsschreiben RS, $\alpha = 3$

Das Band wird ebenfalls wie beim Rückwärtslesen um einen Block zurücktransportiert, nach dem STOP-START (zur Richtungsumkehr) in der Vorwärtsrichtung um ca. 2 cm weiter transportiert, womit die Blocklücke verlängert wird. Anschließend erfolgt das Beschreiben eines Blockes ebenfalls wie beim Vorwärtsschreiben. Diese Magnetband-Operation kann dazu verwendet werden, um:

a) Eine schadhafte Stelle am Band zu umgehen. Die Operation Rückwärtsschreiben muß in diesem Fall unmittelbar anschließend an das fehlerhafte Schreiben folgen.

b) Eine Fortsetzung des Schreibens auf Band ab letztgeschriebenem Block, nachdem der Schreibzustand des betreffenden Laufwerkes unterbrochen wurde, vorzunehmen. Dies geschieht z. B. dann, wenn ein früher bereits bis zur Hälfte beschriebenes Band weiter beschrieben werden soll.

Vorwärtsspringen VB, $\alpha = 4$

Das Band wird um t + 1 Blöcke in der Vorwärtsrichtung transportiert und stoppt anschließend. Die um eins verminderte Anzahl der Blöcke, die übersprungen werden sollen, wird vor dem MB-Befehl ins Zählregister Z 2 gebracht. Bei Angabe einer größeren Anzahl von Blöcken als effektiv bis zum Bandende vorhanden, ist das Verhalten von der Bandende-Markierung abhängig (siehe unter Alarme).

Rückwärtsspringen RB, $\alpha = 5$

Das Band wird um t + 1 Blöcke zurücktransportiert. Im übrigen gilt sinngemäß das unter Vorwärtsspringen Beschriebene.

Entladen EL, $\alpha = 6$

Das Band wird auf die Spule aufgewickelt, damit diese vom Laufwerk entnommen werden kann.

Bandrücklauf BA, $\alpha = 7$

Das Band wird derart zurücktransportiert, daß der erste Block des Bandes mit einem anschließenden Befehl Vorwärtslesen zum Lesen bereitsteht.

18.4. Bandende-Markierung

Zwecks Erkennung des Bandanfangs und Bandschlusses sind an beiden Enden des Bandes Markierungen vorgesehen. Als Bandende-Markierungen sind, abhängig von der Type des verwendeten Laufwerkes, entweder an das Band angeklebte reflektierende Folien oder durchsichtige Fenster angebracht. Das Band wird an beiden Seiten des Schreib-Lesekopfes durch Fotozellen überwacht. Das Verhalten beim Erreichen der Bandende-Markierung (etwa 25 mm vor dem Schreib-Lesekopf) ist von der Art der Bandende-Markierung abhängig:

Reflektierende Folie

Beim Erreichen der Markierung am Bandschluß während des Schreibens wird lediglich eine Stelle des Testregisters (siehe auch unter " Alarme ") gesetzt. Der Inhalt des Testregisters kann vom Programm her untersucht werden. Die reflektierende Folie am Bandschluß hat sonst keinen Einfluß. Auf das Band kann trotz der Folie weiter geschrieben werden. Am Bandanfang erfolgt dagegen ein automatischer Stop des Bandtransportes sowie das Setzen der entsprechenden Testregister-Stelle.

Durchsichtiges Fenster

Unabhängig von der Magnetbandoperation erfolgt beim Erreichen der Markierung an beiden Enden des Bandes ein automatischer Stop des Bandtransportes. Ein Transport über die Bandende-Markierung hinaus ist nur durch die Operation " Entladen " möglich. Durch das Vorhandensein der Markierung unter der Schreib-Lesestation wird die entsprechende Stelle des Testregisters gesetzt.

18.5. Alarme

Die Magnetband-Anschlußelektronik enthält ein 7-stelliges Testregister. Der Inhalt dieses Registers kann im arithmetischen Transfer abgeholt werden. Das Vorhandensein einer Eins in den einzelnen Stellen des Testregisters zeigt an, daß Alarm im Betrieb mit Magnetband vorgekommen ist.

Den einzelnen Stellen ist folgende Bedeutung zugeordnet:

Stelle	Bedeutung
2^0	Schreibsperre. Die Schreibsperre ist eine Sicherung gegen unbeabsichtigtes Überschreiben eines Bandes. Sie wird, je nach Art des Laufwerkes, entweder durch die Umschaltung eines Schlüsselschalters oder durch Entfernen des sog. Schreibringes aus der Bandspule erreicht. Der Alarm kann nur beim Schreiben erfolgen.

Stelle	Bedeutung
2^1	Arbeitsspeicheralarm. Während des Paralleltransfers zwischen dem Arbeitsspeicher der Zentraleinheit und dem Magnetband ist mindestens eine Arbeitsspeicherzelle fehlerhaft gelesen worden.
2^2	Laufwerk nicht transferbereit. Entweder ist das Laufwerk auf manuelle Bedienung umgeschaltet oder es liegt eine Störung folgender Art vor: Defekt im Antriebssystem, Laufwerk nicht eingeschaltet, kein Band eingelegt.
2^3	Adressalarm. Die angewählte Geräteadresse ist entweder bei keinem oder bei mehreren Laufwerken eingestellt.
2^4	Bandende. Während des Bandtransportes ist die Bandende-Markierung in einer Entfernung von etwa 25 mm von dem Schreib-Lesekopf angelangt. Bei Markierung durch die reflektierende Folie wird dieser Alarm nur einmalig am Bandende gesetzt. Wird danach das Band durch etwaige Magnetbandoperation in der Vorwärtsrichtung über die Markierung hinaus gestartet, erfolgt kein Alarm mehr.
2^5	Quersummenalarm. Quer-oder Längssummen-Fehler. Normalerweise gibt dieser Alarm den Anlaß zur Wiederholung der betreffenden Magnetbandoperation.
2^6	Kein Transfer. Durch die vorgehende transferierende Magnetband-Operation ist kein Transfer ausgelöst worden. Entfällt bei Bandende-Markierung mit reflektierender Folie.

Der Zustand des Testregisters kann mit dem Befehl " Testsprung " abgefragt werden. Liegt keine Freigabe vor, so ist mindestens einer der angeführten Alarme vorhanden. Eine Ausnahme ergibt sich lediglich bei den Operationen " Vorwärtsspringen " und " Rückwärtsspringen " wobei, obwohl die Freigabe während des Bandtransportes entzogen wird, der Inhalt des Testregisters null sein kann.

Im Folgenden ist eine Befehlsfolge angegeben, die das Abfragen durch den Testsprungbefehl während des fortlaufenden Lesens vom Band auf der Laufwerkadresse 3 veranschaulicht:

Zelle	Befehl	Bemerkung
L+0	Zt	Blocklänge
L+1	Xs	Freigabeaktivierung
L+2	MBVL3	
L+3	T (L+7)	
L+4	BTm	Transfer
L+5	T (L+7)	
L+6	E . . .	Sprung auf das Unterprogramm zur Auswertung des Gelesenen
L+7	Bs	Untersuchung auf Alarmursache
L+8	. . .	
L+9	. . .	

Mit dem Testsprung-Befehl kann außerdem getestet werden, ob bei den nichttransferierenden Operationen die Operation bereits beendet ist. Während bei Vorwärtsspringen und Rückwärtsspringen die Freigabe erst nach der Beendigung der Operation wieder vorliegt, wird sie beim Bandrücklauf erst beim Erreichen der Bandende - Markierung entzogen.

18.6. IBM - Compatible Laufwerk

Die Bandgeschwindigkeit ist 2,85 m/Sek., die Band-Länge 90 m.

Die Transfergeschwindigkeit ist:

62.500 6-stellige Zeichen/Sek. bei 556 bit/Zoll

22.400 6-stellige Zeichen/Sek. bei 200 bit/Zoll

Die Speicherkapazität beträgt maximal:

1.600.000 6-stellige Zeichen bei 556 bit/Zoll

600.000 6-stellige Zeichen bei 200 bit/Zoll

Die in der IBM-Bandnorm übliche " Bandmarke " (Tape mark) kann sowohl geschrieben als auch erkannt werden. Die Bandende-Markierung erfolgt durch reflektierende Folien.

18. 7. Schlußbemerkungen

Die Anschlußelektronik für den Magnetbandspeicher besteht aus 7 Modulreihen. Sie ist mit vier steckbaren Kabelverbindungen (Kabelhöchstlänge 8 m) mit der Zentraleinheit verbunden. Nur eine Anschlußelektronik für den Magnetbandspeicher kann an eine Zentraleinheit ZUSE Z 25 angeschlossen werden. An eine Anschlußelektronik können 1 bis 8 Laufwerke angeschlossen werden.

Die Laufwerke werden mit steckbaren Kabelverbindungen (max. Kabellänge 5 m) an die Anschlußelektronik über die Geräteschnittstelle angeschlossen. Magnetbandeinheiten sind als Einzel-bzw. Doppel-Laufwerke aufgebaut. Bei Doppellaufwerken haben beide Laufwerke eine gemeinsame Energieversorgung.

19. KONTAKTAUSGABE-REGISTER KAR

Ein 18-stelliges Register steuert über entsprechende Elektronik 18 Relais mit je einem potentialfreien Umschaltkontakt. Jeder Stelle dieses Registers ist ein Relais zugeordnet. Die maximale Umschaltzeit der Relaiskontakte beträgt etwa 10 msek.

Die Belastbarkeit der Kontakte ist:

Höchstschaltspannung	30 V
Höchstschaltstrom (Summe aller geschalteten Ströme)	2 Amp.

Die Ausgabe über KAR kann sowohl im arithmetischen als auch im Serientransfer erfolgen.

Das Kontaktausgabe-Register umfaßt 2 Modulreihen. Über eine Sonderadresse können höchstens zwei Kontaktausgabe-Register angeschlossen werden. Für den Anschluß der Geräte an das KAR über die Geräteschnittstelle sind maximal vier steckbare Kabelverbindungen vorgesehen.

Nach jedem Transfer der Information in das KAR wird die Freigabe zur Zentraleinheit für etwa 10 msek entzogen. Dadurch ist gewährleistet, daß eine neue Information erst nach der Beendigung des Relais-Umschaltvorganges in das KAR transferiert werden kann.

Die Freigabe kann zusätzlich durch ein Quittungssignal des an das KAR angeschlossenen Gerätes gesteuert werden. Das Quittungssignal muß dem KAR in Form eines potentialfreien Arbeitskontaktes angeboten werden.

Dem angeschlossenen Gerät wird vom KAR ein Fertigmeldungssignal (als Zeichen dafür, daß der Umschaltvorgang der Relais nach dem Transfer einer Information in das KAR beendet ist) in Form eines potentialfreien Umschaltkontaktes angeboten. Das Fertigmeldungssignal erscheint etwa 10 msec. nach dem Transfer einer Information in das KAR und wird etwa 3 msec. nach Empfang des Quittungssignals entzogen.

20. IMPULSEINGABE-REGISTER IER

Das 18-stellige Register dient für die Aufnahme des Signalzustandes von maximal 144 Außenleitungen. Die 144 Außenleitungen sind in 8 Sätze zu je 18 Leitungen derart unterteilt, daß die Übernahme des Signalzustandes und der Transfer in den Arbeitsspeicher der Zentraleinheit eine Wortzeit pro Satz in Anspruch nehmen. Daher kann der Transfer der Information aller 8 Sätze in einem durchgehenden Bringtransfer innerhalb 8 aufeinanderfolgender Wortzeiten erfolgen. Jeweils nach Transfer eines Wortes findet die Übernahme des Signalzustandes (JA-NEIN Zustände) eines weiteren Satzes in das IER statt.

Durch die Freigabeaktivierung wird auch bestimmt, daß der Transfer mit dem ersten Satz beginnt. Für den Transfer aller 8 Sätze ist die folgende Befehlsfolge notwendig:

X s	Freigabeaktivierung
Z 7	Blocklänge 8 Wörter
BT m	Transfer

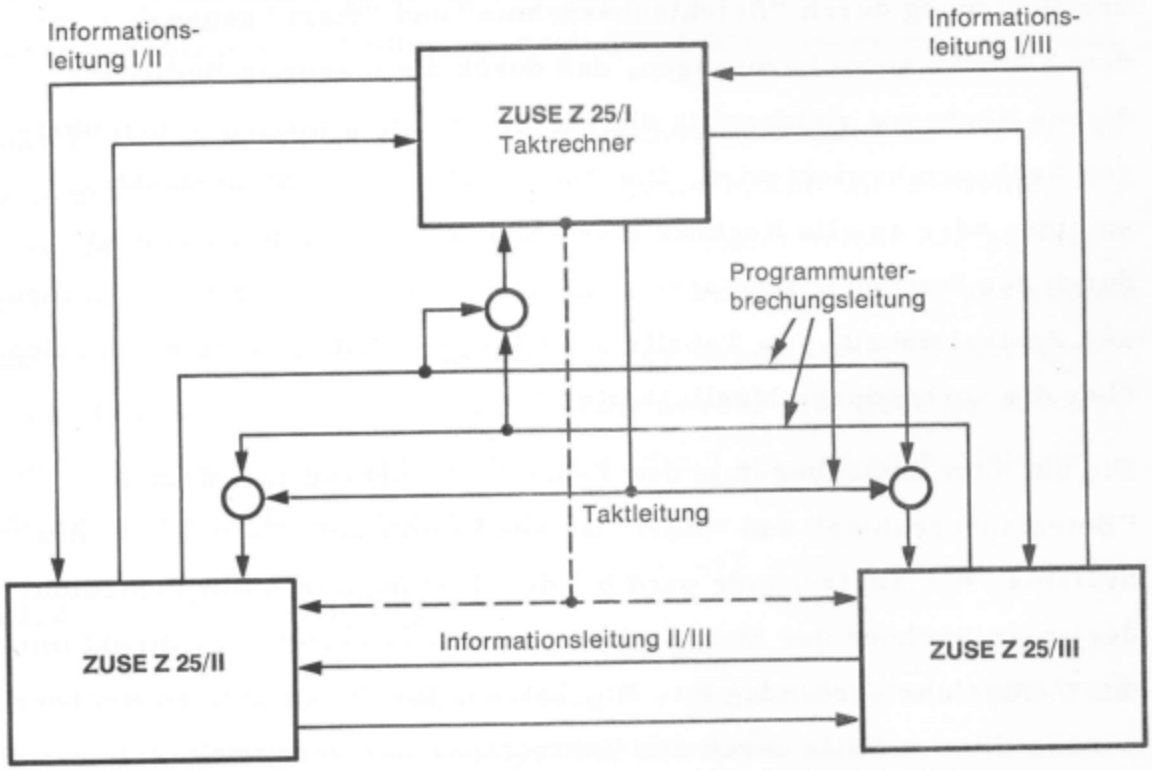
Das IER besteht aus zwei Modul-Reihen. Über eine Sonderadresse kann nur ein Impulseingabe-Register angeschlossen werden.

21. ZUSE Z 25 MEHRRECHNERSYSTEM

Die Ein- und Ausgabe-Organisation der ZUSE Z 25 erlaubt ein sinnvolles Zusammenschalten von maximal drei Zentraleinheiten. Alle beteiligten Rechner eines Mehrrechnersystems werden zentral getaktet. Hiermit ist eine Informationsübertragung zwischen den Rechnern im Serientransfer ohne zusätzliche Pufferung möglich.

Die Zusammenarbeit der Rechner wird vorzugsweise durch das vorrangige Programmunterbrechungs-System gesteuert. Jeder der beteiligten Rechner ist mit allen übrigen Rechnern des Systems durch je einen Eingabe- bzw. Ausgabe-Informationskanal verbunden. Außerdem führen von jedem Rechner zu allen übrigen je eine Sende- und Empfangsleitung für die Programmunterbrechung.

Folgende Skizze zeigt das Blockschaltbild eines aus drei Rechnern bestehenden Systems:



Innerhalb eines solchen Systems können von Rechner zu Rechner Blöcke mit Daten, die Zahlenwerte oder Programme enthalten, übermittelt werden. Durch die Übermittlung von Programmen ist es also möglich, gewisse Anweisungen, die das Operieren eines Rechners bestimmen, zu übertragen. Durch entsprechende Programmierung unter Benutzung der vorrangigen Programmunterbrechung lassen sich in einem solchen System umfangreiche Programme im echten Simultanbetrieb verarbeiten.

21.1. Organisation

Die Taktung kann entweder durch einen der beteiligten Rechner (in diesem Falle Taktrechner genannt) oder durch eine gesonderte Zentraluhr vorgenommen werden. Die Zentraluhr ist nur dann unentbehrlich, wenn an alle Rechner eines Mehrrechnersystems Magnetbänder angeschlossen sind.

Bekanntlich besteht bei einzelnbetriebenen Rechnern die Möglichkeit der manuellen Bedienung über das Bedienungsfeld. Bei einem Mehrrechnersystem besteht die Möglichkeit, jeden Rechner hinsichtlich der Bedienung durch "Befehlsübernahme" und "Start" gegenüber jedem anderen so zu bevorzugen, daß durch die manuelle Bedienung dieses Rechners gleichzeitig die entsprechende Funktion in den übrigen Rechnern bewirkt wird. Die Zuteilung solcher "Steuerfunktion" an einen oder an alle Rechner eines Mehrrechnersystems erfolgt durch das Stecken der entsprechenden Blindbuchse am Steckerrahmen der Zentraleinheit. Die Tabelle auf folgender Seite gibt eine Übersicht über die vorhandenen Möglichkeiten.

Die auf dem Bedienungsfeld der Zentraluhr vorhandenen Tasten "Befehlsübernahme" und "Start" wirken immer auf alle Rechner des Systems. Als Taktrechner wird bei der Taktung durch die Zentraluhr derjenige Rechner des Mehrrechnersystems gewertet, der direkt mit der Zentraluhr verbunden ist. Die Taktung für die getakteten Rechner wird in diesem Falle durch den Taktrechner nur vermittelt.

Taktung		Blindbuchse	Die Bedienung der Drucktaste "Befehlsübernahme" und "Start" wirkt auf:
Taktrechner		44 a	alle Rechner des Mehrrechnersystems
		44 b	eigenen Rechner
Getakteter Rechner		44 c	alle Rechner des Mehrrechnersystems
		keine	eigenen Rechner
Zentraluhr	Taktrechner	-	eigenen Rechner
	Getakteter Rechner	44 c	alle Rechner des Mehrrechnersystems
		keine	eigenen Rechner

Die Zentraluhr mit dem dazugehörigen Bedienungsfeld ist in der mittleren Schublade vom Bedienungstisch des Taktrechners untergebracht.

Das Ein- und Ausschalten eines Mehrrechnersystems ohne Zentraluhr erfolgt durch die Betätigung der Taste "Masch. Ein" am Bedienungsfeld des Taktrechners. Die entsprechenden Leuchtfelder der getakteten Rechner zeigen zwar den Zustand genauso wie im Falle des einzeln betriebenen Rechners an, die Wirkung der Drucktasten ist aber verriegelt. Bei Verwendung der Zentraluhr werden alle Rechner durch die Betätigung der Drucktaste " Masch. Ein " am Bedienungsfeld der Zentraluhr ein- bzw. ausgeschaltet.

21.2. Adressierung

Die Zusammenschaltung der Zentraleinheiten ZUSE Z 25 in ein Mehrrechnersystem erfolgt über die externen Sonderadressen

30 und 31. Jede im System enthaltene Zentraleinheit wird über zwei Kabelverbindungen mit jeder übrigen Zentraleinheit verbunden. Hierbei ist darauf zu achten, daß der getaktete Rechner mit dem Taktrechner über (eigene) Adresse 30 verbunden werden muß. Die Kabelverbindungen enthalten die Informations- und Steuerleitungen sowie die Leitungen für die Übertragung von Programmunterbrechungs-Signalen. Für die Entsendung des P. U. - Signales zu einem über die externe Sonderadresse s angeschlossenen Rechner wird der Befehl:

Y s

mit einer Wortzeit Dauer verwendet.

21. 3. Freigabe

Die Informations-Übertragung findet direkt zwischen den Kernspeichern der gekoppelten Rechner im Serientransfer statt. Die Freigabe ist mit dem gleichzeitigen Vorhandensein der dazugehörigen Serientransfer-Befehle, des Umspeichertransfer-Befehls UT in dem sendenden und des Bringtransfer-Befehls BT in dem empfangenden Rechner, gegeben. Die Auswahl des für den Transfer in Frage kommenden Rechners erfolgt mit dem Befehl Freigabe-Aktivierung.

21. 4. Programmbeispiel

Als Beispiel betrachte man die Übertragung eines Blockes von 150 Wörtern aus dem Rechner I (Zellen 800 bis 949) in den Rechner II (Zellen 750 bis 899). Die Anregung für den Transfer sowie die Angaben über die Blocklänge und Placierung des zu transferierenden Blockes im Speicher des Rechners II stammen vom Rechner I.

Unter Voraussetzung folgender Adresseneinteilung:

	Rechner I	Rechner II
Sonderadresse für den Transfer und P. U. Signal	31	30
Programmunterbrechnungskanal (Empfang)	1	3

sind folgende Programme erforderlich:

RECHNER I

Zelle	Befehl	Bemerkung
598	Z 149	Angabe der Blocklänge und Anfangsadresse für den Rechner II
599	BT 750	
600	X 31	Freigabeaktivierung
601	Y 31	P.U. Signal zum Rechner II
602	Z 1	Transfer der Angaben aus den Zellen 598 und 599 zum Rechner II
603	UT 598	
604	Z 149	Serientransfer
605	UT 800	
606	....	
607	....	

RECHNER II

Zelle	Befehl	Bemerkung
515	E 620	Sprung auf das P.U. Unterprogramm
620	TI 631	Retten der Bereichsadresse
621	X 30	Freigabeaktivierung
622	Z 1	
623	BT 624	
624	.....	Reserviert für die aus dem Rechner I stammenden Angaben
625	.....	
626	K 0	Wiederherstellung der Aktivierung
627u	GX i	
628	TI 631	Wiederherstellung d. Bereichsadresse
629	K 0	Rücksprung in das unterbrochene Programm
630	GE 35	
631	K 0	Zwischenspeicher f. d. Bereichsadresse

ARITHMETISCHE BEFEHLE

Buchst. Code	Binär-Code	Befehl	Funktion
Am	1	Addition	⟨a⟩ + ⟨m⟩ → a
Aam	2	Doppelwort-addition	⟨a u. v⟩ + ⟨m-1 u. m⟩ → a u. v
Bm	3	Bringen	⟨m⟩ → a
BBm	4	Doppelwort-bringen	⟨m-1 u. m⟩ → a u. v
CAm	7	Konstanten-addition	⟨a⟩ + m → a
CBm	8	Konstanten-bringen	m → a
CSm	10	Konstanten-subtraktion	⟨a⟩ − m → a
NSm	13	Negativ bringen	− ⟨m⟩ → a
Sm	14	Subtraktion	⟨a⟩ − ⟨m⟩ → a
SSm	15	Doppelwort-subtraktion	⟨a u. v⟩ − ⟨m-1 u. m⟩ → a u. v
Mm	18	Multiplikation	⟨m⟩ · ⟨a⟩ → a u. v
DM	19	Division	⟨a u. v⟩ : ⟨m⟩ → a

BEFEHLE FÜR DEN WORTTRANSPORT

Buchst-Code	Binär-Code	Befehl	Funktion
Um	16	Umspeichern	⟨a⟩ → m
UUm	17	Doppelwort-umspeichern	⟨a u. v⟩ → m-1 u. m
UTm	22	Umspeicher-transfer	⟨Z2⟩ + 1 Wörter werden aus den Speicherzellen m bis m + ⟨Z2⟩ in das vorher mit Xs bestimmte Ausgabegerät umgespeichert.
BTm	23	Bringtransfer	⟨Z2⟩ + 1 Wörter werden aus dem vorher mit Xs bestimmten Eingabegerät in die Speicherzellen m bis + ⟨Z2⟩gebracht.

VERSCHIEBE-BEFEHLE

SHLm	20	Linksverschieben	⟨a⟩ . 2^{m+1} → a
SHLVm	20	Verkoppeltes Linksverschieben	⟨a u. v⟩ . 2^{m+1} → a u. v
SHRm	20	Rechtsverschieben	⟨a⟩ . 2^{-m} → a
SHRVm	20	Verkoppeltes Rechtsverschieben	⟨a u. v⟩ . 2^{-m} → a u. v
SHRZYm	20	Zyklisches Rechtsverschieben	⟨a⟩ kreist um m Stellen
SHRVZYm	20	Zyklisch-verkopp. Rechtsverschieben	⟨a u. v⟩ kreist um m Stellen

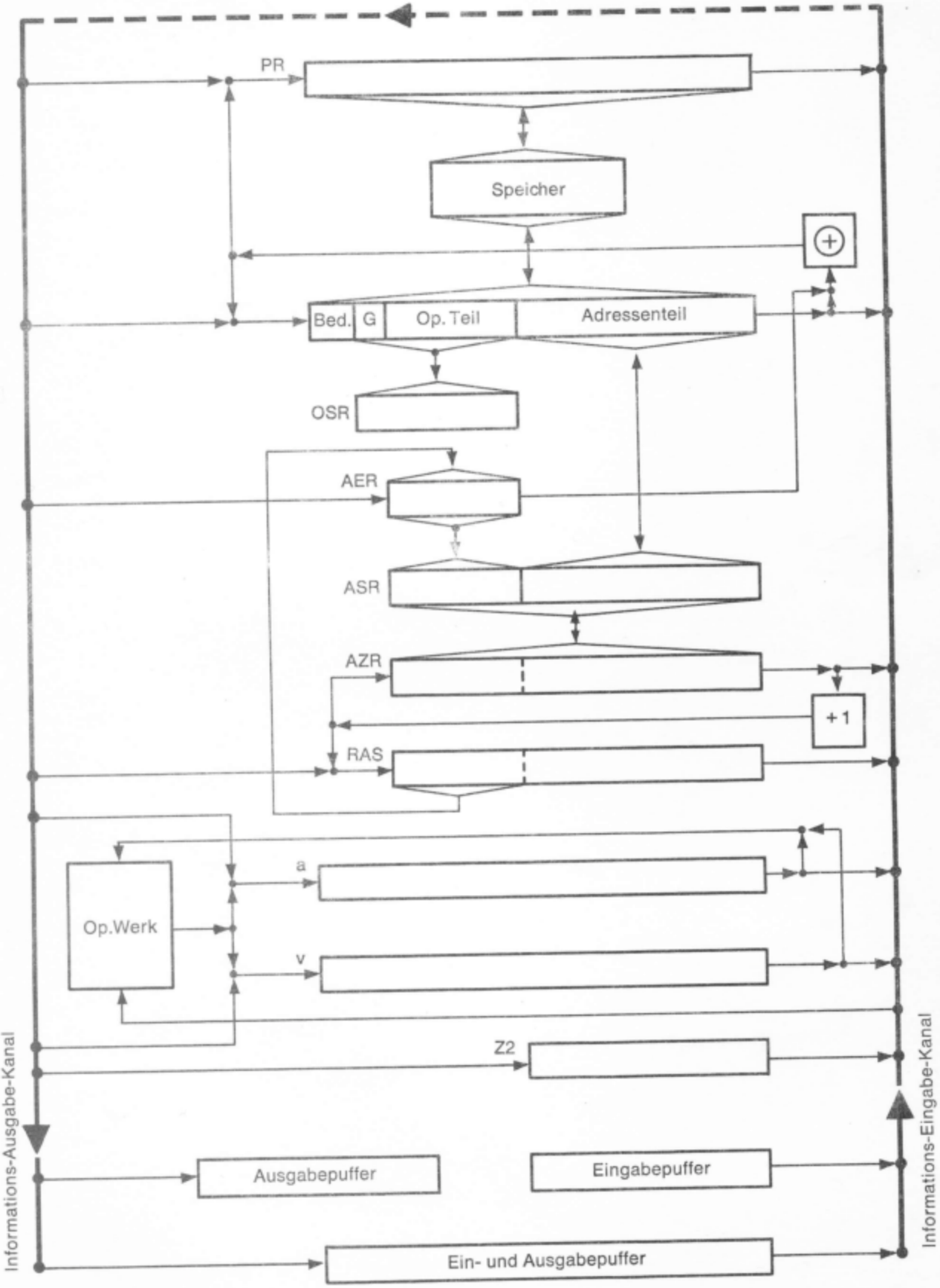
LOGISCHE BEFEHLE

Buchst.-Code	Binär-Code	Befehl	Funktion
Im	5	Konjunktion	⟨a⟩ ∧ ⟨m⟩ → a
DIm	6	Disjunktion	⟨a⟩ ∨ ⟨m⟩ → a
CIm	9	Konstanten-konjunktion	⟨a⟩ ∧ m → a
CTm	11	Konjunktion m. negat. Konstante	⟨a⟩ ∧ — m → a
ISm	12	Konjunktion m. negat. Operand	⟨a⟩ . —⟨m⟩ → a

SPRUNGBEFEHLE

Tm	29	Testsprung	⟨m⟩ → b wenn keine Fertigmeldung; Sprung auf nächste Speicherzelle, wenn Fertigmeldung
Fm	30	Sprung mit Notierung	⟨m⟩ → b; ⟨AZR⟩ → RAS
Em	31	Sprung	⟨m⟩ → b

ORGANISATIONSBEFEHLE

Buchst. Code	Binär - Code	Befehl	Funktion
TIm	21	Tausche Inhalt	⟨AER⟩ ↔ ⟨m⟩
Hm	24	Adress. erweit. Reg. setzen	m → AER
Zm	27	Zähler laden	m → Z 2
Y(g+s)	26	Schaltimp. zur. ext. Einheit	Impuls mit einer Dauer von (⟨Z 2⟩ + 1) · 85 µs zum auf der Sonderadresse s angeschlossenen Gerät g.
X(g+s)	26	Freigabe-aktivierung	Umschaltung der Fertigmeldung auf das unter Sonderadresse s angeschlossene Gerät g.
MB(α + β)	25	Magnetband-operation	Mit α werden 7 verschiedene Operationen mit dem Magnetband unterschieden
STm	28	STOP	Maschinenstop. Bei anschließender Betätigung der Taste " Start " oder " Weiter " am Bedienungsfeld ⟨m⟩ → b
Km	0	Keine Operation	Überspringen der Speicherzelle

ZUSE Z 25 Blockschaltbild