

Z U S E Z 23

**System einer elektronischen Rechenanlage
für Wissenschaft, Technik und Wirtschaft**

ZUSE ^Z₂₃

**System einer elektronischen Rechananlage
für Wissenschaft, Technik und Wirtschaft**

**Übersetzer für deutschsprachigen ZUSE-Formelcode
und ALGOL 60 stehen zur Verfügung**

März 1962



ZUSE KG · BAD HERSFELD

Elektronische Rechananlagen

1.	Einleitung	Seite 3
2.	Aufbau der programmgesteuerten Rechananlage ZUSE Z 23	4
2. 1	Die Zentraleinheit ZUSE Z 23	4
2. 1. 1	Die Informationsdarstellung in der ZUSE Z 23	4
2. 1. 2	Der Trommelspeicher	5
2. 1. 3	Der Schnellspeicher	5
2. 1. 4	Das Rechenwerk	6
2. 1. 5	Das Leitwerk	6
2. 1. 6	Das Bedienungspult	8
2. 2	Ein- und Ausgabeeinheiten der ZUSE Z 23	8
2. 2. 1	Die Lochstreifengeräte	8
2. 2. 2	Die Lochkartengeräte	9
2. 2. 3	Die Drucker	9
2. 2. 4	Die Analog-Ein- und Ausgabegeräte	9
2. 3	Die Magnetbandspeicher ZUSE Z 23	9
2. 4	Technischer Aufbau der ZUSE Z 23	10
3.	Datenverarbeitungszeiten der ZUSE Z 23	11
3. 1	Zentraleinheit ZUSE Z 23	11
3. 2	Ein- und Ausgabegeräte	11
3. 3	Magnetbandspeicher	11
	Ausbaumöglichkeit der ZUSE Z 23	12

1. Einleitung

Bei der Lösung mathematischer Probleme im Bereich der reinen und der angewandten Wissenschaften erfordert die numerische Rechnung in vielen Fällen einen derart hohen Zeitaufwand, daß viele Aufgaben ohne Verwendung geeigneter Hilfsmittel oft ungelöst bleiben müssen. Ein Wandel trat erst mit der Schaffung schnell arbeitender, programmgesteuerter Rechenanlagen ein. Es ist das Verdienst Konrad Zuses, die erste voll arbeitsfähige programmgesteuerte Rechenanlage konstruiert zu haben. Bereits im Jahre 1941 war diese betriebsfertig; sie arbeitete, entsprechend dem Stand der damaligen Technik, nach dem mechanischen bzw. elektromechanischen Prinzip. In den letzten 20 Jahren hat die Firma ZUSE KG den von Dr.-Ing. E. h. Konrad Zuse gezeigten Weg konsequent beibehalten, nämlich Rechenanlagen — nunmehr auch elektronisch — zu entwickeln, die mit einem möglichst geringen technischen Aufwand ein Optimum an Leistung vollbringen.

Eine Rechenanlage, die technisch — wissenschaftliche Aufgaben auf eine möglichst wirtschaftliche Art lösen soll, muß bestimmte grundsätzliche Voraussetzungen erfüllen, die im folgenden erläutert werden sollen.

Die wissenschaftlichen Programme sind meist sehr umfangreich. Sie müssen vor Beginn der eigentlichen Rechenarbeit in der Maschine gespeichert werden, aber nicht nur sie, sondern auch die oft zahlreichen Zwischenergebnisse, und zwar so, daß sie jederzeit schnell zur Verfügung stehen können. Es bedarf also eines Arbeitsspeichers mit möglichst großer Kapazität bei kürzester Zugriffszeit.

Es muß angestrebt werden, die an sich große Anzahl der Befehle eines derartigen Programmes auf ein Minimum zu beschränken. Das kann dadurch erreicht werden, daß einmal durch einen Befehl mehrere Operationen gleichzeitig ausgelöst werden können und zum anderen, von vornherein weitgehende Verzweigungsmöglichkeiten innerhalb des Programmes geschaffen werden. Der Befehlscode der Anlage soll daher möglichst flexibel sein.

Die Ein- und Ausgabegeschwindigkeit der Daten braucht im Gegensatz zu kommerziellen Rechenanlagen nicht sehr groß zu sein, da bei wissenschaftlichen Programmen im allgemeinen nur relativ wenige Daten ein- bzw. auszugeben sind.

Die effektive Datenverarbeitungsgeschwindigkeit hängt bei den meisten wissenschaftlichen Aufgaben somit nicht wesentlich von der erreichbaren Ein- und Ausgabegeschwindigkeit der Daten ab, sondern wird vielmehr durch die interne Verarbeitungsgeschwindigkeit der Daten bestimmt, die wiederum durch einen flexiblen Befehlscode beachtlich gesteigert werden kann.

Diesen grundsätzlichen Forderungen entspricht die programmgesteuerte elektronische Rechenanlage ZUSE Z 23 in höchstem Maße.

Dabei ist die Möglichkeit nicht ausgeschlossen, auch relativ schnelle Ein- und Ausgabegeräte anzuschließen, so daß diese Anlage in bestimmtem Umfang gleicherweise für die Lösung kommerzieller Aufgaben geeignet ist.

2. Aufbau der programmgesteuerten Rechenanlage ZUSE Z 23

Einen Überblick über die Organisation der ZUSE Z 23 gibt die Zusammenstellung auf Seite 12.

An die unter 2. 1 beschriebene **Zentraleinheit**, bestehend aus:

- Leitwerk**
- Rechenwerk**
- Trommelspeicher**
- Ferritkernspeicher**
- Ein- und Ausgabesteuerung**
- Bedienungspult**
- Lochstreifenleser**
- Fernschreibmaschine mit Anbaulocher**

können die unter 2. 2 näher beschriebenen **Einheiten für die Ein- und Ausgabe**:

- die Lochstreifengeräte**
- die Lochkartengeräte**
- die Drucker**
- die Analog-Ein-/Ausgabegeräte**

und ferner **die Magnetbandspeicher**
angeschlossen werden.

2. 1 Die Zentraleinheit ZUSE Z 23

Die programmgesteuerte elektronische Rechenanlage ZUSE Z 23 kann arithmetische und logische Operationen sowohl mit Zahlen und Befehlen als auch mit Textzeichen durchführen. Die Daten werden in der Anlage binär verschlüsselt.

Über diese binäre Verschlüsselung soll zunächst einiges gesagt werden.

2. 1. 1 Die Informationsdarstellung in der ZUSE Z 23

Die Informationseinheit der ZUSE Z 23 ist das sogenannte Wort, das aus 40 Binärstellen (Bits) besteht. Die beiden höchsten Binärstellen dienen zur Kennzeichnung von insgesamt 4 verschiedenen Worten (Befehl, Text, positive und negative Zahl).

Die restlichen 38 Bits des Wortes können entweder zur Darstellung von 7 Textzeichen im Fernschreibcode, oder zur Darstellung eines Befehls, oder zur binären Verschlüsselung einer fast 12stelligen Dezimalzahl im „Festkomma“ verwendet werden. Bei Darstellung der Zahlen im „Gleitkomma“

werden 30 Bits zur Kennzeichnung der sogenannten Mantisse und 8 Bits zur Kennzeichnung des Exponenten verwendet. Die 30 Bits der Mantisse entsprechen etwa einer 9stelligen Dezimalzahl.

Die Worte werden innerhalb der Anlage im Serienbetrieb, also Bit nach Bit verarbeitet. Die Durchführung einer sogenannten Elementaroperation (z. B. Addition, Subtraktion und Vergleich zweier Worte) geschieht innerhalb einer sogenannten Wortzeit der ZUSE Z 23. Diese Wortzeit dauert 0,3 ms. Bei einigen schnellen Abläufen erfolgt eine gleichzeitige Übertragung der 40 Bits eines Wortes (Parallelbetrieb).

Durch ein Prüfbit pro Wort werden die Informationen im Speichersystem der Anlage auf ihre Richtigkeit geprüft. Im folgenden werden die Baugruppen der Zentraleinheit ZUSE Z 23 zwecks Einführung in die Arbeitsweise der Anlage näher betrachtet.

2. 1. 2 Der Trommelspeicher

Der Trommelspeicher ist einer der beiden Arbeitsspeicher der Rechanlage. Er bietet die Möglichkeit, in 8192 Speicherzellen insgesamt 8192 Worte zu je 40 Bits zu speichern. Jede dieser Speicherzellen ist direkt adressierbar. Die mittlere Zugriffszeit, d. h. die Zeit, die im Durchschnitt vergeht, bis ein angewähltes Wort am Eingang des Rechenwerkes zur Verfügung steht, beträgt 5 ms. Der Trommelspeicher dient zur Aufnahme sowohl von Befehlen als auch zur Aufnahme von Zahlen- und Textinformationen. Eine Anzahl von Schaltern ermöglicht es, bestimmte Teile des Trommelspeichers gegen ein versehentliches Überschreiben zu schützen. Die so blockierten Speicherzellen können dann nur noch gelesen werden.

2. 1. 3 Der Schnellspeicher

Der Schnellspeicher der ZUSE Z 23 ist ein Ferritkernspeicher und stellt den 2. Arbeitsspeicher der Anlage dar. Er ist in der Lage, 240 Worte zu je 40 Bits zu speichern. Innerhalb einer Wortzeit kann dieser Ferritkernspeicher zweimal gelesen und geschrieben werden, so daß es z. B. möglich ist, in einer Wortzeit sowohl einen Befehl als auch eine zu verarbeitende Information aus dem Schnellspeicher zu holen. Befinden sich die Befehle des Programmes und die erforderlichen Daten im Schnellspeicher, so kann innerhalb einer Wortzeit ein Befehl in das Leitwerk gebracht und im Operationswerk ausgeführt werden.

Zwischen dem Trommelspeicher und dem Schnellspeicher ist ein sogenannter Blocktransfer von Worten möglich. Es können somit aus dem Trommelspeicher größere Gruppen von Daten und Befehlen in sehr kurzer Zeit in den Schnellspeicher übertragen werden.

Da bei dieser Arbeitsweise der Zugriff zur Trommel je Gruppe nur einmal erfolgt, ergibt sich eine wesentliche Erhöhung der internen Datenverarbeitungsgeschwindigkeit. Umgekehrt ist zur Speicherung von Informationen auf der Trommel ein entsprechender Blocktransfer vom Ferritkern-Schnellspeicher zur Trommel möglich.

2. 1. 4 Das Rechenwerk

Das Rechenwerk der ZUSE Z 23 dient zur Durchführung sogenannter Elementaroperationen. Es sind dies z. B. folgende Operationen: Addition, Subtraktion, logische Disjunktion und logische Konjunktion. In Verbindung mit den beiden Rechenregistern der Anlage kann eine Links- und Rechtsverschiebung der Informationen erfolgen. Unter Verwendung der geschilderten Elementaroperationen können alle anderen Operationen z. B. Multiplikationen, Divisionen usw. mit Hilfe entsprechender Unterprogramme durchgeführt werden. Die Unterprogramme werden von der Firma ZUSE optimal programmiert und dem Benutzer zur Verfügung gestellt. Zur Speicherung aller Unterprogramme einschließlich der erforderlichen Ein- und Ausgabe-Programme werden 1024 Worte des Trommelspeichers verwendet.

2. 1. 5 Das Leitwerk

Um auf die Funktionen des Leitwerkes näher eingehen zu können, muß zunächst einiges über den internen Befehlscode der ZUSE Z 23 gesagt werden.

Die 40 Binärstellen des Befehlswortes der ZUSE Z 23 haben im einzelnen folgende Bedeutung:

- 2 Binärstellen zur Kennzeichnung des Wortes
- 5 Binärstellen für Bedingungszeichen
- 12 Binärstellen zur Steuerung der Operation
- 8 Binärstellen zur Angabe der Schnellspeicheradresse und
- 13 Binärstellen zur Angabe der Trommelspeicheradresse.

Durch die 12 Binärstellen des Operationsfeldes werden 12 sogenannte Elementarbefehle gekennzeichnet. So dient z. B. je 1 Bit zur Kennzeichnung eines Additions-, Subtraktions-, Transport-, Verschiebungsbefehles usw. In einem Befehl können die 12 Bits des Operationsteiles in nahezu beliebiger Kombination zur Aufstellung eines sinnvollen Befehls verwendet werden. Diese Tatsache kennzeichnet einen sogenannten analytischen Befehlscode. Mit Hilfe dieses Codes ist es möglich, durch einen Befehl mehrere Operationsanweisungen an die Maschine zu geben, die dann innerhalb von ein oder zwei Wortzeichen ausgeführt werden. Dadurch ist einmal eine außerordentlich flexible Befehlsgebung möglich und zum anderen ergeben sich sehr befehlssparende und dennoch schnelle Programme. Einige Kombinationen von Elementarbefehlen werden in der Anlage als Sonderbefehle behandelt. Hierdurch ist es möglich, die Multiplikation bzw. Division von Festkommazahlen durch nur einen Befehl zu steuern. Damit erübrigt sich in vielen Fällen die Verwendung des entsprechenden Unterprogrammes.

Die Ausführung eines jeden Befehles kann von bestimmten Bedingungen innerhalb der Rechenanlage abhängig gemacht werden. Diese Bedingungen beziehen sich im wesentlichen auf den Zustand der beiden Rechenregister

sowie der Schnellspeicherzellen. Durch die Möglichkeit, nicht nur die Sprungbefehle, sondern jeden Befehl unter eine oder mehrere Bedingungen zu stellen, kann eine sehr vielfältige Verzweigung innerhalb eines Programmes erreicht werden. Dadurch ergeben sich einfache und befehls-sparende Programmzyklen.

Durch verschiedene Befehle kann eine Modifikation sowohl der Schnellspeicher- als auch der Trommelspeicheradresse erfolgen. Hierbei ist zu erwähnen, daß jede der 240 Schnellspeicherzellen als Indexregister verwendet werden kann.

Im Rahmen dieser Abhandlung konnte nur der prinzipielle Aufbau des Interncodes der ZUSE Z 23 erläutert werden. Der Code gestattet die Aufstellung von etwa 10 000 sinnvollen Befehlskombinationen und ist infolge seines logischen und übersichtlichen Aufbaues sehr leicht erlernbar. Darüberhinaus stehen jedoch für die Anlage einfachere Externcodes zur Verfügung, von denen einige die adressenlose Programmierung gestatten. Im folgenden soll nun einiges über den Programmablauf in der Rechenanlage gesagt werden:

Die durchzuführenden Programme können in der ZUSE Z 23 entweder im Schnell- oder im Trommelspeicher stehen. Jeder auszuführende Befehl muß zunächst in das Befehlsregister gebracht werden. Von dort aus gelangt er in das Steuerregister, das die im Befehl angegebene Operation in der Anlage auslöst. Ein weiteres Register, das sogenannte Befehlszählregister, steuert den linearen Programmablauf, d. h. es ruft die Befehle in der gespeicherten Reihenfolge aus dem Schnell- bzw. Trommelspeicher ab. Der lineare Programmablauf wird verlassen durch einen sogenannten Sprungbefehl, der angibt, unter welcher Adresse des Schnell- oder Trommelspeichers der nächste Befehl eines Programmes zu finden ist.

Es können prinzipiell 3 verschiedene Programmabläufe in der ZUSE Z 23 unterschieden werden:

a) Programmablauf aus dem Schnellspeicher

Alle Befehle eines Programmes oder Programmteiles stehen hierbei im Schnellspeicher. In diesem Fall wird innerhalb einer Wortzeit ein Befehl aus dem Schnellspeicher ins Befehlsregister gebracht und ausgeführt, sofern sich die erforderlichen Operanden ebenfalls im Schnellspeicher oder in den Rechenregistern befinden. Sind die Operanden auf der Trommel gespeichert, so ergeben sich unter Umständen Wartezeiten.

b) Programmablauf aus dem Trommelspeicher

Alle Befehle eines Programmes oder Programmteiles stehen in diesem Falle auf der Trommel. Sofern sich die erforderlichen Operanden im Schnellspeicher befinden, wird wie unter a) ebenfalls innerhalb einer Wortzeit ein Befehl geholt und ausgeführt. Das wird dadurch erreicht, daß während der Ausführung eines Befehls, die durch das Steuerregister bewirkt wird, der nächste Befehl des Programmes bereits aus dem Trommelspeicher in das Befehlsregister der Anlage übertragen wird.

c) **Programmablauf aus dem Schnell- und Trommelspeicher**

Diese Art des Programmablaufes stellt eine Kombination der unter a) und b) geschilderten Abläufe dar, wobei ein schneller Programmablauf immer dann erfolgt, wenn zusammenhängende Befehlsfolgen entweder aus dem Schnellspeicher oder aus dem Trommelspeicher verarbeitet werden und sich die zugehörigen Operanden im Schnellspeicher befinden. Lediglich bei Sprungbefehlen, bei denen ein Übergang vom Schnellspeicher zum Trommelspeicher oder ein solcher zwischen nicht zusammenhängenden Trommelspeicherzellen erfolgt, ergibt sich eine entsprechende Wartezeit.

In den meisten Fällen wird es jedoch möglich sein, zusammenhängende Programmteile mit den zugehörigen Operanden durch den unter 2. 1. 3 erwähnten Blocktransfer von der Trommel in den Schnellspeicher zu bringen und damit einen schnellen Programmablauf ohne Wartezeiten zu erreichen.

2. 1. 6 Das Bedienungspult

Das Bedienungspult bietet zahlreiche Möglichkeiten, den Programmablauf der Maschine zu steuern, die Richtigkeit der Rechnung zu kontrollieren sowie die Anlage zu prüfen. Bei einem Stop der Maschine wird beispielsweise der Inhalt des Befehlsregisters sowie der Inhalt des Hauptrechneregisters binär angezeigt. Mit Hilfe von zwei 40stelligen Tastaturen können in das Befehls- und Rechenregister Informationen eingegeben werden. Eine Reihe von Bedienungsschaltern bietet die Möglichkeit, das Programm in bestimmter Weise zu steuern. Dem gleichen Zweck dient eine Adressenstoppeinrichtung. Des weiteren enthält das Bedienungspult eine Anzahl von Tasten, die zur Inbetriebnahme der Anlage dienen.

2. 2 Ein- und Ausgabeeinheiten der ZUSE Z 23

2. 2. 1 Die Lochstreifengeräte

Zur Grundausstattung der Anlage gehört bereits eine Lochstreifen-Ein- und Ausgabe. In der Normalausstattung verarbeitet die Anlage 5-Kanal-Lochstreifen im internationalen Fernschreibcode. Mit Hilfe eines photoelektrischen Lochstreifenlesers können bis zu 300 Zeichen/s eingelesen werden. Der an die Fernschreibmaschine angebaute Locher gestattet das Stanzen von 10 Zeichen/s.

Bei Bedarf kann ein zweiter Lochstreifenleser, der ebenfalls bis zu 300 Zeichen/s einlesen kann, angeschlossen werden.

Sollen die Informationen mit größerer Geschwindigkeit über einen Lochstreifen ausgegeben werden, so ist der Anschluß eines schnellen Lochstreifenstanzers mit einer Stanzgeschwindigkeit von 50 Zeichen/s möglich.

2. 2. 2 Die Lochkartengeräte

Zur Verarbeitung von Lochkarten wird ein kombiniertes Lese- und Stanzgerät verwendet. Die Informationen der Lochkarten werden über einen entsprechenden Pufferspeicher in die ZUSE Z 23 eingegeben. Die Ausgabe von Informationen zum Stanzen erfolgt ebenfalls über einen Pufferspeicher. Mit Hilfe dieser Einrichtung können bis zu 7200 Karten/h ein- oder ausgegeben werden.

2. 2. 3 Die Drucker

Zur Grundausstattung der Anlage gehört bereits ein Fernschreiber. Unter Verwendung dieses Fernschreibers ist es möglich, bis zu 10 Zeichen/s auszudrucken. Hierbei können die gleichen Informationen auf dem unter 2. 2. 1 genannten Anbaulocher ausgestanzt werden. Eine besondere Einrichtung gestattet eine durch das Programm gesteuerte selektierte Ausgabe auf dem Lochstreifen. Damit ist es z.B. möglich, aus der Fülle der ausgedruckten Informationen nur die für eine weitere Verarbeitung wesentlichen Informationen auszustanzen.

Bei Bedarf können Drucker höherer Geschwindigkeit angeschlossen werden. Ein nach dem Serienprinzip arbeitender Drucker gestattet die Ausgabe von 100 Zeichen/s, wobei die Zeichen aus einzelnen Punkten eines 25stelligen Rasters zusammengesetzt werden. Des weiteren ist der Anschluß eines Zeilendruckers möglich, der in der Lage ist, bis zu 5 Zeilen/s zu je 120 Zeichen zu drucken.

2. 2. 4 Die Analog-Ein- und Ausgabegeräte

Diese Ein- und Ausgabeart bietet außerordentlich viele Variationsmöglichkeiten. Eine Aufzählung der direkt anschließbaren Analog-Digital- und Digital-Analogwandler würde den Rahmen dieser Ausführungen weit überschreiten.

Als Beispiel für einen Digital-Analogwandler im off-line-Betrieb sei der digital gesteuerte Zeichentisch GRAPHOMAT ZUSE Z 64 genannt.

2. 3 Die Magnetbandspeicher ZUSE Z 23

Die Informationen werden auf dem Magnetband in Form von Informationsblöcken zu je 128 Worten gespeichert. Jedem Informationsblock ist eine Blockadresse zugeordnet. Die Verbindung der Magnetbandeinheit mit der ZUSE Z 23 wird über einen Pufferspeicher (Ferritkernspeicher) mit einer Kapazität von 128 Worten hergestellt.

a) Speichern von Informationen auf dem Magnetband

Durch einen Befehl kann ein Block von 128 Worten von einem wählbaren Teil des Trommelspeichers in den Pufferspeicher übertragen werden. Durch zwei weitere Befehle kann der Inhalt des Pufferspeichers auf einen frei wählbaren Block eines Magnetbandes übertragen werden.

Nachdem durch das Programm diese beiden Befehle gegeben wurden, sucht das angewählte Magnetband den adressierten Block und nimmt anschließend die Informationen aus dem Pufferspeicher auf. Während der Suchzeit des Magnetbandes und während der Übertragung des Pufferspeicherinhaltes auf das Band kann die Rechenanlage im Programm fortfahren, d. h. sie wird nicht blockiert.

b) Übertragung von Informationen des Magnetbandes in die ZUSE Z 23

Durch zwei Befehle wird wiederum das Suchen der gewünschten Stelle des Magnetbandes sowie die Übertragung der dort gespeicherten 128 Worte in den Pufferspeicher bewirkt. Während dieses Vorganges kann die ZUSE Z 23 ebenfalls in ihrem Programm fortfahren. Nachdem die Übertragung vom Magnetband in den Pufferspeicher beendet ist, kann durch einen weiteren Befehl der Inhalt des Pufferspeichers auf einen frei wählbaren Teil des Trommelspeichers übertragen werden.

Hierbei sei erwähnt, daß im Gegensatz zu anderen Magnetbandsystemen ein abwechselndes Lesen und Schreiben auf einem Magnetband möglich ist, wodurch sich zeitraubende Kopiervorgänge erübrigen. Außerdem gestattet diese Einrichtung ein sinnvolles Arbeiten mit nur einem Magnetbandgerät. Insgesamt können an die ZUSE Z 23 vier Magnetbandeinheiten angeschlossen werden.

2. 4 Technischer Aufbau der ZUSE Z 23

Die Schaltungen der ZUSE Z 23 sind unter Verwendung von Transistoren in Verbindung mit Dioden, Ferritkernen, Widerständen, Kondensatoren und Spulen aufgebaut. Diese Schaltelemente befinden sich auf sogenannten gedruckten Platten.

Die Platten haben die Größe von etwa 180×86 mm und werden in entsprechende Fassungen gesteckt, die auf vier Schwenkrahmen angebracht sind. Insgesamt werden nur etwa 35 verschiedene Bausteintypen verwendet. Durch den geschilderten Aufbau ist eine einfache und schnelle Wartung der Anlage möglich. Durch entsprechende Kontrollen im Speicherwerk wird eine hohe Rechensicherheit gewährleistet.

3. Datenverarbeitungszeiten der ZUSE Z 23

3. 1 Zentraleinheit ZUSE Z 23

Operation	Stellenzahl (binär) 1. Operand	(Gleitkomma: Mantisse)		Operationszeit in ms	
		2. Operand	Resultat	Fest- komma	Gleit- komma
Worttransport	40 (30)	— —	40 (30)	0,3	0,3
Stellenverschiebung	40 (30)	— —	40 (30)	0,3	0,3
Addition	40 (30)	40 (30)	40 (30)	0,3	10,6
Subtraktion	40 (30)	40 (30)	40 (30)	0,3	10,6
Multiplikation	40 (30)	40 (30)	80 (30)	13	20
Division	40 (30)	40 (30)	40 (30)	13	20
Quadratwurzel	40 (30)	— —	40 (30)	46	46

3. 2 Ein- und Ausgabegeräte

Geräte	Geschwindigkeit	Hersteller des Anschlußgerätes (ohne Elektronik)
Lochstreifen		
Lochstreifenleser	300 Zeichen/s	Ferranti
Fernschreibmaschine	10 Zeichen/s	Siemens
Lochstreifenstanzer	50 Zeichen/s	SEL
Lochkarten		
Kombinierte		
Lochkarteneingabe und	7200 Karten/h	BULL
Lochkartenausgabe	7200 Karten/h	
Drucker		
Fernschreibmaschine	10 Zeichen/s	Siemens
Schneller Drucker	100 Zeichen/s	Creed
Zeilendrucker	5 Zeilen/s	Anelex
	120 Zeichen/Zeile	

3. 3 Magnetbandspeicher

Speicherkapazität pro Magnetband
mittlere Suchzeit pro Block

ca. 1 000 000 Worte
ca. 300 s

Hersteller des Magnetbandgerätes: A M P E X

Ausbaumöglichkeit



