


MFA-MEDIENSYSTEM

Mikrocomputer- Technik

Fachtheoretische Übungen
Herausgegeben vom BFZ Essen


MEDIENSYSTEM

VGS 

J

DOPPEL

**MFA-Mediensystem
Mikrocomputer-Technik
Fachtheoretische Übungen**

MFA-MEDIENSYSTEM

Mikrocomputer- Technik

Fachtheoretische Übungen
Herausgegeben vom BFZ Essen



CIP-Kurztitelaufnahme der Deutschen Bibliothek

MFA-Mediensystem Mikrocomputer-Technik/hrsg. vom
BFZ Essen. (Red./MFA-Projektgruppe: N. Meyer...).-
Köln: Verlagsgesellschaft Schulfernsehen
NE: Meyer, Norbert (Red.); Berufsförderungszentrum
Essen

Fachtheoretische Übungen. - 1. Aufl. - 1984.
ISBN 3-8025-1233-2

Herausgeber: Berufsförderungszentrum Essen e.V. (BFZ)
Altenessener Str. 80/84
4300 Essen 12
Tel.: 0201/3204-1

Redaktion/
MFA-Projektgruppe: F. Derriks, A. Dix, H. Gregel, C. Handel,
M. Hüllweg, F. Lindemann, E. Matl, N. Meyer,
K. Michaely, Fr. H. Milde, L. Refardt, Fr. G.
Roßmanek, S. Sagawe, W. Schmit, F.J. Senicar,
K.D. Strelow, H. Storbek, H. Schwieters,
S. Wirtgen

© 1984 Berufsförderungszentrum Essen e.V.
Diese Publikation ist urheberrechtlich geschützt.
Alle Rechte sind vorbehalten.

Verlag: Verlagsgesellschaft Schulfernsehen, Köln

1. Auflage 1984 (überarbeitete Fassung)

Satz und Zeichnungen: BFZ Essen

Druck und Binden: Beltz Offsetdruck, Hemsbach

Vorwort

Der vorliegende Band "Fachtheoretische Übungen (FTÜ)" ist Teil des MFA-Mediensystems für die Aus- und Weiterbildung von Fachkräften auf dem Gebiete der Hard- und Software von Mikrocomputern. Es wurde im Rahmen des Modellversuchs zum

"Einsatz der Mikrocomputer-Technik in der Facharbeiterausbildung (MFA)"

entwickelt. Dieser Modellversuch, der vom Bundesministerium für Bildung und Wissenschaft (BMBW), dem Bundesministerium für Forschung und Technologie (BMFT) und der Bundesanstalt für Arbeit (BA) finanziert wird, hat u.a. das Ziel, auf dem Gebiete der Mikrocomputer-Technik Aus- und Weiterbildungskonzepte einschließlich der erforderlichen Medien bereitzustellen. Damit soll der durch die Entwicklung des Mikroprozessors bedingten technologischen Veränderung Rechnung getragen werden.

Im ersten Teil dieses Bandes wird die Hardware, das heißt der Aufbau und die Wirkungsweise eines Mikrocomputers behandelt. Der zweite Teil vermittelt grundlegende Kenntnisse zur Software.

Hardware-Vermittlung

Der Hardware-Teil bietet die Möglichkeit, die Fachkräfte auf zwei unterschiedlichen Vermittlungsebenen in den Aufbau und die Wirkungsweise eines Mikrocomputers einzuführen. Dabei beginnt die Vermittlung bei den einfachen Funktionseinheiten und führt über den Mikroprozessor zum Mikrocomputer hin.

- Verbal-anschauliche Ebene

Die erste Ebene basiert auf der Vermittlung von Funktionsschemata, die weitgehend von der technischen Realisierung eines Mikrocomputers und den dafür erforderlichen Bauelementen losgelöst sind. Diese Ebene, verbal-anschauliche Ebene genannt, setzt für die Bearbeitung lediglich die Kenntnis des digitaltechnischen Prinzips voraus und kann auf breiter Basis vermittelt werden.

- Prinzipschaltbild-Ebene

Die zweite Ebene orientiert sich an Fachkräften, die über den allgemeinen Aufbau und die allgemeine Funktionsweise hinaus die grundlegenden Schaltungstechniken der Funktionseinheiten eines Mikrocomputers kennenlernen müssen. Sie sollen damit in die Lage versetzt werden, mittels meßtechnischer Untersuchungen die Funktionsweise eines Mikrocomputers überprüfen zu können. Diese Ebene wird Prinzipschaltbild-Ebene genannt.

Software-Vermittlung

Im Software-Teil dieses Bandes wird anhand einer Problemstellung zur Steuerung einer Paketwendeanlage in die Programmierung eines Mikrocomputers eingeführt. Die programmiertechnische Lösung wird anhand unterschiedlicher Programmiersprachen aufgezeigt. Neben einem Assembler-Programm wird auch ein SPS- und ein BASIC-Programm erarbeitet. Gerade die "Speicherprogrammierbare Steuerungstechnik (SPS)" gewinnt zunehmend an Bedeutung, da sie die Möglichkeit bietet, auf einer einfachen Weise Steuerungsprobleme programmiertechnisch zu lösen.

MFA-Mikrocomputer

Die Bearbeitung der Übungsaufgaben setzt ein Lehrsystem voraus, das es ermöglicht, die einzelnen Funktionseinheiten eines Mikrocomputers wie Eingabe-, Ausgabe-, Speicher- oder Prozessor-Einheit getrennt zu betreiben. Ein solcher Mikrocomputer ist in einem weiteren Band des MFA-Mediensystems, dem Band I "Fachpraktische Übungen (FPÜ)" beschrieben. Dieser Band enthält alle Informationen über den Aufbau und die Inbetriebnahme des MFA-Mikrocomputers, einschließlich detaillierter Bauelemente- und Schaltungsbeschreibungen und stellt damit eine dritte, sehr tiefgehende Vermittlungs-Ebene (Schaltbild-Ebene) dar.

Die ergänzende Beschreibung zum Betriebsprogramm MAT 85 einschließlich der Erweiterung SP 1 (MAT 85+, SPS, Steuer-BASIC, EPROM-Programmierer) soll die Handhabung und Bedienung des Mikrocomputers bei der Software-Vermittlung erleichtern.

Speziell für die Vertiefung und die Lösung eigener Probleme in Verbindung mit dem Betriebsprogramm MAT 85, befindet sich im Anhang das komplette kommentierte Assembler-Listing des Monitors.

Norbert Meyer, Projektleiter
Franz Derriks, Entwicklungsleiter
Christian D. Handel, Stellv. Projektleiter

Das gesamte MFA-Mediensystem (Hardware und Begleitbücher) wird von der vgs, Breite Str. 118/120, 5000 Köln 1, vertrieben.

Im regelmäßig erscheinenden BFZ/MFA-Info werden Ergänzungen, Korrekturen, Anwendungen etc. veröffentlicht. Dieses "Info" ist kostenlos beim BFZ Essen, Postfach 12 00 11, 4300 Essen 12, zu beziehen.

Hinweise zu den Übungen in diesem Band

Die in diesem Band enthaltenen Übungen sind nicht durchgehend, sondern einzeln paginiert, und zwar oben rechts auf jeder Seite. Dabei ist jeweils auch die Systemnummer der betreffenden Übung angegeben (z.B. Ein- und Ausgabe-Einheiten BFZ/MFA 10.2.). Hierdurch ist es möglich, den Band auseinanderzunehmen und die Übungen einzeln einzusetzen.

Dieser Band enthält folgende Übungen:

Aufbau von DV-Anlagen und Bus-Systemen	BFZ/MFA 10.1.
Ein- und Ausgabe-Einheiten	BFZ/MFA 10.2.
Speicher-Einheiten	BFZ/MFA 10.3.
Mikroprozessor-Mikrocomputer	BFZ/MFA 10.4.
Steuerung einer Paketwendeanlage	BFZ/MFA 20.1.
MAT 85 (Betriebsprogramm)	BFZ/MFA 7.1.
Softwarepaket SP 1 (Betr.Prog.Erweiterung)	BFZ/MFA 7.2.
BFZ-Monitor-Listing	Version 1.8

Übersicht über die Fachpraktischen Übungen:

Der Band 1 der FPÜ enthält:

Baugruppenträger mit Busverdrahtung	BFZ/MFA 0.1.
Busabschluß	BFZ/MFA 0.2.
Trafo-Einschub	BFZ/MFA 1.1.
Spannungsregelung	BFZ/MFA 1.2.
Prozessor 8085	BFZ/MFA 2.1.
8-K-RAM/EPROM	BFZ/MFA 3.1.
8-Bit-Parallel-Ausgabe	BFZ/MFA 4.1.
8-Bit-Parallel-Eingabe	BFZ/MFA 4.2.
Bus-Signalgeber	BFZ/MFA 5.1.
Bus-Signalanzeige	BFZ/MFA 5.2.
Inbetriebnahme 8085-System	BFZ/MFA 6.1.
MAT 85 (Betriebsprogramm)	BFZ/MFA 7.1.
ASCII-Tastatur	BFZ/MFA 8.1.
Video-Interface	BFZ/MFA 8.2.

Der Band 2 der FPÜ enthält:

16-K-RAM/EPROM	BFZ/MFA 3.2.
Programmierbare Parallelschnittstelle	BFZ/MFA 4.3.
EPROM-Programmierer	BFZ/MFA 4.3.a
Drucker-Interface	BFZ/MFA 4.3.b
Zeitwerk (4-fach)	BFZ/MFA 4.3.c
Programmierbare Seriellschnittstelle	BFZ/MFA 4.4.
Kassetten-Interface	BFZ/MFA 4.4.a
Analoge Ein-/Ausgabe (2-kanalig)	BFZ/MFA 4.5.
Zähler und Zeitgeber	BFZ/MFA 4.6.
Adapterkarte	BFZ/MFA 5.3.
Fehlersimulation	BFZ/MFA 5.4.
Demonstrationsmodell	BFZ/MFA 5.5.



Das Berufsförderungszentrum Essen e.V. (BFZ) ist eine Berufsbildungsstätte für Erwachsene in Trägerschaft der Bundesregierung (BMBW), der Landesregierung NW (MAGS), der Bundesanstalt für Arbeit, der Stadt Essen, verschiedener Arbeitgeber- und Arbeitnehmerorganisationen sowie der Kammern und Kirchen. Mit einem breit gefächerten Berufs- und Fortbildungsangebot wird hier den Anforderungen und Entwicklungen von Arbeitsmarkt und Technik Rechnung getragen.

Durch den ständigen Kontakt mit Fachleuten der Wirtschaft, der Bundesanstalt für Arbeit, des Bildungssystems und der Sozialorganisationen sowie durch wissenschaftliche Begleituntersuchungen ist sichergestellt, daß sowohl die Bildungsziele als auch die vermittelten Inhalte den Anforderungen der Arbeitsplätze entsprechen.

Seit April 1972 bis Ende 1983 haben nahezu 4000 Teilnehmer und Teilnehmerinnen an Umschulungsmaßnahmen des BFZ aus dem gesamten Bundesgebiet ihre Abschlußprüfung vor den Prüfungsausschüssen der IHK Essen bzw. der Landwirtschaftskammer Bonn mit Erfolg abgelegt. Das BFZ führt Umschulungsmaßnahmen in den folgenden Berufsbereichen durch:

- Elektrotechnik,
- Meß- und Regeltechnik,
- Metall,
- kaufmännische und datenverarbeitende Berufe,
- Gartenbau.

Daneben beinhaltet das Berufsbildungsprogramm des BFZ u.a. eine Reihe von Maßnahmen im Vorfeld der Umschulung und Fortbildung (Fernvorförderung, Grundstufe, Bildungserprobung, Informationsseminare für Arbeitslose) sowie Seminare zur Anpassungsfortbildung.

Diese Anpassungsfortbildungsseminare werden in unterschiedlichen Seminarformen sowohl für Arbeitslose (Vollzeit) als auch für Berufstätige (berufsbegleitend, externe Seminare) durchgeführt. Sie sollen Facharbeiter bzw. andere Fachkräfte mit entsprechender Berufspraxis in die Lage versetzen, den veränderten Qualifikationsanforderungen, die die Einführung neuer Technologien mit sich bringt, gerecht zu werden.

Anpassungsfortbildungsseminare werden vom BFZ in zwei Bereichen durchgeführt:

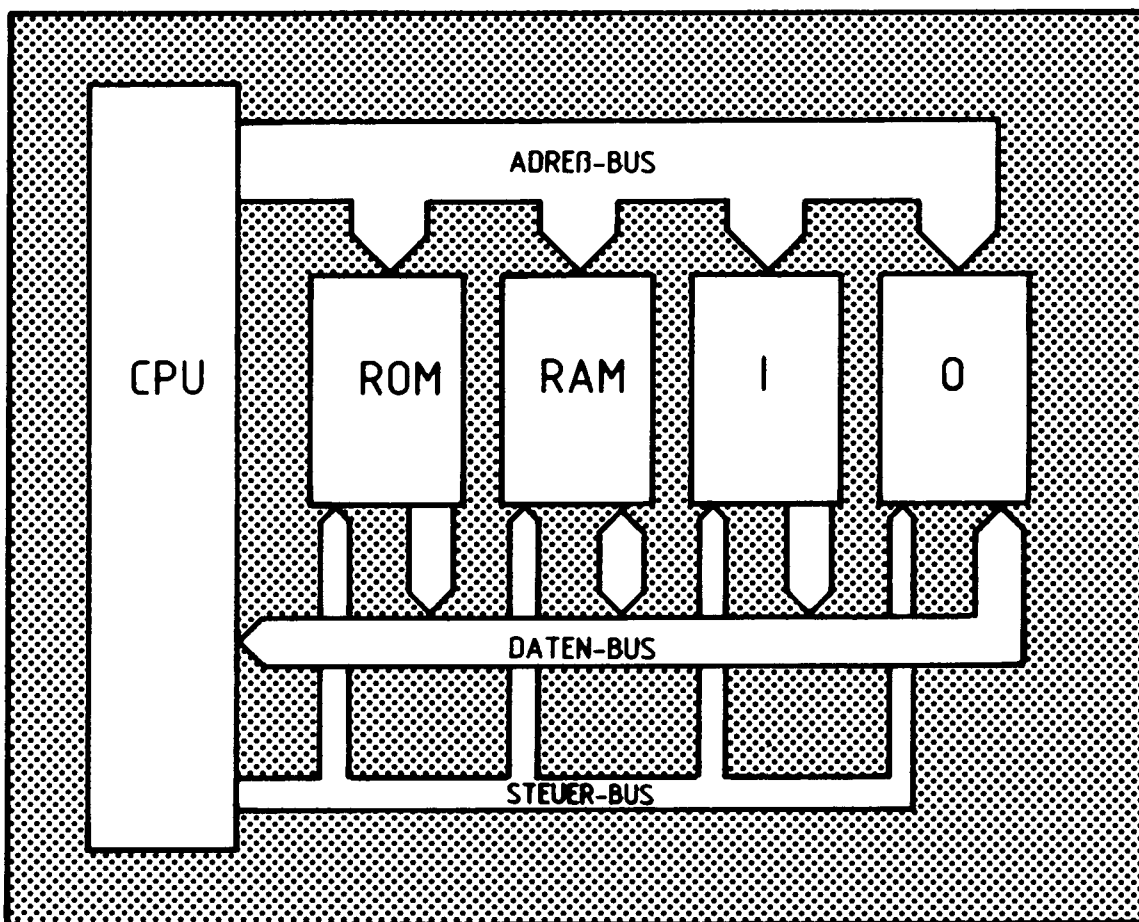
- Digital-/Mikrocomputer-Technik
- NC-Technik (CNC-Drehen/CNC-Fräsen)

Als Modelleinrichtung der beruflichen Erwachsenenbildung hat das BFZ in der Vergangenheit darüber hinaus eine Reihe von Modellprojekten durchgeführt sowie moderne Medien für den Bereich der beruflichen Bildung entwickelt. In dieser Tradition steht auch der Modellversuch "Einsatz der Mikrocomputer-Technik in der Facharbeiterausbildung (MFA)", dessen Träger das BFZ seit 1980 ist.

FACHTHEORETISCHE ÜBUNG MIKROCOMPUTER – TECHNIK

AUFBAU VON DV-ANLAGEN UND BUS-SYSTEMEN

BFZ/MFA 10.1.



Diese Übung ist Bestandteil eines Mediensystems, das im Rahmen eines vom Bundesminister für Bildung und Wissenschaft, vom Bundesminister für Forschung und Technologie sowie der Bundesanstalt für Arbeit geförderten Modellversuches zum Einsatz der "Mikrocomputer-Technik in der Facharbeiterausbildung" vom BFZ-Essen e.V. entwickelt wurde.

Inhaltsverzeichnis

Theorieteil 1

- 1.1. Einleitung
- 1.2. Die Komponenten eines Computers
- 1.3. Anwendungsbeispiele für Mikrocomputer
- 1.4. Prinzip der Bus-Technik
- 1.5. Beschreibung von Bus-Signalen
- 1.6. Darstellung der Bus-Verbindungen

Übungsteil 1

- A1 Messen der Adreß-Signale auf dem Adreß-Bus
- A2 Messen der Datensignale auf dem Daten-Bus
- A3 Überprüfen der Steuersignale
- A4 Überprüfen der Wirkung der Steuersignale auf der Bus-Signalanzeige

Theorieteil 2

- 2.1. Tristate-Technik
- 2.2. Kurzschlüsse auf Bus-Leitungen
- 2.3. Unterbrechungen auf Bus-Leitungen
- 2.4. Signal-Zeit-Diagramme für Bus-Systeme

Übungsteil 2

- A1 Messungen am Daten-Bus bei einer unterbrochenen Datenleitung
- A2 Messungen am Daten-Bus bei einem Kurzschluß zwischen zwei Datenleitungen

FACHTHEORETISCHE ÜBUNG MIKROCOMPUTER — TECHNIK

AUFBAU VON DV-ANLAGEN
UND BUS-SYSTEMEN

BFZ/MFA 10.1.

THEORIETEIL 1

Theorieteil 1

1.1. Einleitung

Über Mikrocomputer hört man die unterschiedlichsten Dinge, die einen bezeichnen sie als Jobkiller, andere als Jobknüller. Viele verstehen diese Entwicklung als technische Revolution. Im folgenden soll versucht werden, die dahinterstehende Technik durchschaubar und damit beurteilbar zu machen.

Man versteht unter dem englischen Begriff "Computer" nichts anderes als einen "Rechner" und unter einem Mikrocomputer (mikro = sehr klein) einen Computer, der aus einem oder wenigen kleinen Bausteinen aufgebaut ist. Möglich wurde dies durch eine fortschreitende Entwicklung des Herstellungsprozesses für "Integrierte Schaltkreise" (IC's). Sämtliche Elemente einer elektronischen Schaltung wie Widerstände, Dioden, Transistoren usw. werden dabei in ein kleines Plättchen aus Halbleitermaterial, meist Silizium, eingebracht. Heute ist es möglich, in einem Plättchen von der Größe 5 mm x 5 mm ca. 150.000 Transistoren zu integrieren. Die erreichte Packungsdichte ändert sich zur Zeit noch von Jahr zu Jahr.

Ein Computer ist in der Technik nichts Neues. Aufbau, Arbeitsweise und die möglichen Anwendungen sind seit langem bekannt. Jedoch verhinderten Anschaffungskosten, Baugröße, Wartungskosten usw. den Einsatz auf breiter Basis. Die Herstellung eines Computers aber auf wenigen kleinen Chips, sowie die Massenproduktion dieser kleinen Bauteile, führte schnell zu einem erheblichen Preisverfall und damit zur verstärkten Anwendung. Taschenrechner, CNC-Maschinen, Computerspiele usw. sind nur einige Beispiele dafür.

Was aber macht den Computer so anwendungsfreundlich und so flexibel in der Anpassung an die verschiedensten Aufgaben und Anwendungen?

1.2. Die Komponenten eines Computers

Die am Ende der Einführung gestellte Frage kann beantwortet werden, wenn Aufbau und prinzipielle Arbeitsweise eines Computers bekannt sind.

Computer =
Rechner

Integrierter
Schaltkreis

CNC = Computer
Numeric Control,
rechnergeführte
numerische
Steuerung

Theorieteil 1

Die Arbeitsweise eines Computers und das Vorgehen eines Menschen beim Lösen einer Aufgabe sind einander sehr ähnlich. Daher soll im folgenden unser Tun z.B. beim Lösen einer mathematischen Aufgabe analysiert werden. Für die Lösung einer solchen Aufgabe müssen einige Voraussetzungen erfüllt sein. Neben einer Arbeitsanweisung (oder Formelbuch) müssen die zu verarbeitenden Zahlen, auch Daten genannt, vorliegen. Da es sich um eine mathematische Aufgabe handelt, wird noch ein Taschenrechner benötigt. Für Zwischenergebnisse und Zahlen soll ein Notizblock verwendet werden. Das Ergebnis der Aufgabe soll anschließend auf einer Schreibmaschine protokolliert werden. Im Bild 1 sind die Randbedingungen und Hilfsmittel schematisch dargestellt.

Wie bearbeitet der Mensch eine Aufgabe?

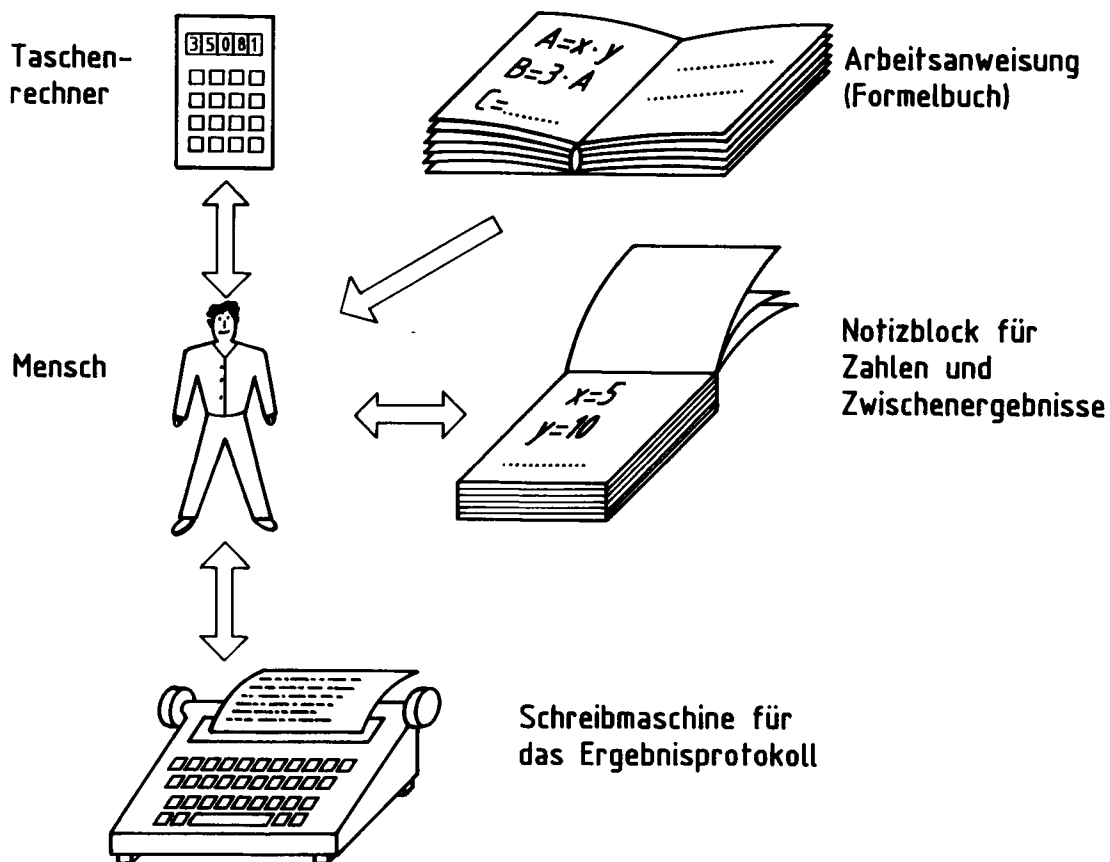


Bild 1: Hilfsmittel zur Bearbeitung einer Rechenaufgabe

Theorieteil 1

Der Mensch wird bei Bearbeitung dieser Aufgabe folgende Arbeitsschritte durchführen:

- Erste Arbeitsanweisung lesen, deuten und im Gedächtnis speichern.
 - Notwendige Zahlen (Daten) vom Notizblock lesen und in den Taschenrechner eingeben.
 - Rechenoperation durch Tastendruck am Taschenrechner auslösen.
 - Zwischenergebnis auf dem Notizblock notieren.
 - Nächste Arbeitsanweisung lesen, deuten und im Gedächtnis speichern.
 - Notwendige Zahlen/Zwischenergebnisse vom Notizblock lesen und in den Taschenrechner eingeben.
 - ... Arbeitsanweisung lesen, deuten ...
 - ... Arbeitsanweisung lesen, deuten ...
 - Ergebnis auf der Schreibmaschine protokollieren.
- Fertig.

Notwendige Arbeitsschritte zur Lösung einer Aufgabe

Diese Vorgehensweise des Menschen läßt sich fast unverändert auf den Computer übertragen. Die beteiligten Komponenten (Mensch, Taschenrechner, ...) findet man auch in einem Computer wieder, jedoch mit anderen Namen.

Die Komponenten des Computers

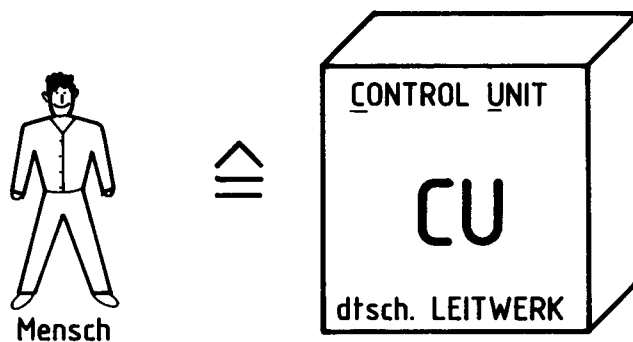


Bild 1a: Mensch und Leitwerk

Dem Menschen, der Schritt für Schritt die Arbeitsanleitung liest und den Arbeitsablauf entsprechend steuert, entspricht im Computer das Leitwerk (englisch Control Unit) (Bild 1a).

Leitwerk = Control Unit

Theorieteil 1

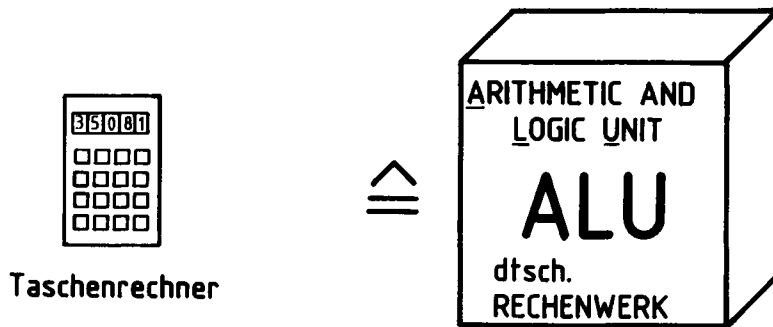


Bild 1b: Taschenrechner und ALU

Dem Taschenrechner, mit dem Rechenoperationen ausgeführt werden, entspricht in einem Computer das Rechenwerk (englisch Arithmetic und Logic Unit, kurz ALU) (Bild 1b).

Rechenwerk =
Arithmetic and
Logic Unit, ALU

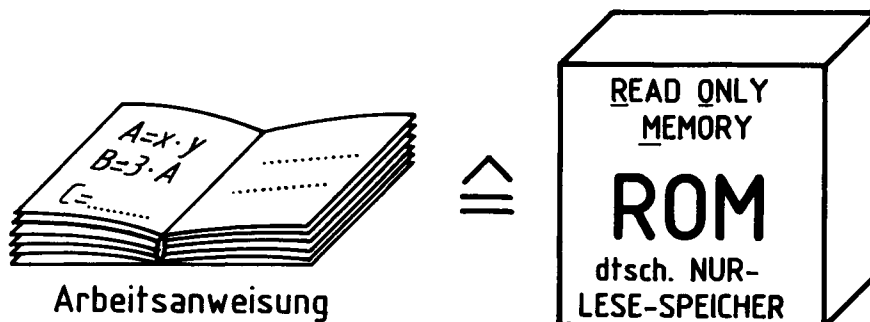


Bild 1c: Arbeitsanweisung und ROM

Das Buch, in dem die auszuführenden Arbeitsschritte stehen, nennt man im Computer Speicher (englisch Memory). Da die Arbeitsanleitung nur gelesen wird, legt man sie häufig in besonderen Speichern ab, die ebenfalls nur gelesen werden können. Diese Speicher heißen Nur-Lese-Speicher (englisch Read Only Memory, kurz ROM) (Bild 1c).

Nur-Lese-Speicher = Read
Only Memory, ROM

Die einzelnen Arbeitsschritte nennt man auch Befehle oder Instruktionen (englisch instruction) und die gesamte Befehlsfolge zur Lösung der Aufgabe heißt Programm.

Befehl = Instruc-
tion
Befehlsfolge =
Programm

Theorieteil 1

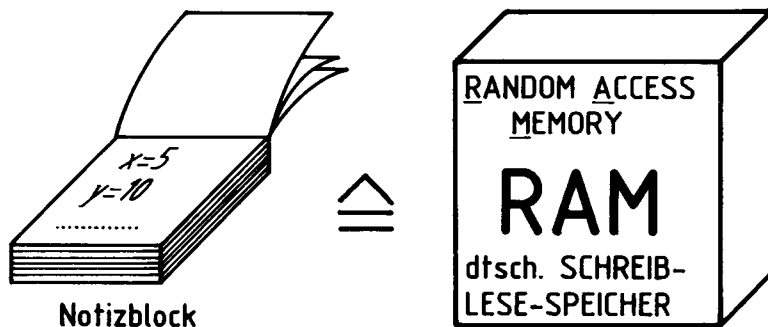


Bild 1d: Notizblock und RAM

Auf dem Notizblock können Zahlen und Zwischenergebnisse notiert werden, die nach Lösung der Aufgabe nicht mehr benötigt werden. Der Notizblock entspricht im Computer einem Speicher, in den man Daten hineingeben und, falls erforderlich, wieder herausholen kann. Ein solcher Speicher heißt Schreib-Lese-Speicher (englisch Random Access Memory = Speicher mit wahlfreiem Zugriff) oder kurz RAM (Bild 1d).

Schreib-Lese-Speicher = Random Access Memory, RAM

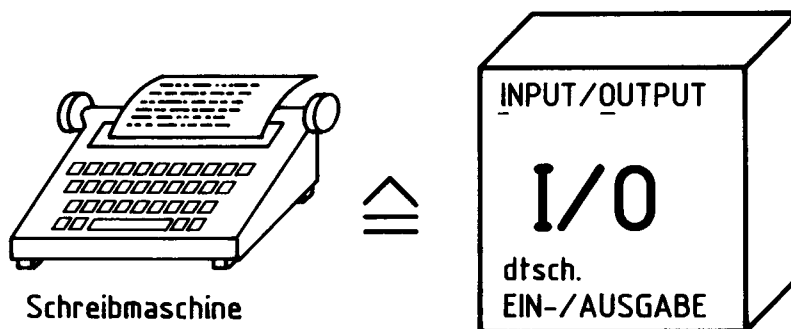


Bild 1e: Schreibmaschine und I/O-Geräte

Die Schreibmaschine für das Ergebnisprotokoll gehört zu den sogenannten Ein- und Ausgabe-Einheiten des Computers (englisch Input/Output, I/O) (Bild 1e).

Ein-Ausgabe = Input-Output

Das Besondere bei dem Menschen im obigen Beispiel ist, daß er durch Ändern der Arbeitsanweisung eine neue, vollkommen andere Aufgabe ausführen kann. Das aber ist auch das Besondere eines Computers, den man durch Ändern der Befehle im Speicher, d.h. durch ein anderes Programm, ebenfalls an eine neue Aufgabenstellung anpassen kann, ohne den gerätetechnischen Aufbau zu verändern.

Ein anderes Programm löst eine andere Aufgabe

Theorieteil 1

Geräte, deren Funktion durch ein Programm veränderbar sind, nennt man "programmierbare" Geräte.

Die Bauteile und Geräte eines Computers nennt man die "HARDWARE". Das Programm, d.h. die Folge der Anweisungen im Speicher, ist veränderbar und heißt "SOFTWARE" des Computers.

Ein Computer arbeitet nicht in gewünschter Weise, wenn Fehler in der Software, d.h. im Programm vorliegen. Hieran kann man schon die Grenzen eines Computers erkennen, der eben nur die vom Menschen vorgegebenen Arbeitsanweisungen in Form des Programms ausführen kann. Die von ihm zu bearbeitende Aufgabe muß also zunächst vom Menschen analysiert und in kleine Arbeitsschritte zerlegt werden. Fehler bei der Festlegung der Arbeitsschritte kann der Computer nicht erkennen, da er stets Anweisung für Anweisung ausführt. Denkvermögen und Kreativität beherrscht er nicht. Dafür aber führt er die vorgegebenen Arbeitsschritte sehr präzise und schnell aus.

Im folgenden soll nun der Begriff (Mikro-)Prozessor erläutert werden. Betrachtet man die Komponenten des Computers, so erkennt man, daß die eigentliche Arbeit von der Control Unit und der ALU ausgeführt wird. Beide Komponenten werden daher auch wie in Bild 2 dargestellt, gerätetechnisch eng miteinander verbunden. Den Verbund von Control Unit und ALU nennt man auch Control Processing Unit (CPU), zu deutsch Zentraleinheit. Der Mikroprozessor ist somit nichts anderes, als eine CPU auf einem (oder wenigen) Chip, d.h. in einem integrierten Schaltkreis (IC).

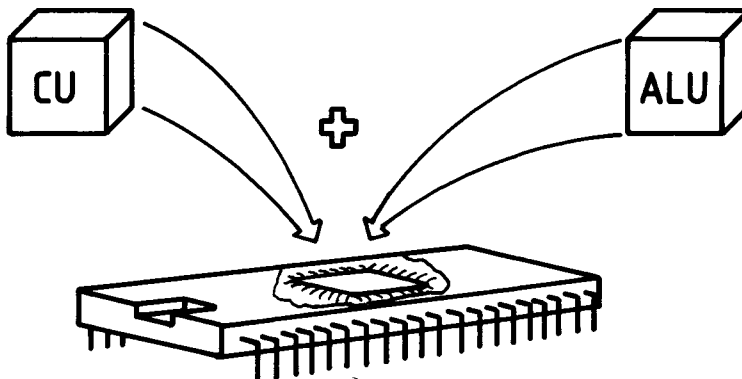


Bild 2: Die Verbindung von CU und ALU zum Mikroprozessor in einem IC

programmierbar =
durch ein Programm veränderbar
Hardware
Software

Control Processing Unit =
Zentraleinheit
Mikroprozessor

Theorieteil 1

In Bild 3 ist das Blockschaltbild eines Mikrocomputers mit den Komponenten Mikroprozessor, Speicher und Ein-/Ausgabe dargestellt. Der Mikroprozessor, kurz Prozessor genannt, ist über eine Vielzahl von Leitungen mit Speicher und Ein-/Ausgabe verbunden. Über diese Leitungen werden Daten und Informationen in binär-verschlüsselter Form ("0"- und "1"-Signale) ausgetauscht. Die einzelnen Leitungen sind in Bild 3 durch einen gemeinsamen Strang dargestellt. Pfeile geben dabei die Signalflußrichtungen an.

Mikrocomputer

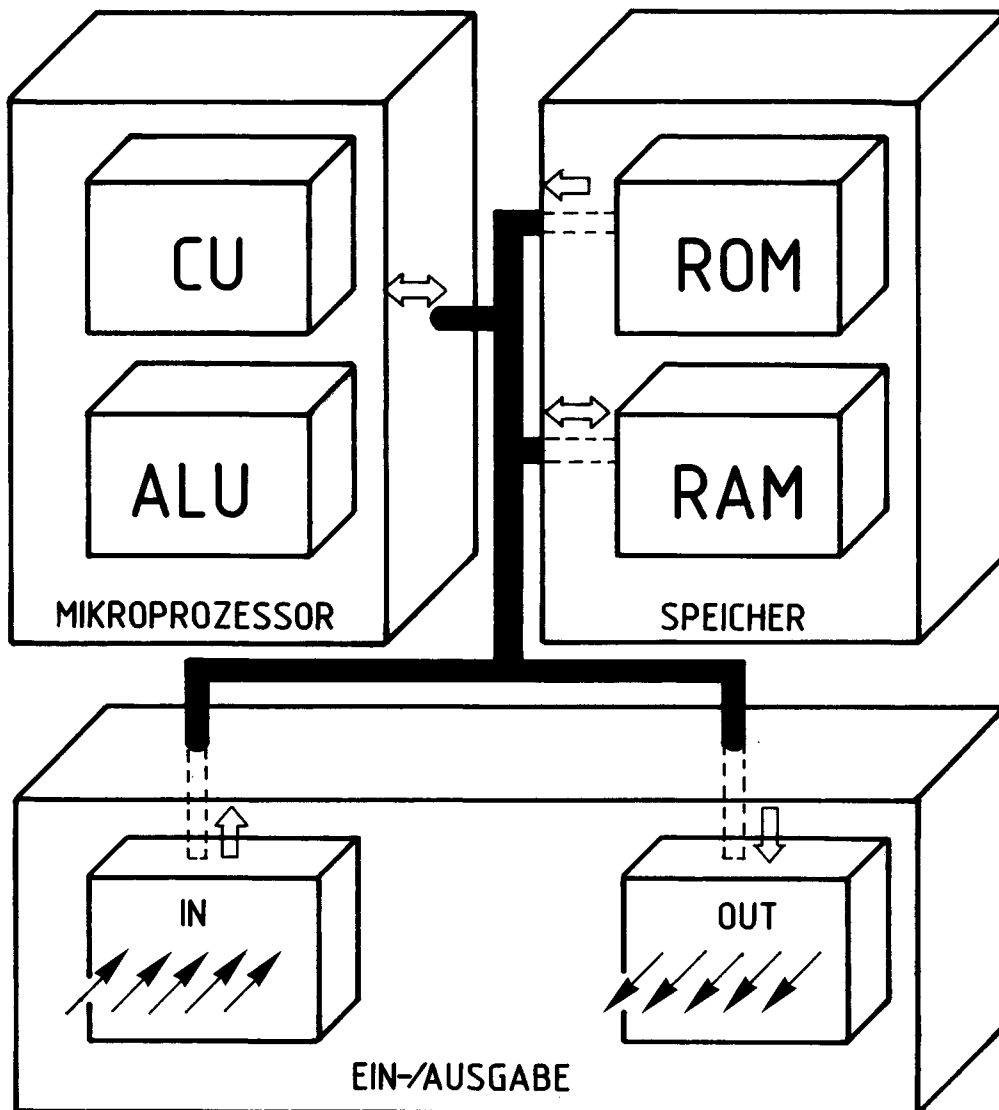
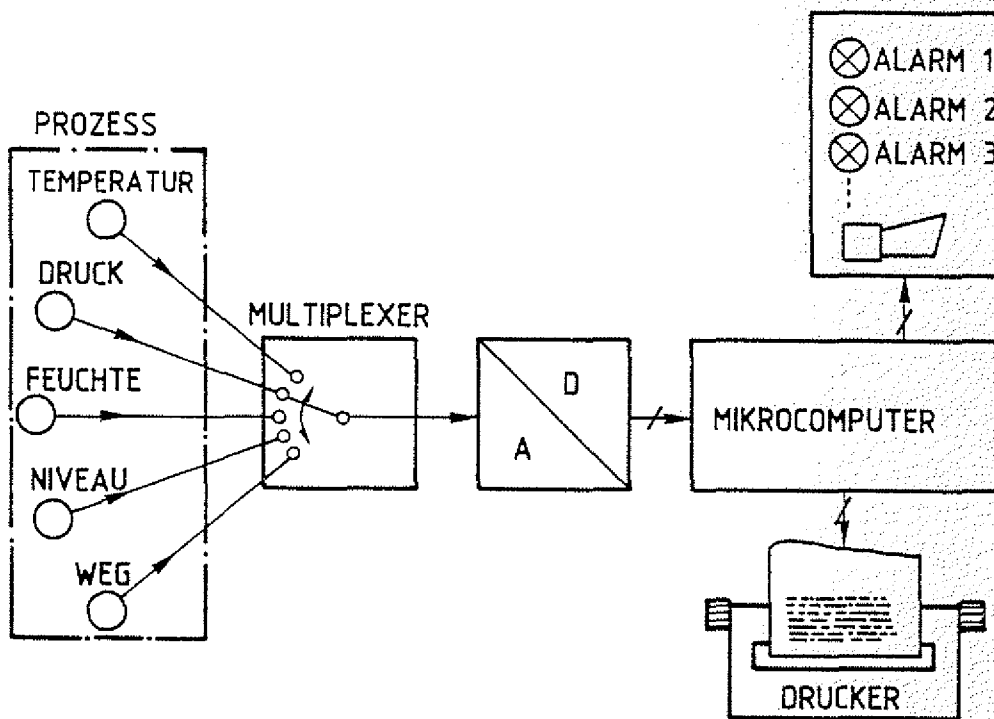


Bild 3: Die Komponenten eines Mikrocomputers verbunden durch ein Leitungsbündel

Theorieteil 1

1.3. Anwendungsbeispiele für Mikrocomputer

Im Gegensatz zu den klassischen Einsatzgebieten der Groß-EDV (Elektronische Datenverarbeitung) wie z.B. der Lohnabrechnung, Personalverwaltung, Auftragsabwicklung usw. werden Mikrocomputer insbesondere für meß-, steuerungs- und regelungstechnische Aufgaben eingesetzt. Zwei typische Anwendungsbeispiele sind in den Bildern 4 bis 6 dargestellt. Im ersten Beispiel handelt es sich um eine Prozeßdaten-Erfassung und -Überwachung.



Prozeßdaten;
Erfassung und
Überwachung

Bild 4: Prozeßdaten; Erfassung- und Überwachung

Der Mikrocomputer erfaßt in vorgegebenen Zeitintervallen über den Meßstellenumschalter (Multiplexer) die gewünschte Prozeßgröße, veranlaßt die Digitalisierung über den Analog-Digital-Wandler (A/D), vergleicht die Meßwerte mit vorgegebenen Grenzwerten, gibt entsprechende Alarmer aus und protokolliert die gemessenen Werte auf einem Drucker.

Theorieteil 1

Im zweiten Beispiel (Bild 5) steuert ein Mikrocomputer einen Handhabungsautomaten, auch Roboter genannt, der unbearbeitete Drehteile (Rohlinge) aus einem Magazin dem Drehautomaten zuführt und sie nach Bearbeitung im Magazin für Fertigteile ablegt.

Handhabungs-
automat,
Roboter

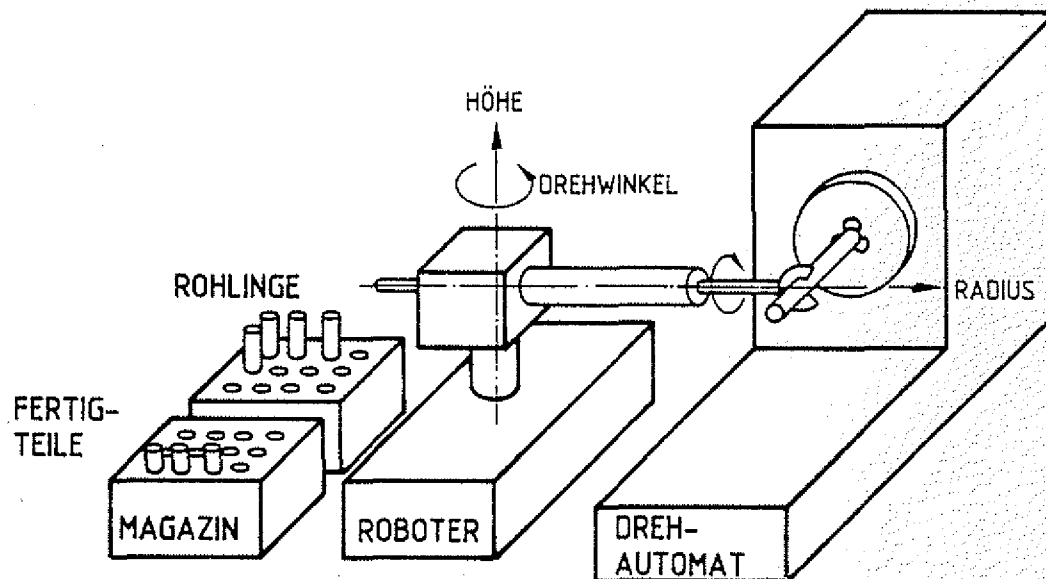


Bild 5: Handhabungsautomat

Dazu muß der Mikrocomputer den Greifarm in die gewünschten Positionen steuern, indem er Stellsignale für die Antriebe und Motoren ausgibt, die Bewegungen z.B. über Impulsgeber kontrolliert und Fertigmeldungen an den Drehautomaten übermittelt, wie "Futter spannen" oder "Ruhelage eingenommen". Der Bewegungsablauf, der sich mit Werkstückgröße, Art des Magazins usw. ändert, wird dem Mikrocomputer im sogenannten "Teach-In-Verfahren" (engl. teach = lehren) eingegeben. Dabei steuert ein Bediener die später automatisch anzufahrenden Positionen des Greifarms zunächst von Hand über Taster-signale an und veranlaßt den Computer, diese Positionen abzuspeichern. Ebenso werden die gewünschten Reaktionen wie "Greifer schließen" usw. eingegeben. Der Name dieses Verfahrens ist demnach dem Vorgehen des Bedieners angepaßt, der den Handhabungsautomaten die auszuführenden Arbeitsschritte lehrt. In Bild 6 ist das Blockschaltbild für diese Mikrocomputer-Steuerung dargestellt.

Teach-In-
Verfahren

Theorieteil 1

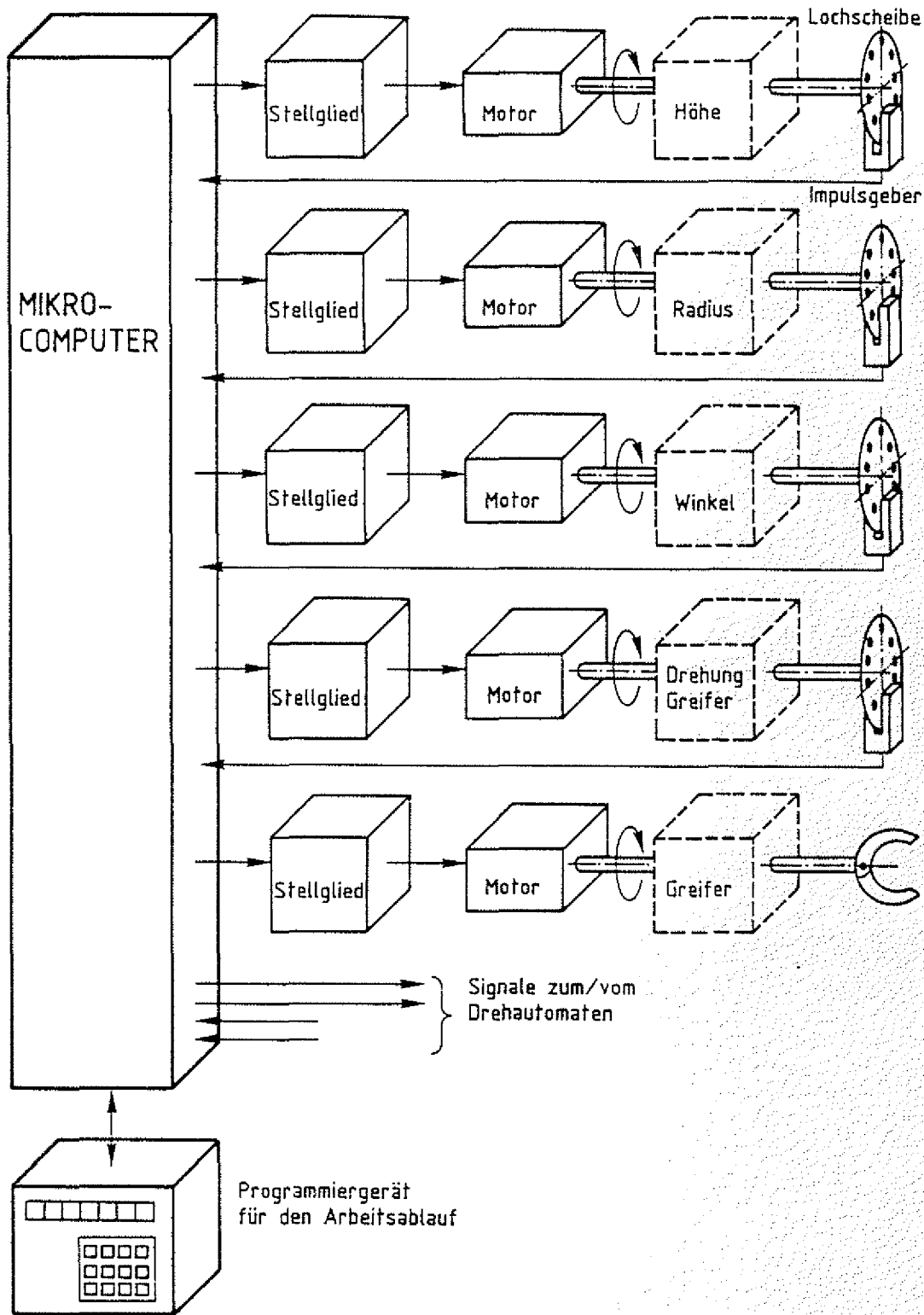


Bild 6: MC- Steuerung eines Handhabungsautomaten

Theorieteil 1

1.4. Prinzip der Bus-Technik

Ein besonderes Merkmal von Computern ist die Art und Weise, wie der Prozessor mit dem Speicher und Ein-/Ausgabe-Einheiten verbunden ist und wie der umfangreiche Daten- und Signalfluß vonstatten geht. Ausschließlich angewandt wird die sogenannte Bus-Technik. Dahinter verbirgt sich nichts anderes, als eine Parallelverdrahtung aller Komponenten untereinander. In Bild 7 sind die Komponenten des Computers beispielsweise über vier Busleitungen miteinander verbunden.

Bus-Technik

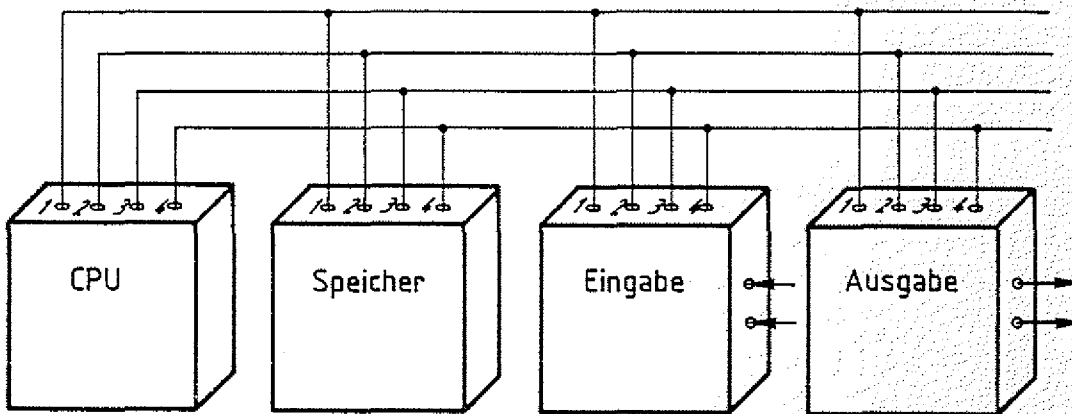


Bild 7: Parallelverdrahtung als Bus- Technik

Der Name "Bus", der in Anlehnung an die von uns gemeinsam benutzten öffentlichen Verkehrsmittel gewählt wurde, soll andeuten, daß der Informationsaustausch über gemeinsam benutzte Leitungen erfolgt.

Damit die über die Busleitungen miteinander verbundenen Geräte nun nicht wahllos durcheinander Informationen auf die Busleitungen schalten, muß ein Gerät die Kontrolle über den Informationsaustausch übernehmen. Diese Aufgabe kommt bei einem Mikrocomputer der CPU zu. Um diese Aufgabe ausführen zu können, sind noch weitere Busleitungen erforderlich. In Bild 8 ist ein Mikrocomputer mit erweitertem Bus-System dargestellt, sein Funktionsablauf wird anschließend erklärt.

Theorieteil 1

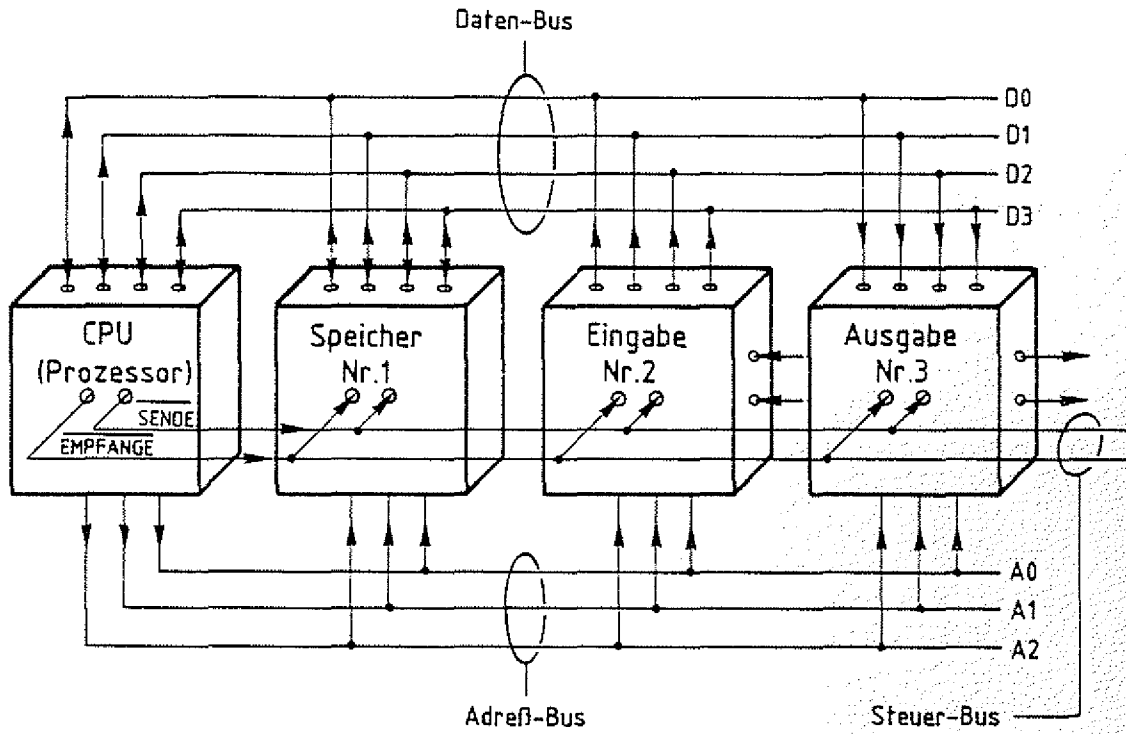


Bild 8: Mikrocomputer mit einfachem Bus-System

Dieses Bus-System besteht aus einem vier Bit breiten Daten-Bus, einem drei Bit breiten Adreß-Bus und aus einem zwei Bit breiten Steuer-Bus.

Über den Adreß-Bus zeigt der Prozessor an, welches Gerät sich für die Abgabe bzw. den Empfang von Daten bereithalten soll. Über die drei Adreß-Leitungen können $2^3 = 8$ verschiedene Geräte ausgewählt werden. Bild 9 zeigt eine Tabelle mit den möglichen Signalzuständen auf den Adreß-Leitungen.

Jedes am Bus-System angeschlossene Gerät besitzt daher eine Gerätenummer und eine elektronische Schaltung, die das Gerät in Bereitschaft versetzt, sobald die zugehörige Gerätenummer am Adreß-Bus ansteht. Mit den Steuersignalen "SENDE" bzw. "EMPFANG" aktiviert der Prozessor über den Steuer-Bus dann das ausgewählte Gerät, damit es entweder Daten auf den Daten-Bus schaltet (sendet) oder Daten übernimmt (empfängt). Die Pfeile in den Bus-Leitungen zeigen an, in welche Richtung die Informationen auf diesen Leitungen "fließen".

Daten-Bus
Adreß-Bus

Gerätenummer

Steuer-Bus

Theorieteil 1

Adreß-Bus			Geräte-Nr.
A2	A1	A0	
0	0	0	0
0	0	1	1
0	1	0	2
0	1	1	3
1	0	0	4
1	0	1	5
1	1	0	6
1	1	1	7

Bild 9: Mögliche Signalzustände auf drei Adreß-Leitungen zur Geräte-Auswahl

Benötigt der Prozessor beispielsweise Daten vom Eingabegerät mit der Nummer 2, so führt er folgende Arbeitsschritte aus: Der Prozessor ...

- wählt Gerät 2 aus, indem er den Signalzustand "010" auf den Adreß-Leitungen aussendet;
- veranlaßt Gerät 2 seine Daten auf den Daten-Bus zu schalten, indem er das Steuer-Signal "SENDE" auf "0"-Signal *) schaltet;
- liest den Signal-Zustand vom Daten-Bus;
- beendet den Vorgang, indem er die Steuerleitung "SENDE" auf "1"-Signal schaltet.

Lesen von Daten

*) Eine Steuerleitung, die mit 0-Signal (od. Low-Pegel) eine Aktivität auslöst, bezeichnet man als "aktiv Low" und kennzeichnet sie durch eine Überstreichung ihres Namens.

aktiv Low

Sollen die empfangenen Daten weitergeleitet werden, z.B. an das Gerät mit der Nummer 3, so müssen zusätzlich noch folgende Arbeitsschritte ausgeführt werden: Der Prozessor...

- wählt Gerät 3 aus, indem er den Signalzustand "011" auf den Adreß-Leitungen aussendet;

Schreiben von Daten

Theorieteil 1

- schaltet die Daten auf den Daten-Bus;
- veranlaßt Gerät 3 die Daten zu übernehmen, indem er die Steuerleitung "EMPFANGE" auf "0"-Signal schaltet;
- beendet den Vorgang, indem er die Steuerleitung "EMPFANGE" auf "1"-Signal schaltet.

Da die Adreß- und Steuer-Signale ausgehend vom Prozessor die Leitungen nur in einer Richtung durchlaufen, nennt man Adreß- und Steuer-Bus unidirektional (eine Signalrichtung möglich). Im Gegensatz dazu können Daten-Signale den Daten-Bus in beiden Richtungen durchlaufen. Daher bezeichnet man den Daten-Bus als bidirektional (zwei Richtungen). Der wesentliche Vorteil der Bus-Technik ist, daß über eine relativ geringe Anzahl von Leitungen eine Vielzahl von Geräten/Komponenten miteinander Daten austauschen können. Ohne Anwendung der Bus-Technik wäre es auch nicht möglich, den Mikroprozessor in einem Gehäuse mit häufig nur 40 Anschlüssen unterzubringen. Getrennte Verbindungen (Punkt-zu-Punkt-Verbindungen) zum Speicher und den Ein-/AusgabEinheiten würden erheblich mehr Leitungen erfordern. Bus-Systeme sind außerdem leicht erweiterbar und ermöglichen insbesondere einen modularen (modular = bausteinartig) Aufbau. Der Hauptnachteil ist, daß der Datenaustausch zwischen mehreren Komponenten nur nacheinander (sequentiell) erfolgen kann, weshalb für die Verarbeitung mehr Zeit beansprucht wird.

Das in Bild 8 dargestellte einfache Bus-System reicht für Aufgaben der Praxis nicht aus. Mit den drei Adreß-Leitungen lassen sich nur 8 (2^3) Geräte anwählen (adressieren), praktisch müssen jedoch wesentlich mehr Adressen erzeugt werden können. Bild 10 zeigt einen Mikrocomputer mit einem Bus-System, das den Erfordernissen der Praxis gerecht wird.

unidirektional

bidirektional

modularer Aufbau

Theorieteil 1

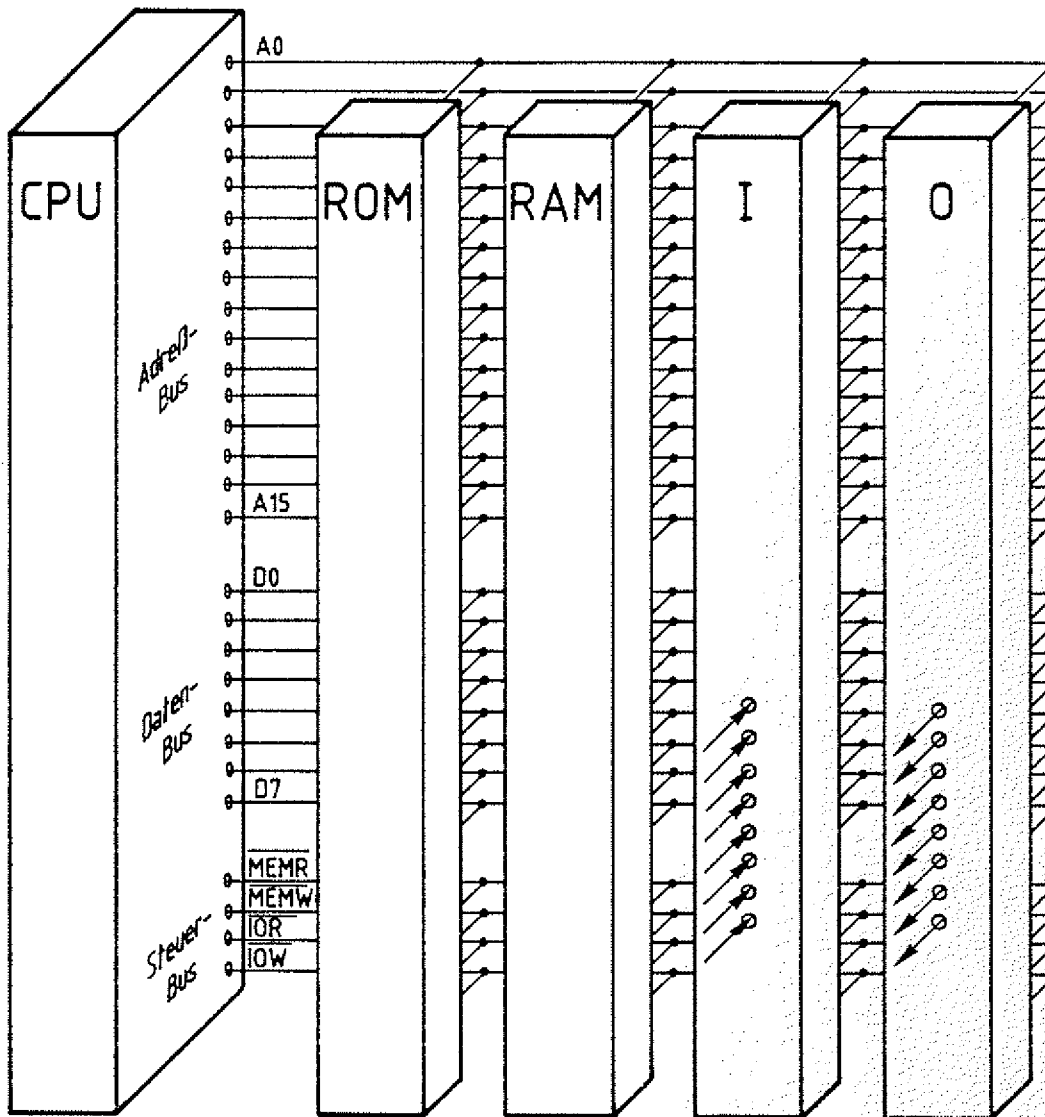


Bild 10: Mikrocomputer mit erweitertem Bus-System

Der Adreßbus dieses Mikrocomputers verfügt über 16 Leitungen. Damit wäre es möglich, $2^{16} = 65536$ Geräte an dieses Bus-System anzuschließen. Bezeichnet man nun den Speicherplatz für eine Information als Gerät, so lassen sich also 2^{16} (65536) verschiedene Speicherplätze für die Arbeitsanweisungen und Daten ansprechen. Über die acht Datenleitungen können 2^8 (256) verschiedene Signalzustände übertragen werden. Häufig unterscheidet man bei den Steuersignalen solche, die entweder nur die Speicher oder nur die Ein-/Ausgabe-Einheiten aktivieren.

Theorieteil 1

Bezeichnungen und zugeordnete Funktionen der in Bild 10 dargestellten Steuersignale:

- $\overline{\text{MEMR}}$ (MEMORY READ, dtsh. Speicher lesen), veranlaßt den Speicher, Daten auf den Daten-Bus zu schalten. Aktiv Low-Signal.
- $\overline{\text{MEMW}}$ (MEMORY WRITE, dtsh. Speicher schreiben), veranlaßt den Speicher, Daten vom Daten-Bus zu übernehmen. Aktiv-Low-Signal.
- $\overline{\text{IOR}}$ (INPUT/OUTPUT READ, dtsh. Ein-/Ausgabe-Einheit lesen), veranlaßt die Eingabe-Einheit, den Signalzustand an den Eingangsleitungen auf den Daten-Bus zu schalten. Aktiv-Low-Signal.
- $\overline{\text{IOW}}$ (INPUT/OUTPUT WRITE, dtsh. Ein-/Ausgabe-Einheit schreiben), veranlaßt die Ausgabe-Einheit, den Signalzustand vom Daten-Bus zu übernehmen und zu den Ausgangsleitungen durchzuschalten. Aktiv-Low-Signal.

Darüberhinaus gibt es oft noch eine Vielzahl anderer Steuersignale, die aber zunächst für das Verständnis der Funktion unbedeutend und je nach Hersteller des Mikroprozessors unterschiedlich sind.

Erinnern wir uns noch einmal an die Arbeitsweise eines Menschen. Wenn er einen Arbeitsschritt ausgeführt hat, liest er die nächste Anweisung in der Folgezeile der Arbeitsanleitung. Hat der Prozessor eine Anweisung ausgeführt, so sendet er die nächst höhere Speicherplatznummer auf dem Adreß-Bus aus, aktiviert das Steuersignal " $\overline{\text{MEMR}}$ " und liest die vom Speicher bereitgestellte Anweisung vom Daten-Bus. Dann führt er die Anweisung aus und wiederholt den Lesevorgang, nachdem er erneut die Speicherplatznummer um eins erhöht hat usw.. Es gibt die verschiedensten Anweisungen, maximal jedoch "nur" 256 (2^8). Dies ist abhängig von der Anzahl der Datenleitungen. Z.B. gibt es sogenannte Verarbeitungsbefehle, die den Prozessor veranlassen, Zahlen zu addieren, zu subtrahieren oder zu vergleichen.

Funktionen der Steuersignale

Arbeitsanweisung = Befehl

Verarbeitungsbefehle

Theorieteil 1

Andere, die Transportbefehle, veranlassen den Prozessor, Daten im RAM zwischenzuspeichern oder abzurufen, den Signalzustand an den Eingangsleitungen der Eingabe-Einheit zu ermitteln oder einen ganz bestimmten Signalzustand an den Ausgangsleitungen der Ausgabe-Einheit einzustellen.

Die Mikroprozessoren bezeichnet man in Abhängigkeit von der Anzahl der Datenleitungen als 1-Bit-, 2-Bit-, 4-Bit-, 8-Bit- oder 16-Bit-Mikroprozessoren. Mittlerweile gibt es schon 32-Bit-Mikroprozessoren.

1.5. Beschreibung von Bus-Signalen

Ein kleines Problem beim Umgang mit Computern ist die Beschreibung des Signalzustandes auf den Bus-Leitungen. Soll z.B. im Fehlerfall überprüft werden, ob der Prozessor auf dem Adreß-Bus die Speicherplatznummer 16783 aussendet, so muß zunächst die zugehörige Dualzahl z.B. mit Hilfe des Divisionsverfahrens ermittelt werden:

16783	:	2	=	8391	R	1	←	niederwertigste Stelle,
8391	:	2	=	4195	R	1		engl. <u>l</u> east <u>s</u> ignificant
4195	:	2	=	2097	R	1		<u>b</u> it, kurz LSB
2097	:	2	=	1048	R	1		
1048	:	2	=	524	R	0		
524	:	2	=	262	R	0		
262	:	2	=	131	R	0		
131	:	2	=	65	R	1		
65	:	2	=	32	R	1		
32	:	2	=	16	R	0		
16	:	2	=	8	R	0		
8	:	2	=	4	R	0		
4	:	2	=	2	R	0		
2	:	2	=	1	R	0		
1	:	2	=	0	R	1	←	höchstwertigste Stelle,
								engl. <u>m</u> ost <u>s</u> ignificant
								<u>b</u> it, kurz MSB

Transportbefehle

Dezimal-zu-Dual-
wandlung durch
Divisionsver-
fahren

Theorieteil 1

Nach einer langen Rechnung ergibt sich der folgende Signalzustand auf den Adreß-Leitungen:

Adreß-Leitung	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
Signal-Zustand	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	1	1	1

Einen solchen Signalzustand kann man sich aber sehr schlecht merken, so daß man dafür eine besondere Art der Verschlüsselung eingeführt hat. Betrachten wir dazu zunächst alle möglichen Signalzustände auf vier Leitungen und fassen diese in einer Tabelle (Bild 11) zusammen. Zur Kennzeichnung der möglichen Zustände werden sie einfach durchnummeriert. Um alle Signalzustände mit nur einer Kennziffer zu versehen, werden für die letzten sechs Zustände die Buchstaben A bis F verwendet.

A3	A2	A1	A0	Kennziffer
0	0	0	0	0
0	0	0	1	1
0	0	1	0	2
0	0	1	1	3
0	1	0	0	4
0	1	0	1	5
0	1	1	0	6
0	1	1	1	7
1	0	0	0	8
1	0	0	1	9
1	0	1	0	A
1	0	1	1	B
1	1	0	0	C
1	1	0	1	D
1	1	1	0	E
1	1	1	1	F

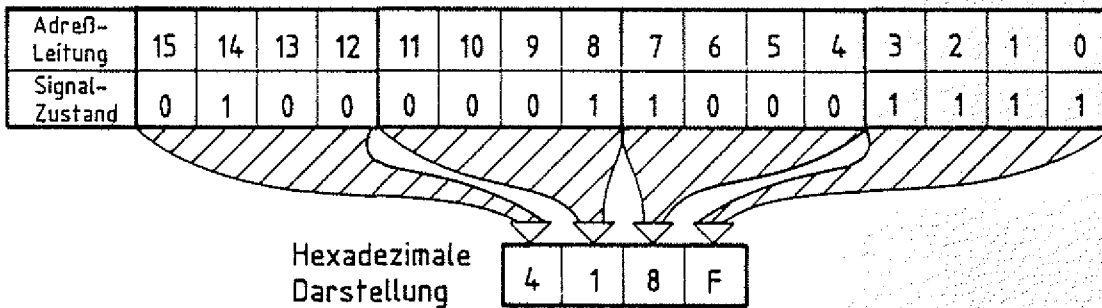
Bild 11: Die möglichen Signalzustände auf vier Bus-Leitungen

In Anlehnung an unser übliches Zahlensystem mit der Basis 10 (10 Ziffern, 0...9) entspricht die Durchnummerierung der Signalzustände mit 16 Ziffern (0...9, A...F) einem Zahlensystem mit der Basis 16, so daß man diese Zahlen auch Hexadezimalzahlen (hexa = sechs, dezi = zehn) oder Sedezimalzahlen (sedezi = sechzehn) nennt.

Hexadezimal-
oder Sedezimal-
Zahlen

Theorieteil 1

Faßt man nun die sechzehn Adreß-Leitungen zu vier Tetraden (Viererbündel) zusammen, so kann der Signalzustand der Leitungen wesentlich kürzer beschrieben werden:



Für die Beschreibung des Signalzustandes auf den 16 Adreß-Leitungen genügt so eine vierstellige und für die acht Daten-Leitungen eine zweistellige Hexadezimalzahl.

Theorieteil 1

1.6. Darstellung von Bus-Verbindungen

Die Leitungen eines Bus-Systems werden in Schaltbildern meist nicht einzeln gezeichnet, sondern wie in Bild 12 gezeigt, schematisch durch breite Verbindungsbalken dargestellt. In die Balken schreibt man, welchen Teil des Busses sie symbolisieren. Die Richtung des Datenflusses auf den Bus-Leitungen wird zusätzlich durch Pfeile gekennzeichnet.

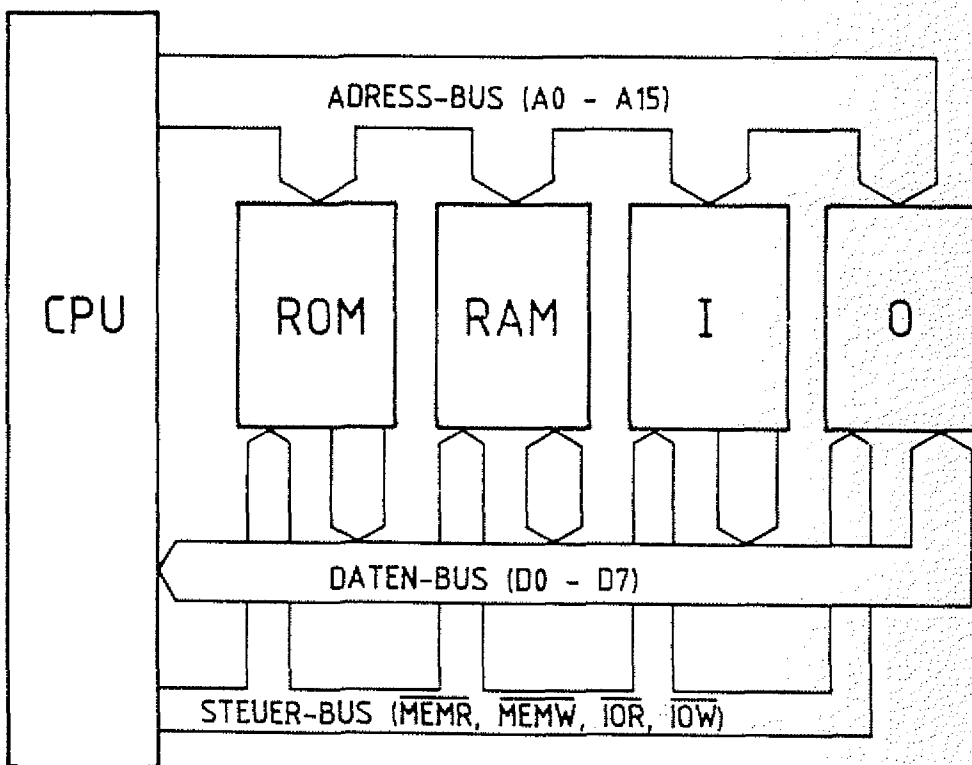


Bild 12: Darstellung der Bus-Leitungen

FACHTHEORETISCHE ÜBUNG MIKROCOMPUTER – TECHNIK

AUFBAU VON DV-ANLAGEN
UND BUS-SYSTEMEN

BFZ/MFA 10.1.

ÜBUNGSTEIL 1

Übungsteil 1

In den folgenden Arbeitsschritten werden Sie Messungen am Bus-System eines Mikrocomputers durchführen.

Dazu benötigen Sie:

- 1 Baugruppenträger mit Busverdrahtung (BFZ/MFA 0.1.)
 - 1 Bus-Abschluß (BFZ/MFA 0.2.)
 - 1 Trafo-Einschub (BFZ/MFA 1.1.)
 - 1 Spannungsregelung (BFZ/MFA 1.2.)
 - 1 Bus-Signalgeber (BFZ/MFA 5.1.)
 - 1 Bus-Signalanzeige (BFZ/MFA 5.2.)
 - 1 Adapterkarte 64polig (BFZ/MFA 5.3.)
 - 1 Logik-Tester oder Vielfach-Meßinstrument
 - 2 Meßleitungen und Meßklips
- } zusammengebaut und
geprüft nach
FPO BFZ/MFA 1.2.
Arbeitsblatt A7

Allgemeine Hinweise zur Durchführung der Übungen:

- Die Einschübe dürfen nur bei abgeschalteter Betriebsspannung gesteckt oder gezogen werden
- Aufgrund der Busverdrahtung können die Baugruppen in beliebige Steckplätze gesteckt werden
- Messungen an den Bus-Leitungen sollten mit Hilfe der Adapterkarte durchgeführt werden
- Den logischen Signalen "0" und "1" sind die folgenden Pegel zugeordnet:

log. "0" $\hat{=}$ 0...0,8 V (LOW)

log. "1" $\hat{=}$ 2,4...5 V (HIGH)

- Alle zur Messung an den Baugruppen vorgegebenen Arbeitsblätter enthalten:
 - = Angaben über den Sinn der jeweiligen Messung
 - = Angaben über einzustellende Bedingungen (z.B. Schalterstellungen)
 - = Aufgabenstellungen, ggf. mit Hinweisen zu möglichen Fehlern.

Übungsteil 1

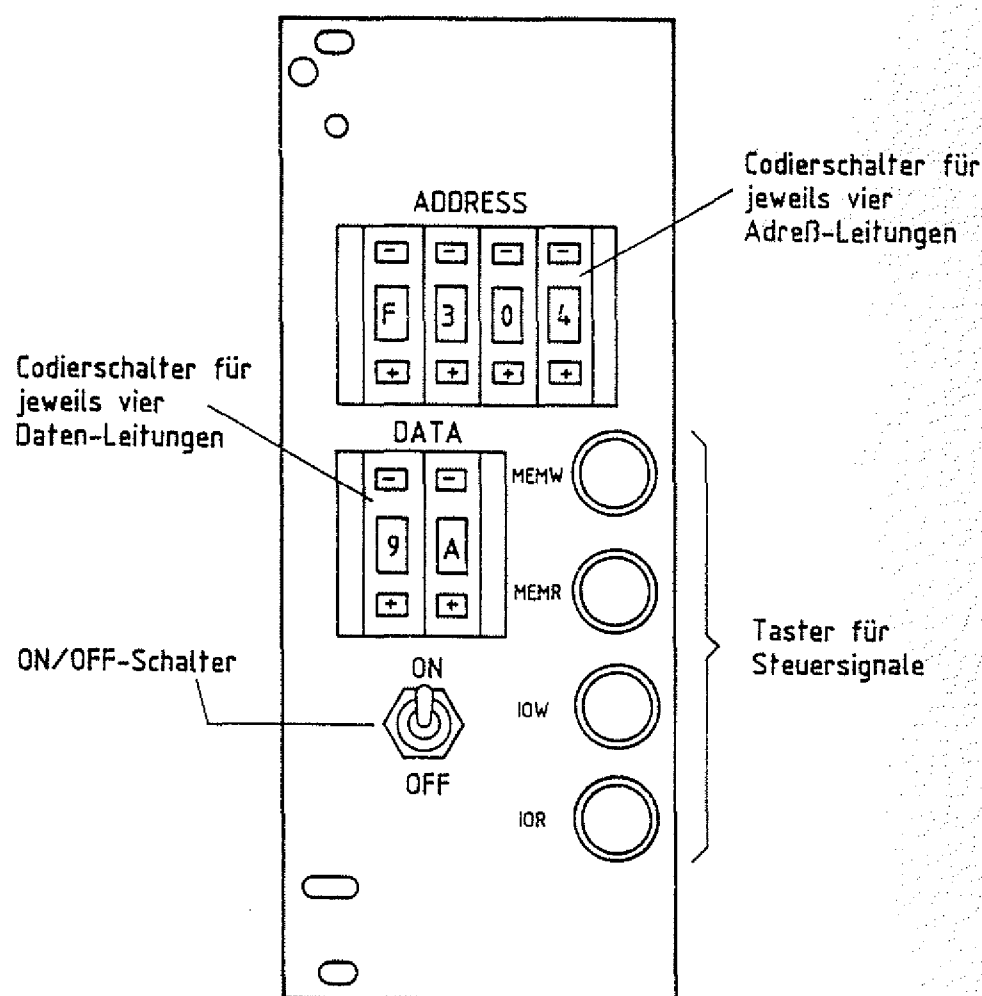
Bedienungshinweise:

Bus-Signalgeber

In der Frontplatte des Bus-Signalgebers befinden sich sogenannte Codierschalter, mit denen die Adreß- und Daten-Signale im Hexadezimalcode eingestellt werden können. Jeder einzelne Codierschalter liefert die 16 möglichen Signalkombinationen für 4 Busleitungen. Für die 16 Leitungen des Adreß-Busses sind daher vier Codierschalter vorhanden, für die 8 Leitungen des Daten-Busses zwei.

Für die Steuersignale zum Aktivieren der Speicher und Ein-/Ausgabe-Einheiten sind vier Taster vorgesehen.

Mit dem ON/OFF-Schalter kann die Signalausgabe des Bus-Signalgebers gesperrt (OFF) werden, so daß die eingestellten Adreß-, Daten- und Steuersignale nicht auf den System-Bus gelangen können. Der Schalter muß sich bei dieser Übung in Stellung "ON" befinden.



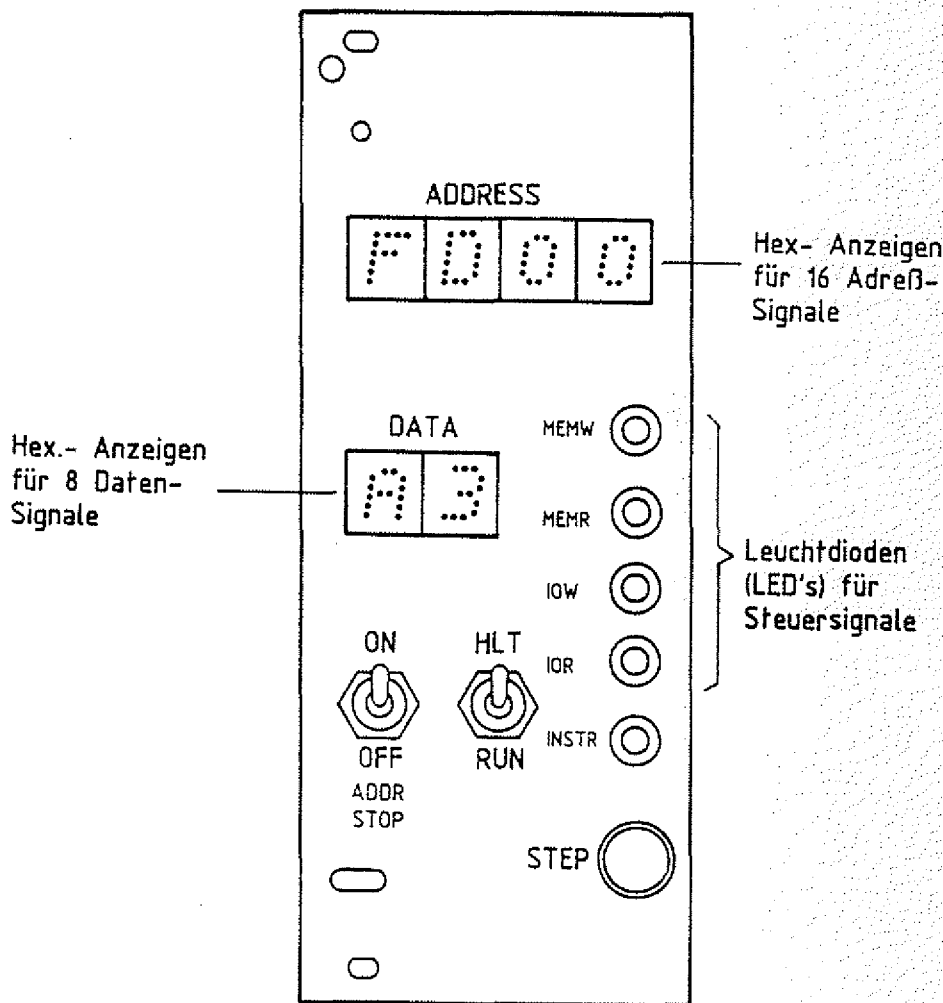
Bus-Signalgeber

Übungsteil 1

Beachten Sie bitte, daß die Kurzzeichen der vier Steuersignale in den Schaltungsunterlagen mit einem Negationsstrich versehen sind. Bei Aktivierung eines Steuersignals führt die zugehörige Signalleitung logisch "0"-Signal ("aktiv-Low-Signal").

Bus-Signalanzeige

Der Signalzustand des Bus-Systems kann mit der Bus-Signalanzeige sichtbar gemacht werden. Die Anzeige der Adreß- und Daten-Signale erfolgt über spezielle Leuchtdioden-Anzeigen im Hexadezimal-Code. Für den Signalzustand der Steuerleitungen dagegen sind einzelne Leuchtdioden vorgesehen. Die Schalter und der Taster in der Frontplatte der Baugruppe werden in dieser Übung nicht benötigt, ihre Stellung ist beliebig.

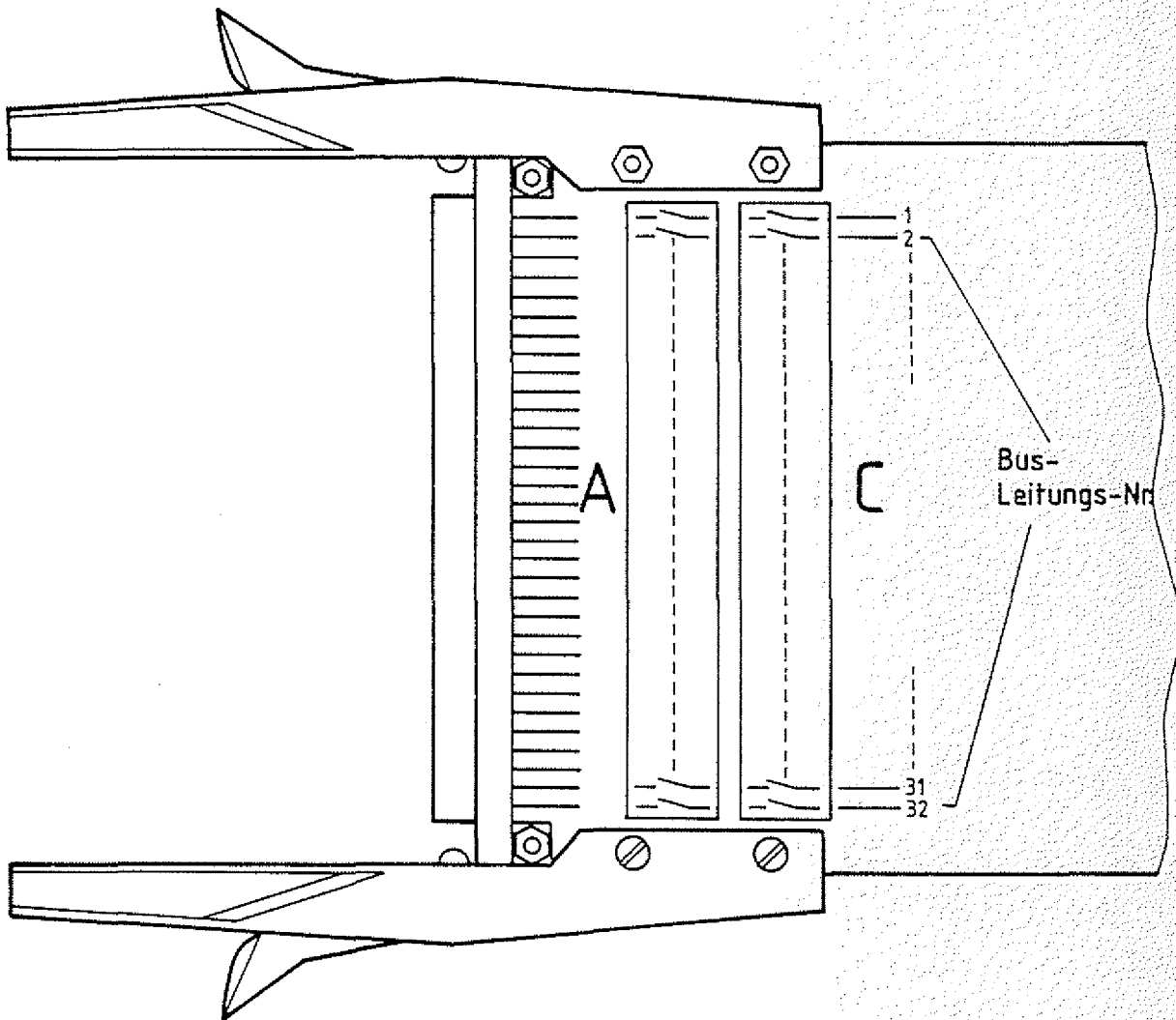


Bus-Signalanzeige

Übungsteil 1

Adapterkarte 64polig

Die untenstehende Abbildung zeigt die Belegung der Schalter/Brücken an der Frontseite der Baugruppe. Hier können die Signale des Bus-Systems gemessen werden.



Adapterkarte 64polig

Übungsteil 1

Die Tabelle zeigt die Signalbelegung des Bus-Systems.

Stift-Nr.	Reihe		Bemerkung
	a	c	
1	+5V	+5V	
2			
3			
4	D0	D1	
5	D2	D3	
6	D4	D5	
7	D6	D7	
8			
9	$\overline{\text{IOW}}$	$\overline{\text{MEMW}}$	
10	$\overline{\text{IOR}}$	$\overline{\text{MEMR}}$	
11			
12			
13			
14			
15			
16		A0	
17	A1	A2	
18	A3	A4	
19	A5	A6	
20	A7	A8	
21	A9	A10	
22	A11	A12	
23	A13	A14	
24	A15		
25			
26			
27			
28			
29			
30			
31			
32	0V	0V	

A1

Messen der Adreß-Signale auf dem Adreß-Bus

Die notwendigen Adreß-Signale werden vom Bus-Signalgeber auf den Adreß-Bus geschaltet.

Stecken Sie den Bus-Signalgeber in den Baugruppenträger und schalten Sie die Spannungsversorgung ein. Schalter ON/OFF → ON*.

Stellen Sie den folgenden Signalzustand am Adreß-Bus ein. Ermitteln Sie dazu zuerst die hexadezimale Darstellung der Adreß-Signale. Überprüfen Sie die Spannungspegel auf den 16 Adreß-Leitungen mit Hilfe eines Logik-Testers oder Vielfachmeßinstruments und tragen Sie die Meßergebnisse in die Tabelle ein.

Adreß-Leitung	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
gewünschter Signalzustand	1	0	1	0	0	1	1	0	1	1	0	0	1	0	1	1

Erforderliche Hex-Darstellung

--	--	--	--	--

Adreß-Leitung	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
Stift-Nr.																
gemessener Pegel																

* ON/OFF → ON bedeutet: Schalter ON/OFF auf ON stellen.



A2

Messen der Daten-Signale auf dem Daten-Bus

Die notwendigen Daten-Signale werden vom Bus-Signalgeber auf den Daten-Bus geschaltet.

Stellen Sie an den Daten-Bus-Schaltern den Zustand "A5" ein. Überlegen Sie sich vor der meßtechnischen Überprüfung, welche logischen Signalzustände auf den Leitungen vorhanden sein müssen. Tragen Sie diese in die Tabelle ein.

Lodierschalter - Einstellung	A	5
---------------------------------	---	---

Daten-Leitung	7	6	5	4	3	2	1	0
erforderlicher Pegel								

Überprüfen Sie Ihre Überlegungen durch Messung der Pegel.

Daten-Leitung	7	6	5	4	3	2	1	0
Stift - Nr.								
gemessener Pegel								

Welcher Dezimalzahl entspricht die Bit-Kombination auf den Datenleitungen?

Dezimal-Darstellung			
---------------------	--	--	--

Anleitung:

Zur Umwandlung einer Dual- in eine Dezimal-Zahl kann z.B. das Stellenwertprinzip angewendet werden, bei dem jede Stelle der Dualzahl mit der zugehörigen Zweierpotenz ($2^0, 2^1, 2^2, \dots$) multipliziert und anschließend aufaddiert wird.



Überprüfung der Steuersignale

A3

Bei Betätigung der Steuersignal-Taster auf dem Bus-Signalgeber werden die entsprechenden Steuer-Bus-Leitungen aktiviert.

Betätigen Sie nacheinander die vier Steuer-Signale und messen Sie die zugehörigen Spannungspegel auf den Leitungen des Steuer-Busses.

Steuersignal-Taste	Stift-Nr.	Taster	Gemessener Pegel
MEMW		AUS	
		EIN	
MEMR		AUS	
		EIN	
IOW		AUS	
		EIN	
IOR		AUS	
		EIN	

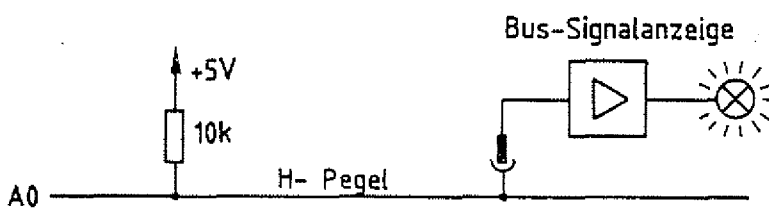


A4.1

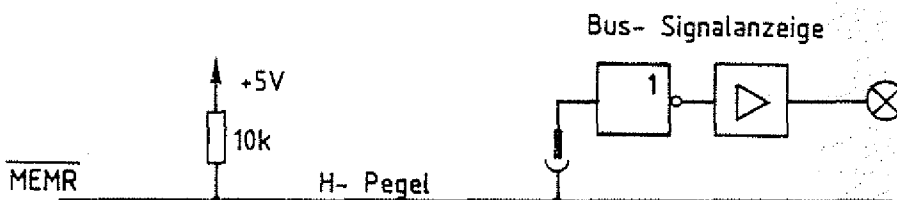
Überprüfen der Wirkung der Steuersignale auf der Bus-Signalanzeige

Stecken Sie anstelle des Bus-Signalgebers zunächst nur die Bus-Signalanzeige in den Baugruppenträger (Betriebsspannung vorher ausschalten).

Nach dem Einschalten der Betriebsspannung müssen alle Hexadezimalanzeigen "F" anzeigen. Das bedeutet, daß alle Adreß- und Daten-Leitungen H-Pegel führen. Der Grund wird aus der folgenden Skizze ersichtlich, in der die Adreß-Leitung A0 als Beispiel dargestellt ist. Alle Leitungen des Bus-Systems sind, wie in der Skizze dargestellt, über sogenannte Pull-up-Widerstände mit der Betriebsspannung verbunden. Wenn keine Baugruppe am Bus-System Signale auf den Bus schaltet, führen alle Leitungen H-Pegel.



Anders ist es bei den vier Steuersignalen. Die vier Leuchtdioden bleiben dunkel, weil der aktive Zustand eines Steuersignals durch L-Pegel auf der zugehörigen Steuerleitung signalisiert wird. Weil die Leuchtdioden nur den aktiven Zustand anzeigen sollen, werden sie auf der Bus-Signalanzeige mit den invertierten Signalen der Steuerleitungen angesteuert.



A4.2

Stecken Sie nun zusätzlich noch den Bus-Signalgeber in den Baugruppenträger.

Stellen Sie beliebige Adreß- und Daten-Signale (allerdings nicht alles "F") ein und betätigen Sie nacheinander die vier Steuersignale. Beobachten Sie dabei, welcher Signalzustand sich am Daten-Bus einstellt und versuchen Sie das Verhalten zu begründen.

betätigte Steuersignal- Taste	Daten	
	eingestellt	angezeigt
MEMW		
MEMR		
IOW		
IOR		

Die Ursache für das Verhalten:

Immer dann, wenn der Speicher oder die Eingabe-Baugruppen durch die Steuersignale $\overline{\text{MEMR}}$ bzw. $\overline{\text{IOR}}$ aufgefordert werden, ihrerseits Daten auf den Daten-Bus zu schalten, müssen die Datensignale des Bus-Signalgebers vom Daten-Bus getrennt werden. Da sich keine weitere Baugruppe im Baugruppenträger befindet, führen beim Auftreten dieser Steuersignale alle Datenleitungen H-Pegel und die Bus-Signalanzeige zeigt "FF" an.

FACHTHEORETISCHE ÜBUNG MIKROCOMPUTER — TECHNIK

AUFBAU VON DV-ANLAGEN
UND BUS-SYSTEMEN

BFZ/MFA 10.1.

THEORIETEIL 2

Theorieteil 2

2.1. Tristate-Technik

Im folgenden soll näher beleuchtet werden, welche Eigenschaften die digitalen Bausteine (Gatter, usw.) aufweisen müssen, die an die Bus-Leitungen angeschlossen werden. Die Anschlüsse vieler Mikroprozessor-Bausteine sind TTL-kompatibel, d.h., daß ihre Schalteigenschaften der Transistor-Transistor-Logikfamilie angepaßt sind. Die Bezeichnung TTL resultiert aus der Art der Schaltungstechnik, die im wesentlichen nur Transistoren für den Aufbau der Verknüpfungsschaltungen verwendet. Unter anderem bedeutet dies, daß die Spannungswerte an den Ein- und Ausgängen der IC's ganz bestimmte Grenzwerte nicht überschreiten dürfen. Betrachten wir dazu z.B. einen einfachen TTL-Inverter. In Bild 13a sind die Grenzwerte für die Eingangsspannungen eingetragen.

TTL-Schaltkreisfamilie

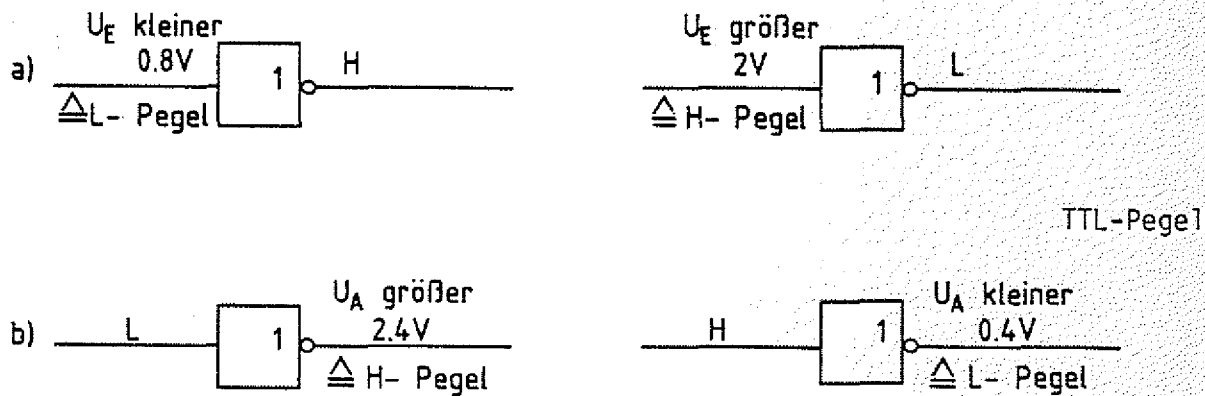


Bild 13 a und b: Eingangs- und Ausgangspegel für die TTL-Technik

Die Eingangsschaltung des TTL-Gatters erkennt L-Signal, wenn die Eingangsspannung kleiner als 0,8 V ist und H-Signal, wenn sie größer als 2 V ist. Bild 13b zeigt die Grenzwerte für die Ausgangsspannungen.

Ein TTL-Gatter liefert bei H-Signal am Ausgang eine Spannung, die größer als 2,4 V und bei L-Signal kleiner als 0,4 V ist.

Theorieteil 2

Bild 14 zeigt die Innenschaltung eines TTL-Inverters, weil für die folgenden Überlegungen die Kenntnis der Ausgangsstufe der Gatter wichtig ist.

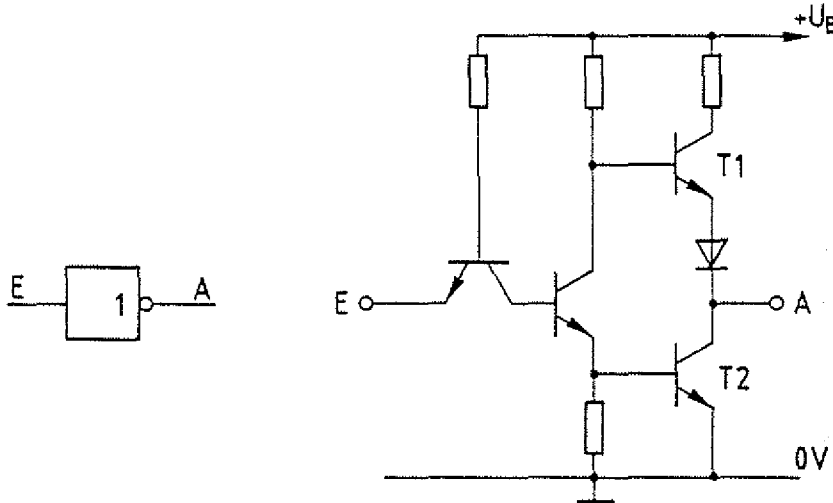


Bild 14: Innenschaltung TTL-Gatter

Die Ausgangsstufe der TTL-Gatter besteht üblicherweise aus einer sogenannten Gegentaktschaltung (totem pole). Je nachdem, ob der Ausgang H- oder L-Pegel führt, wird einer der beiden Transistoren T1 und T2, die wie Schalter wirken, gesperrt (Bild 15).

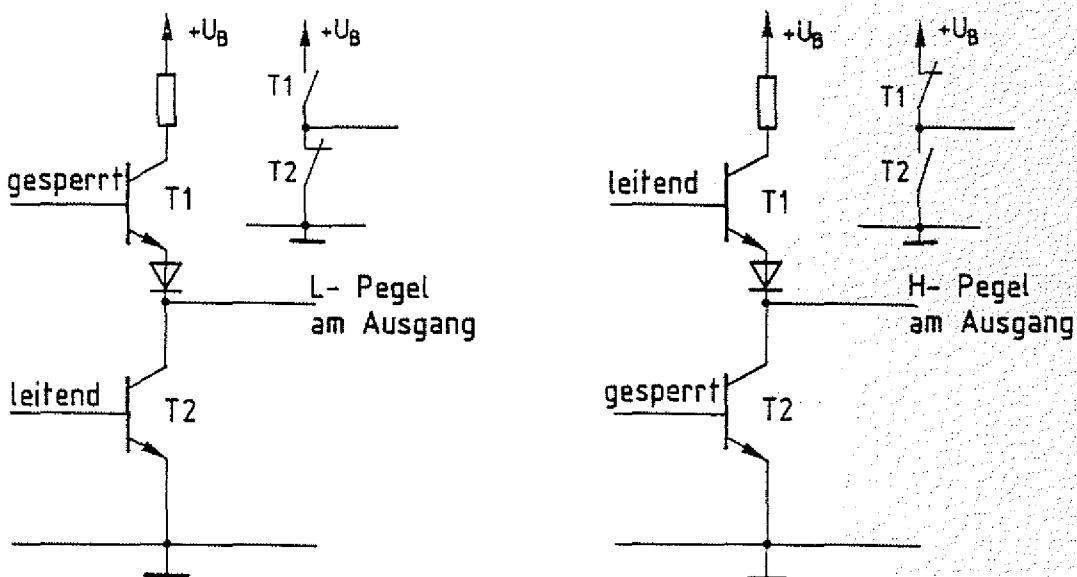


Bild 15: Zustand der Ausgangsstufe bei L- und H-Pegel

Diese TTL-Gatter sind für Baugruppen, die als Sender auf den Daten-Bus wirken, nicht geeignet.

Theorieteil 2

Betrachten Sie dazu das Bild 16, in dem ein Daten-Bus dargestellt ist. An diesem Daten-Bus sind zwei Geräte angeschlossen, die jeweils bei Aufforderung durch den Prozessor Daten auf den Bus schalten können.

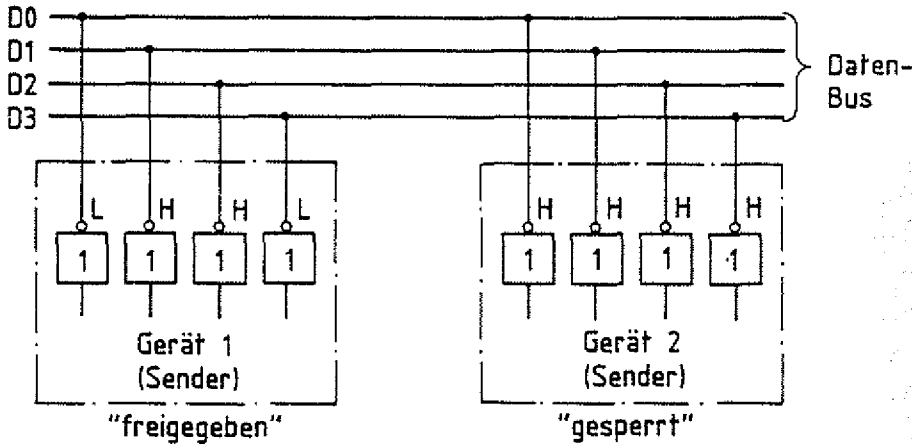


Bild 16: TTL-Gatter am Bus

Als Beispiel sei angenommen, daß das Gerät 1 gerade zum Senden seiner Daten aufgefordert wird und den Signalzustand 0110 auf den Daten-Bus geschaltet hat. Da das Gerät 2 gesperrt ist, führen die zugehörigen Ausgänge H-Signal. Wenn wir nun die Datenleitung D0 getrennt betrachten und etwas verändert herauszeichnen (Bild 17), so erkennt man, daß es an den Ausgängen der angeschlossenen Gatter zu einem Kurzschluß kommt, der die Transistoren zerstören kann.

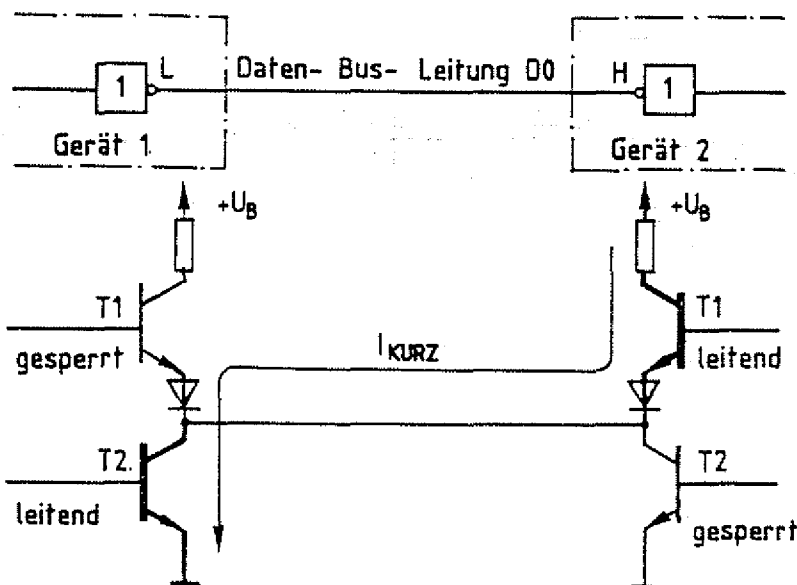


Bild 17: Kurzschlußstrom zwischen TTL-Gattern

Theorieteil 2

Um dies zu vermeiden, hat man die sogenannte Tristate-Technik (Dreistufen-Technik) entwickelt. Tristate-Gatter besitzen einen besonderen Eingang, über den der Gatter-Ausgang vollkommen gesperrt werden kann, so daß der Ausgang weder H- noch L-Pegel führt (offener Ausgang). Im Prinzip kann man das mit Hilfe eines Schalters erreichen, über den der Gatter-Ausgang intern vom IC-Anschluß getrennt wird (Bild 18). Führt der Freigabe-Eingang H-Signal, so ist der Schalter geschlossen; bei L-Signal ist er geöffnet.

Tristate-Technik

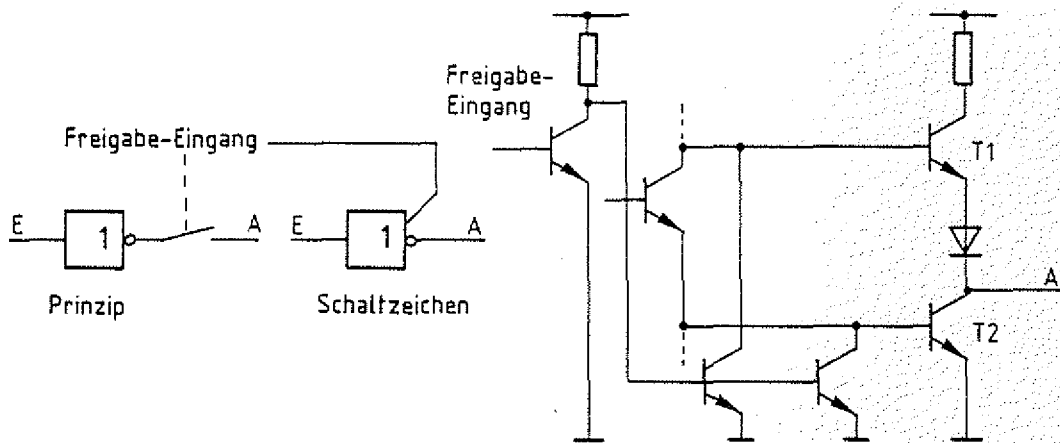


Bild 18: Tristate - Gatter, Prinzip, Schaltzeichen u. Innenschaltung

Praktisch wird dieser dritte Zustand (neben H- und L-Pegel) am Ausgang dadurch erreicht, daß die beiden Transistoren der Gegentaktstufe gesperrt werden. Der Freigabe-Eingang wird meist mit "ENABLE" (ermöglichen, d.h. hier "verbunden") bzw. mit "DISABLE" (unmöglich machen, d.h. hier "nicht verbunden") bezeichnet, je nachdem, ob das H-Signal am Freigabe-Eingang das Gatter freigibt oder sperrt (Bild 19).

ENABLE
DISABLE

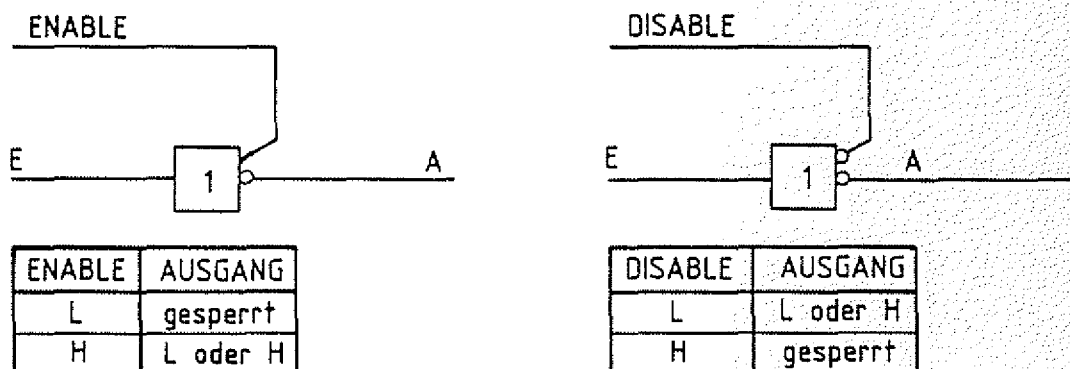


Bild 19: Tristate-Gatter , Wahrheitstabelle

Theorieteil 2

Alle Daten-Bus-Leitungen derjenigen Baugruppen, die Daten auf den Bus schalten können (Prozessor, Speicher, Eingabe), werden über Tristate-Gatter an den Bus angekoppelt. Da der Mikroprozessor immer nur eine Baugruppe freigeben wird, ist auch immer nur ein Sender am Daten-Bus wirksam. Baugruppen, die nur Daten empfangen, brauchen dagegen nicht vom Daten-Bus getrennt zu werden.

2.2. Kurzschlüsse auf Bus-Leitungen

In ähnlicher Weise wie oben beschrieben, können die Gatterausgänge zerstört werden, wenn Kurzschlüsse zwischen benachbarten Bus-Leitungen vorliegen und die kurzgeschlossenen Leitungen unterschiedliche Signalpegel führen (Bild 20).

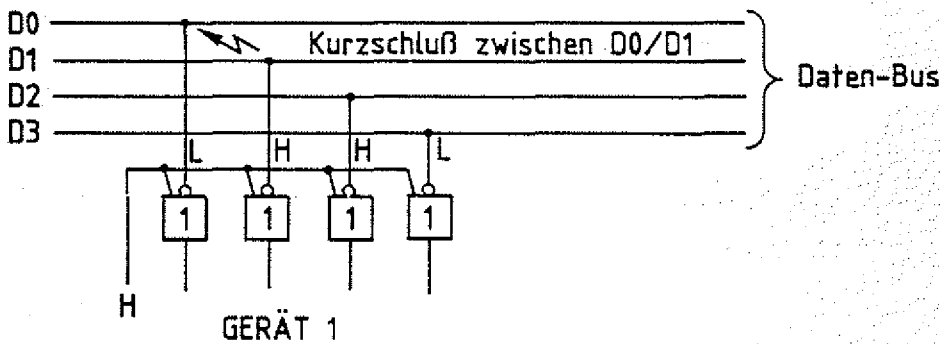


Bild 20: Kurzschluß zwischen Bus-Leitungen

Mit solchen Kurzschlußfehlern muß insbesondere bei der Inbetriebnahme von Bus-Systemen gerechnet werden. Um auch in diesen Fällen eine Zerstörung der Gatter zu verhindern, setzt man in Prüfbaugruppen Schaltkreise mit "Open-Collector-Ausgängen" (offener Kollektor) ein. Bei diesen Gattern fehlt der obere Transistor der Gegentaktstufe am Ausgang, so daß sie für den Betrieb noch einen externen Arbeitswiderstand benötigen (Bild 21).

Diesen Widerstand nennt man auch "Pull-Up-Widerstand" (pull up = hochziehen, hier nach U_p).

Open-Collector,
OC-Technik

Pull-Up-Wider-
stand

Theorieteil 2

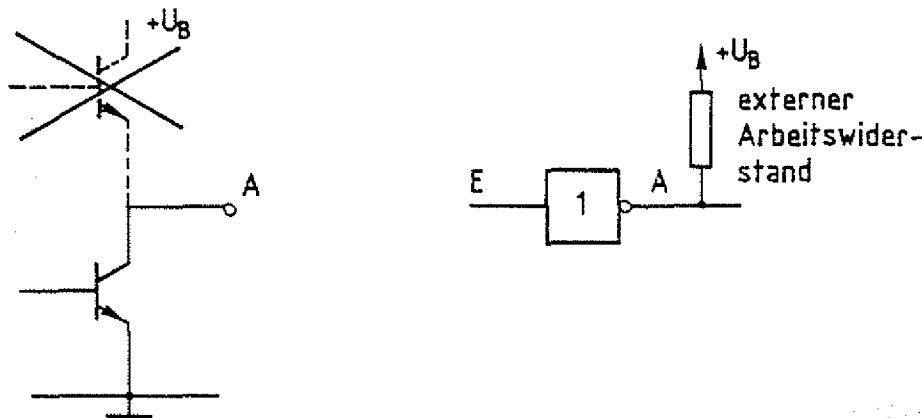


Bild 21: Gatterausgang mit "Pull-Up-Widerstand"

Bei Verwendung dieser Gatter fließt zwar der doppelte Strom durch den leitenden Transistor, sofern der oben geschilderte Kurzschlußfall auftritt, der aber bei geeigneter Dimensionierung der Pull-up-Widerstände nicht zur Zerstörung der Transistoren führt (Bild 22).

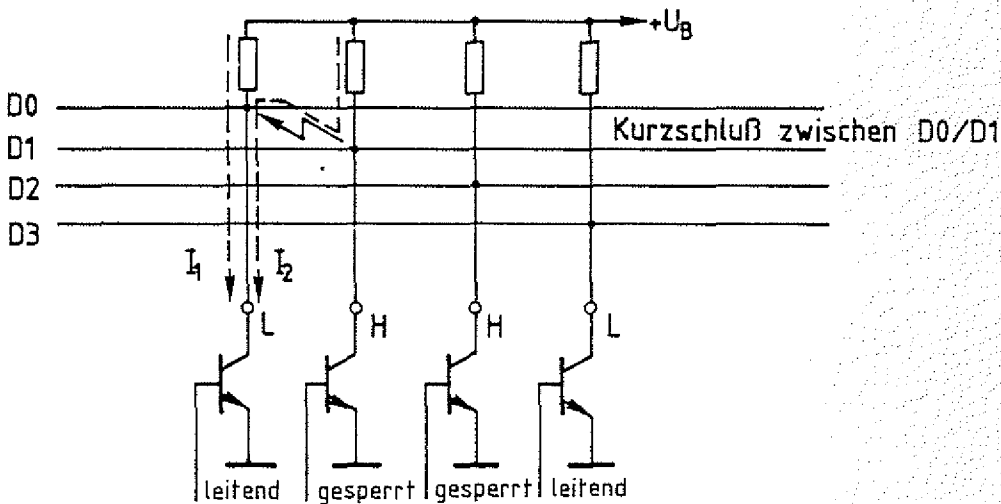


Bild 22: Kurzschluß zwischen Bus-Leitungen bei Gattern mit O.C.-Technik

Alle Adreß-, Daten- und Steuer-Signale des Bus-Signalgebers werden über Open-Collector-Treiber an das System geschaltet, da der Bus-Signalgeber in Verbindung mit der Bus-Signalanzeige auch für die Inbetriebnahme der Baugruppen und des Gesamtsystems verwendet wird.

Theorieteil 2

2.3. Unterbrechungen auf Bus-Leitungen

Leitungsunterbrechungen in digitalen Schaltungen, die aus TTL-Schaltkreisen aufgebaut sind, können nicht zur Zerstörung der Bausteine führen. Allerdings kommt es zu einer fehlerhaften Signalübertragung bzw. -Verarbeitung. Nicht beschaltete Eingänge von TTL-Schaltkreisen wirken so, als läge H-Pegel am Eingang an. Dagegen kann es bei CMOS-Schaltkreisen durch unbeschaltete Eingänge aufgrund einer dann auftretenden "Schwingneigung" zu einer Überhitzung und damit zur Zerstörung der Bausteine kommen. Dieses Verhalten hängt mit den hochohmigen Gate-Eingängen der MOS-Transistoren zusammen.

CMOS

2.4. Signal- Zeit-Diagramme für Bus-Systeme

In ähnlicher Weise, wie man die Bus-Verbindungen in Blockschaltbildern als breiten Verbindungsbalken darstellt, vereinfacht man die graphische Darstellung des Signalflusses auf den Bus-Leitungen durch schematisierte Liniendiagramme. Beispielsweise möge sich der Signalzustand auf den einzelnen Daten-Bus-Leitungen eines Mikrocomputersystems wie in Bild 23 dargestellt, ändern. In der Darstellung ist für jede einzelne Bus-Leitung ein Liniendiagramm gezeichnet.

Theorieteil 2

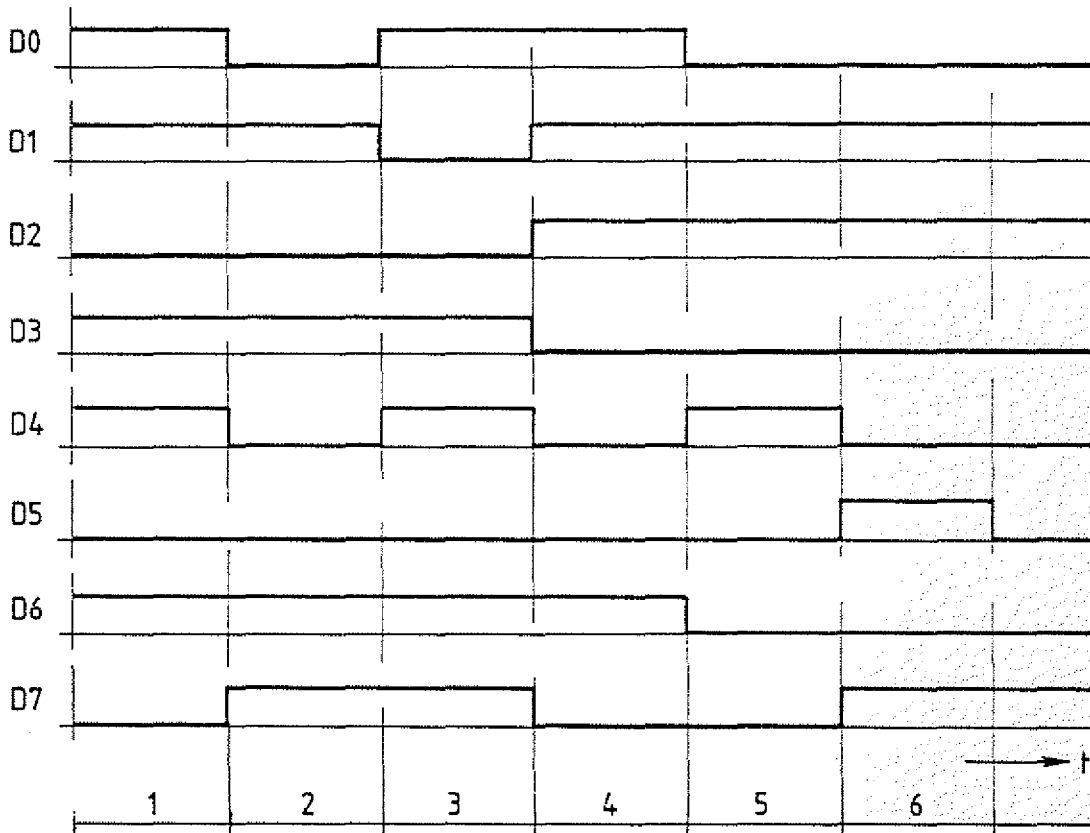


Bild 23: Zeitlicher Verlauf der Signale auf dem Daten-Bus

Diese Art der Darstellung ist sehr unübersichtlich und wird noch schwieriger zu überschauen, wenn beispielsweise noch Adreß- und Steuer-Signale berücksichtigt werden müssen. Statt dessen beschreibt man den Bus-Signalzustand mit einem Liniendiagramm, welches die gleiche Aussagekraft besitzt, wie die Liniendiagramme der einzelnen Bus-Leitungen zusammen.

Theorieteil 2

Ein solches Liniendiagramm ist für das Beispiel aus Bild 23 in Bild 24 dargestellt.

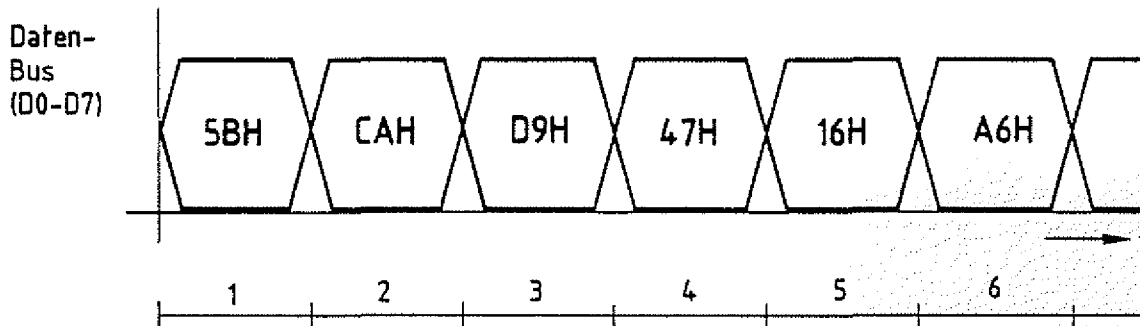


Bild 24: Vereinfachte Darstellung von Bus-Signalen im Liniendiagramm

Dieses Liniendiagramm kennzeichnet den Signalzustand aller acht Bus-Leitungen zusammen, weil der Signalzustand der Einzeitleitungen hexadezimal verschlüsselt in das Diagramm eingezeichnet ist. Die Zeitpunkte, zu denen sich neue Signalzustände einstellen, werden schematisch durch H-L- und L-H-Übergänge gekennzeichnet. Damit soll angedeutet werden, daß auf einigen Leitungen der Pegel von High nach Low und auf anderen von Low nach High wechselt. Auf welchen Leitungen ein Wechsel stattgefunden hat, muß aus dem hexadezimal verschlüsselten Zustand abgeleitet werden. Betrachten Sie z.B. den Zeitabschnitt 3. Auf dem Daten-Bus soll der Zustand D9H (H für hexadezimal) vorhanden sein. Mit Hilfe der Hex-Tabelle Bild 11 erhält man für 9H den Zustand 1001 und für DH 1101, so daß die Leitungen die folgenden Pegel führen: D7 = H, D6 = H, D5 = L, D4 = H, D3 = H, D2 = L, D1 = L und D0 = H. Vergleichen Sie diese Pegel mit den Liniendiagrammen in Bild 23.

Am Daten-Bus kann der Zustand auftreten, daß alle Sender gesperrt sind. Aufgrund der Tristate-Technik sind dann alle Bus-Leitungen offen und führen weder H- noch L-Pegel. Dieser Zustand wird häufig wie in Bild 25 dargestellt gekennzeichnet:

Theorieteil 2

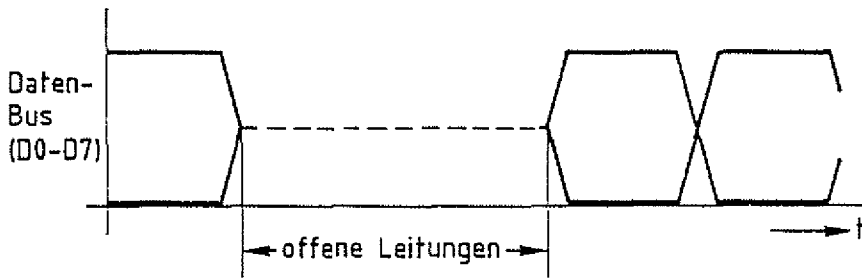


Bild 25: Darstellung des hochohmigen Zustandes von Bus-Leitungen
 Soll zusätzlich im Diagramm noch zum Ausdruck gebracht werden, welche Signale andere Signalwechsel zur Folge haben, so trägt man Wirkungspfeile in die Diagramme ein, die Ursache und Wirkung erkennen lassen. Das gewählte Beispiel in Bild 26 verdeutlicht, daß das Steuersignal vom Prozessor für "Speicher lesen" ($\overline{\text{MEMR}}$) zur Folge hat, daß der Speicher seine Daten auf den Bus schaltet.

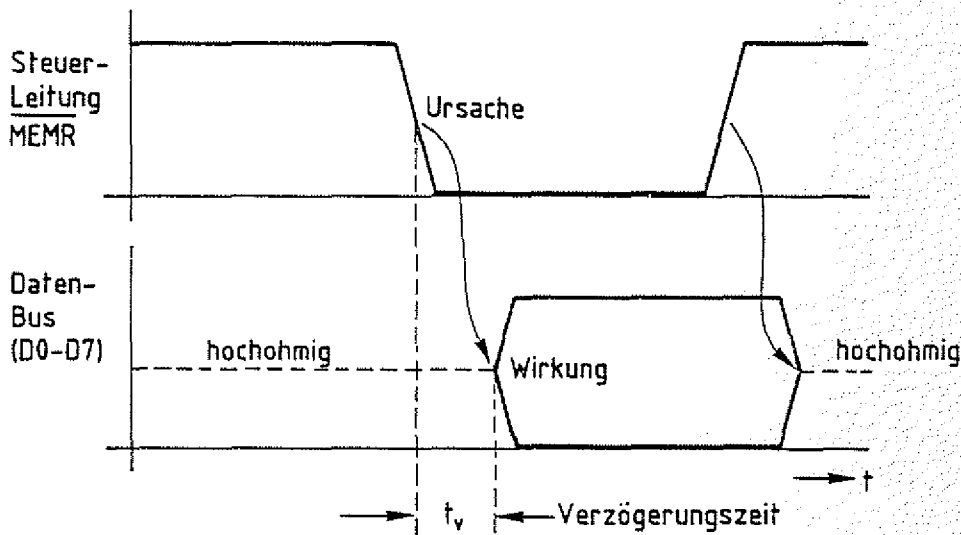


Bild 26: Darstellung von Ursache und Wirkung in Signal-Zeit-Diagrammen

Da die Signale von den Baugruppen nicht unendlich schnell verarbeitet werden, ergeben sich meist kurze Verzögerungszeiten, wie im Bild 26 dargestellt. Der Speicher benötigt nach der Aufforderung, seine Daten auf den Bus zu schalten, eine kurze Verzögerungszeit, um den Schaltvorgang durchzuführen (bei üblichen Speichern zwischen 50...500nsec). Dies wird durch den Versatz zwischen Ursache und Wirkung gekennzeichnet.

Theorieteil 2

Mit Hilfe dieser Darstellungsart ist in Bild 27 der zeitliche Signalablauf auf dem System-Bus beim Lesen der Speicherstelle 1F03H durch den Mikroprozessor dargestellt. Der Speicher soll dabei die Daten 11001010 bereitstellen.

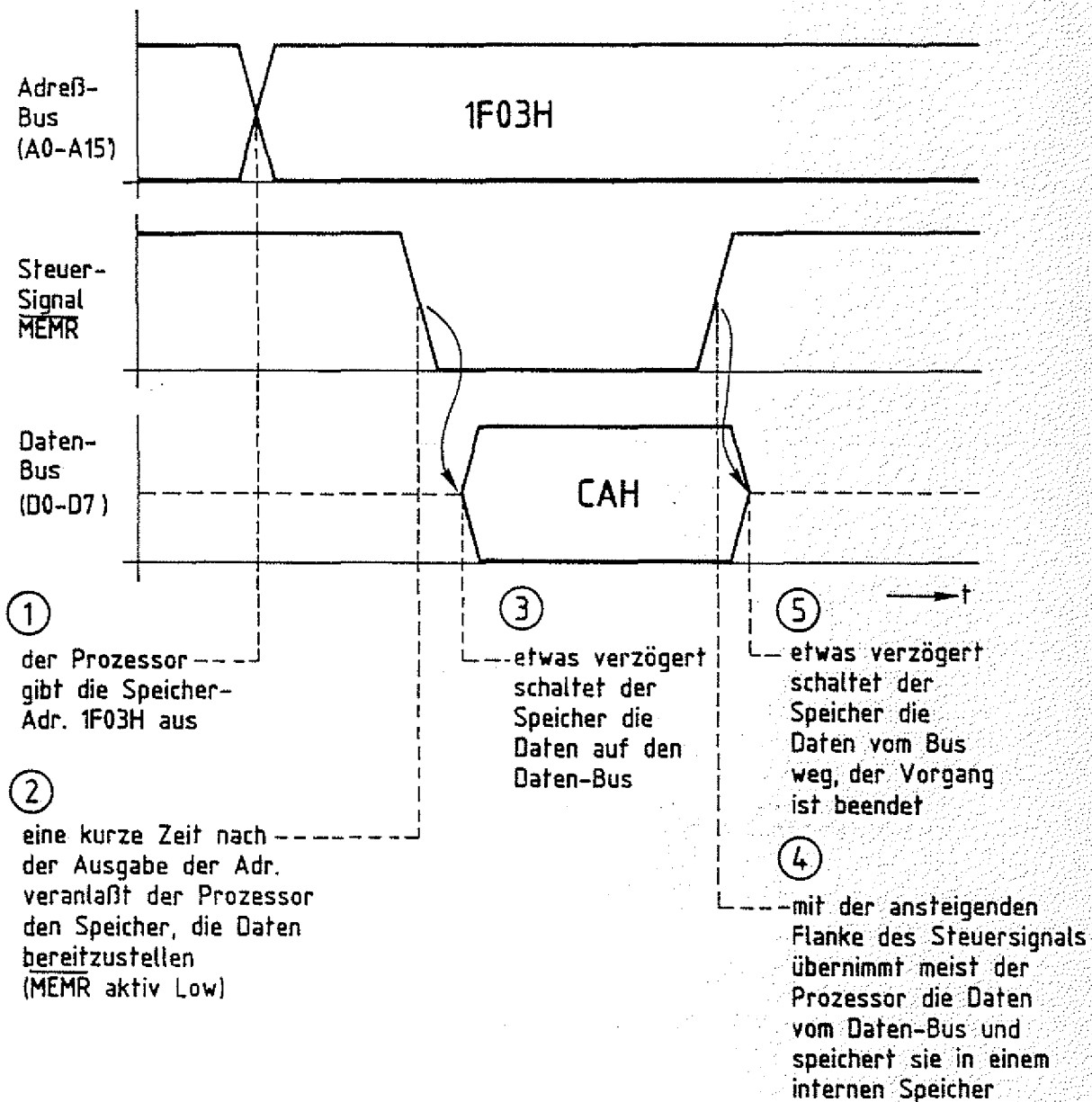


Bild 27: Signal-Zeit-Diagramm für das Lesen einer Speicherstelle durch den Prozessor

FACHTHEORETISCHE ÜBUNG MIKROCOMPUTER — TECHNIK

AUFBAU VON DV-ANLAGEN
UND BUS-SYSTEMEN

BFZ/MFA 10.1.

ÜBUNGSTEIL 2

Übungsteil 2

In den folgenden Arbeitsschritten werden Sie Messungen am Bus-System eines Mikrocomputers durchführen.

Dazu benötigen Sie:

- 1 Baugruppenträger mit Busverdrahtung (BFZ/MFA 0.1.)
 - 1 Bus-Abschluß (BFZ/MFA 0.2.)
 - 1 Trafo-Einschub (BFZ/MFA 1.1.)
 - 1 Spannungsregelung (BFZ/MFA 1.2.)
 - 1 Bus-Signalgeber (BFZ/MFA 5.1.)
 - 1 Bus-Signalanzeige (BFZ/MFA 5.2.)
 - 1 Adapterkarte 64polig (BFZ/MFA 5.3.)
 - 1 Logik-Tester oder Vielfach-Meßinstrument
 - 4 Meßleitungen und Meßklips
- } zusammengebaut und
geprüft nach
FPO BFZ/MFA 1.2.
Arbeitsblatt A7

Allgemeine Hinweise zur Durchführung der Übungen:

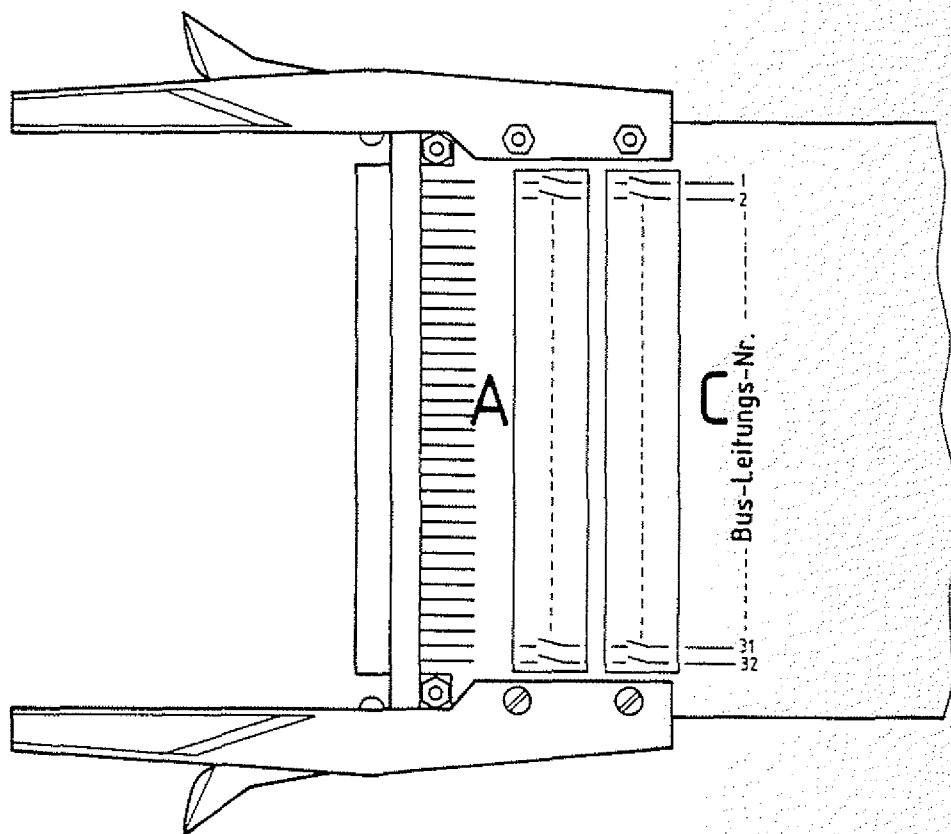
- Die Einschübe dürfen nur bei abgeschalteter Betriebsspannung gesteckt oder gezogen werden
- Aufgrund der Busverdrahtung können die Baugruppen in beliebige Steckplätze gesteckt werden
- Messungen an den Bus-Leitungen sollten mit Hilfe der Adapterkarte durchgeführt werden
- Den logischen Signalen "0" und "1" sind die folgenden Pegel zugeordnet:
 - log. "0" $\hat{=}$ 0...0,8 V (LOW)
 - log. "1" $\hat{=}$ 2,4...5 V (HIGH)
- Alle zur Messung an den Baugruppen vorgegebenen Arbeitsblätter enthalten:
 - = Angaben über den Sinn der jeweiligen Messung
 - = Angaben über einzustellende Bedingungen (z.B. Schalterstellungen)
 - = Aufgabenstellungen, ggf. mit Hinweisen zu möglichen Fehlern.

Übungsteil 2

Bedienungshinweise:

Adapterkarte 64polig

Kurzschlüsse auf Bus-Leitungen können Sie mit Hilfe von Meßleitungen/Meßklips an den Drahtbrücken/Schaltern herstellen, die sich an der Vorderseite der Adapterkarte befinden.



Adapterkarte 64polig

Zum Herstellen von Unterbrechungen wird diejenige Baugruppe, für die die Unterbrechungen wirksam werden sollen, über die Adapterkarte mit dem System-Bus verbunden. Dazu müssen vorher die entsprechenden Drahtbrücken oder Schalter geöffnet werden.

Messungen am Daten-Bus bei einer unterbrochenen Datenleitung

Stecken Sie die Bus-Signalanzeige direkt und den Bus-Signalgeber über die Adapterkarte in den Baugruppenträger. Unterbrechen Sie die Datenleitung D2.

Schalten Sie die Betriebsspannung ein.

Ermitteln Sie die von der Bus-Signalanzeige angezeigten Daten, wenn Sie nacheinander alle möglichen sechzehn Signalzustände an den unteren vier Daten-Leitungen einstellen. Überprüfen Sie auch mit Hilfe eines Logiktesters/Meßgeräts den Zustand der offenen Datenleitung an der Bus-Signalanzeige.

A1

eingestellte Daten	angezeigte Daten
00	
01	
02	
03	
04	
05	
06	
07	
08	
09	
0A	
0B	
0C	
0D	
0E	
0F	

Begründen Sie, warum nicht alle Daten falsch angezeigt werden.



Aufbau von DV-Anlagen und Bus-Systemen

Name: _____

Übungsteil 2

Datum: _____

Messungen am Daten-Bus bei einem Kurzschluß zwischen zwei Datenleitungen

A2

Stellen Sie die Verbindung der Datenleitung D2 wieder her und schließen Sie die Leitungen D2 und D3 kurz.

Ermitteln Sie zu den eingestellten Daten die vom Bus-Signalgeber angezeigten.

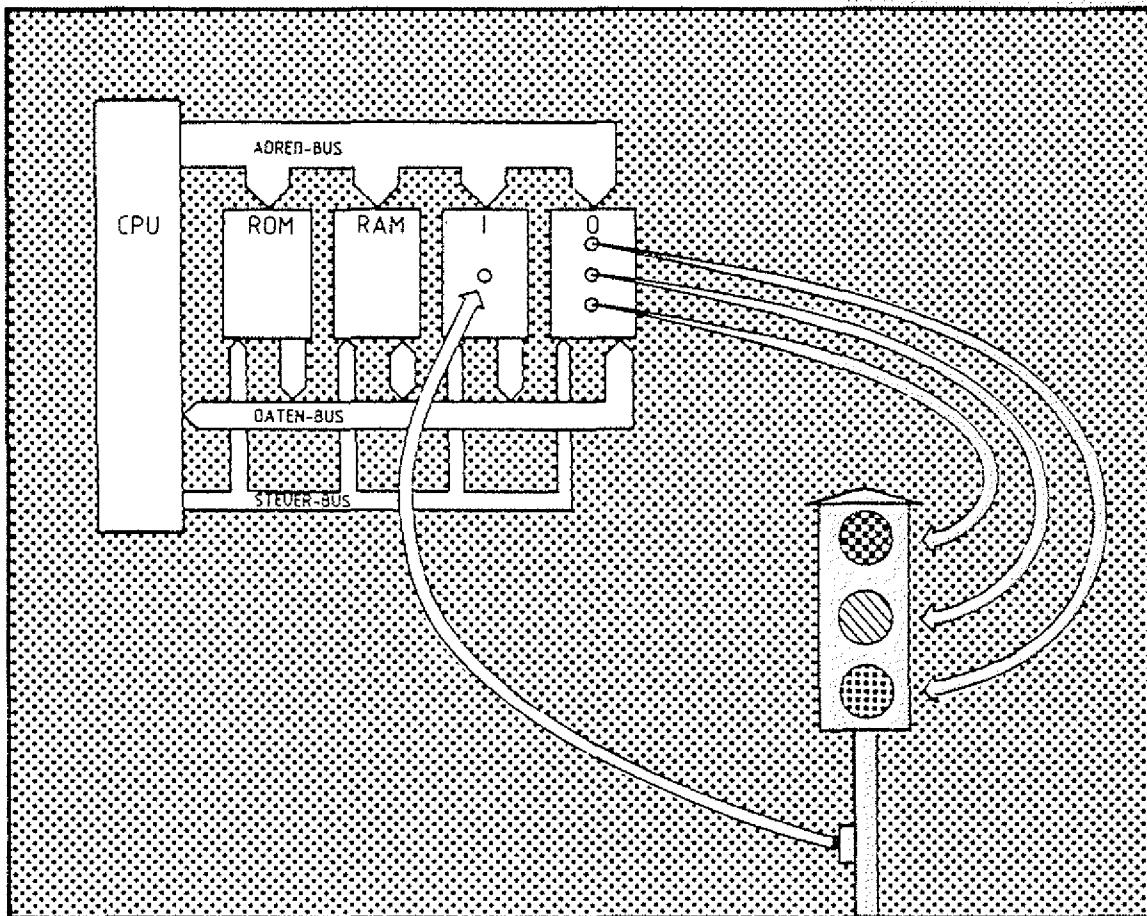
eingestellte Daten	angezeigte Daten
00	
01	
02	
03	
04	
05	
06	
07	
08	
09	
0A	
0B	
0C	
0D	
0E	
0F	

Begründen Sie, warum nicht alle Daten falsch angezeigt werden.

Ende der Übung!

FACHTHEORETISCHE ÜBUNG MIKROCOMPUTER — TECHNIK

EIN-UND AUSGABE-EINHEITEN BFZ/MFA 10.2.



Diese Übung ist Bestandteil eines Mediensystems, das im Rahmen eines vom Bundesminister für Bildung und Wissenschaft, vom Bundesminister für Forschung und Technologie sowie der Bundesanstalt für Arbeit geförderten Modellversuches zum Einsatz der "Mikrocomputer-Technik in der Facharbeiterausbildung" vom BFZ-Essen e.V. entwickelt wurde.

Inhaltsverzeichnis

Theorieteil 1

- 1.1. Einleitung
- 1.2. Ein-Ausgabe-Techniken
 - 1.2.1. Die parallele Datenübertragung
 - 1.2.2. Ein- und Ausgabe von analogen Signalen
 - 1.2.3. Serielle Ein- und Ausgabe-Einheiten
- 1.3. Der Aufbau einer parallelen Ausgabe-Baugruppe
- 1.4. Der Aufbau einer parallelen Eingabe-Baugruppe

Übungsteil 1

- A1 Übergabe von Daten an die Ausgabe-Baugruppe
- A2 Prüfen der RESET-Funktion
- A3 Lesen von Daten von der Eingabe-Baugruppe
- A4 Lesen der Daten der Eingabe-Baugruppe und Ausgabe dieser Daten an die Ausgabe-Baugruppe

Theorieteil 2

- 2.1. Vereinfachte Schaltung der Ausgabe-Baugruppe
- 2.2. Vereinfachte Schaltung der Eingabe-Baugruppe

Übungsteil 2

- A1 Überprüfen des Adreßvergleichers der Ausgabe-Baugruppe
- A2 Überprüfen des Adreßvergleichers der Eingabe-Baugruppe

FACHTHEORETISCHE ÜBUNG MIKROCOMPUTER — TECHNIK

EIN-UND AUSGABE-EINHEITEN
BFZ/MFA 10.2.

THEORIETEIL 1

Theorieteil 1

1.1. Einleitung

Jeder (Mikro-)Computer steht über Ein- und Ausgabe-Leitungen mit anderen Baugruppen, Geräten oder Anlagen für den Austausch von Daten und Informationen in Verbindung. Betrachten wir ein typisches Problem für den Einsatz eines Mikrocomputers Bild 1. An verkehrsreichen Straßen sind für die Fußgänger Ampelanlagen eingerichtet, damit sie die Straßen gefahrlos überqueren können. Den Fußgängern wird

Ampelanlage

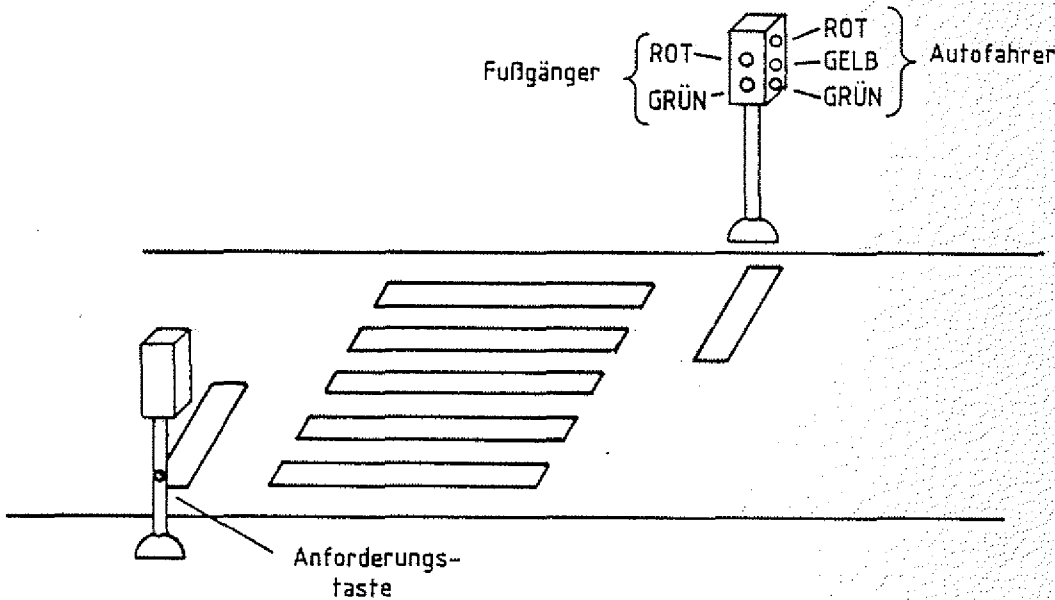


Bild 1: Einfache Ampelanlage

durch ROT- und GRÜN-Licht signalisiert, daß sie entweder WARTEN müssen, oder die Straße ÜBERQUEREN dürfen. Für die Autofahrer sind die üblichen drei Lichtsignale ROT, GELB und GRÜN vorhanden. Die Autofahrer haben solange freie Fahrt (Grünphase), bis ein Fußgänger durch Betätigen der Anforderungstaste den Wunsch zum Überqueren der Straße signalisiert. Die Folge der Lichtsignale, die daraufhin dem Fußgänger und den Autofahrern angezeigt wird, ist in Bild 2 zusammengefaßt.

Theorieteil 1

Phasen Nr.	Fußgänger		Autofahrer			Bemerkung
	Grün	Rot	Grün	Gelb	Rot	
0	AUS	EIN	EIN	AUS	AUS	Grünphase für Autofahrer
1	AUS	EIN	AUS	EIN	AUS	Gelbphase für Autofahrer
2	EIN	AUS	AUS	AUS	EIN	Grünphase für Fußgänger
3	AUS	EIN	AUS	EIN	EIN	Rot-Gelb-Phase für Autofahrer
4	AUS	EIN	EIN	AUS	AUS	Grünphase für Autofahrer

Bild 2: Signalkombinationen bei verschiedenen Ampelphasen

Die Phase 0 ist der Ausgangszustand, bei dem ein Fußgänger die Anforderungstaste betätigt. Nach einer kurzen Verzögerungszeit zeigt die Ampel die Gelbphase für die Autofahrer (Phase 1) an. Nach einer erneuten Verzögerungszeit erfolgt die Weiterschaltung zur Rotphase (Phase 2) für die Autofahrer und zur Grünphase für die Fußgänger und so fort. Jeder der Zustände bleibt für eine bestimmte Zeit bestehen. Mit dem Übergang zur Phase 4 ist der Ausgangszustand wieder erreicht und ein vollständiger Zyklus abgelaufen. Der Vorgang kann durch Betätigen der Anforderungstaste erneut ausgelöst werden. Soll dieser Prozeß von einem Mikrocomputer gesteuert werden, so müssen Ausgangsleitungen für die Signallampen und Eingangsleitungen für Anforderungstaster vorhanden sein. Ein- und Ausgangsleitungen stellen die Verbindung eines Computers mit seinem Umfeld (Peripherie, hier die Fußgängerampel) her. Zum Anschluß dieser Leitungen besitzt der Computer Ein- und Ausgabe-Einheiten.

Ampelphasen

Peripherie

E/A-Einheiten

Theorieteil 1

1.2. Ein-Ausgabe-Techniken

1.2.1. Die parallele Datenübertragung

Bild 3 zeigt schematisch den Anschluß einer Ein- und einer Ausgabe-Einheit an den System-Bus des Mikrocomputers.

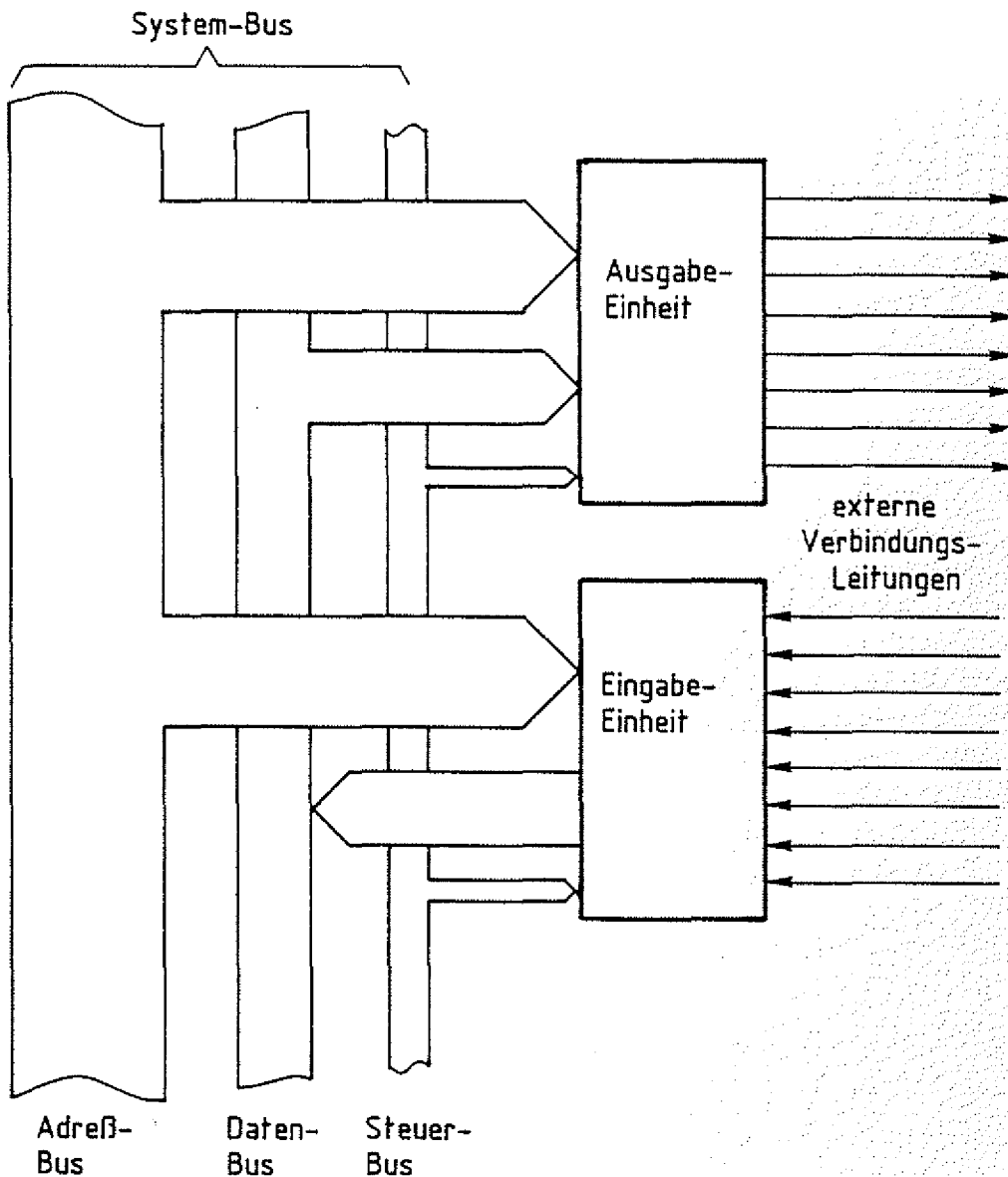


Bild 3: Anschluß von Ein- und Ausgabe-Einheit an den System-Bus

Die Anzahl der für die Ein- und Ausgabe von Informationen verfügbaren Leitungen ist an die Daten-Bus-Struktur des Mikrocomputers angepaßt. Besitzt der Daten-Bus acht Leitungen, so stellt eine Ausgabe- oder eine Eingabe-Einheit ebenfalls acht Verbindungsleitungen zur Außenwelt des Computers bereit.

Theorieteil 1

Auf diesen acht Leitungen werden 8-Bit-Datensignale übertragen. In der Computer-Technik faßt man 8 Bit zu einem Byte zusammen. Man spricht deshalb bei 8-Bit-Daten auch von Daten-Bytes. Bild 4 veranschaulicht diese Begriffe noch einmal.

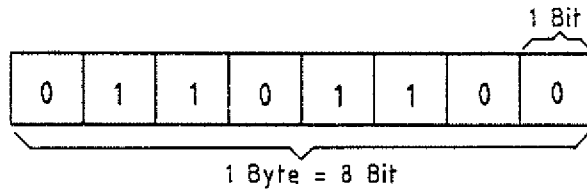


Bild 4: Der Zusammenhang von Bits und Byte

Die gleichzeitige Bereitstellung bzw. Übertragung mehrerer Signale nennt man "Parallele Datenübertragung". Die in Bild 3 dargestellten Ein- und Ausgabe-Einheiten nennt man daher auch parallele E/A-Einheiten. Im Gegensatz dazu gibt es auch serielle Ein- und Ausgabe-Einheiten. Ihr Funktionsprinzip wird später erklärt.

Kehren wir nun zu unserem Problem "Fußgängerampel" zurück. Der Mikrocomputer muß dafür entsprechende Aus- und Eingangsleitungen bereitstellen (Bild 5). Die Signallampen der Ampel werden über Leistungsverstärker an die Ausgangsleitungen der parallelen Ausgabe-Einheit angeschlossen und die Anforderungstaster verbindet man eventuell über Pegelanpassungen oder Entprellschaltungen mit den Eingangsleitungen der Eingabe-Einheit. Als weitere Eingangssignale können z.B. in Betracht kommen: Störungsmeldungen, die den Ausfall von Signallampen anzeigen oder auch Tag- Nachtschaltung, die in den Nachtstunden das gelbe Blinklicht einschaltet.

Byte

Parallele Datenübertragung

Leistungsverstärker

Pegelanpassung

Theorieteil 1

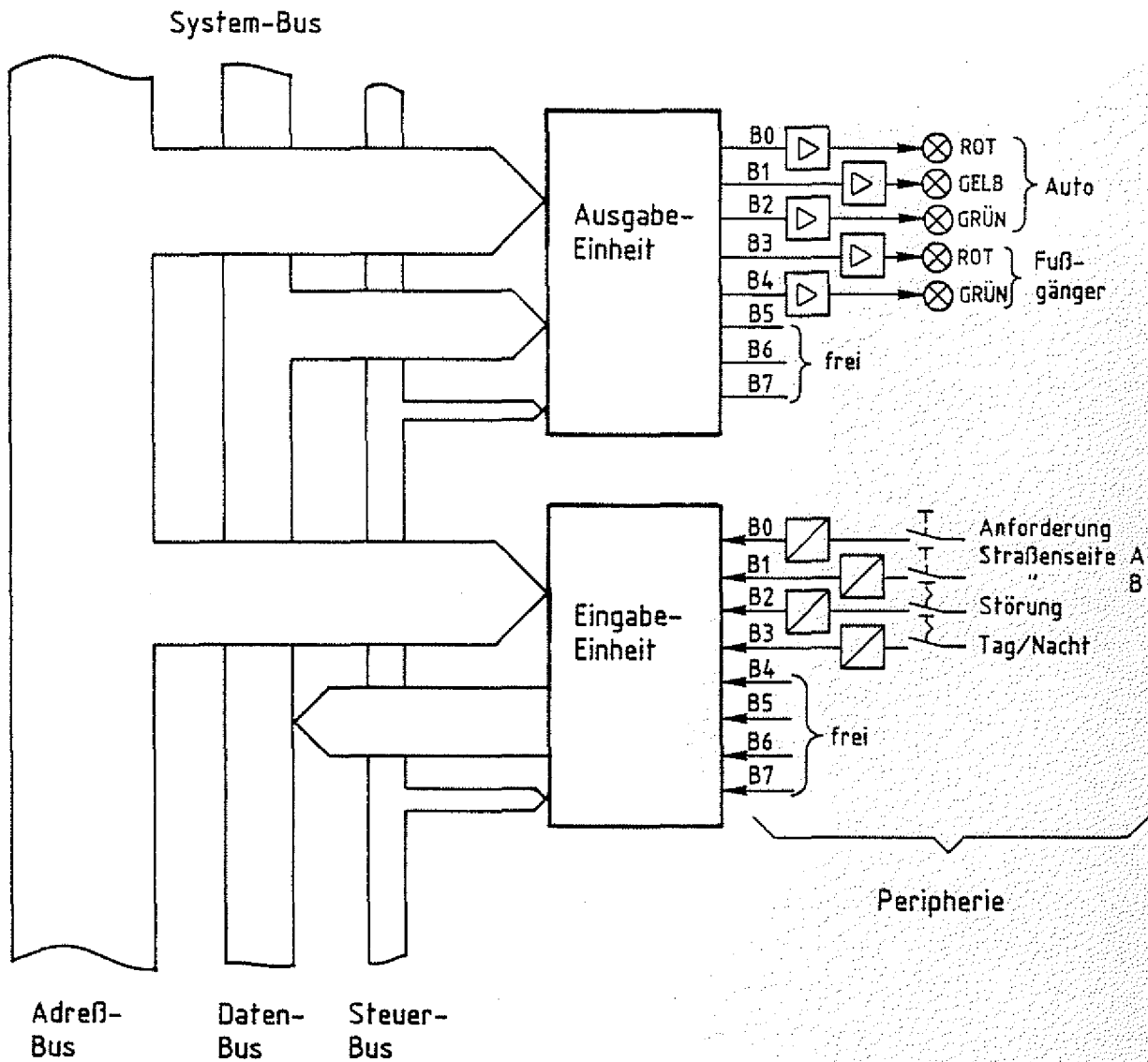


Bild 5: Anschluß der Peripherie am Mikrocomputer

Die Tabelle in Bild 6 zeigt die Daten-Bytes, die für die verschiedenen Ampelphasen an die Ausgabe-Einheit übergeben werden müssen.

Theorieteil 1

Phasen Nr.	Daten-Bytes								hex.
	binär								
	B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0	
0	X	X	X	0	1	1	0	0	0C
1	X	X	X	0	1	0	1	0	0A
2	X	X	X	1	0	0	0	1	11
3	X	X	X	0	1	0	1	1	0B
4	X	X	X	0	1	1	0	0	0C

Fußgänger
Auto

X bedeutet, daß der Signalzustand beliebig sein kann. Diese Leitungen sind nicht belegt. Zur Bestimmung der Hex-Werte wurde X=0 gesetzt.

Bild 6: An die Ampeln auszugebende Daten-Bytes

Die Probleme, die sich mit dem Anschluß von Baugruppen, Geräten und Anlagen an den Mikrocomputer ergeben, gehören zum Gebiet der "Interface-Technik". Interface kommt aus dem Englischen und bedeutet Grenz- oder Berührungsfläche. Interface-Baugruppen nennt man alle Baugruppen, die die Verbindung zwischen dem eigentlichen Computer und seiner Umwelt herstellen.

Interface-
Technik

1.2.2. Ein- und Ausgabe von analogen Signalen

Neben den oben beschriebenen Interface-Baugruppen, die Daten und Signale in digitaler Form bereitstellen oder empfangen, gibt es auch solche, die z.B. analoge Spannungen abgeben oder empfangen können. Dafür verwendet man sogenannte Digital-Analog-Wandler (D/A-Wandler) bzw. Analog-Digital-Wandler (A/D-Wandler). Soll beispielsweise ein Mikrocomputer für ein Meßwertprotokoll einen Spannungswert erfassen, so muß dieser in digitaler Form einer Eingabe-Einheit zugeführt werden. Dazu wird vor die Eingabe-Einheit ein Analog-Digital-Wandler geschaltet (Bild 7).

analoge E/A-
Einheiten

A/D- und D/A-
Wandler

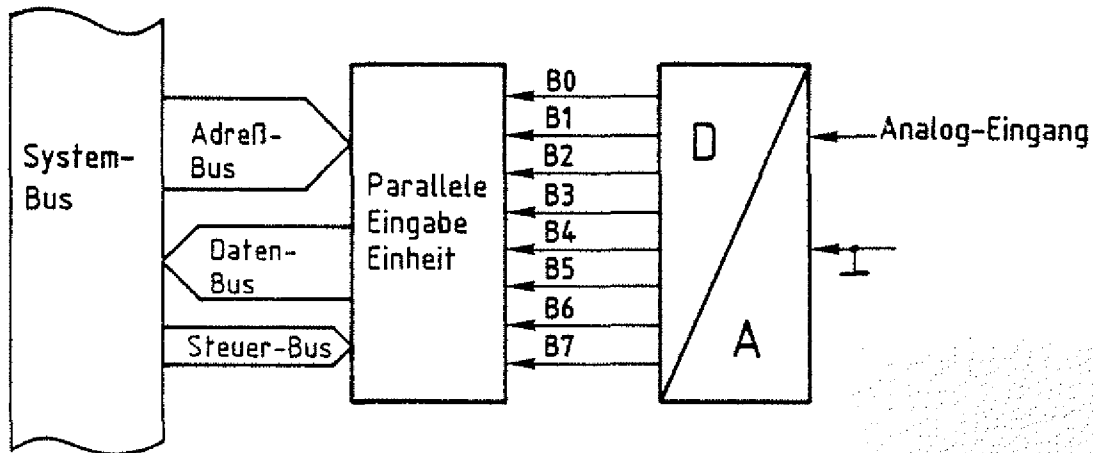


Bild 7: Eingabe von analogen Werten in den Mikrocomputer

Typische A/D-Wandler erzeugen z.B. zu einem Spannungsbereich von 0 V bis 2,55 V 8-Bit-Daten von 00000000 bis 11111111 (hex. 00 bis FF).

Für den Fall der analogen Spannungsausgabe durch einen Mikrocomputer muß einer parallelen Ausgabe-Einheit ein Digital-/Analog-Wandler nachgeschaltet werden.

Die Interface-Technik ist so vielfältig, wie es verschiedene Geräte und Anlagen gibt, die durch Mikrocomputer gesteuert werden; sie stellt ein umfangreiches Feld dar, auf das hier nicht weiter eingegangen werden soll.

1.2.3. Serielle Ein- und Ausgabe-Einheiten

Eine serielle Ausgabe-Einheit ist eine Baugruppe, die alle vom Daten-Bus empfangenen parallelen Daten in einen seriellen Datenstrom umwandelt, der dann auf einer Leitung übertragen wird. Dabei wird an die Ausgangsleitung der Baugruppe, jeweils eine bestimmte Zeit lang (Taktzeit), zunächst der Signalzustand des ersten Daten-Bits, dann der des zweiten, des dritten usw. angelegt, bis alle acht Daten-Bits jeweils während einer Taktzeit "T" am Ausgang zur Verfügung stehen. Bild 8 zeigt das beschriebene Prinzip.

Theorieteil 1

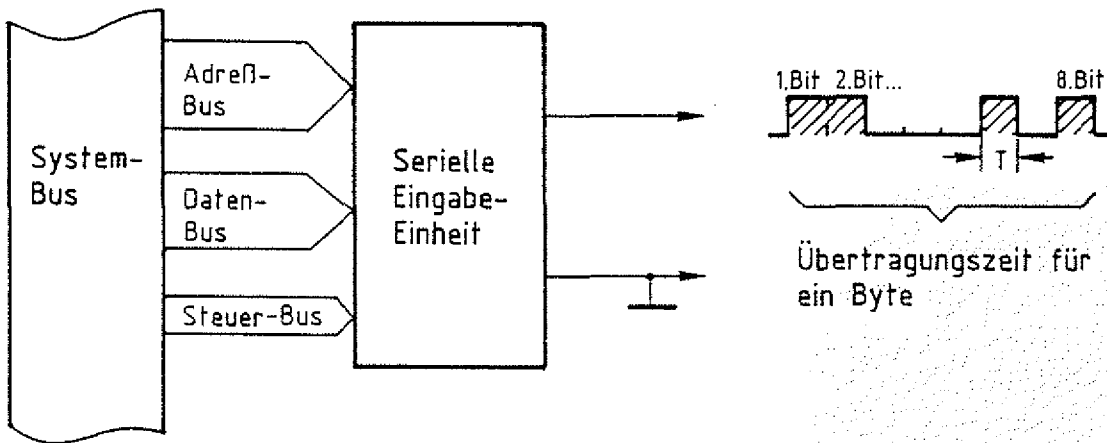


Bild 8: Prinzip der seriellen Datenausgabe

Ein externes Gerät, das den seriellen Datenstrom empfangen soll, muß zur selben Zeit und im gleichen Rhythmus den Signalzustand der Übertragungsleitung abfragen, bis alle Daten-Bits empfangen wurden. Ebenso empfängt eine serielle Eingabe-Einheit einen seriellen Datenstrom und stellt ihn als parallele Daten am Daten-Bus bereit (Bild 9).

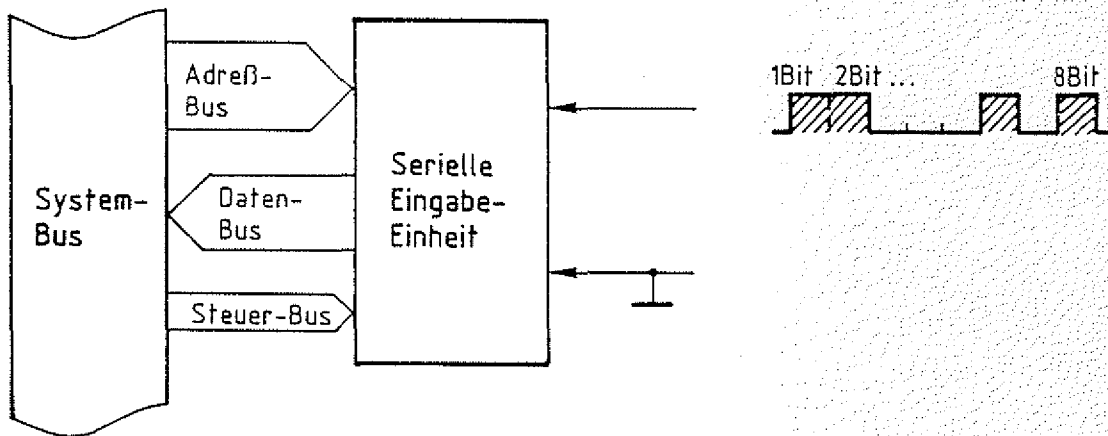


Bild 9: Prinzip des seriellen Datenempfangs

Die Anwendung der parallelen bzw. der seriellen Datenübertragung für den Informationsaustausch zwischen zwei Geräten hängt von den verschiedensten Faktoren ab. Entscheidend für die Anwendung der parallelen Übertragung kann in einem Fall die höhere Übertragungsgeschwindigkeit sein, im anderen die Art der angeschlossenen Geräte. Die serielle Datenübertragung wird man in der Regel immer dann anwenden, wenn größere Entfernungen überbrückt werden müssen.

Theorieteil 1

1.3. Der Aufbau einer parallelen Ausgabe-Baugruppe

Im Bild 10 ist eine parallele Ausgabe-Baugruppe mit ihren Anschlüssen als Block dargestellt. Das wesentliche Merkmal dieser Baugruppe ist es, daß sie die vom Prozessor übernommenen Daten speichert und solange am Ausgang bereitstellt, bis der Prozessor ihr neue Daten übergibt.

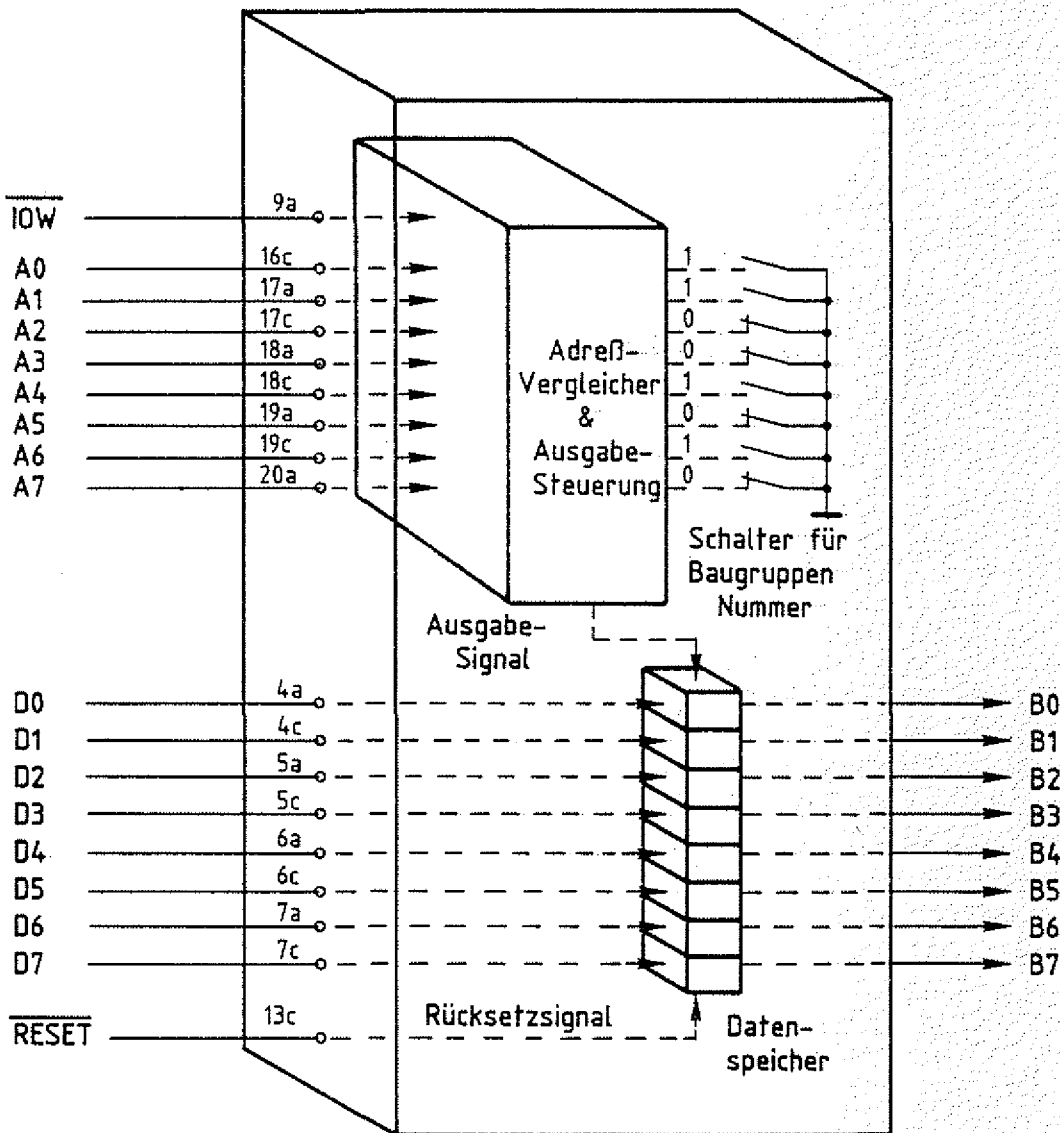


Bild 10: Aufbau einer parallelen Ausgabe-Baugruppe

Theorieteil 1

Die Speicherung der Daten ist notwendig, weil der Prozessor nicht ständig mit der Ausgabe-Baugruppe verbunden ist, während er z.B. neue Anweisungen im Programmspeicher liest oder den Signalzustand an den Eingangsleitungen der Eingabe-Baugruppe abfragt. Die Eingänge der acht Datenspeicher sind direkt mit den Daten-Bus-Leitungen verbunden und die Speicherausgänge werden meist über hier nicht gezeichnete Verstärker nach außen geführt. Jede Ausgabe-Baugruppe besitzt eine bestimmte Adresse oder Baugruppen-Nummer, die oft über Schalter oder Lötbrücken eingestellt werden kann. Zu beachten ist, daß der Prozessor zur Auswahl einer Ein-Ausgabe-Baugruppe nicht alle Adreßleitungen benutzt. Die Nummer derjenigen Ausgabe-Baugruppe, die Daten vom Daten-Bus übernehmen soll, wird vom Prozessor über die unteren acht Adreßleitungen A0 bis A7 ausgesendet. Insgesamt kann der Prozessor $2^8=256$ verschiedene Ausgabe-Baugruppen unterscheiden. Die eingestellte Baugruppen-Nummer im Bild 10 ist z.B. 01010011 oder hexadezimal 53. Tritt dieser Signalzustand auf den Adreßleitungen auf, so wird das vom Adreßvergleichler dieser Baugruppe angezeigt. Sendet nun der Prozessor noch das Steuersignal INPUT/OUTPUT WRITE aus, indem er die Leitung \overline{IOW} auf L-Signal schaltet, so wird die Ausgabesteuerung aktiv und erzeugt ein Signal zur Übernahme der Daten vom Daten-Bus in die Speicher und damit zur Ausgabe an die Ausgangsbuchsen. Üblicherweise erfolgt die Datenübernahme flankengesteuert, d.h. mit einem Signalwechsel von L- nach H-Pegel auf der Steuerleitung \overline{IOW} . Dieser Flankenwechsel löst unmittelbar das Ausgabesignal aus.

Beim Anlegen der Betriebsspannung nehmen die Datenspeicher in zufälliger Weise H- und L-Pegel an. Dieser unkontrollierte Signalzustand kann an den angeschlossenen Maschinen und Anlagen unter Umständen falsche Aktionen auslösen. Um dies zu verhindern, wird mit dem Einschalten der Betriebsspannung ein Rücksetzsignal (\overline{RESET} , aktiv low) erzeugt, welches die Datenspeicher löscht, so daß alle Ausgänge L-Signal führen. Dieses Rücksetzsignal liefert der Prozessor.

Baugruppen-
Nummer

Adreßvergleichler

INPUT/OUTPUT

Flankensteuerung

Unkontrollierter
Signalzustand

RESET

Theorieteil 1

Zusammengefaßt sind folgende Schritte zur Datenübertragung an eine Ausgabe-Baugruppe erforderlich:

Der Prozessor...

- wählt durch Aussenden einer Nummer (Adresse) auf den unteren acht Adreßleitungen die gewünschte Ausgabe-Baugruppe aus,
- schaltet danach die Ausgabe-Daten auf den Daten-Bus,
- sendet kurzzeitig auf der Steuerleitung IOW L-Signal aus und löst damit das "Ausgabesignal" (L-H-Wechsel) aus, wodurch die Daten in den Speicher der Ausgabe-Baugruppe übernommen und an den Ausgangsbuchsen ausgegeben werden.

Theorieteil 1

1.4. Der Aufbau einer parallelen Eingabe-Baugruppe

Die parallele Eingabe-Baugruppe unterscheidet sich von der Ausgabe-Baugruppe nur dadurch, daß sich die Datenflußrichtung ändert und an die Stelle der Speicher elektronische Schalter treten, über die die Eingangssignale auf den Daten-Bus geschaltet werden können (Bild 11). Das Rücksetzsignal

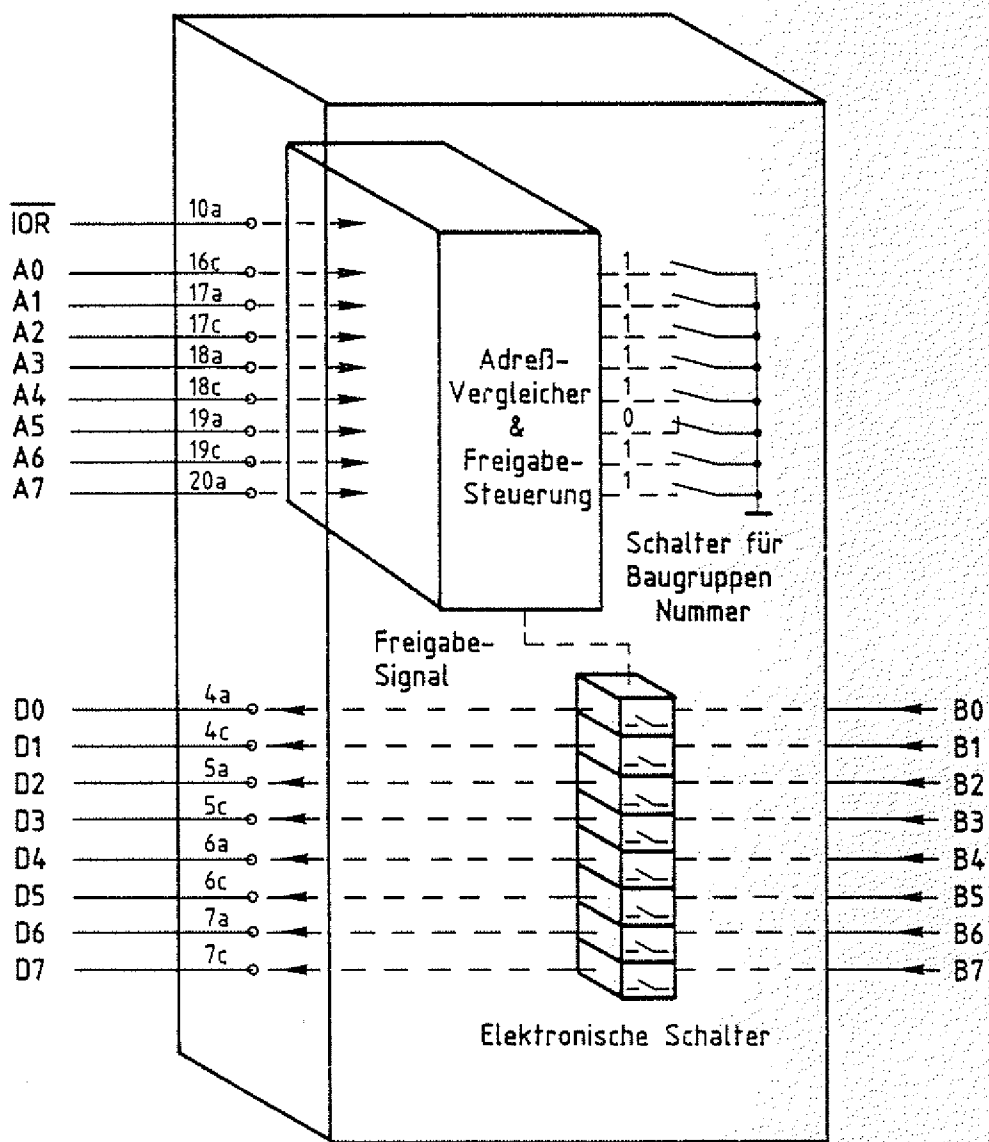


Bild 11: Aufbau einer parallelen Eingabe-Baugruppe

Theorieteil 1

ist hier nicht erforderlich. Als auslösendes Steuersignal wird für die Eingabe-Baugruppen das Signal INPUT/OUTPUT READ verwendet. Dieses Steuersignal ($\overline{\text{IOR}}$, aktiv low) wird hier einer Freigabesteuerung zugeführt. Meldet der Adreßvergleich, daß die eingestellte Baugruppennummer und der Signalzustand auf den Adreßleitungen A0 bis A7 übereinstimmen, so wird mit L-Signal auf der Leitung $\overline{\text{IOR}}$ der Signalzustand der Eingangsleitungen auf den Daten-Bus geschaltet. Neben den 256 Ausgabe-Baugruppen können somit noch 256 Eingabe-Baugruppen an das Bus-System des Mikrocomputers angeschlossen werden.

INPUT/OUTPUT
READ (IOR)

Das Lesen des Signalzustandes an den Eingangsleitungen der Eingabe-Baugruppe vollzieht sich in folgenden Schritten:

Der Prozessor...

- wählt durch Aussenden einer Nummer (Adresse) auf den unteren acht Adreßleitungen die gewünschte Eingabe-Baugruppe aus,
- sendet kurzzeitig auf der Steuerleitung $\overline{\text{IOR}}$ L-Signal aus, wodurch die Eingabe-Baugruppe die Daten auf dem Daten-Bus bereitstellt,
- übernimmt diesen Signalzustand vom Daten-Bus flankengesteuert mit dem L-H-Pegelwechsel auf der Steuerleitung $\overline{\text{IOR}}$ und speichert die Daten intern in einem besonderen Speicher, dem Akkumulator.

Akkumulator

Eingabespeicher

Häufig sind Eingabe-Baugruppen noch mit Speichern versehen, die beim Auslösen des Steuersignals $\overline{\text{IOR}}$ den letzten Signalzustand vor dem Auftreten des Steuersignals $\overline{\text{IOR}}$ festhalten und auf den Daten-Bus schalten. Dadurch haben Signalwechsel an den Eingängen, die während des Lesevorgangs zu Störungen führen können, keinen Einfluß. Dies ist möglich, da der Lesevorgang sehr schnell abläuft; er dauert nur einige hundert Nanosekunden.

FACHTHEORETISCHE ÜBUNG MIKROCOMPUTER — TECHNIK

EIN-UND AUSGABE-EINHEITEN
BFZ/MFA 10.2.

ÜBUNGSTEIL 1

Theorieteil 1

Nicht alle Mikroprozessoren senden für Ein- Ausgabe-Einheiten besondere Steuersignale (\overline{IOR} und \overline{IOW}) aus. Viele Mikroprozessoren behandeln die Ein- und Ausgabe-Baugruppen wie Speicherplätze (siehe FTÜ BFZ/MFA 10.3.). Besondere Steuersignale werden z.B. bei den Prozessoren 8080/8085, Z80, NBC800 bereitgestellt. Dieses Verfahren wird I/O-mapping genannt. Statt von Ein- Ausgabe-Baugruppen spricht man hier häufig von Ein- Ausgabe-Ports. "Port" bedeutet im Englischen Pforte und bezeichnet das Tor zur Umwelt des Computers.

I/O-mapping

Ein- Ausgabe-Port

Übungsteil 1

In den folgenden Arbeitsschritten werden Sie mit Hilfe des Bus-Signalgebers und der Bus-Signalanzeige Daten an eine Ausgabe-Baugruppe übergeben bzw. von einer Eingabe-Baugruppe lesen. Sie werden damit die einzelnen Funktionsschritte auslösen, die später der Prozessor ausführt.

Dazu benötigen Sie:

- 1 Baugruppenträger mit Busverdrahtung (BFZ/MFA 0.1.)
 - 1 Bus-Abschluß (BFZ/MFA 0.2.)
 - 1 Trafo-Einschub (BFZ/MFA 1.1.)
 - 1 Spannungsregelung (BFZ/MFA 1.2.)
 - 1 Bus-Signalgeber (BFZ/MFA 5.1.)
 - 1 Bus-Signalanzeige (BFZ/MFA 5.2.)
 - 1 8-Bit-Parallel-Ausgabe (BFZ/MFA 4.1.)
 - 1 8-Bit-Parallel-Eingabe (BFZ/MFA 4.2.)
 - 1 Adapter 64polig (BFZ/MFA 5.3.)
 - 2 Meßleitungen
- } zusammengebaut und
geprüft nach
FPÜ BFZ/MFA 1.2.
Arbeitsblatt 7

Allgemeine Hinweise zur Durchführung der Übungen:

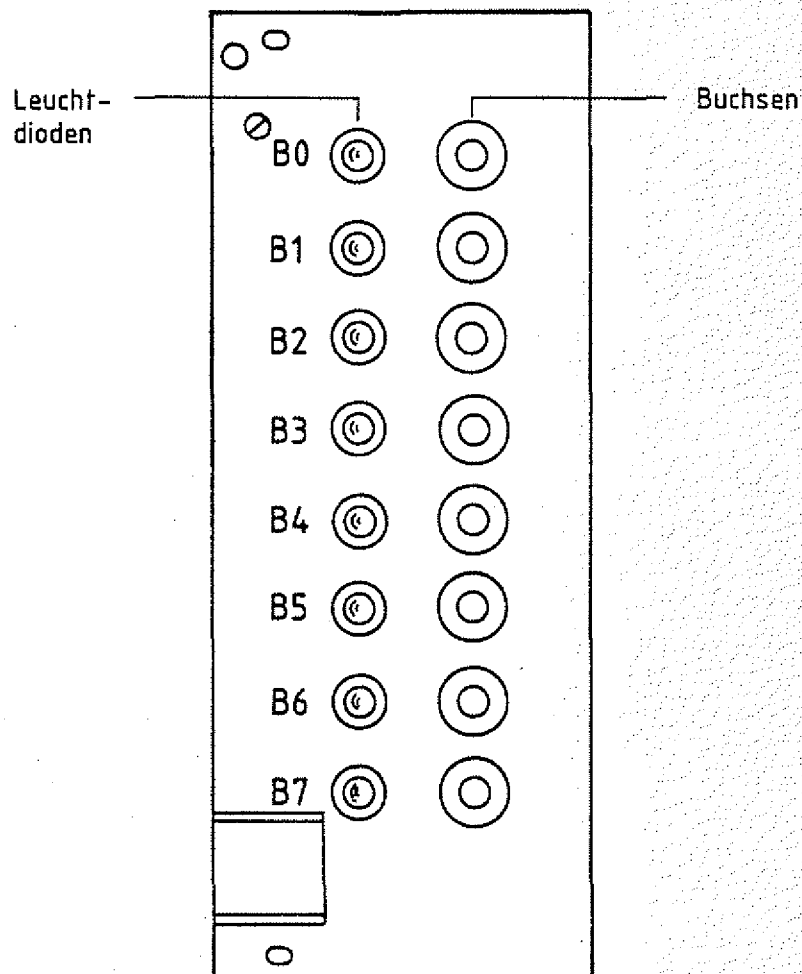
- Die Einschübe dürfen nur bei abgeschalteter Betriebsspannung gesteckt oder gezogen werden
- Aufgrund der Busverdrahtung können die Baugruppen in beliebige Steckplätze gesteckt werden
- Den logischen Signalen "0" und "1" sind die folgenden Pegel zugeordnet:
 - log. "0" $\hat{=}$ 0...0,8 V (LOW)
 - log. "1" $\hat{=}$ 2,4...5 V (HIGH)
- Alle zur Messung an den Baugruppen vorgegebenen Arbeitsblätter enthalten:
 - = Angaben über den Sinn der jeweiligen Messung
 - = Angaben über einzustellende Bedingungen (z.B. Schalterstellungen)
 - = Aufgabenstellungen, ggf. mit Hinweisen zu möglichen Fehlern.

Übungsteil 1

Bedienungshinweise:

Ausgabe-Baugruppe (BFZ/MFA 4.1.):

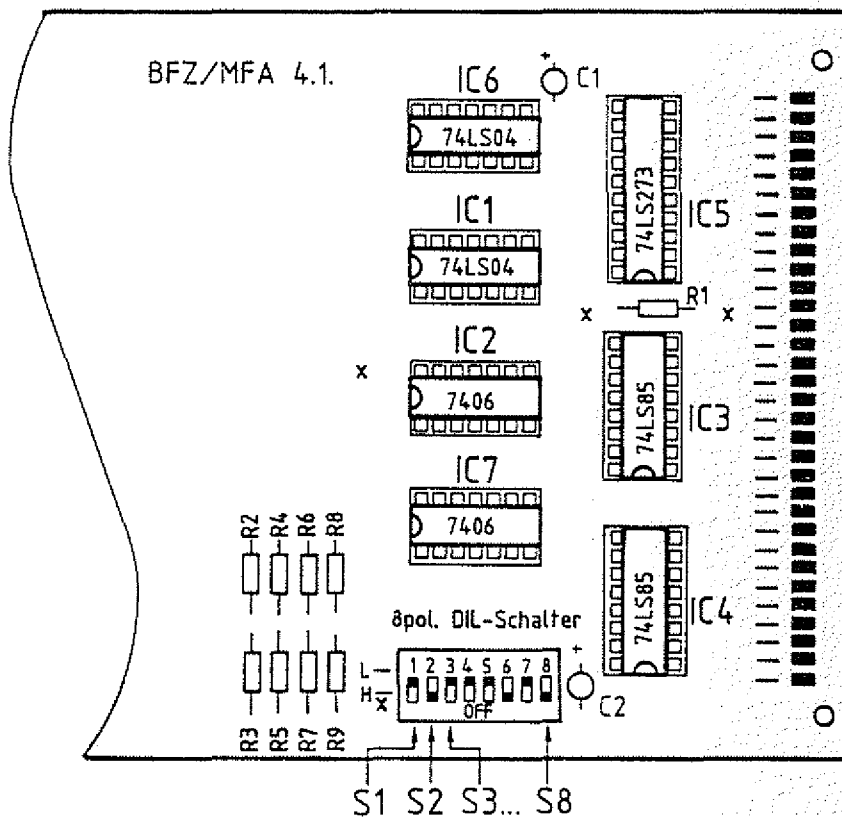
In der Frontplatte der Ausgabe-Baugruppe sind Buchsen eingebaut, an denen die Ausgangssignale abgegriffen werden können. Der jeweilige Signalzustand wird durch Leuchtdioden angezeigt. Die Anschlußdaten für den Anschluß externer Geräte können Sie in der FPÜ BFZ/MFA 4.1. nachlesen. Da der Bus-Signalgeber im Gegensatz zum Prozessor kein Rücksetzsignal liefert, können nach dem Einschalten der Betriebsspannung einige Ausgänge H-Signal führen.



Ausgabe-Baugruppe

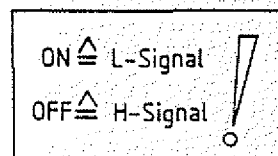
Übungsteil 1

Die Nummer (Adresse) der Baugruppe kann an dem 8-poligen DIL-Schalter S1 bis S8 eingestellt werden. S1 ist bestimmend für die Adreßleitung A0, S2 für A1, usw.. Ein geöffneter Schalter (Stellung OFF) entspricht einem H-Signal, ein geschlossener (Stellung ON) dem L-Signal. In der untenstehenden Tabelle sind einige Schalterstellungen mit den zugehörigen Port-Nummern aufgeführt.



Ausgabe-Baugruppe

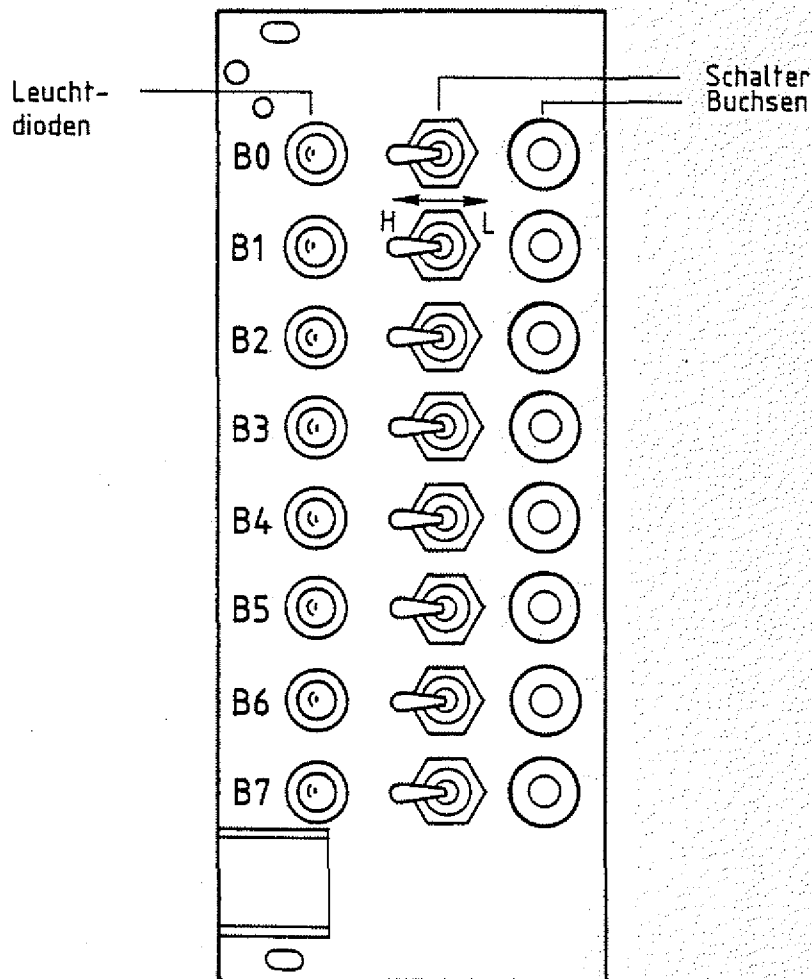
Schalter								Port-Nr.
S8	S7	S6	S5	S4	S3	S2	S1	
L	L	L	L	L	L	L	L	00
L	L	L	L	L	L	L	H	01
L	L	L	L	L	L	H	L	02
H	H	H	H	H	H	H	L	FE
H	H	H	H	H	H	H	H	FF



Übungsteil 1

Eingabe-Baugruppe (BFZ/MFA 4.2.):

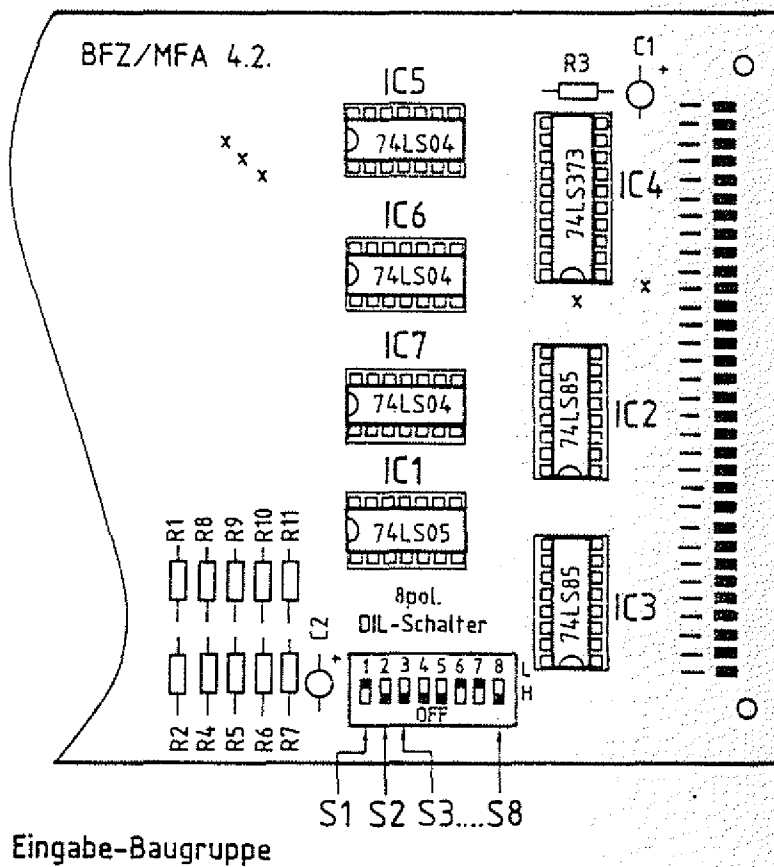
Die Eingangssignale der Eingabe-Baugruppe können entweder über Schalter eingestellt, oder über Buchsen der Baugruppe zugeführt werden. Der jeweilige Signalzustand an den Eingängen wird ebenso wie an der Ausgabe-Baugruppe über Leuchtdioden angezeigt. Werden die Buchsen für die externe Signalzuführung verwendet, so ist zu beachten, daß alle zugehörigen Schalter zuvor in die Stellung gebracht werden, die dem H-Signal (LED's leuchten) entspricht. Die Anschlußdaten können Sie der FPÜ BFZ/MFA 4.2. entnehmen.



Eingabe-Baugruppe

Übungsteil 1

Die Einstellung der Baugruppen-Nummer (Port-Adresse) erfolgt ebenso wie auf der Ausgabe-Baugruppe.



Ein- und Ausgabe-Einheiten

Name: _____

Übungsteil 1

Datum: _____

Übergabe von Daten an die Ausgabe-Baugruppe

A1

Stellen Sie die Port-Adresse der Ausgabe-Baugruppe auf A7H ein. Stecken Sie Bus-Signalgeber, Bus-Signalanzeige und Ausgabe-Baugruppe in den Baugruppenträger ein und schalten Sie die Betriebsspannung ein.

Übergeben Sie nacheinander der Ausgabe-Baugruppe mit der Port-Nummer A7H die Daten-Bytes, die den Ampelphasen der Fußgängerampel entsprechen (Tabelle).

Phasen-Nr.	Daten-Bytes								hex.
	binär								
	B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0	
0	0	0	0	0	1	1	0	0	0C
1	0	0	0	0	1	0	1	0	0A
2	0	0	0	1	0	0	0	1	11
3	0	0	0	0	1	0	1	1	0B
4	0	0	0	0	1	1	0	0	0C

nicht benötigt

Fußgänger

Auto



A2

Prüfen der Reset-Funktion

Stecken Sie die Adapter-Karte zusätzlich in den Baugruppenträger.

Stellen Sie durch entsprechende Datenübergabe an die Ausgabe-Baugruppe einen beliebigen Signalzustand ein, jedoch nicht an allen Ausgängen L-Signal. Überprüfen Sie die Rücksetzfunktion durch das RESET-Signal, indem Sie kurzzeitig L-Signal über eine Meßleitung an Stift 13c anlegen. (Über Adapter-Karte)

Gehen Sie bitte beim Anlegen des L-Signals vorsichtig vor, damit Sie auf anderen Leitungen keinen Kurzschluß verursachen.

Beschreiben Sie die Wirkung der Reset-Funktion:



A3

Lesen von Daten der Eingabe-Baugruppe

Stellen Sie die Port-Adresse der Eingabe-Baugruppe auf 5CH ein. Stecken Sie anstelle der Ausgabe- nun die Eingabe-Baugruppe in den Baugruppenträger.

Stellen Sie verschiedene Daten an den Schaltern der Eingabe-Baugruppe ein und lesen Sie den Signalzustand über das Bus-System ein, so wie es der Prozessor durch Auslösen der entsprechenden Funktionen macht.

Protokollieren Sie Ihre Arbeitsschritte:

Überprüfen Sie die Speicherwirkung während des Lesevorgangs der Eingabe-Daten, indem Sie während der Betätigung des Steuersignals IOR die Eingabe-Daten verändern. Die Daten auf dem Daten-Bus dürfen sich dabei nicht ändern.



Ein- und Ausgabe-Einheiten

Name:

Übungsteil 1

Datum:

A4.1

Lesen der Daten der Eingabe-Baugruppe und Ausgabe dieser Daten an die Ausgabe-Baugruppe

Stellen Sie an der Eingabe-Baugruppe die Port-Adresse 12 und an der Ausgabe-Baugruppe die Port-Adresse 13 ein. Stecken Sie dann beide Baugruppen in den Baugruppenträger.

Sie sollen nun die Funktion eines Prozessors übernehmen, indem Sie ein vorgegebenes Programm abarbeiten. Das Programm liegt in Form einer schriftlichen Anweisung vor. Gehen Sie ebenso wie der Prozessor vor und lesen Sie zunächst die erste Anweisung. Danach führen Sie die Anweisung sofort aus. Lesen Sie dann die nächste Anweisung usw.. Das zu bearbeitende Programm, das für einen Prozessor natürlich in verschlüsselter Form im Speicher abgelegt sein muß, lautet wie folgt:

1. Anweisung/Befehl

Lesen Sie den Signalzustand der Eingabe-Baugruppe mit der Port-Adresse 12.

2. Anweisung/Befehl

Schreiben Sie den zuvor gelesenen Signalzustand zur Ausgabe-Baugruppe mit der Port-Adresse 13.

3. Anweisung/Befehl

Fahren Sie mit der Programmabarbeitung bei der 1. Anweisung fort.

Ein solches Programm, das ständig abgearbeitet wird, nennt man ein zyklisches Programm. Verändern Sie während der Abarbeitung auch die Eingangssignale an der Eingabe-Baugruppe.



FACHTHEORETISCHE ÜBUNG MIKROCOMPUTER – TECHNIK

EIN-UND AUSGABE-EINHEITEN
BFZ/MFA 10.2.

THEORIETEIL 2

Theorieteil 2

2.1. Vereinfachte Schaltung der Ausgabe-Baugruppe

Bild 12 zeigt die Schaltung der Ausgabe-Baugruppe, bei der einige Schaltungsdetails gegenüber der ausgeführten Schaltung der besseren Übersicht wegen weggelassen worden sind.

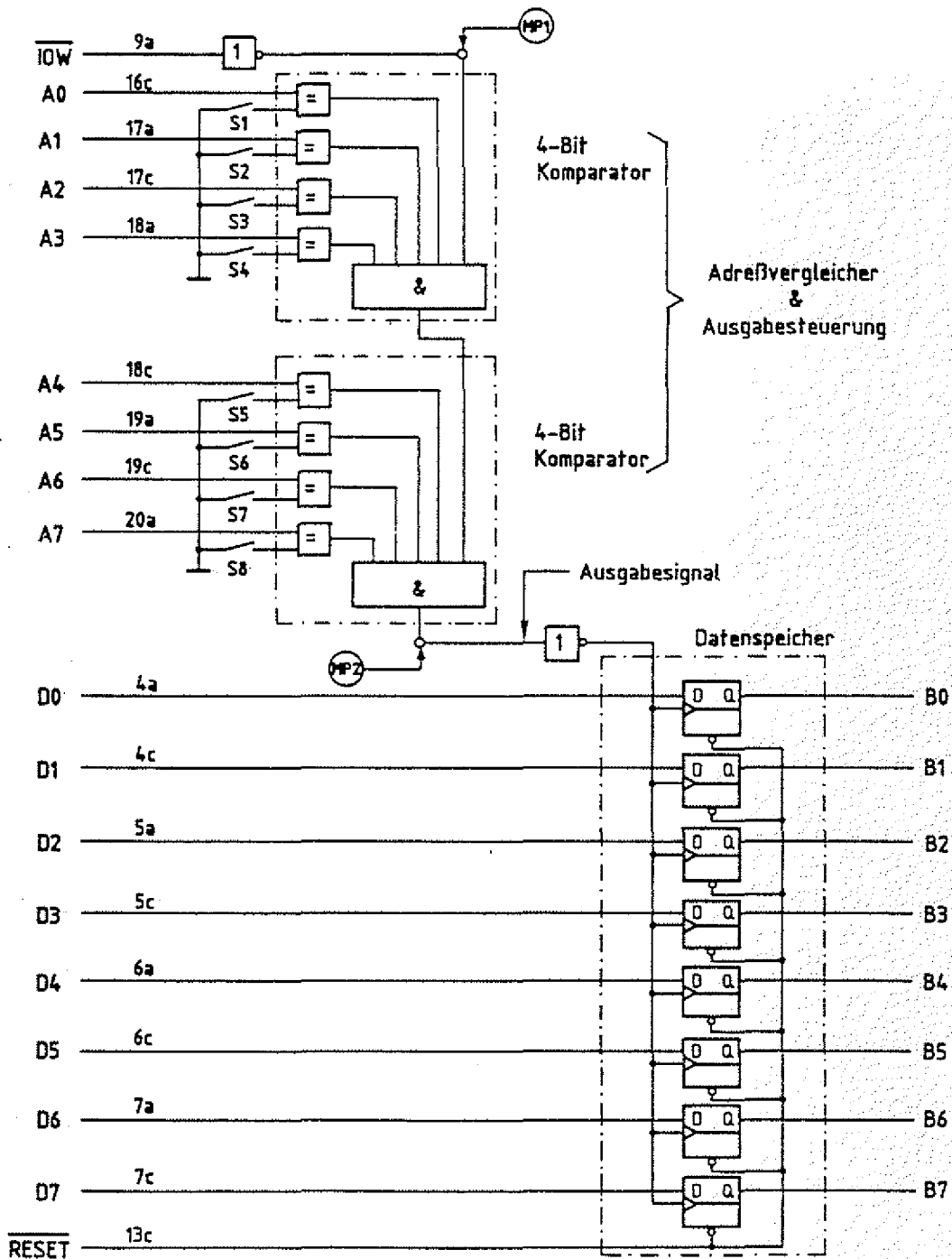


Bild 12: Vereinfachte Schaltung der Ausgabe-Baugruppe

Theorieteil 2

Außer dem Adreßvergleichler und dem Datenspeicher werden nur wenige andere Bausteine verwendet. Der Datenspeicher besteht aus acht D-Flipflops, die es speziell für diese Anwendungsfälle als fertiges IC gibt. Diese integrierten Schaltkreise nennt man auch Daten-Latch. Intern sind alle Takt- und Rücksetzeingänge der D-Flipflops miteinander verbunden. Die Flipflops sind flankengesteuert und übernehmen bei einem positiven Signalwechsel (L-H-Signalwechsel) am Takteingang den Signalzustand des D-Eingangs. Dieser Signalzustand wird gespeichert und zum Q-Ausgang durchgeschaltet.

Der Adreßvergleichler wird mit Hilfe von Komparatoren (engl. compare, vergleichen) aufgebaut. Intern werden Komparatoren mit Äquivalenzgattern realisiert. Äquivalenzgatter liefern am Ausgang nur dann H-Signal, wenn der Signalzustand beider Eingänge übereinstimmt (äquivalent ist) (Bild 13).

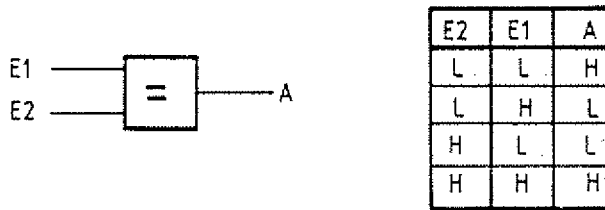


Bild 13: Schaltsymbol und Funktionstabelle eines Äquivalenzgatters

Die Ausgangssignale der Äquivalenzgatter werden im Komparator UND-verknüpft, so daß nur bei paarweiser Gleichheit aller Adreß- und Schaltersignale am Ausgang H-Signal auftritt. Für die Hintereinanderschaltung (Kaskadierung) besitzen die UND-Gatter einen weiteren Eingang, über den in der Schaltung Bild 12 gleichzeitig eine Verknüpfung mit dem Steuersignal IOW erfolgt. Ein Ausgabesignal am Ausgang des Adreßvergleichers (H-Pegel) tritt nur dann auf, wenn ...

- die Schaltersignale S1 bis S8 mit den Signalzuständen auf den Adreßleitungen A0 bis A7 übereinstimmen und

Daten-Latch (Latch = Falle, Klinke)
D-Flipflop

positiv-flanken-gesteuert

Komparator

Äquivalenz-Gatter

Kaskadierung

Theorieteil 2

— das Steuersignal \overline{IOW} aktiv ist, d.h. die Leitung \overline{IOW} auf L-Signal liegt.

Da die D-Flipflops positiv flankengesteuert sind, muß dieses Ausgabesignal noch einmal invertiert werden, bevor es an die Takteingänge der Flipflops gelangt. Das Signal-Zeit-Diagramm für die Datenübergabe an die Ausgabe-Baugruppe durch den Prozessor ist in Bild 14 dargestellt.

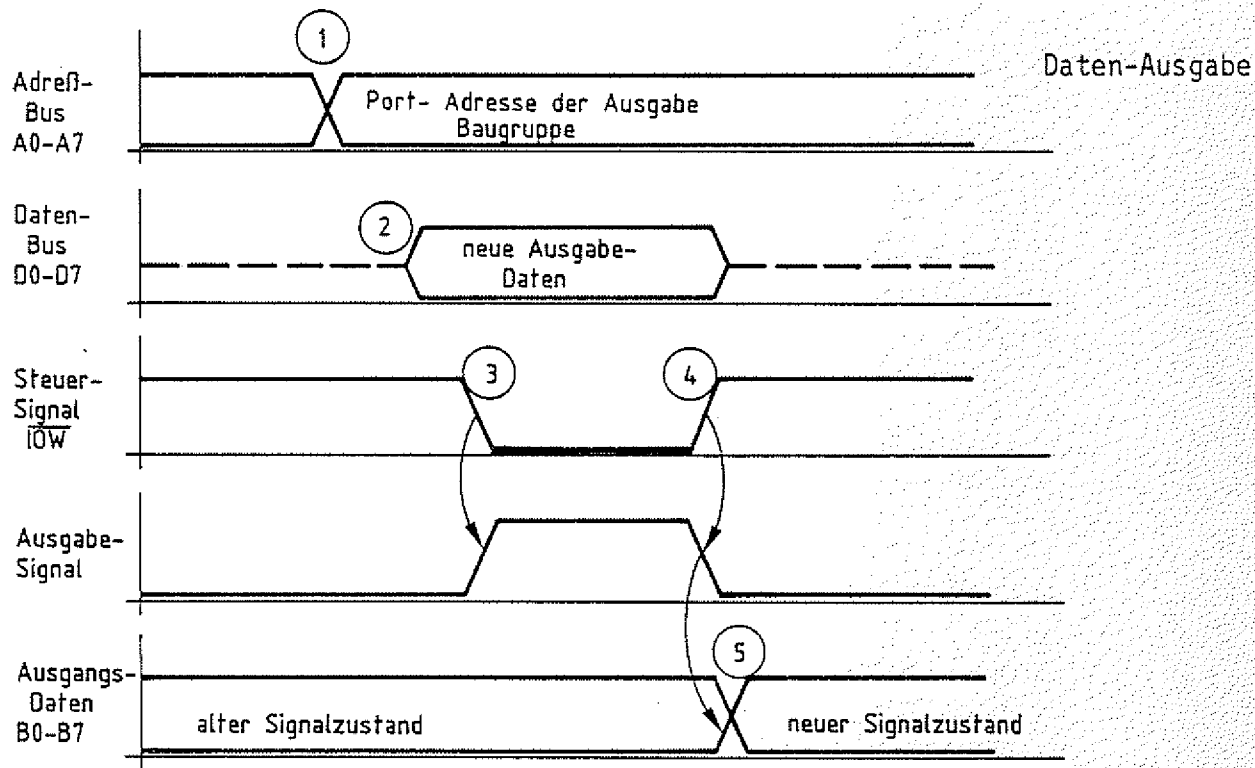


Bild 14: Datenausgabe an der Ausgabe-Baugruppe

Zum Zeitpunkt 1 sendet der Prozessor die Port-Adresse auf den Adreßleitungen A0 bis A7 aus.

Zum Zeitpunkt 2 stellt er die Ausgabedaten auf dem Daten-Bus bereit.

Zum Zeitpunkt 3 aktiviert er das Steuersignal \overline{IOW} .

Die Übernahme der Daten in die Speicher bzw. ihre Ausgabe an die Ausgangsbuchsen zum Zeitpunkt 5 erfolgt dann mit dem Wegschalten des Steuersignals \overline{IOW} zum Zeitpunkt 4.

Theorieteil 2

2.2. Vereinfachte Schaltung der Eingabe-Baugruppe

Wie schon im Theorieteil 1 erwähnt, unterscheiden sich Aus- und Eingabe-Baugruppen hauptsächlich in der Datenflußrichtung. An die Stelle der acht D-Flipflops treten im einfachsten Fall Tristate-Gatter, über die die Eingangssignale nach Anforderung durch den Prozessor auf den Daten-Bus geschaltet werden (Bild 15).

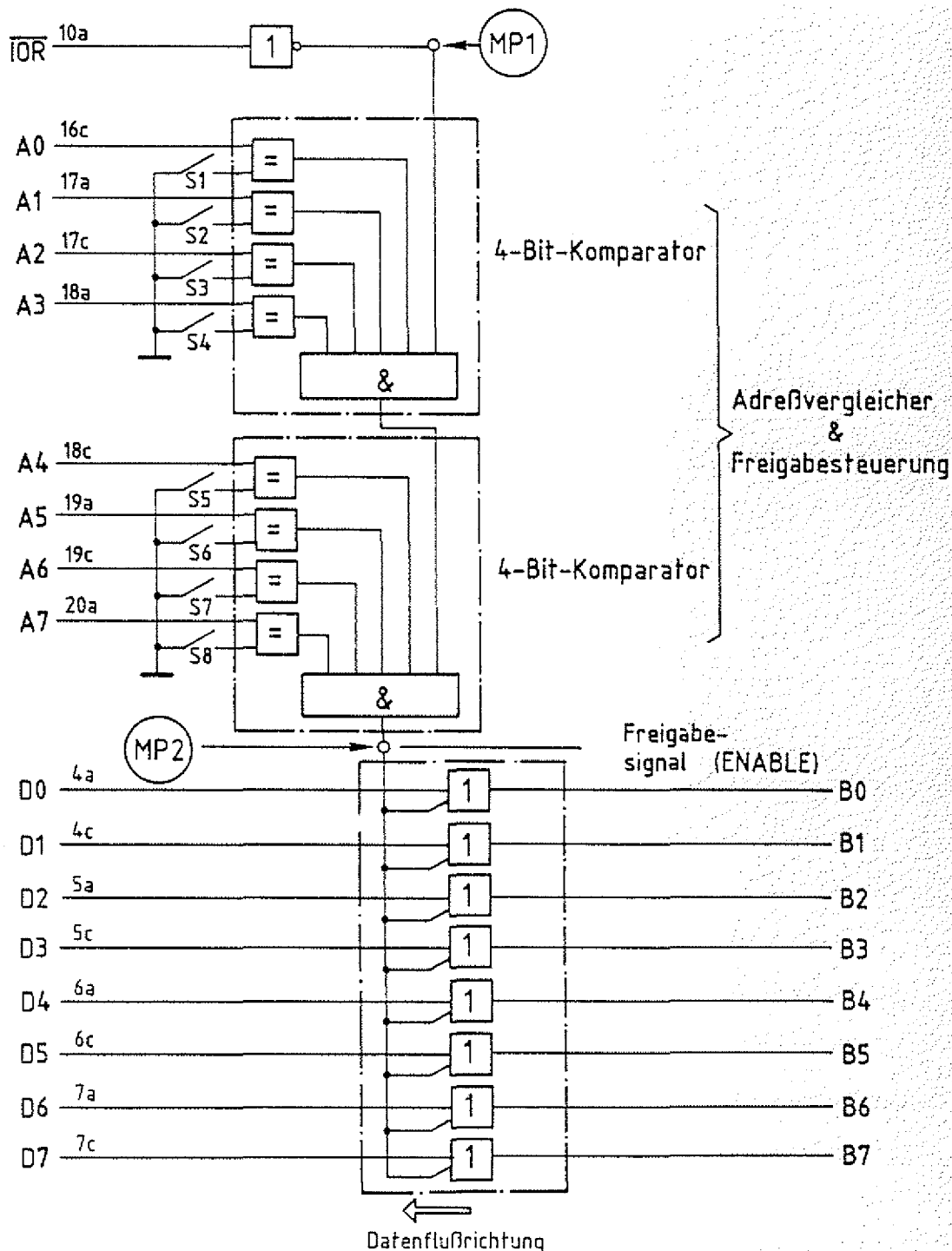


Bild 15: Vereinfachte Schaltung der Eingabe-Baugruppe

Theorieteil 2

Das Freigabesignal für die Tristate-Gatter tritt nur dann auf, wenn die Adreßsignale A0 bis A7 paarweise mit den Schalter-signalen S1 bis S8 übereinstimmen und hier das Steuersignal \overline{IOR} aktiv ist. Eine Speicherung der Eingangssignale während des Lesevorgangs erreicht man, indem man z.B. zwischen die Dateneingänge B0...B7 und die Tristate-Gatter D-Flipflops schaltet. Diese wurden im Schaltbild nicht berücksichtigt, da sie nicht unbedingt erforderlich sind. Das Signal- Zeit-Diagramm für den Lesevorgang durch den Prozessor ist in Bild 16 dargestellt.

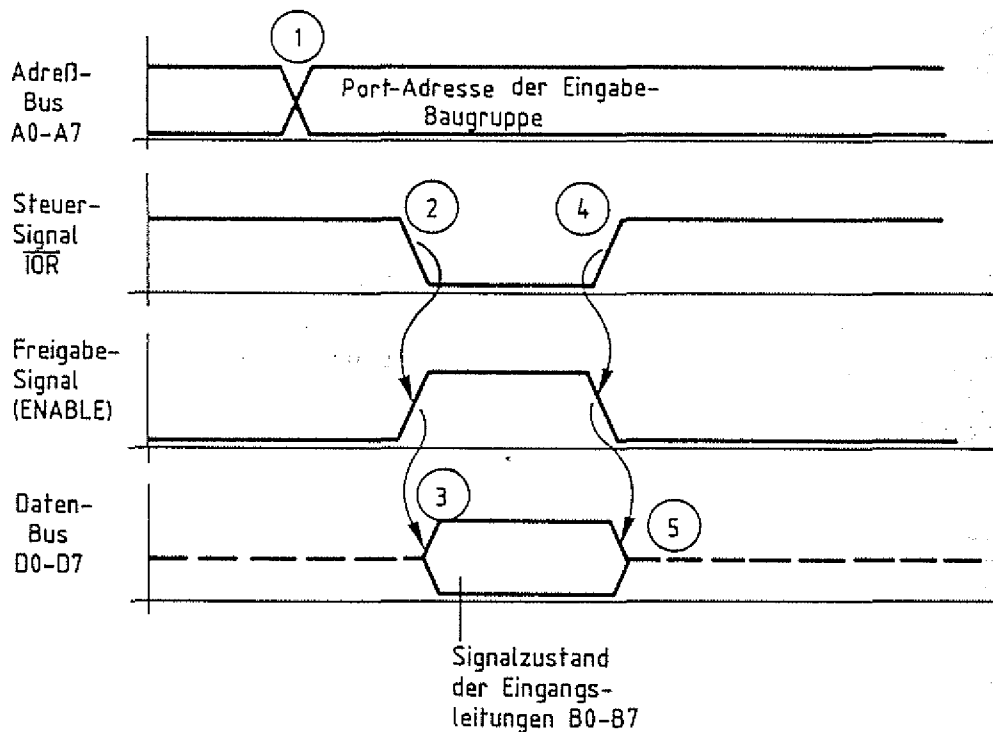


Bild 16: Dateneingabe in die Eingabe-Baugruppe

Zum Zeitpunkt 1 sendet der Prozessor die Port-Adresse auf den Adreßleitungen A0 bis A7 aus.

Zum Zeitpunkt 2 veranlaßt er durch L-Signal auf der Leitung \overline{IOR} , daß die Eingabe-Baugruppe die Eingangssignale auf den Bus schaltet. Dies geschieht etwas verzögert zum Zeitpunkt 3. Mit dem L-H-Signalwechsel auf der Steuerleitung \overline{IOR} übernimmt der Prozessor zum Zeitpunkt 4 die Daten vom Daten-Bus und beendet damit gleichzeitig den Lesevorgang, so daß die Eingabe-Baugruppe zum Zeitpunkt 5 die Daten vom Bus wegschaltet.

FACHTHEORETISCHE ÜBUNG MIKROCOMPUTER — TECHNIK

EIN-UND AUSGABE-EINHEITEN
BFZ/MFA 10.2.

ÜBUNGSTEIL 2

Übungsteil 2

In den folgenden Arbeitsschritten werden Sie einige Signale auf der Ein- und der Ausgabe-Baugruppe meßtechnisch überprüfen.

Dazu benötigen Sie:

- 1 Baugruppenträger mit Busverdrahtung (BFZ/MFA 0.1.)
 - 1 Bus-Abschluß (BFZ/MFA 0.2.)
 - 1 Trafo-Einschub (BFZ/MFA 1.1.)
 - 1 Spannungsregelung (BFZ/MFA 1.2.)
 - 1 Bus-Signalgeber (BFZ/MFA 5.1.)
 - 1 Bus-Signalanzeige (BFZ/MFA 5.2.)
 - 1 8-Bit-Parallel-Ausgabe (BFZ/MFA 4.1.)
 - 1 8-Bit-Parallel-Eingabe (BFZ/MFA 4.2.)
 - 1 Adapter 64polig (BFZ/MFA 5.3.)
 - 1 Logiktester oder Vielfachmeßinstrument
 - 2 Meßleitungen
- } zusammengebaut und
geprüft nach
FPO BFZ/MFA 1.2.
Arbeitsblatt 7

Allgemeine Hinweise zur Durchführung der Übungen:

- Die Einschübe dürfen nur bei abgeschalteter Betriebsspannung gesteckt oder gezogen werden
- Aufgrund der Busverdrahtung können die Baugruppen in beliebige Steckplätze gesteckt werden
- Den logischen Signalen "0" und "1" sind die folgenden Pegel zugeordnet:

log. "0" $\hat{=}$ 0...0,8 V (LOW)

log. "1" $\hat{=}$ 2,4...5 V (HIGH)

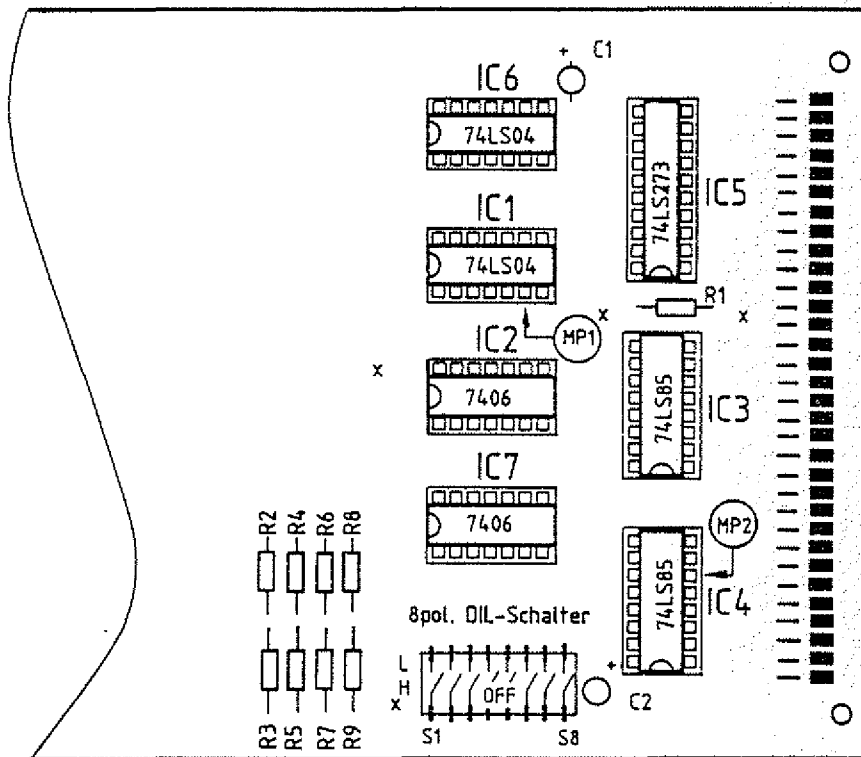
- Alle zur Messung an den Baugruppen vorgegebenen Arbeitsblätter enthalten:
 - = Angaben über den Sinn der jeweiligen Messung
 - = Angaben über einzustellende Bedingungen (z.B. Schalterstellungen)
 - = Aufgabenstellungen, ggf. mit Hinweisen zu möglichen Fehlern.

Übungsteil 2

Bedienungshinweise:

Die Bilder 17 und 18 zeigen jeweils einen Ausschnitt der Bestückungsseite der Aus- und der Eingabe-Baugruppe. In den Bildern sind diejenigen Meßpunkte eingetragen, die Sie in den vereinfachten Schaltungen der Baugruppen (Bild 12 und Bild 15) wiederfinden.

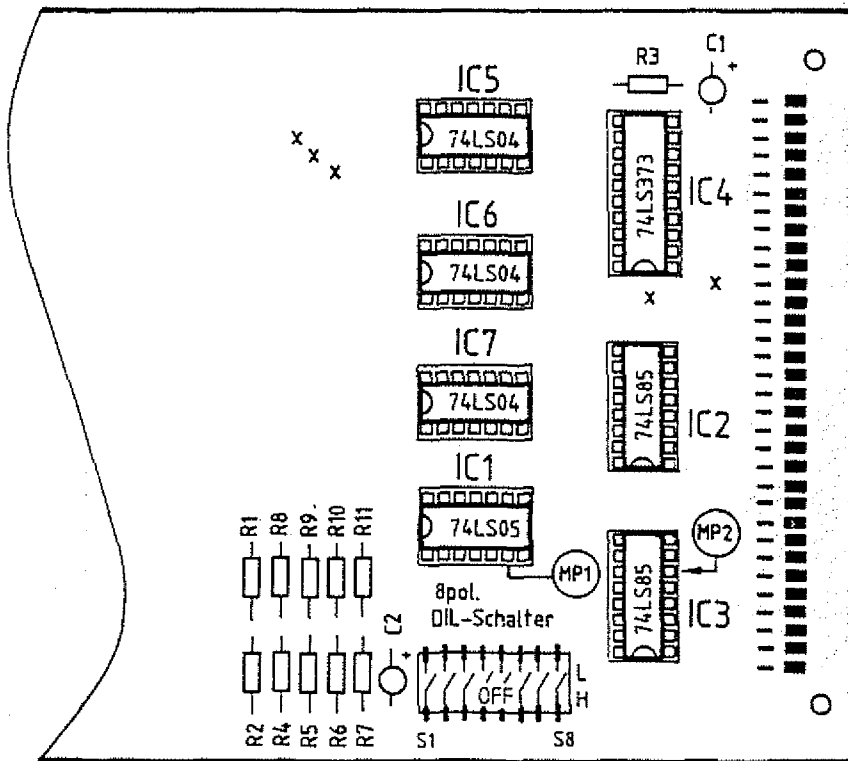
An diesen Meßpunkten werden Sie in den folgenden Arbeitsschritten Messungen durchführen. Seien Sie dabei besonders vorsichtig, damit keine Kurzschlüsse entstehen, die eventuell Bauteile zerstören.



MP1 = Steuersignal IOW (aktiv High)
 MP2 = Ausgabesignal (aktiv High)

Bild 17: Ausgabe-Baugruppe BFZ/MFA 4.1.

Übungsteil 2



MP1 = Steuersignal IOR (aktiv High)
 MP2 = Freigabesignal (ENABLE), (aktiv High)

Bild 18: Eingabe-Baugruppe BFZ/MFA 4.2.

Ein- und Ausgabe-Einheiten

Name: _____

Übungsteil 2

Datum: _____

Überprüfen des Adreßvergleichers der Ausgabe-Baugruppe

A1

Stellen Sie die Port-Adresse 13 auf der Ausgabe-Baugruppe ein. Stecken Sie dann die Baugruppe über die Adapter-Karte neben Bus-Signalgeber und Bus-Signalanzeige in den Baugruppenträger und schalten Sie die Betriebsspannung ein.

a) Überprüfen Sie zunächst mit einem Logiktester oder Meßgerät das Steuersignal IOW am Eingang des Adreßvergleichers (MP1), indem Sie während der Messung das Steuersignal am Bus-Signalgeber auslösen.

Testen Sie dann in gleicher Weise das Ausgabesignal (MP2), wenn Sie mit dem Bus-Signalgeber zusätzlich noch die Port-Adresse (13) ausgeben.

b) Wiederholen Sie die Messung a) für den Fall, daß die vom Bus-Signalgeber ausgegebene Adresse nicht mit der Port-Adresse der Baugruppe (13) übereinstimmt.

c) Wiederholen Sie die Messung a) für den Fall, daß zwar der Bus-Signalgeber die Adresse 13 aussendet, Sie aber zuvor die Port-Adresse mit den Schaltern S1 bis S8 verändert haben.

	Ausgegebene Port-Adresse = Adresse		Ausgegebene Port-Adresse ≠ Adresse (z.B.15) (13)		Ausgegebene Port-Adresse ≠ Adresse (13) (z.B.23)	
	nicht betätigt	IOW-Taste... betätigt	nicht betätigt	IOW-Taste... betätigt	nicht betätigt	IOW-Taste... betätigt
IOW (MP1)						
Ausgabesignal (MP2)						

Ein- und Ausgabe-Einheiten

Name: _____

Übungsteil 2

Datum: _____

Überprüfen des Adreßvergleichers der Eingabe-Baugruppe

A2

Stellen Sie auf der Eingabe-Baugruppe die Port-Adresse 12 ein. Ersetzen Sie die Ausgabe-Baugruppe durch die Eingabe-Baugruppe (über Adapter-Karte). Schalten Sie die Betriebsspannung ein.

- a) Überprüfen Sie mit einem Logiktester oder Meßgerät das Steuersignal IOR am Eingang des Adreßvergleichers (MP1) bei gleichzeitiger Betätigung des Steuersignals am Bus-Signalgeber.
Testen Sie in gleicher Weise das Freigabesignal (MP2) für die Tristate-Gatter, wenn Sie mit dem Bus-Signalgeber zusätzlich noch die Port-Adresse 12 ausgeben.
- b) Wiederholen Sie die Messung a) für den Fall, daß die vom Bus-Signalgeber ausgegebene Adresse nicht mit der Port-Adresse der Baugruppe (12) übereinstimmt.
- c) Wiederholen Sie die Messung a) für den Fall, daß zwar der Bus-Signalgeber die Adresse 12 ausgibt, Sie aber zuvor die Port-Adresse mit den Schaltern S1 bis S8 verändert haben.

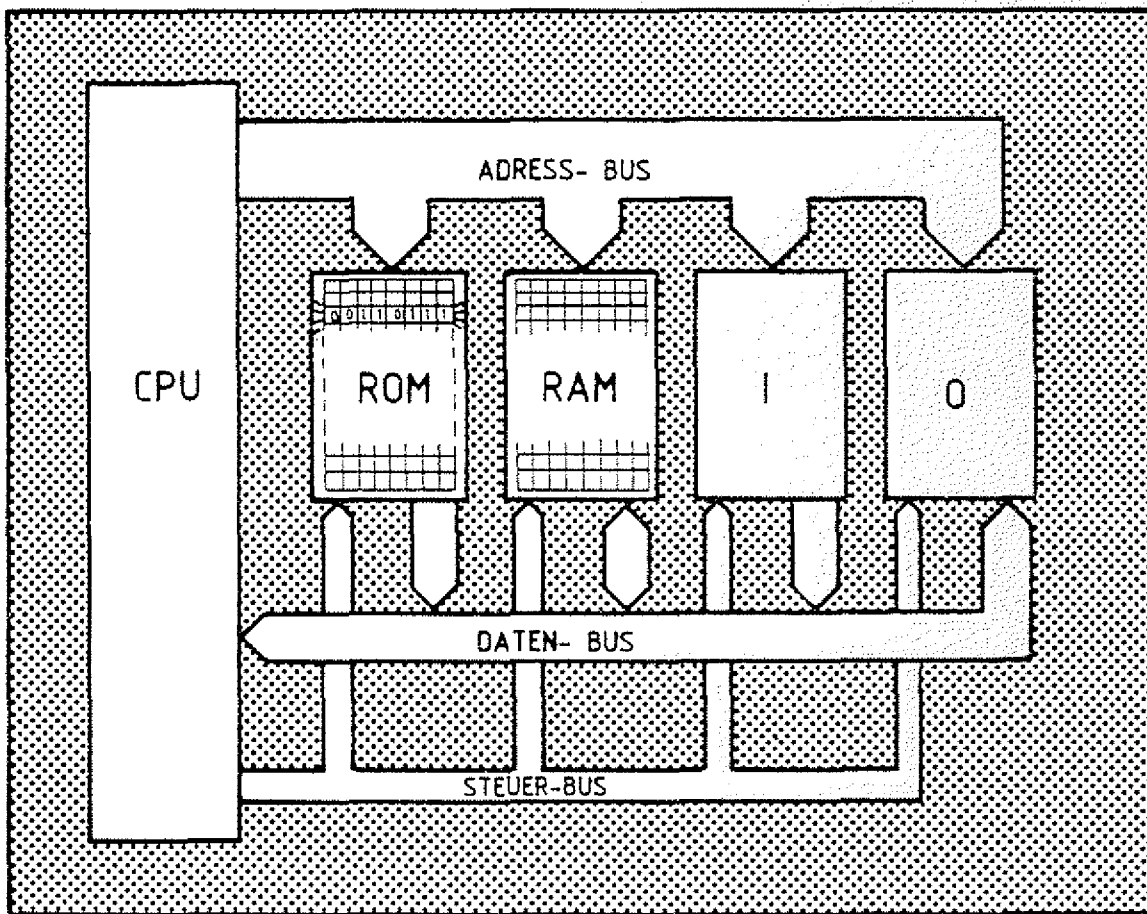
	Ausgegebene = Port- Adresse = Adresse		Ausgegebene ≠ Port- Adresse ≠ Adresse (z.B.25) (12)		Ausgegebene ≠ Port- Adresse ≠ Adresse (12) (z.B.31)	
	nicht betätigt	IOR-Taste... betätigt	nicht betätigt	IOR-Taste... betätigt	nicht betätigt	IOR-Taste... betätigt
IOR (MP1)						
Freigabesignal (MP2)						

Ende der Übung

FACHTHEORETISCHE ÜBUNG MIKROCOMPUTER – TECHNIK

SPEICHER-EINHEITEN

BFZ/MFA 10.3.



Diese Übung ist Bestandteil eines Mediensystems, das im Rahmen eines vom Bundesminister für Bildung und Wissenschaft, vom Bundesminister für Forschung und Technologie sowie der Bundesanstalt für Arbeit geförderten Modellversuches zum Einsatz der "Mikrocomputer-Technik in der Facharbeiterausbildung" vom BFZ-Essen e.V. entwickelt wurde.

Theorieteil 1

- 1.1 Einleitung
- 1.2 Aufbau eines Speichers (Grundprinzip)
- 1.3 Speicher-Baugruppen
- 1.4 Aufbau der Speicherzellen
- 1.5 Bausteine für Festwertspeicher

Übungsteil 1

- A1 Überprüfen des Inhalts von RAM-Speicherzeilen
- A2 Eingabe eines kleinen Programms in den RAM-Speicher und Überprüfen des Speicherinhalts nach kurzzeitigem Abschalten der Betriebsspannung
- A3 Lesen des Inhalts von ROM-Speicherzeilen

Theorieteil 2

- 2.1 Adreßdecodierung
- 2.2 Vereinfachte Schaltung einer Speicher-Baugruppe

Übungsteil 2

- A1 Prüfen der Wirkung der Steuersignale am Eingang des Adreß-Vergleichers
- A2 Prüfen des Baugruppen-Freigabe-Signals
- A3 Prüfen der Baustein-Freigabe-Signale

FACHTHEORETISCHE ÜBUNG MIKROCOMPUTER — TECHNIK

SPEICHER-EINHEITEN

BFZ/MFA 10.3.

THEORIETEIL 1

Theorieteil 1

1.1 Einleitung

Im Speicher des Mikrocomputers werden neben der Arbeitsanweisung (Programm), die der Prozessor bearbeiten soll, auch die zu verarbeitenden Daten und Zwischenergebnisse aufbewahrt. Bei diesen Speichern handelt es sich fast ausschließlich um elektronische Speicher (Halbleiterspeicher), in denen die Informationen in binärer Form (0- und 1-Informationen) abgelegt werden. Aus Ihrer Umgebung kennen Sie andere Speicher als Träger für Informationen, z.B. werden Sprache und Musik, also akustische Signale und Informationen, magnetisch auf einem Tonband gespeichert. Das Telefonbuch ist ein Speicher, der die Informationen in Form von Schriftzeichen auf Papier aufbewahrt. Das Telefonbuch entspricht einem Nur-Lese-Speicher (ROM), da die Informationen im Speicher nur gelesen werden können. Dagegen kann die Information auf einem Tonband überschrieben werden. Dies ist das Merkmal eines Schreib-Lese-Speichers (RAM). Gleichgültig um welchen Informationsspeicher es sich handelt, sie haben alle ein gemeinsames Merkmal: "Die Informationen liegen in geordneter Form vor." Eine Ordnungsstruktur ist notwendig, um gezielt auf die gespeicherten Daten zugreifen zu können. Beim Tonband findet man mit Hilfe des Zählwerks die Position der aufgenommenen akustischen Signale. Die Ordnungsstruktur im Telefonbuch ergibt sich aus der alphabetischen Reihenfolge der Telefonbesitzer. Der Speicher im Computer wird dadurch geordnet, daß jeder Speicherplatz eine Adresse hat. Jeder Adresse entspricht genau ein Signalzustand auf dem Adreß-Bus. Muß beim Tonband der Zählerstand und beim Telefonbuch der Teilnehmernamen bekannt sein, um die gewünschten Informationen (Daten) wiederzufinden, so muß im Computer die Adresse bekannt sein, unter der die gesuchten (benötigten) Daten gespeichert sind.

Halbleiterspeicher

Nur-Lese-Speicher
(Read only memory)Schreib-Lese-Speicher
(Random access
memory)

Ordnungsstruktur

Theorieteil 1

1.2 Aufbau eines Speichers (Prinzip)

Im Bild 1 ist der Aufbau eines Speichers dargestellt. Jedem Signalzustand auf den Adreßleitungen A0 bis A15 ist eine Speicherzeile zugeordnet. Eine Speicherzeile umfaßt jeweils acht Bit und ist somit an die Daten-Bus-Struktur des Prozessors angepaßt.

Speicherzeile

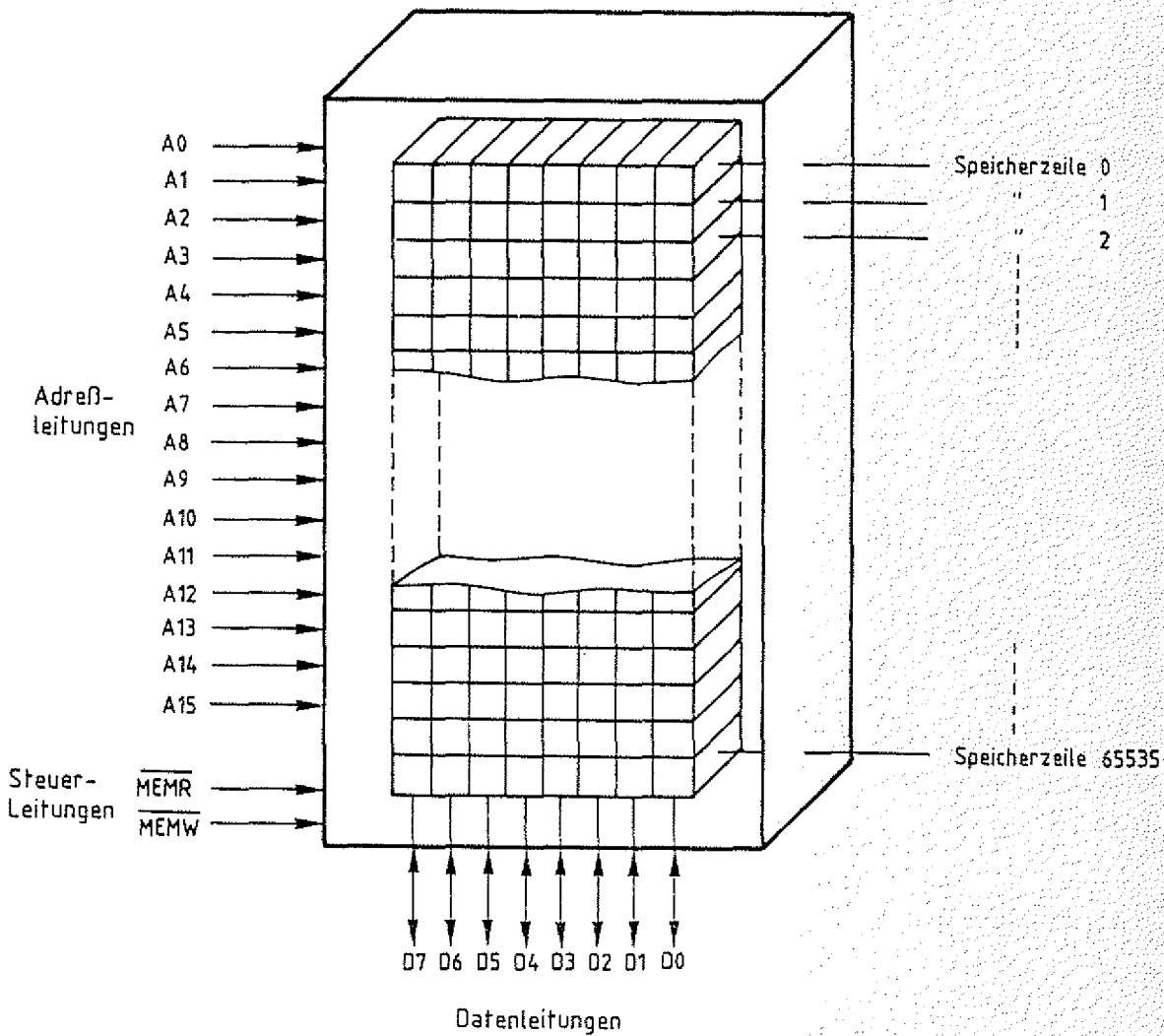


Bild 1: Aufbau eines Speichers (Prinzip)

Theorieteil 1

Der Prozessor unterscheidet nach dem Aussenden einer Adresse auf dem Adreß-Bus zwischen dem Lesen des Inhalts einer Speicherzeile und dem Speichern von Daten in eine Speicherzeile. Das Lesen einer Speicherzeile erfolgt mit dem Steuersignal MEMORY READ ($\overline{\text{MEMR}}$) und das Ablegen eines Daten-Bytes im Speicher mit MEMORY WRITE ($\overline{\text{MEMW}}$). Die Überstreichung der Kurzbezeichnungen MEMR und MEMW macht deutlich, daß es sich um Low-aktive Signale handelt. Ein Teil der möglichen Speicheradressen auf dem Adreß-Bus ist in Bild 2 zusammengefaßt.

MEMORY READ

MEMORY WRITE

Signalzustände auf den Adreßleitungen															Hex. Adr.	Speicherzeile	
15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1			0
L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	0000	0
L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	H	0001	1
L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	H	L	0002	2
L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	H	H	0003	3
L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	H	L	L	0004	4
L	H	L	H	H	H	L	L	H	H	H	H	L	H	H	H	5CF7	23799
H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	L	FFFE	65534
H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	FFFF	65535

Bild 2: Mögliche Speicheradressen auf dem Adreß-Bus

Mit den 16 Adreßleitungen können 2^{16} Speicherzeilen unterschieden werden. Zentrales Element hierzu in einem Speicher ist ein Adreß-Decoder (Bild 3). Dieser wählt aufgrund des Signalzustandes auf den Adreßleitungen die zugehörige Speicherzeile aus. Liegt beispielsweise am Adreß-Bus die Adresse 0000H an, so wird die Zeile 0 ausgewählt, bei 0001H die Zeile 1,... und bei FFFFH die Zeile 65535.

Adreß-Decoder

Theorieteil 1

Ein Lesevorgang der Speicherzeile 0002H ist im Bild 3 dargestellt. Mit dem Steuersignal $\overline{\text{MEMR}}$ wird der Speicherinhalt auf den Daten-Bus geschaltet und kann vom Prozessor gelesen werden.

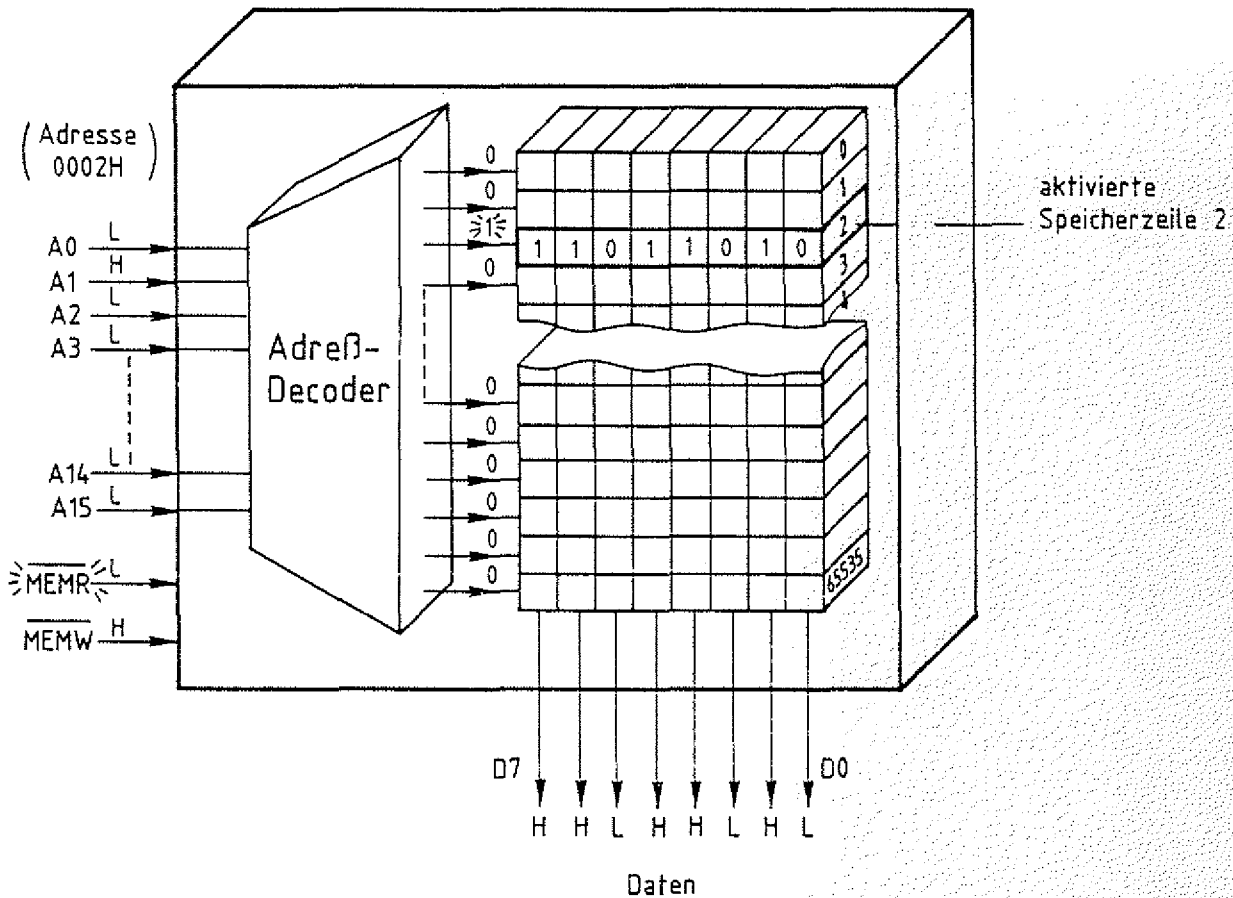


Bild 3: Funktionsweise des Adreß-Decoders

Ein Kennwert des Speichers ist neben der Speichergröße - auch Speicherkapazität genannt - insbesondere die Zugriffszeit. Das ist die Zeit, die der Speicher nach Aktivierung des entsprechenden Steuersignals benötigt, um den Speicherinhalt einer adressierten Speicherzeile bereitzustellen bzw. ein Daten-Byte in die Speicherzeile zu übernehmen. Diese Zeit liegt bei üblichen Speichern in der Größenordnung von einigen hundert Nanosekunden. Die Angabe der Speicherkapazität erfolgt in der "Einheit" KByte (K=Kilo).

Speicherkapazität
Zugriffszeit

KByte

Theorieteil 1

Beachten Sie, daß das "K" im Gegensatz zu unserer alltäglichen Kilo-Angabe groß geschrieben wird. Bedeutet bei Maß- und Gewichtsangaben 1 kilo gleich 1000, so bezeichnet 1 KByte in der Computertechnik 1024 Byte. Mit 10 Adreßleitungen kann man $1024=2^{10}$ Speicherzeilen ansteuern. Ein Mikrocomputer, der über 16 Adreßleitungen verfügt, kann insgesamt 64 KByte adressieren. Dies kann auf folgende Weise veranschaulicht werden (Bild 4):

1KByte=1024 Byte

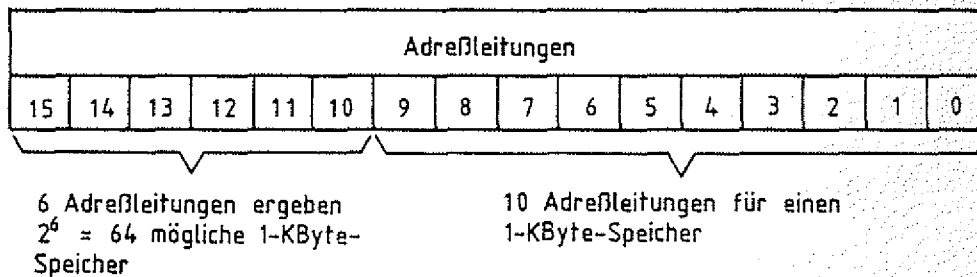


Bild 4: Verteilung von 16 Adreßleitungen auf 64 einzelne 1-KByte-Speicher

Beim Einsatz eines Mikrocomputers kommt es häufig vor, daß wesentlich kleinere Speicher als 64-KByte-Speicher für die Aufnahme der Programme und Daten benötigt werden. Außerdem sind fast immer Nur-Lese- und Schreib-Lese-Speicher erforderlich. Aus diesen und anderen Gründen werden kleinere RAM- und ROM-Module (-Einheiten) verwendet, die man in gewünschter Weise kombiniert.

Es gibt Anwendungsfälle, bei denen der Nur-Lese-Speicher (ROM) nicht größer als 1 KByte ist und 1/4-KByte-RAM ausreichend sind. Es kann auch vorkommen, daß der Speicherbereich von 64 KByte nicht ausreicht. Dann greift man auf andere Speichermedien (-Geräte/-Techniken) zurück, z.B. auf einen Magnetplattenspeicher. Das Speicherprinzip entspricht dem des Tonbandgerätes, bei dem durch Magnetisierung die Information auf einen magnetischen Träger aufgebracht wird. Beim Magnetplattenspeicher ist der Träger eine rotierende Magnetplatte. Je nach Plattensystem können Vielfache von 64 KByte

Magnetplatten-speicher

Theorieteil 1

auf einer Platte gespeichert werden. Die Angabe der Speicherkapazität eines Plattensystems erfolgt bei entsprechender Größe in Mega-Byte, wobei 1 MByte gleich 1000 KByte sind. Bei diesen Systemen wird der Computer veranlaßt, immer nur den Programmteil von der Platte in den Systemspeicher zu laden, der gerade bearbeitet werden muß. Weitaus häufiger werden aber in der Mikrocomputertechnik kleine Speicher-Einheiten verwendet, die im folgenden Abschnitt behandelt werden.

MByte

Theorieteil 1

1.3 Speicher-Baugruppen

Eine mögliche Unterteilung des gesamten Systemspeichers in acht gleichgroße Speicherblöcke ist im Bild 5 dargestellt. Jeder Speicherblock hat eine Kapazität von 8 KByte. Es sind auch andere Aufteilungen möglich, das angewandte Prinzip ist jedoch immer ähnlich.

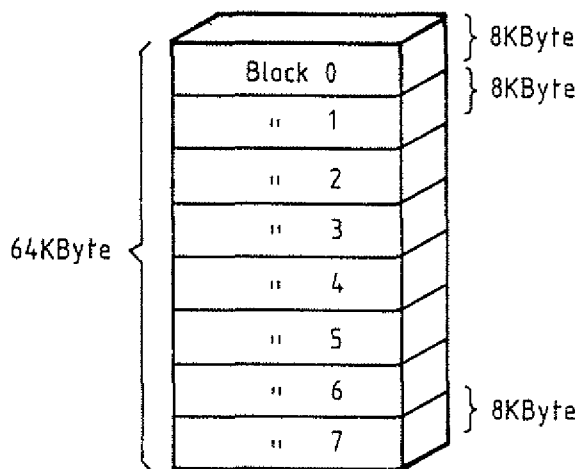


Bild 5: Aufteilung des 64-KByte-Systemspeichers in acht 8-KByte Speicherblöcke

Betrachten wir zunächst einen dieser 8-KByte-Blöcke (Bild 6). Für die Adressierung der Speicherzeilen werden die 13 Adreßleitungen A0 bis A12 benötigt. ($2^{13} = 2^3 \times 2^{10} = 8 \times 1024$)

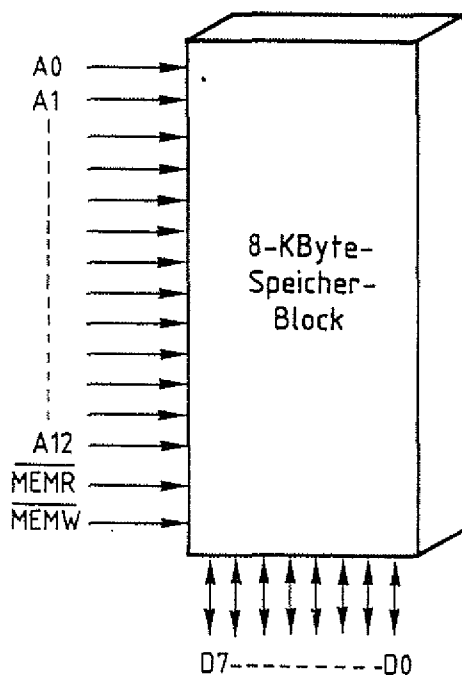


Bild 6: Die Adreßleitungen für einen 8-KByte-Speicherblock

Theorieteil 1

Von den 16 Adreßleitungen des Mikroprozessors verbleiben die drei Leitungen A13, A14 und A15. Über diese drei Leitungen kann man die acht verschiedenen Blöcke unterscheiden, wenn jedem Block einer der acht möglichen Signalzustände auf diesen Leitungen zugeordnet wird. Dies ist in Bild 7 dargestellt.

Block-Nr.	Adreßleitungen			
	A15	A14	A13	A12 A0
0	L	L	L	für Block 0
1	L	L	H	für Block 1
2	L	H	L	für Block 2
3	L	H	H	für Block 3
4	H	L	L	für Block 4
5	H	L	H	für Block 5
6	H	H	L	für Block 6
7	H	H	H	für Block 7

Bild 7: Unterscheidung von 8 Blöcken durch die Adreßleitungen A13, A14 und A15

Die acht Signalzustände kann man als Block- oder Baugruppen-Nummer auffassen, ähnlich wie die Baugruppen-Nummer der Ein- und Ausgabe-Baugruppen. Für die Erkennung dieser Block- oder Baugruppen-Nummer muß jeder Speicherblock einen Adreßvergleicher besitzen, der den Signalzustand auf den Adreßleitungen A13, A14 und A15 mit einem vorgegebenen Signalzustand vergleicht, welcher der Block- oder Baugruppen-Nummer entspricht. Dieses Verfahren hat den Vorteil, daß alle Speicherblöcke vollkommen gleich aufgebaut und universell einsetzbar sind. Die entsprechend der Problemstellung geforderte Speichergröße eines Mikrocomputersystems kann man jetzt durch die Anzahl der Blöcke anpassen. Außerdem wird es so möglich, RAM- und ROM-Blöcke miteinander zu kombinieren.

Bild 8 zeigt, wie mehrere 8-KByte-Speicherblöcke an den Adreß-Bus des Systems angeschlossen sind.

Block-Nummer
Baugruppen-Nummer

Theorieteil 1

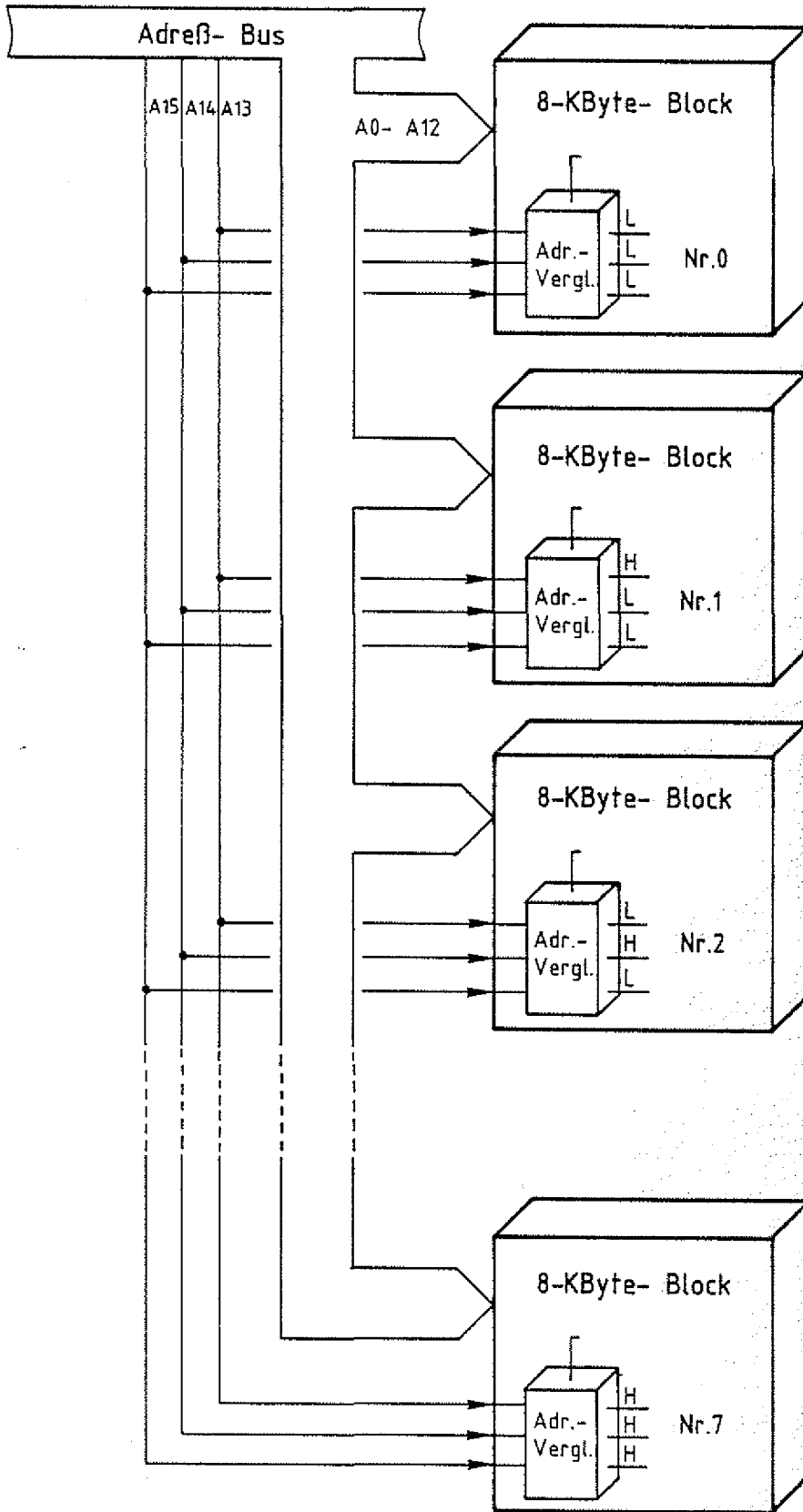


Bild 8: Aufbau eines Speichers aus mehreren 8-KByte-Speicherblöcken

Theorieteil 1

Der Adreßbereich, den ein einzelner 8-KByte-Speicherblock im Systemspeicher überdeckt, hängt von der eingestellten Blocknummer ab. In Bild 9 ist für jeden der acht Blöcke die Adresse der ersten und der letzten Speicherstelle im Block aufgeführt. Die erste Adresse in einem Block nennt man auch Basis-Adresse.

Basis-Adresse

Signalzustände auf den Adreßleitungen															Adreßbereich von... bis	Block-Nr.	
15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1			0
L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	0000	0
L	L	L	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	1FFF	
L	L	H	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	2000	1
L	L	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	3FFF	
L	H	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	4000	2
L	H	L	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	5FFF	
L	H	H	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	6000	3
L	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	7FFF	
H	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	8000	4
H	L	L	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	9FFF	
H	L	H	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	A000	5
H	L	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	BFFF	
H	H	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	C000	6
H	H	L	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	DFFF	
H	H	H	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	E000	7
H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	FFFF	

Bild 9: Die erste (Basis-Adresse) und letzte Adresse für die acht möglichen 8-KByte-Speicherblöcke

Das folgende Bild 10 zeigt detaillierter den Aufbau einer 8-KByte-RAM-Baugruppe. Neben Adreßdecoder, Speicherblock und Adreßvergleichler sind ein Lesetor und ein Schreiber eingefügt. Das Lesetor schaltet den Inhalt einer Speicherzeile auf den Daten-Bus, sofern die Baugruppen-Nummer oder Block-Nummer an den Adreßleitungen A13 bis A15 ansteht und das Steuersignal MEMORY READ ($\overline{\text{MEMR}}$) L-Pegel führt.

Lesetor,
Schreiber

Theorieteil 1

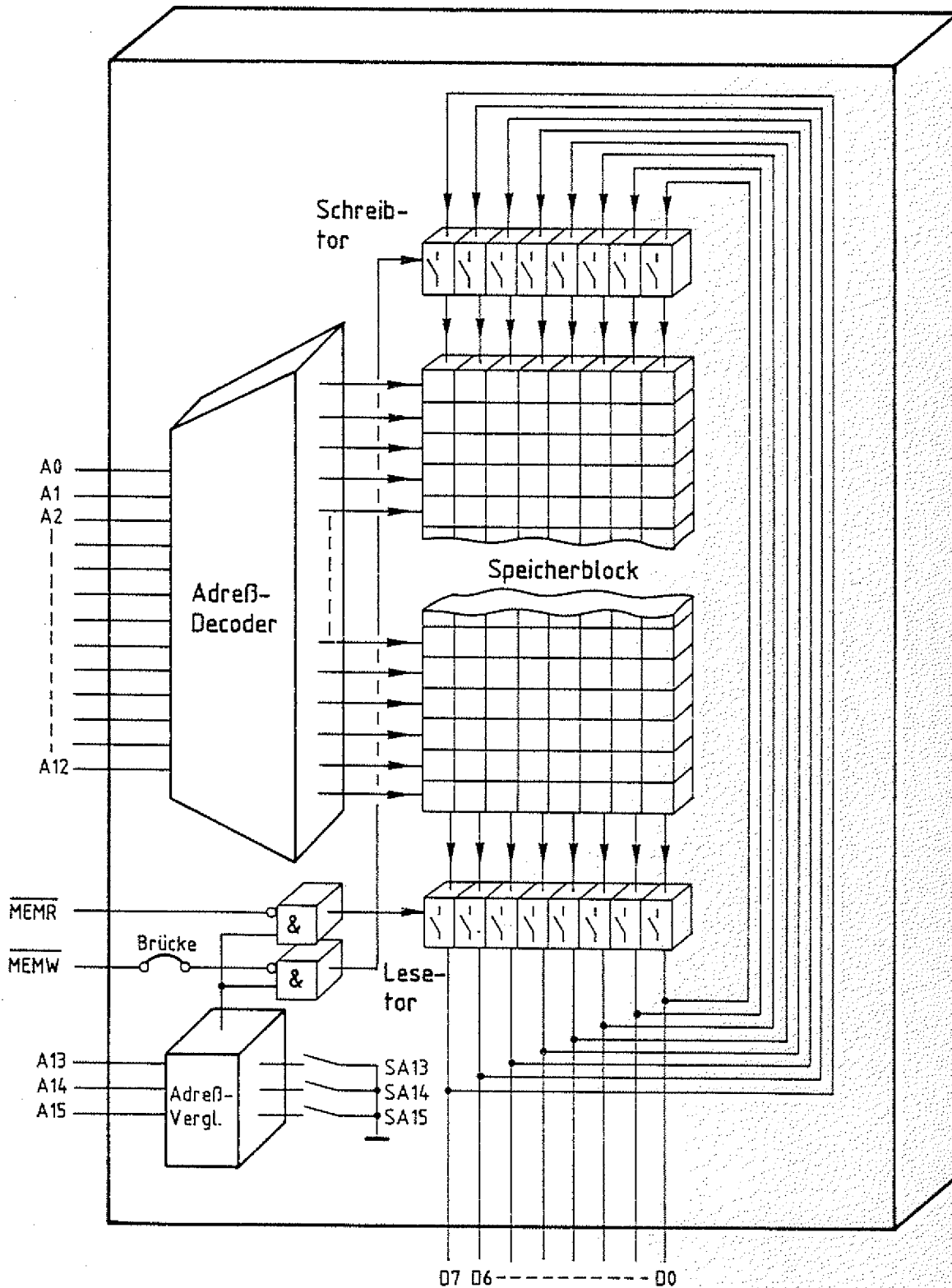


Bild 10: Aufbau einer 8-KByte-Speicherbaugruppe (8-KByte-Speicherblock)

Theorieteil 1

Die Datenübernahme in eine Speicherzeile erfolgt dagegen mit der Freigabe des Schreibtors, wobei die Daten-Bus-Signale zur adressierten Speicherzeile durchgeschaltet werden und der alte Inhalt überschrieben wird. Die Schreibfreigabe wird durch den L-Pegel des Steuersignals MEMORY WRITE ($\overline{\text{MEMW}}$) ausgelöst. Voraussetzung ist, daß auf den Adreßleitungen A15, A14 und A13 die Block-Nummer ansteht.

Für die technische Realisierung dieser Baugruppe stehen zwar heute 8-KByte-Speicher-ICs zur Verfügung, jedoch verwendet man meist mehrere kleinere Speicherbausteine mit Speicherkapazitäten von 1, 2 oder 4 KByte. Falls es sich um RAM-Bausteine handelt, sind in ihnen Adreß-Decoder und Lese- und Schreiber integriert. Einige Hersteller bieten pinkompatible RAM- und ROM-Bausteine an; sie sind bis auf das Schreibtor prinzipiell gleich aufgebaut und haben die gleiche Signalbelegung an den Anschlüssen. Damit kann man durch Austausch von RAM- und ROM-Bausteinen eine RAM-Baugruppe einfach in eine ROM-Baugruppe umwandeln. In diesem Fall wird das Steuersignal $\overline{\text{MEMW}}$ auf der Speicher-Baugruppe nicht benötigt und durch Öffnen einer Brücke unterbrochen (Bild 10).

Greift der Prozessor auf die Speicher-Baugruppe zu, so löst er die folgenden Schritte aus:

Der Prozessor...

- sendet die Adresse der gewünschten Speicherzeile auf dem Adreß-Bus aus.
- veranlaßt den Speicher, entweder durch das Steuersignal $\overline{\text{MEMR}}$, den Speicherinhalt auf den Daten-Bus zu schalten oder durch das Steuersignal $\overline{\text{MEMW}}$ den Signalzustand vom Daten-Bus in die Speicherzeile zu übernehmen.
- übernimmt beim Lesen mit dem Abschalten des Steuersignals $\overline{\text{MEMR}}$ die Daten vom Bus oder beendet den Schreibvorgang durch Wegschalten des Signals $\overline{\text{MEMW}}$.

pinkompatibel

Theorieteil 1

1.4 Aufbau der Speicherzellen

Wie schon erwähnt wurde, handelt es sich bei den verwendeten Speichern meist um Halbleiterspeicher, in denen die einzelnen Speicherzellen (für 1 Bit) hauptsächlich mit Dioden und Transistoren aufgebaut sind. Grundelement einer RAM-Speicherzelle z.B. ist eine bistabile Kippstufe, wie in Bild 11 dargestellt.

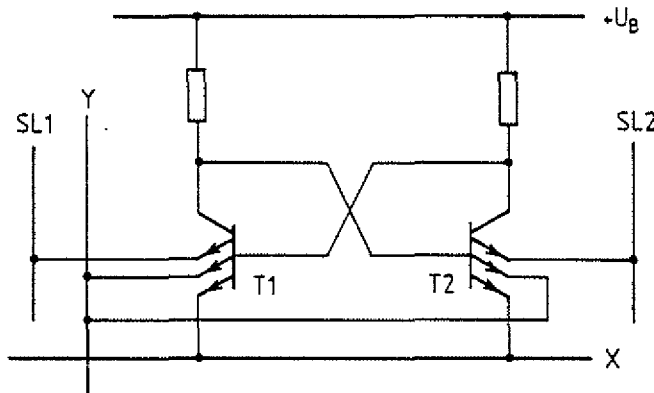


Bild 11: Prinzipieller Aufbau einer RAM-Zelle

Die beiden stabilen Zustände sind dadurch gekennzeichnet, daß entweder Transistor T1 leitet und T2 gesperrt ist oder T1 sperrt und T2 leitet. Den beiden Zuständen wird der Speicherinhalt "0" und "1" zugeordnet. Über die Leitungen X und Y wird die gewünschte Speicherzelle adressiert, über die Leitungen SL1 und SL2 (Schreib-Lese-Leitungen) kann der Inhalt der Speicherzelle gelesen oder ein neuer eingeschrieben werden.

Wegen des einfachen Herstellungsprozesses werden die Speicherzellen meist mit MOS-Transistoren aufgebaut, die außerdem höhere Packungsdichten ermöglichen und geringere Verlustleistung haben. Eine noch höhere Packungsdichte und geringere Verlustleistung erhält man bei einer Technik, bei der die Information in einem kleinen Kondensator gespeichert wird, und zwar in der Gate-Source- oder Gate-Drain-Kapazität eines MOS-Transistors. Das Prinzip dieser Speicherzelle zeigt Bild 12.

Halbleiterspeicher

Speicherzelle

Bistabile Kippstufe
(Flipflop)

MOS-Transistor

Kondensator
Gate-Source-
Gate-Drain-
Kapazität

Theorieteil 1

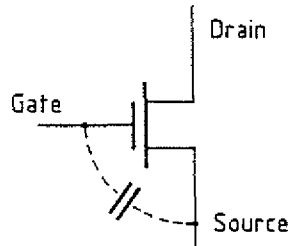


Bild 12: Prinzip der kapazitiven Informationsspeicherung in einem MOS-Transistor

Die beiden möglichen Signalzustände der Speicherzelle werden hier dem geladenen bzw. entladenen Kondensator zugeordnet. Bei dieser Speichertechnik ist allerdings eine sogenannte Auffrischschialtung erforderlich. Sie muß den ständigen Ladungsverlust der Kondensatoren ausgleichen, der aufgrund unvermeidbarer Leckströme in der Isolierschicht auftritt. Schaltungen dieser Art nennt man im englischen "refresh circuit".

Weil ständig für diesen Auffrischvorgang auf die Speicherzellen zugegriffen werden muß (etwa alle 2msec), nennt man diese Speicher "dynamische RAMs" (Dynamik, Bewegung) im Gegensatz zu den Flipflop-Zellen, die man entsprechend "statische RAMs" (Statik, Ruhe) nennt.

Das Prinzip eines ROMs ist die Diodenmatrix (Bild 13). Jeder Kreuzungspunkt der horizontalen und vertikalen Leitungen der Matrix stellt eine Speicherzelle dar.

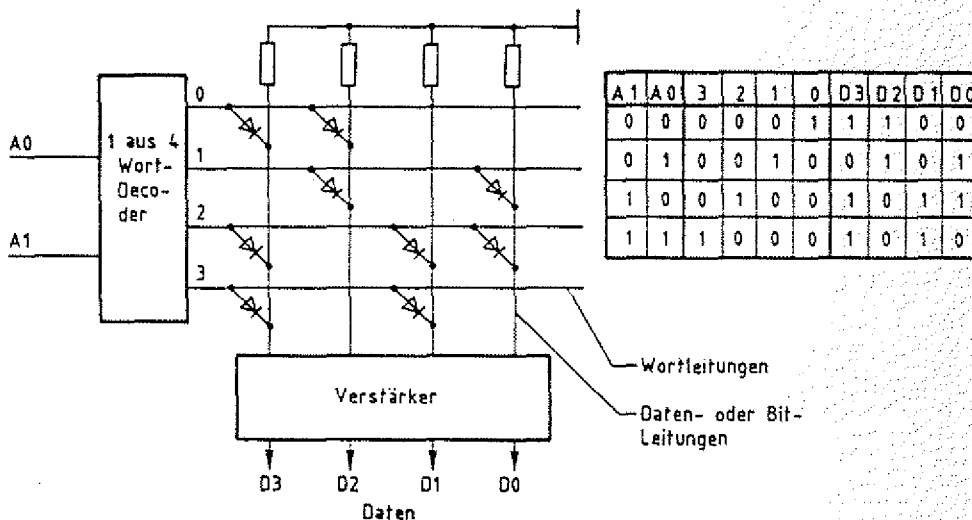


Bild 13: Prinzip eines ROM-Speichers
Kapazität: 4x4Bit (4 Worte a' 4Bit)

Kapazitive Informationspeicherung

Auffrischschialtung refresh circuit

Dynamisches RAM

Statisches RAM

ROM

Diodenmatrix

Theorieteil 1

Der Wort-Decoder ist so aufgebaut, daß abhängig vom Signalzustand auf den Adreßleitungen, nur einer der Decoder-Ausgänge 1-Signal haben kann. Die ausgewählte Wortleitung legt nun alle Datenleitungen, die mit ihr über Dioden verbunden sind, auf H-Pegel. Die nicht mit ihr verbundenen Datenleitungen erhalten über die Widerstände L-Pegel. Die Tabelle in Bild 13 zeigt den ROM-Inhalt, abhängig von den möglichen Adressen. Die Programmierung des Speichers erfolgt also dadurch, daß während seiner Herstellung an gewünschten Kreuzungspunkten zwischen Wort- und Datenleitungen (oft auch Bit-Leitungen genannt) Dioden eingebaut werden. Je nach Herstellungsverfahren werden anstelle der Dioden auch Widerstände, bipolare Transistoren und MOS-Transistoren verwendet.

Wort-Decoder

Wortleitung

Datenleitung

Programmierung
des ROMs

1.5 Bausteine für Festwertspeicher (ROMs)

Der gewünschte ROM-Inhalt wird in einem der letzten Produktionsschritte in die Bausteine eingebracht. Diese Bausteine heißen "maskenprogrammierbare ROMs". Der Name "maskenprogrammiert" rührt von den Fertigungsschritten her, die sogenannte Masken für die Diffusionsprozesse erfordern. Dieses Verfahren ist teuer und wird nur bei hohen Stückzahlen angewandt. Außerdem kann ein fehlerhafter Inhalt nicht korrigiert werden. Nachteilig kommt hinzu, daß die notwendigen Fertigungseinrichtungen nicht jedem zugänglich sind. Daher hat man sogenannte PROM-Bausteine entwickelt. PROM heißt programmierbares ROM und bedeutet, daß der Anwender durch einen speziellen Vorgang die gewünschte Information in das ROM einbringen (programmieren) kann. Dazu liefert der Hersteller ROM-Bausteine, bei denen alle Speicherstellen entweder nur "0"- oder "1"-Informationen enthalten. In diesem Fall spricht man von unprogrammierten PROMs. Auch diese Bausteine haben den Nachteil, daß sie nicht wieder verwendbar sind, wenn eine falsche Information einprogrammiert wurde.

maskenprogrammiert

PROM-Bausteine

Theorieteil 1

Fehler treten aber häufig in der Entwicklungsphase eines Programms auf, so daß man für den Anwender wiederverwendbare PROMs entwickelt hat, die man programmieren und wieder löschen kann. Diese Bausteine heißen EPROMs, d.h. löscher (erasable) und programmierbare ROMs. Zum Löschen werden die ICs, die ein Quarzglasfenster besitzen, mit UV-Licht beleuchtet. Mittlerweile gibt es auch elektrisch löscherbare (electrical erasable) und programmierbare ROMs, die man entsprechend EEPROM nennt.

EPROM

EEPROM

1.6 RAM-Speicher als Festwertspeicher

Schreib- Lese-Speicher (RAM) zieht man in Mikrocomputer-Systemen den Festwertspeichern immer dann vor, wenn man in der Programm-Entwicklungsphase das Programm und damit den Speicherinhalt ständig ändern muß.

Will man den Speicherinhalt von RAM-Zellen über längere Zeit erhalten, so muß man sie ständig mit Spannung versorgen, denn die Kondensatoren in dynamischen RAMs entladen sich, und Fliflops nehmen beim Einschalten der Spannung die Zustände 0 oder 1 in zufälliger Weise an. Zur Konservierung der Speicherinhalte verwendet man Batterien und spricht von Batteriepufferung und gepufferten RAMs.

gepuffertes RAM

FACHTHEORETISCHE ÜBUNG MIKROCOMPUTER – TECHNIK

SPEICHER-EINHEITEN

BFZ/MFA 10.3.

ÜBUNGSTEIL 1

Übungsteil 1

In den folgenden Arbeitsschritten werden Sie Messungen an einer RAM- und an einer ROM-Baugruppe durchführen.

Dazu benötigen Sie:

- 1 Baugruppenträger mit Busverdrahtung (BFZ/MFA 0.1.)
 - 1 Bus-Abschluß (BFZ/MFA 0.2.)
 - 1 Trafo-Einschub (BFZ/MFA 1.1.)
 - 1 Spannungsregelung (BFZ/MFA 1.2.)
 - 1 Bus-Signalgeber (BFZ/MFA 5.1.)
 - 1 Bus-Signalanzeige (BFZ/MFA 5.2.)
 - 1 8-K-RAM/EPROM bestückt mit RAM (BFZ/MFA 3.1.)
 - 1 8-K-RAM/EPROM bestückt mit EPROM MAT 85 (BFZ/MFA 3.1.)
- } zusammengebaut und
geprüft nach
FPO BFZ/MFA 1.2.
Arbeitsblatt A7

Allgemeine Hinweise zur Durchführung der Übungen:

- Die Einschübe dürfen nur bei abgeschalteter Betriebsspannung gesteckt oder gezogen werden
- Aufgrund der Busverdrahtung können die Baugruppen in beliebige Steckplätze gesteckt werden
- Den logischen Signalen "0" und "1" sind die folgenden Pegel zugeordnet:

log. "0" $\hat{=}$ 0...0,8 V (LOW)

log. "1" $\hat{=}$ 2,4...5 V (HIGH)

- Alle zur Messung an den Baugruppen vorgegebenen Arbeitsblätter enthalten:
 - = Angaben über den Sinn der jeweiligen Messung
 - = Angaben über einzustellende Bedingungen (z.B. Schalterstellungen)
 - = Aufgabenstellungen, ggf. mit Hinweisen zu möglichen Fehlern.

Übungsteil 1

Bedienungshinweise:

8-K-RAM/EPROM-Baugruppe als RAM-Baugruppe:

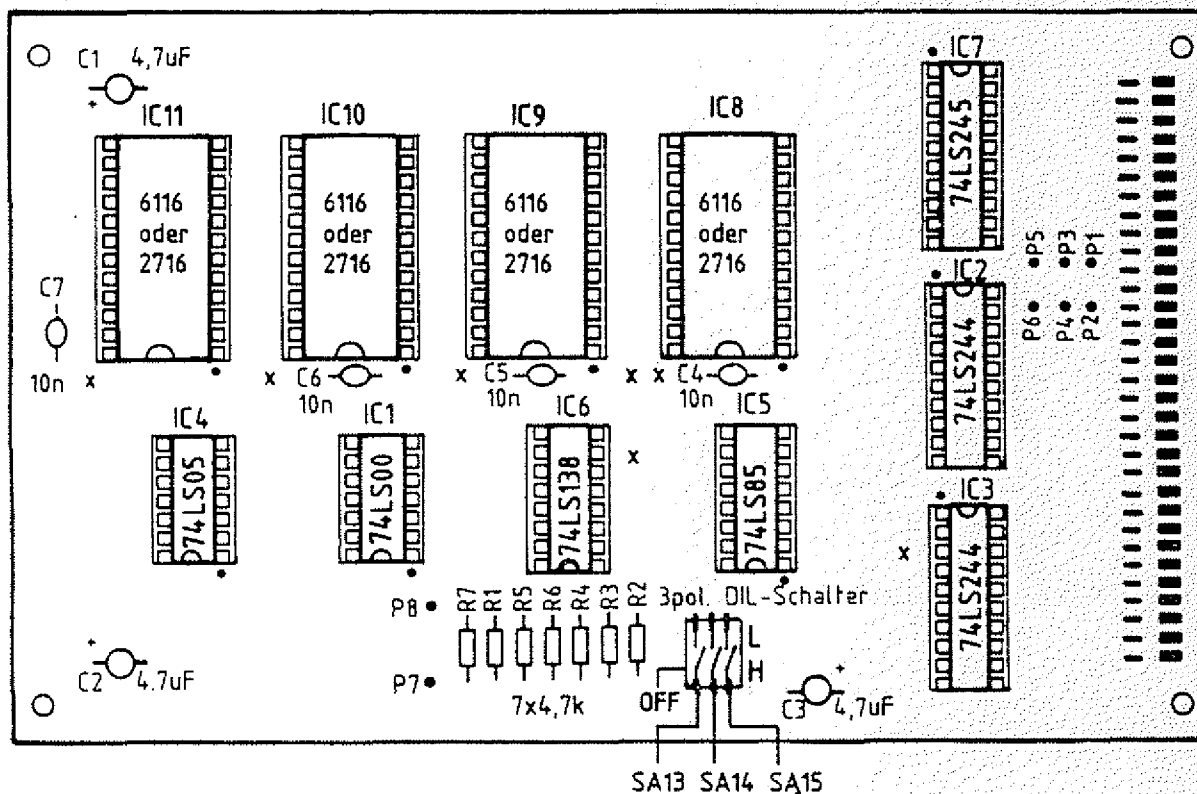
- Die IC-Sockel IC8, IC9, IC10, IC11 müssen mit RAM-Bausteinen 6116P-3 bestückt sein
- Wenn keine vier Bausteine bestückt sind, müssen Sie mindestens einen Baustein in den Sockel IC8 stecken
- Die Lötunkte P3-P4 und P5-P6 müssen gebrückt sein
- Mit den Schaltern SA13, SA14 und SA15 muß die Baugruppen-Nummer 0 eingestellt werden (siehe dazu folgende Seite)

8-K-RAM/EPROM-Baugruppe als EPROM-Baugruppe:

- Die IC-Sockel IC8 bis IC11 müssen mit EPROM-Bausteinen 2716 bestückt sein, die entsprechend der folgenden Tabelle beschriftet sind:

Socket	IC11	IC10	IC9	IC8
beschriftet mit...	V1.8 IV	V1.8 III	V1.8 II	V1.8 I

- Die Lötunkte P1-P2 und P7-P8 müssen gebrückt sein
- Die Baugruppen-Nummer 0 muß eingestellt sein



Übungsteil 1

Tabelle zur Einstellung der Baugruppen-Nummern bzw. der Basis-Adressen der Speicher-Baugruppen.

Schalter offen Δ H
Schalter zu Δ L

SA15	SA14	SA13	Baugruppen- Nummer	Adreßbereich (H) von bis
L	L	L	0	0000 - 1FFF
L	L	H	1	2000 - 3FFF
L	H	L	2	4000 - 5FFF
L	H	H	3	6000 - 7FFF
H	L	L	4	8000 - 9FFF
H	L	H	5	A000 - BFFF
H	H	L	6	C000 - DFFF
H	H	H	7	E000 - FFFF

Basis-
Adressen

Speicher-Einheiten

Name:

Übungsteil 1

Datum:

Überprüfen des Inhalts von RAM-Speicherzeilen

A1

Die dazu notwendigen Adreß- und Steuersignale liefert der Bus-Signalgeber. Adressen und Speicherinhalte werden auf der Bus-Signalanzeige angezeigt.

Stecken Sie Bus-Signalgeber, Bus-Signalanzeige und RAM-Baugruppe in den Baugruppenträger und schalten Sie die Betriebsspannung ein.

Überprüfen Sie den Inhalt der ersten Speicherstellen im RAM, indem Sie nacheinander ab der Adresse 0000H einige Speicherstellen adressieren und das Steuersignal $\overline{\text{MEMR}}$ auslösen. Notieren Sie die Speicherinhalte und vergleichen Sie diese mit den Speicherinhalten, die Ihr Nachbar ermittelt hat. Die Inhalte sind zufällig und werden nicht übereinstimmen. Lesen Sie auch mehrmals eine gleiche Speicherstelle; der Inhalt darf sich nicht verändern.

Adresse	Inhalt
0000	
0001	
0002	
0003	
0004	
0005	
0006	
0007	
0008	
0009	
000A	



Speicher-Einheiten

Name:

Übungsteil 1

Datum:

Eingabe eines kleinen Programms in den RAM-Speicher und Überprüfen des Speicher-Inhalts nach kurzzeitigem Abschalten der Betriebsspannung.

A2

Übergeben Sie der RAM-Baugruppe ab der Speicheradresse 0000H die untenstehenden Daten. Sie laden damit ein Programm ins RAM, das in einer der späteren Übungen benötigt wird. Es veranlaßt den Prozessor fortwährend, den Signalzustand an den Eingangsleitungen einer Eingabe-Baugruppe zu lesen und ihn anschließend an einer Ausgabe-Baugruppe anzuzeigen.

Adresse	Inhalt
0000	0B
0001	01
0002	03
0003	02
0004	C3
0005	00
0006	00

Kontrollieren Sie die im RAM gespeicherten Daten anschließend durch Lesen der Speicherstellen.

Schalten Sie nun kurz die Betriebsspannung aus und ermitteln Sie die Daten der Speicherstellen 0000H bis 0006H. Vergleichen Sie diese mit den zuvor eingegebenen Daten.

Adresse	Inhalt nach erneutem Einschalten der Betriebsspannung	Erkenntnis:
0000		
0001		
0002		
0003		
0004		
0005		
0006		



Speicher-Einheiten

Name: _____

Übungsteil 1

Datum: _____

Lesen des Inhalts von ROM-Speicherzeilen bei verschiedenen Basisadressen der Baugruppe.

A3

Entfernen Sie nun die RAM-Baugruppe und stecken Sie an ihre Stelle die EPROM-Baugruppe. (Nicht beide Baugruppen wegen der gleichen Baugruppen-Nummer gemeinsam betreiben!)

Ermitteln Sie den Inhalt einiger Speicherstellen im ROM ab der Adresse 0000H und tragen Sie die Daten in untenstehende Tabelle ein. Lesen Sie die Speicherinhalte nach kurzzeitigem Abschalten der Betriebsspannung erneut. Vergleichen Sie die Daten mit den Tabellenwerten. Versuchen Sie durch einen Schreibvorgang den Inhalt einiger Speicherstellen zu überschreiben.

Adresse	Inhalt	Inhalt nach erneutem Einschalten der Betriebsspannung
0000		
0001		
0002		
0004		
Erkenntnis:		

Stellen Sie nun die Baugruppen-Nummer 5 ein. Überprüfen Sie, ob die in obiger Aufgabe ermittelten Daten jetzt unter den Adressen des Blocks 5 (ab A000H) wiederzufinden sind. Kontrollieren Sie auch die Speicherstellen ab der Adresse 0000H.

Adresse	Inhalt	Erkenntnis:
A000		
A001		
A002		
A003		
A004		

Ende Übungsteil 1

FACHTHEORETISCHE ÜBUNG MIKROCOMPUTER — TECHNIK

SPEICHER-EINHEITEN

BFZ/MFA 10.3.

THEORIETEIL 2

Theorieteil 2

2.1 Adreßdecodierung

Ebenso wie man den Systemspeicher eines Computers aus mehreren Speicherblöcken aufbaut, wird ein einzelner Block meist aus mehreren kleineren Speicher-Bausteinen zusammengesetzt. Auf der 8-K-RAM/EPROM-Baugruppe BFZ/MFA 3.1. besteht der 8-KByte-Block aus vier 2-KByte-Speicher-Bausteinen. Der technische Aufbau eines solchen Blocks ergibt sich aus einer ähnlichen Überlegung, wie sie im Teil 1 ausgeführt wurde: Für einen 2-KByte-Speicher werden 11 Adreßleitungen für die Adressierung der 2048 Speicherstellen benötigt ($2^{11} = 2^1 \times 2^{10} = 2 \times 1024$). Von den 13 Adreßleitungen, die der 8-KByte-Speicherbaugruppe zugeführt werden, bleiben zwei Leitungen übrig (A11 und A12). Aus den vier möglichen Signalzuständen auf diesen beiden Adreßleitungen lassen sich vier Freigabesignale für die vier 2-KByte-Bausteine ableiten. Dafür verwendet man wieder einen (Adreß-)Decoder. Ein solcher Decoder ist mit seiner Innenschaltung in Bild 14 dargestellt.

8-K-Speicher-Block aufgebaut aus 4 2-K-Bausteinen

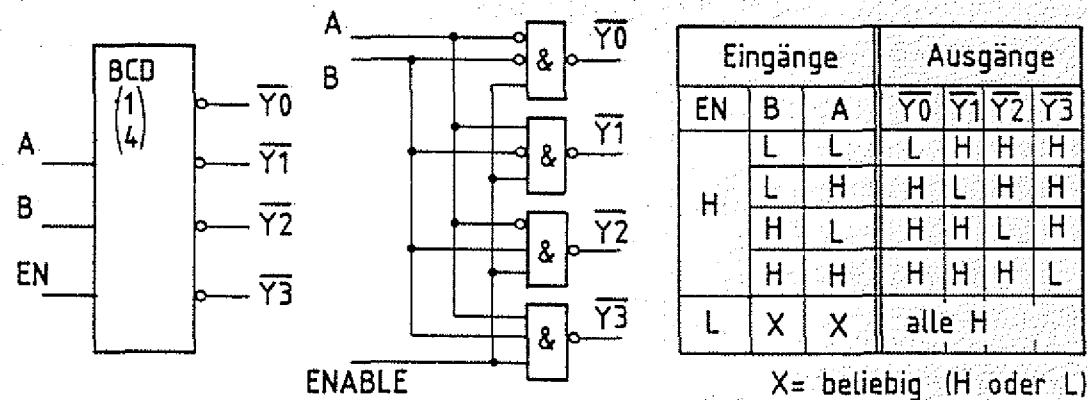


Bild 14: Schaltung und Funktionstabelle eines 1 aus 4- Decoders

Entsprechend dem Signalzustand an den Eingängen A und B wird immer ein Ausgang auf L-Signal (Aktiv Low-Signal) geschaltet. Über einen Freigabe-Eingang (ENABLE) können außerdem alle Ausgänge gesperrt werden. Dieser Decoder wird 1-aus 4-Decoder genannt, weil einer von vier möglichen Zuständen an den Ausgängen angezeigt wird.

1 aus 4-Decoder

Theorieteil 2

Entsprechend gibt es auch 1 aus 8- und 1 aus 16-Decoder. Die Schaltung eines 8-KByte-Blocks unter Verwendung eines Adreßdecoders ist in Bild 15 dargestellt.

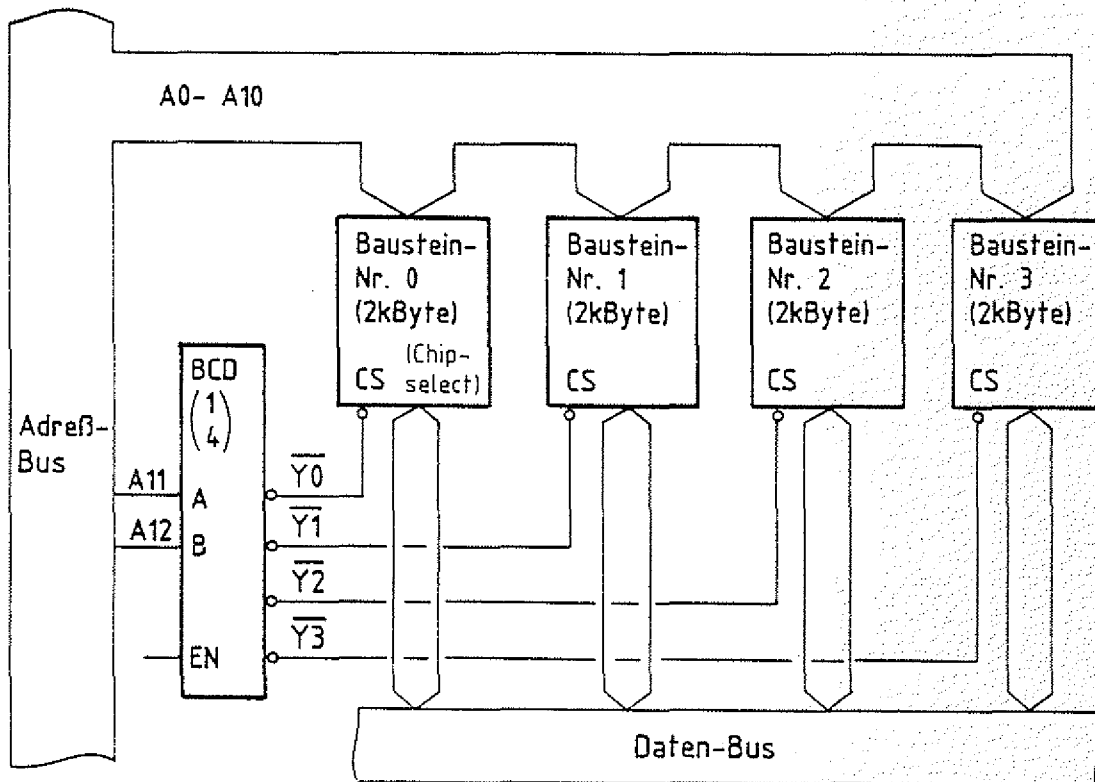


Bild 15: 8-KByte-Speicherblock aufgebaut mit vier 2-KByte-Speicher-Bausteinen

Die Adreßleitungen A0 bis A10 werden an alle Speicher-Bausteine angeschlossen. Über den Signalzustand auf diesen Leitungen wird in den Bausteinen eine ganz bestimmte Speicherstelle ausgewählt. Welcher Baustein schließlich Daten senden oder empfangen darf, wird vom Signalzustand auf den Adreßleitungen A11 und A12 bestimmt. Die Freigabesignale, die dazu vom Adreßdecoder geliefert werden, sind mit den sogenannten "Chip-Select-Eingängen" (chip-select = Bausteinauswahl) der Speicher-Bausteine verbunden. Diese Eingänge sind speziell für die hier geschilderte Anwendung vorgesehen. In der Tabelle Bild 16 sind die Adreßbereiche angegeben, die von den vier Bausteinen überdeckt werden. Hier wurde von der Baugruppe 0 bzw. der Basis-Adresse 0000 ausgegangen. Unberücksichtigt bleiben in dieser Tabelle

Chip-Select (CS)

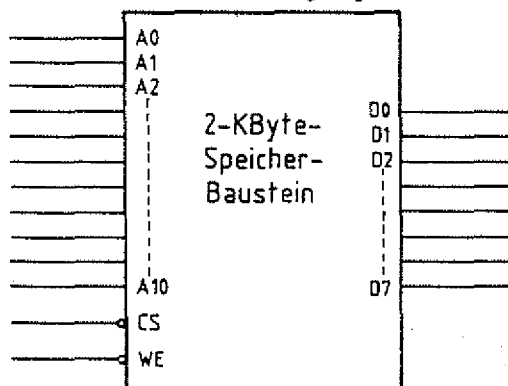
Theorieteil 2

die Adreßleitungen A13 bis A15, über die die Baugruppen-Nummer bzw. die Basis-Adresse festgelegt wird.

Adreßleitung												Adresse	Baustein	
12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1			0
L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	0000	0
L	L	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	07FF	
L	H	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	0800	1
L	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	0FFF	
H	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	1000	2
H	L	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	17FF	
H	H	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	1800	3
H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	1FFF	

Bild 16: Baustein-Adreßbereiche der vier Speicher-Bausteine der 8-KByte-Speicherbaugruppe

Das Anschlußbild eines 2-KByte-Speicher-Bausteins ist in Bild 17 dargestellt. Es handelt sich dabei um einen RAM-Baustein. RAM- und ROM-Bausteine unterscheiden sich nur durch die Write Enable-Leitung (Write Enable = Schreiben ermöglichen), die beim ROM-Speicher fehlt. Mit einem L-Signal auf dieser Leitung wird ein Datenwort in den Speicher geschrieben. Da die Speicher-Bausteine - ebenso wie die Eingabe-Baugruppen - Daten auf den Daten-Bus schalten, werden ihre Datenleitungen über Tristate-Gatter hinausgeführt. Der Chip-Select-Eingang ist bei diesen Bausteinen intern direkt mit dem ENABLE-Eingang der Tristate-Gatter verbunden.



Write-Enable-Leitung

Bild 17: Anschlußbild eines 2-KByte-Speicher-Bausteins

Theorieteil 2

2.2 Vereinfachte Schaltung einer Speicher-Baugruppe

Die Schaltung der Speicher-Baugruppe ist in Bild 18 abgebildet. Zur Verbesserung der Übersichtlichkeit sind die Daten-Bus-Leitungen vereinfacht dargestellt und einige auf der Baugruppe vorhandene Schaltungsdetails weggelassen worden.

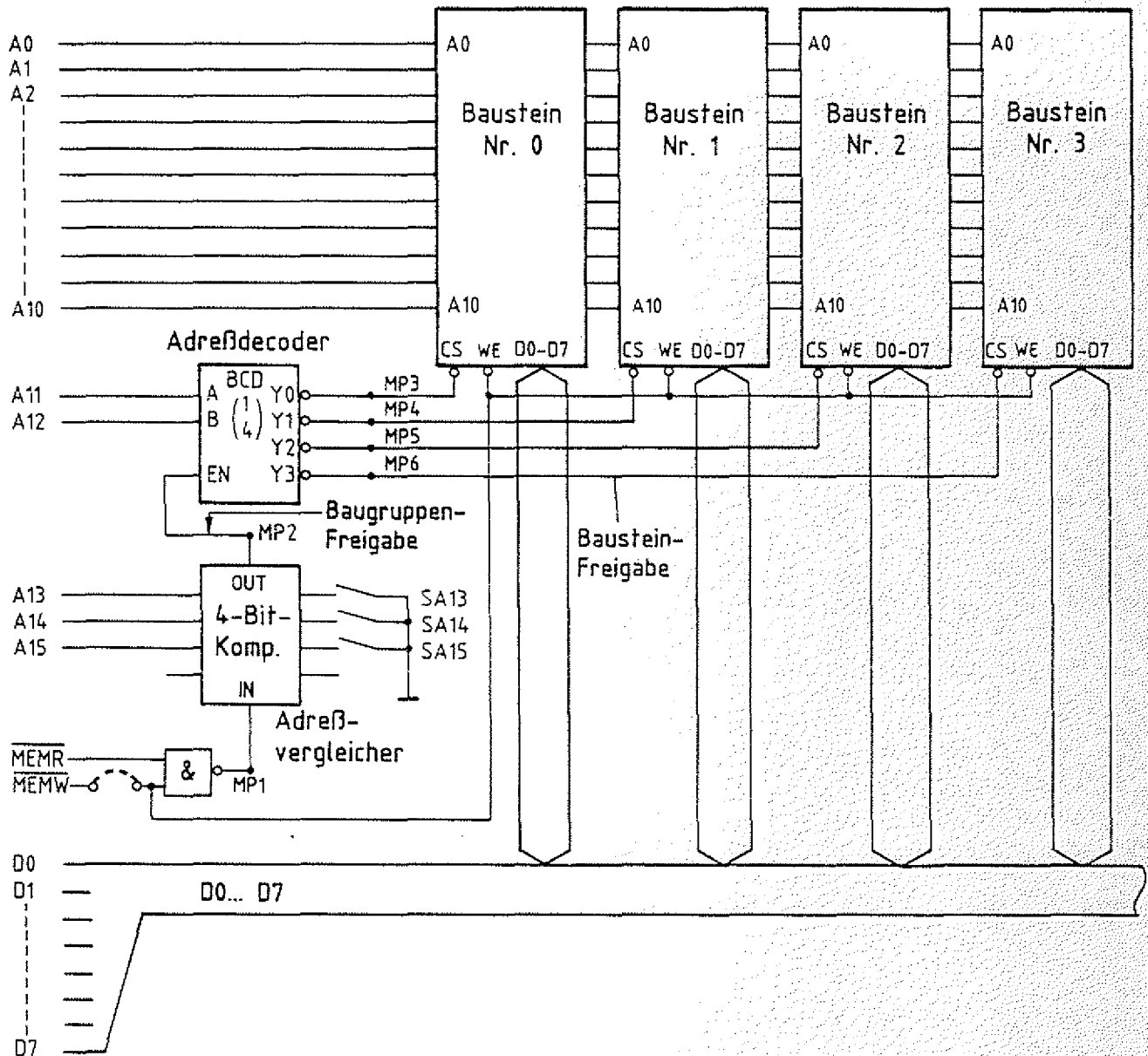


Bild 18: Vereinfachtes Schaltbild der Speicherbaugruppe

Der Adreßvergleich zur Erkennung der Baugruppen-Nummer bzw. der Basis-Adresse auf den Adreßleitungen A13 bis A15 entspricht dem Adreßvergleich auf den Ein- und Ausgabe-Baugruppen. Allerdings reicht hier ein 4-Bit-Komparator aus. Der Kaskadiereingang "IN" des Komparators erhält immer dann

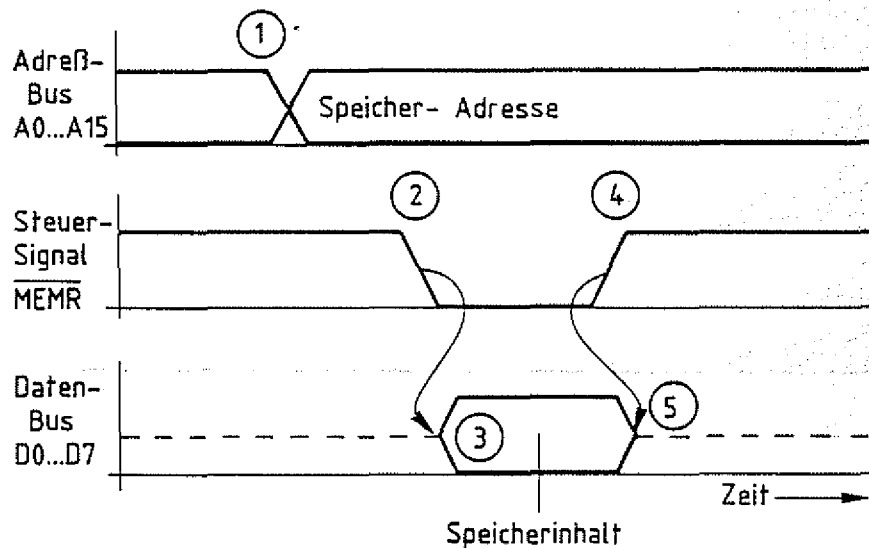
Theorieteil 2

H-Signal, wenn entweder $\overline{\text{MEMR}}$ oder $\overline{\text{MEMW}}$ L-Signal führen, d.h. der Prozessor den Speicher aktiviert. Der Ausgang des Adreßvergleichers (OUT) ist mit dem Freigabe-Eingang (ENABLE) des Adreßdecoders verbunden.

Ein Speicher-Baustein wird nur dann freigegeben, wenn

- die Baugruppe über A13 bis A15 ausgewählt wird,
- das Steuersignal $\overline{\text{MEMR}}$ oder $\overline{\text{MEMW}}$ aktiviert wird und
- die entsprechende Baustein-Nummer an den Adreß-Leitungen A11 und A12 ansteht.

Handelt es sich um eine RAM-Baugruppe, so wird bei einem Schreibvorgang die WE-Leitung an den Bausteinen auf L-Signal geschaltet. Bei einer ROM-Baugruppe wird das Steuersignal $\overline{\text{MEMW}}$ durch eine Brücke von der Baugruppe getrennt. Die Signal- Zeit-Diagramme für einen Lese- und einen Schreibvorgang durch den Prozessor sind in den Bildern 19 und 20 dargestellt.



Bedingungen
für Schreiben
oder Lesen

Zeitdiagramm
Lesevorgang

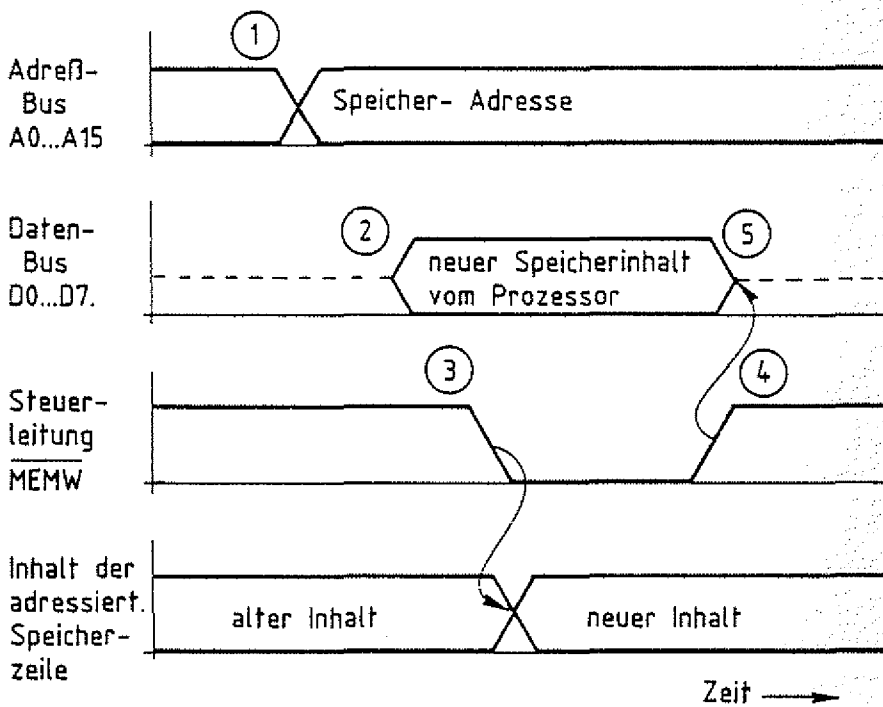
Bild 19: Lesen einer Speicherzeile

Lesevorgang:

Zum Zeitpunkt 1 sendet der Prozessor die Speicheradresse auf den Adreßleitungen A0 bis A15 aus. Zum Zeitpunkt 2 veranlaßt der Prozessor den Speicher, den Inhalt der adressierten Speicherzeile auf den Daten-Bus zu schalten (Zeit-

Theorieteil 2

punkt 3). Mit dem L-H-Signalwechsel auf der Steuerleitung MEMR übernimmt der Prozessor den Signalzustand vom Daten-Bus und beendet gleichzeitig den Lesevorgang, so daß der Speicher die Daten vom Bus wegschaltet (Zeitpunkt 5). Der Vorgang ist identisch mit dem Lesevorgang einer Eingabe-Baugruppe.



Zeitdiagramm
Schreibvorgang

Bild 20: Schreiben in eine Speicherzeile

Schreibvorgang:

Zum Zeitpunkt 1 sendet der Prozessor die Speicheradresse auf den Adreßleitungen A0 bis A15 aus. Zum Zeitpunkt 2 stellt er den neuen Speicherinhalt am Daten-Bus bereit. Mit dem Steuersignal MEMW (Zeitpunkt 3) löst er die Datenübernahme in die adressierte Speicherzeile aus. Der Schreibvorgang wird mit H-Signal auf der Steuerleitung MEMW beendet (Zeitpunkt 4), so daß der Prozessor gleichzeitig die Daten vom Bus wegschalten kann (Zeitpunkt 5). Auch dieser Ablauf ist identisch mit einer Datenübergabe an eine Ausgabe-Baugruppe.

FACHTHEORETISCHE ÜBUNG MIKROCOMPUTER — TECHNIK

SPEICHER-EINHEITEN

BFZ/MFA 10.3.

ÜBUNGSTEIL 2

Übungsteil 2

In den folgenden Arbeitsschritten werden Sie auf der Speicher-Baugruppe die Signale für...

- die Freigabe der Baugruppe und
- die Auswahl der Speicher-Bausteine (CS)

meßtechnisch überprüfen.

Dazu benötigen Sie:

- 1 Baugruppenträger mit Busverdrahtung (BFZ/MFA 0.1.)
 - 1 Bus-Abschluß (BFZ/MFA 0.2.)
 - 1 Trafo-Einschub (BFZ/MFA 1.1.)
 - 1 Spannungsregelung (BFZ/MFA 1.2.)
 - 1 Bus-Signalgeber (BFZ/MFA 5.1.)
 - 1 Bus-Signalanzeige (BFZ/MFA 5.2.)
 - 1 8-K-RAM/EPROM bestückt mit RAM (BFZ/MFA 3.1.)
 - 1 Adapter 64polig (BFZ/MFA 5.3.)
 - 1 Logiktester oder Vielfachmeßinstrument
 - 2 Meßleitungen
- zusammengebaut und
geprüft nach
FPU BFZ/MFA 1.2.
Arbeitsblatt A7

Allgemeine Hinweise zur Durchführung der Übungen:

- Die Einschübe dürfen nur bei abgeschalteter Betriebsspannung gesteckt oder gezogen werden
- Aufgrund der Busverdrahtung können die Baugruppen in beliebige Steckplätze gesteckt werden
- Den logischen Signalen "0" und "1" sind die folgenden Pegel zugeordnet:

log. "0" $\hat{=}$ 0...0,8 V (LOW)

log. "1" $\hat{=}$ 2,4...5 V (HIGH)

- Alle zur Messung an den Baugruppen vorgegebenen Arbeitsblätter enthalten:

= Angaben über den Sinn der jeweiligen Messung

= Angaben über einzustellende Bedingungen (z.B. Schalterstellungen)

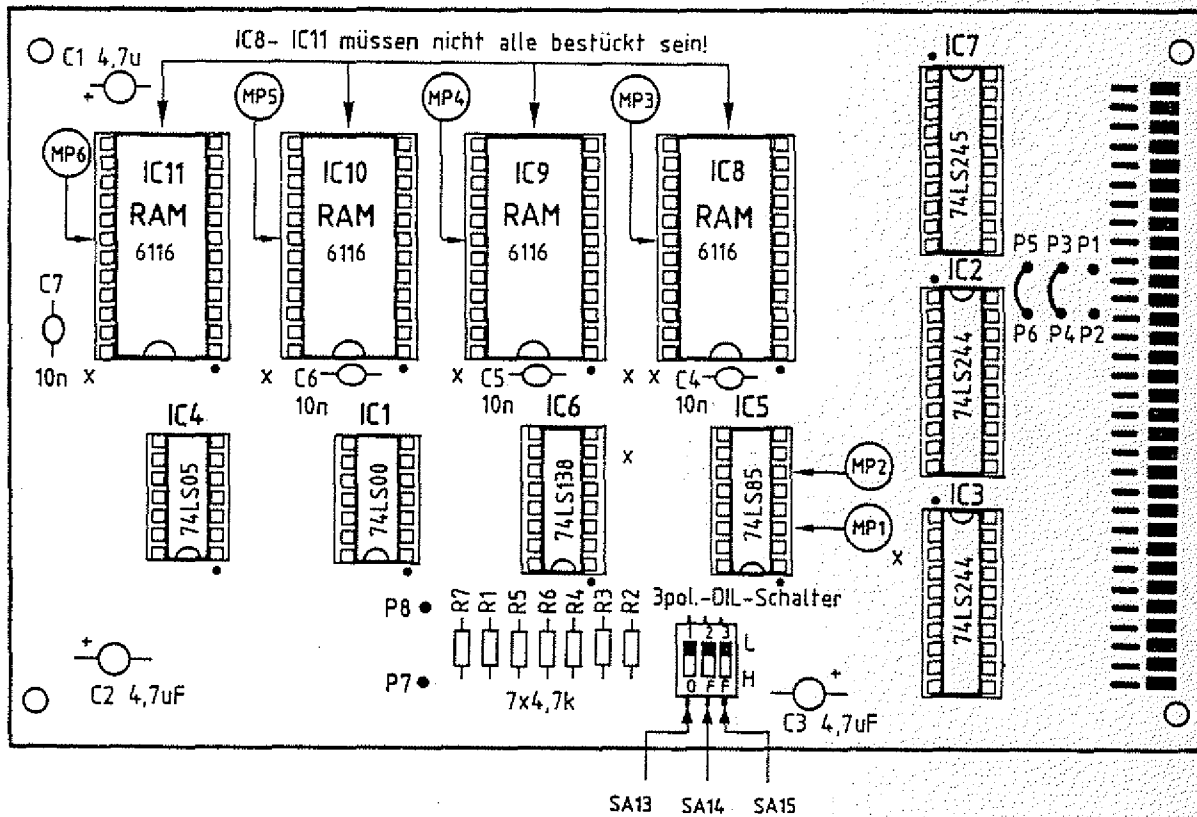
= Aufgabenstellungen, ggf. mit Hinweisen zu möglichen Fehlern.

Übungsteil 2

Bedienungshinweise:

8-K-RAM/EPROM-Baugruppe als RAM-Baugruppe:

Im unten abgebildeten Bestückungsplan der RAM-Baugruppe sind die in Bild 17 (vereinf. Schaltbild) eingetragenen Meßpunkte MP1 bis MP6 gekennzeichnet. Benutzen Sie dieses Schaltbild auch während der Messungen.



- MP1 - Verknüpfung der Steuersignale
MEMR u. MEMW
- MP2 - Baugruppen- Freigabe
- MP3 - Bausteinfreigabe Nr.0 (CS0)
- MP4 - " Nr1 (CS1)
- MP5 - " Nr2 (CS2)
- MP6 - " Nr3 (CS3)

Speicher-Einheiten

Name: _____

Übungsteil 2

Datum: _____

Prüfen der Wirkung der Steuersignale am Eingang des Adreß-Vergleichers (MP1)

A1

Stellen Sie mit SA13 - SA15 die Baugruppen-Nummer 0 ein (Basis-Adresse 0000H). Stecken Sie die Speicher-Baugruppe über die Adapter-Karte neben den Bus-Signalgeber und die Bus-Signalanzeige in den Baugruppenträger ein. Schalten Sie die Betriebsspannung ein.

Überprüfen Sie mit einem Logiktester oder Meßgerät die Wirkung der Steuersignale $\overline{\text{MEMR}}$ und $\overline{\text{MEMW}}$ am Eingang des Adreßvergleichers (MP1), indem Sie während der Messung die Steuersignale (Bus-Signalgeber) abwechselnd betätigen (nicht gleichzeitig).

Steuersignaltaste...	Pegel am MP1
MEMR nicht betätigt	
betätigt	
MEMW nicht betätigt	
betätigt	



Speicher-Einheiten

Name: _____

Übungsteil 2

Datum: _____

Prüfen des Freigabesignals für die Speicher-Baugruppe (MP2)

A2.1

Prüfen Sie das Freigabesignal für die Speicher-Baugruppe am Meßpunkt MP2, wenn Sie nacheinander am Bus-Signalgeber Adressen einstellen, die im und außerhalb des Adreßbereiches der Baugruppe liegen. Tragen Sie den Signalzustand in die Tabelle ein.

Schalter			Baugruppen- Nummer	Adreßbereich		Pegel am Meßpunkt MP2
SA15	SA14	SA13		von	bis	
L	L	L	0	0000	— 1FFF	
			1	2000	— 3FFF	
			2	4000	— 5FFF	
			3	6000	— 7FFF	
			4	8000	— 9FFF	
			5	A000	— BFFF	
			6	C000	— DFFF	
			7	E000	— FFFF	



Speicher-Einheiten

Name: _____

Übungsteil 2

Datum: _____

Stellen Sie mit den Schaltern SA13 bis SA15 die Baugruppen-
Nummer 5 ein und wiederholen Sie die vorangegangenen
Messungen.

A2.2

Schalter			Baugruppen- Nummer	Adreßbereich		Pegel am Meßpunkt MP2
SA15	SA14	SA13		von	bis	
			0	0000	1FFF	
			1	2000	3FFF	
			2	4000	5FFF	
			3	6000	7FFF	
			4	8000	9FFF	
H	L	H	5	A000	BFFF	
			6	C000	DFFF	
			7	E000	FFFF	



Speicher-Einheiten

Name: _____

Übungsteil 2

Datum: _____

Prüfen der Baustein-Freigabe-Signale an den CS-Eingängen
der Speicher-Bausteine

A3

Stellen Sie die Baugruppen-Nummer auf 0.

Stellen Sie nacheinander die unten aufgeführten Adressen mit
dem Bus-Signalgeber ein und überprüfen Sie bei jeder Einstellung
die vier Baustein-Freigabesignale (Chip Select) an den Meß-
punkten MP3 bis MP6.

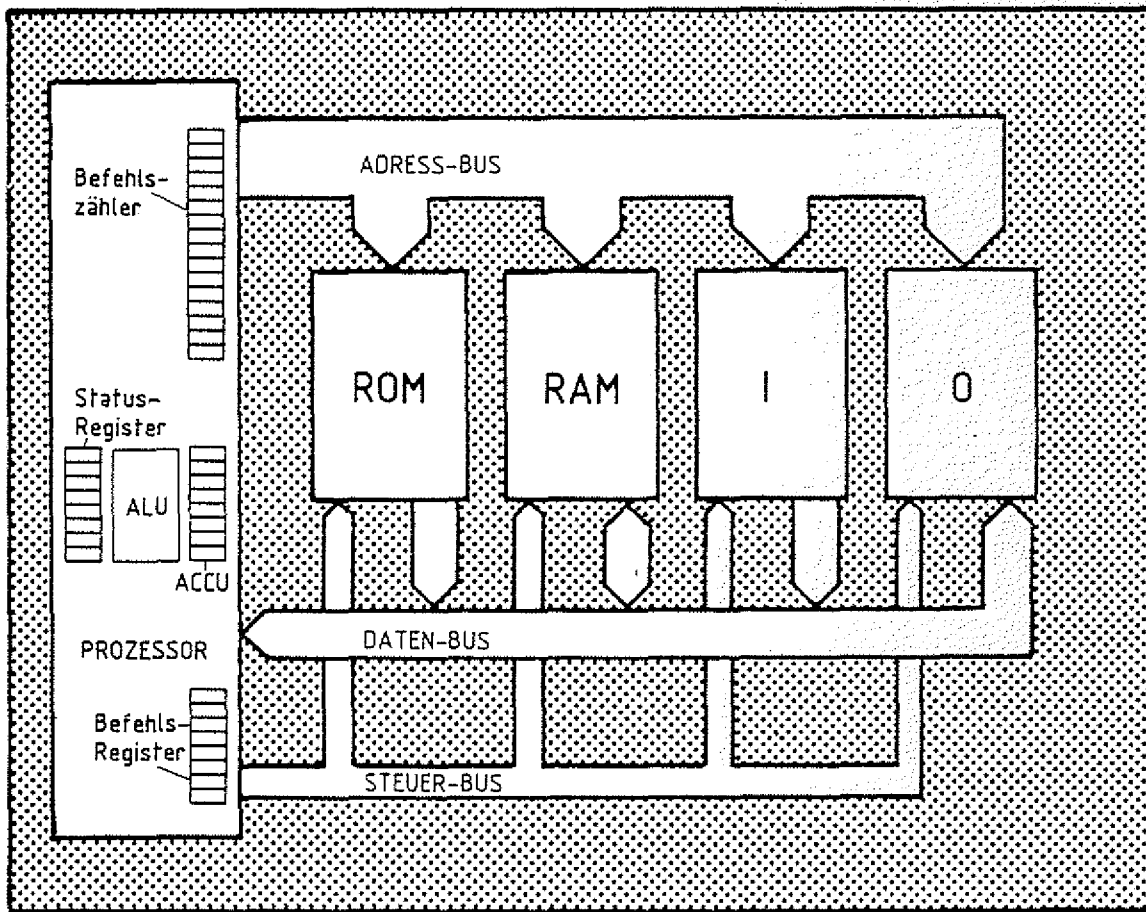
Baustein- Nummer	Einzustellende Adressen (Anfangs-und End- Adr. jedes Bausteins)	Baustein-Freigabesignale			
		(MP3 (CS0))	MP4 (CS1)	MP5 (CS2)	MP6 (CS3)
0	0000, 07FF				
1	0800, 0FFF				
2	1000, 17FF				
3	1800, 1FFF				

Ende der Übung.

FACHTHEORETISCHE ÜBUNG MIKROCOMPUTER – TECHNIK

MIKROPROZESSOR-MIKROCOMPUTER

BFZ/MFA 10.4.



Diese Übung ist Bestandteil eines Mediensystems, das im Rahmen eines vom Bundesminister für Bildung und Wissenschaft, vom Bundesminister für Forschung und Technologie sowie der Bundesanstalt für Arbeit geförderten Modellversuches zum Einsatz der "Mikrocomputer-Technik in der Facharbeiterausbildung" vom BFZ-Essen e.V. entwickelt wurde.

Inhaltsverzeichnis

Theorieteil 1

- 1.1. Einleitung
- 1.2. Die Elemente des Mikroprozessors (CPU)
 - 1.2.1. Befehlszähleinrichtung und Adreßregister
 - 1.2.2. Befehlsregister und Befehlsdecoder
 - 1.2.3. Ablaufsteuerung
 - 1.2.4. Arithmetische und Logische Einheit und Akkumulator
- 1.3. Befehle und Befehlsabarbeitung
- 1.4. Befehlsarten
- 1.5. Schreibweise von Programmen

Übungsteil 1

- A1 Verfolgen der Abarbeitung eines Programms im Einzelschrittbetrieb
- A2-A4 Verfolgen der Wirkung verschiedener Befehle
- A5 Einsatz und Aufbau von Warteschleifen
- A6 Einsatz und Aufbau von Verzögerungsschleifen
- A7 Programmierung einer einfachen Fußgängerampel

Theorieteil 2

- 2.1. Einleitung
- 2.2. Die Erzeugung des Taktsignals
- 2.3. Die Übertragung von Daten- und Adreßsignalen im "Zeitmultiplexbetrieb"
- 2.4. Die Erzeugung der Steuersignale $\overline{\text{MEMR}}$, $\overline{\text{MEMW}}$, $\overline{\text{IOR}}$ u. $\overline{\text{IOW}}$
- 2.5. Die Bearbeitung eines Befehls
- 2.6. Zusammenfassung
- 2.7. Messungen mit dem Oszilloskop am Mikrocomputer-Bus
 - 2.7.1. Periodische Signalzustände (Zyklische Programme)
 - 2.7.2. Die Ableitung von Triggersignalen
- 2.8. Untersuchung der Funktion der Befehlszähleinrichtung im "Free-Run-Mode"

Übungsteil 2

- A1 Messen der Quarzfrequenz und des Systemtaktes mit dem Oszilloskop
- A2 Prüfung der Prozessorbaugruppe im "Free-Run-Mode"
- A3 Verfolgen der Bearbeitung eines Programms mit dem Oszilloskop

FACHTHEORETISCHE ÜBUNG MIKROCOMPUTER — TECHNIK

MIKROPROZESSOR-MIKROCOMPUTER

BFZ/MFA 10.4.

THEORIETEIL 1

Theorieteil 1

1.1. Einleitung

Das zentrale Element eines Mikrocomputers ist der Mikroprozessor. Seine immer wiederkehrenden Aufgaben sind es ...

- den Datenverkehr auf den Datenleitungen in Verbindung mit Adreß- und Steuer-Bus zu steuern, um ...
- Bitkombinationen aus dem Speicher in den Prozessor zu transportieren, ...
- die diesen Bitkombinationen entsprechenden Befehle zu ermitteln (Befehlsentschlüsselung) und diese dann auszuführen, ...
- alle hierzu notwendigen Daten (auch sie sind nur Bitkombinationen) aus dem Speicher zu holen oder Informationen im Speicher abzulegen ...
- sowie den Datenaustausch mit den Ein- und Ausgabe-Einheiten zu steuern.

Die grundsätzliche Arbeitsweise verschiedener Prozessortypen ist gleich. Im internen Aufbau (Prozessor-Architektur) können sie sich allerdings erheblich unterscheiden; es gibt jedoch einige Elemente, die in allen Mikroprozessoren wiederzufinden sind. Die Kenntnis der Bedeutung und Funktion dieser Elemente ist unbedingte Voraussetzung für das Verständnis der Arbeitsweise eines Mikrocomputers.

1.2. Die Elemente des Mikroprozessors (CPU)

Die interne Struktur eines Mikroprozessors ist in Bild 1 dargestellt. Die in jedem Prozessor vorhandenen Elemente sind ...

- Ablaufsteuerung,
- Befehlszähleinrichtung mit Adreßregister,
- Befehlsregister mit Befehlsdecoder,
- Arithmetische und logische Einheit mit Akkumulator und Statusregister.

Aufgaben des
Mikroprozessors

Befehlsentschlüsselung

Theorieteil 1

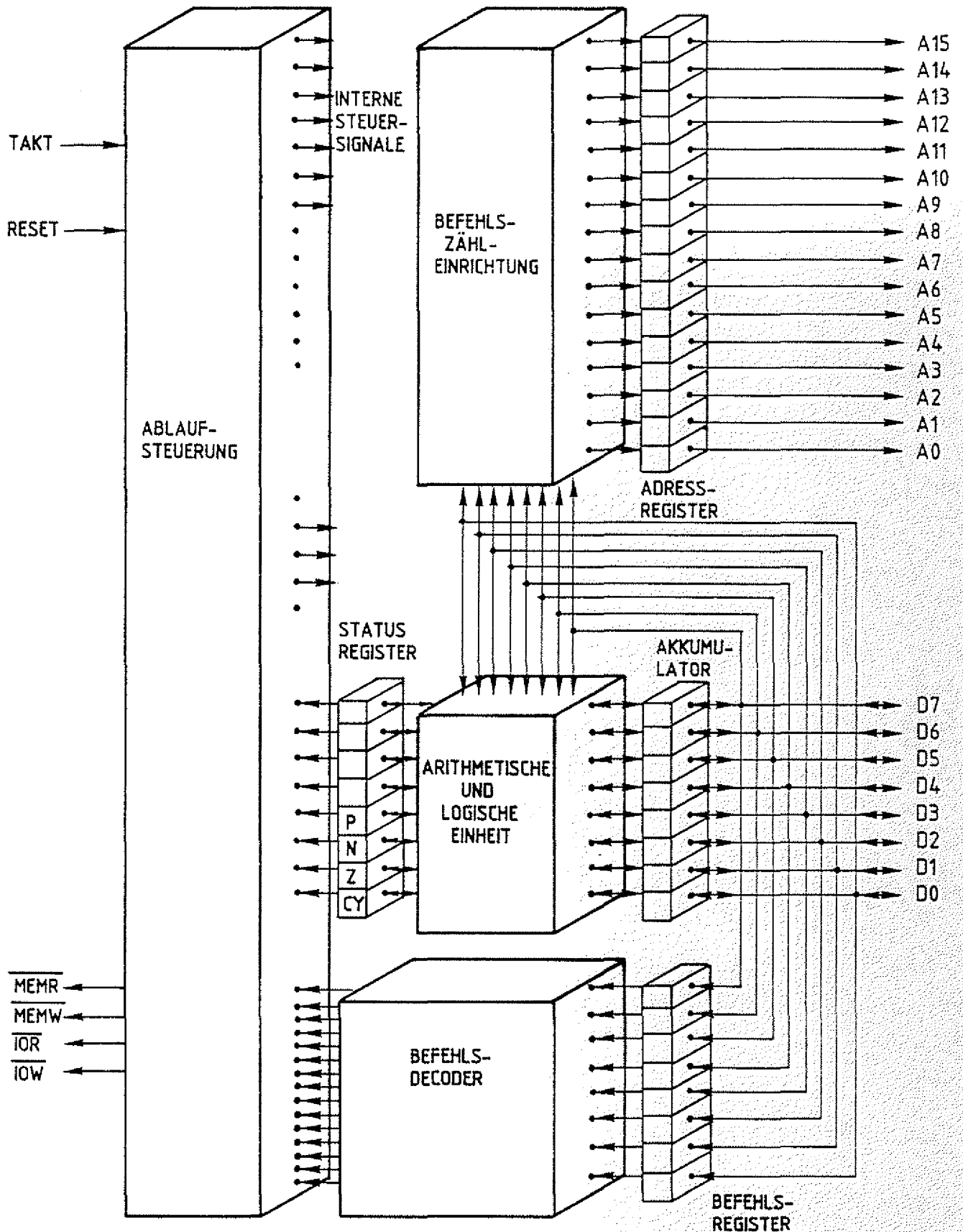


Bild 1: Interne Struktur eines Mikroprozessors

Theorieteil 1

Die ersten drei Elemente gehören zur Control-Unit (CU = Steuerwerk) des Prozessors. Sie sorgen dafür, daß die Bitkombinationen aus dem Speicher geholt werden, und daß die ihnen entsprechenden Befehle erkannt und ausgeführt werden. Zur Arithmetischen und Logischen Einheit (ALU, Rechenwerk) gehört das Status-Register und der Akkumulator. Alle Speicher in einem Prozessor nennt man üblicherweise Register. Der Akkumulator (kurz Akku) ist ein besonderes Register. Es ist eng mit der ALU verknüpft und speichert die Daten, die in der ALU verarbeitet werden sollen bzw. die als Ergebnis einer Rechenoperation in der ALU anfallen. Darauf werden wir im folgenden noch eingehen (siehe 1.2.4.).

Ein 8-Bit-Prozessor besitzt einen 8-Bit-breiten Daten-Bus, über den er neben den Daten die auszuführenden Befehle aus dem Speicher holt. Ein durch eine Bitkombination verschlüsselter Befehl an den Prozessor kann daher nur 8-Bit-breit sein. In diesem Zusammenhang spricht man in der Computertechnik auch von Wortbreite oder Wortlänge. Die Wortbreite des in Bild 1 dargestellten Prozessors beträgt 8 Bit oder 1 Byte. Dagegen besitzt z.B. ein 16-Bit-Prozessor eine Wortbreite von 2 Byte. Wortbreite und Daten-Bus-Breite müssen nicht immer übereinstimmen.

Die Wortbreite eines Prozessors bestimmt die Anzahl der möglichen Bitkombinationen, die er unterscheiden kann. Ein 8-Bit-Prozessor kann max. 256 (2^8) verschiedene Bitkombinationen unterscheiden. Welche Bitkombination welche Reaktion im Prozessor bewirkt, legt der Hersteller des Mikroprozessors fest. Zu jedem Mikroprozessor gehört daher eine Befehlsliste für den Anwender. Im folgenden werden wir einige Befehle aus der Befehlsliste für den Prozessortyp 8085 kennenlernen.

Unabhängig von der Art der Befehle vollziehen sich im Prozessor immer wieder die folgenden Schritte:

- Der Prozessor sendet auf den Adreßleitungen die Adresse der Speicherzeile aus, in der der nächste zu verarbeitende Befehl steht.

ALU
Statusregister
Register
Akkumulator

Wortbreite

Befehlsliste

Theorieteil 1

- Er liest mit dem Steuersignal \overline{MEMR} diesen Befehl und speichert ihn im Befehlsregister.
- Er stellt fest, um welchen der ihm "bekanntem" (vom Hersteller festgelegten) Befehle es sich handelt. Dies nennt man Entschlüsselung des Befehls. Abhängig von dieser Entschlüsselung holt er entweder noch zusätzlich erforderliche Daten für die Befehlsausführung aus dem Speicher oder führt den Befehl sofort aus.
- Wenn der Prozessor den Befehl ausgeführt hat, fährt er mit dem zuerst genannten Schritt fort.

Dieser Vorgang läßt sich übersichtlich in Form eines Fluß-Diagramms darstellen (Bild 2).

Flußdiagramm

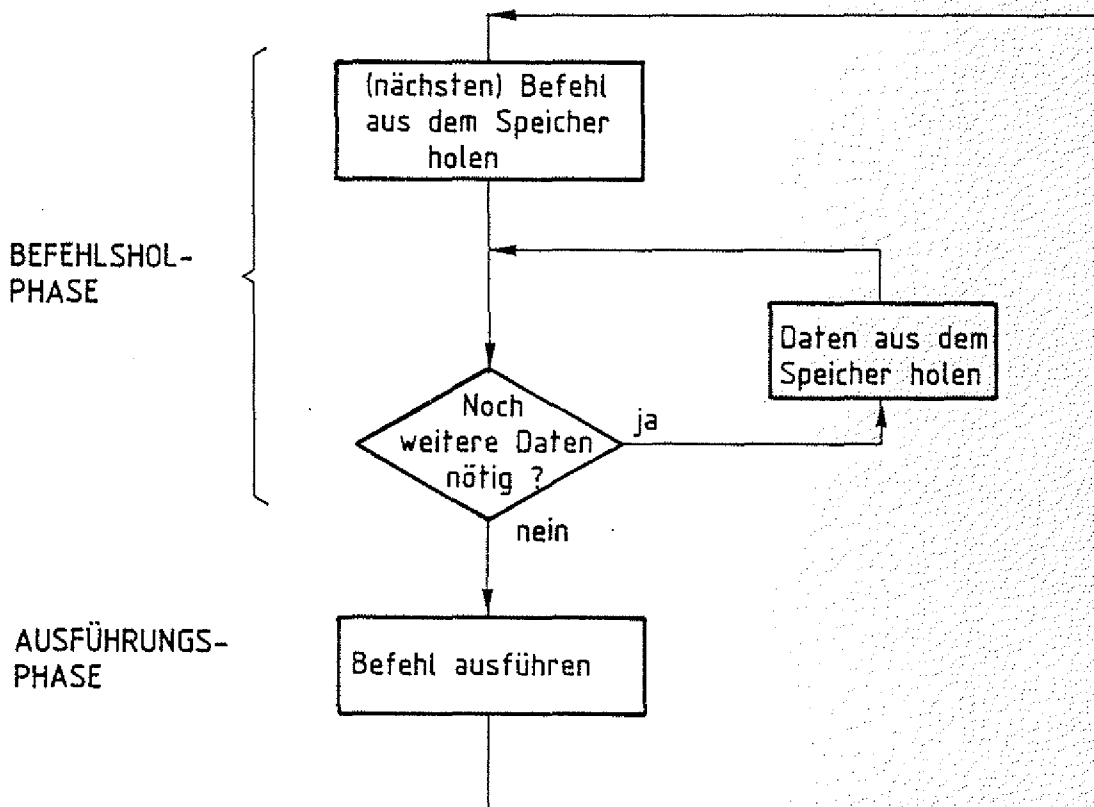


Bild 2: Flußdiagramm zur Befehlsabarbeitung

Jede Befehlsabarbeitung kann daher in zwei Phasen unterteilt werden, die Befehlshol- und die Ausführungs-Phase. Wie die einzelnen Prozessorelemente an diesem Ablauf beteiligt sind, wird im folgenden beschrieben.

Befehlshol-
Ausführungs-Phase

Theorieteil 1

1.2.1. Befehlszähleinrichtung und Adreßregister

Im Speicher sind die Befehle hintereinander abgespeichert. Die Befehlszähleinrichtung steuert die Reihenfolge, in der die Befehle abgearbeitet werden. Hierfür besitzt sie intern einen 16-Bit-Zähler, den man Befehls- oder Programmzähler (PC = Programm Counter) nennt.

Der Zähler wird während jeder Befehlsausführung jeweils um Eins erhöht und liefert so die Adresse der Speicherzeile, deren Inhalt (Befehl oder Daten) verarbeitet wird.

Das Adreßregister wird zu Beginn einer jeden Befehlsholphase mit dem Inhalt des Programmzählers geladen. Während der Befehlsausführung kann bei bestimmten Befehlen der übernommene Programmzählerstand im Adreßregister überschrieben werden. Dies ist beispielsweise der Fall, wenn bei der Befehlsausführung eine Ein- oder Ausgabe-Baugruppe angesprochen wird und die Port-Adresse in das Adreßregister geladen werden muß.

Programmzähler

Adreßregister

1.2.2. Befehlsregister und Befehlsdecoder

Das über den Programmzähler und das Adreßregister adressierte Befehlsbyte gelangt während der Befehlsholphase in das Befehlsregister. Im Befehlsdecoder wird ermittelt, welchem Befehl dieses Befehlsbyte entspricht. Das Ergebnis dieser Decodierung oder Entschlüsselung wird der Ablaufsteuerung mitgeteilt.

1.2.3. Ablaufsteuerung

Die Ablaufsteuerung erzeugt alle internen und externen Steuersignale für das Holen und Ausführen der Befehle. Jeder Befehl löst eine bestimmte Folge (Sequenz) von Steuerfunktionen aus, so daß man bei der Ablaufsteuerung auch von einem Steuer-Sequenzler spricht. Die Steuer-Sequenzen aller möglichen Befehle (max. 256) werden in der Ablaufsteuerung in einem sogenannten Mikroprogrammspeicher aufbewahrt. Dieser Mikroprogrammspeicher wird vom Hersteller der CPU programmiert. Mikroprozessoren sind taktgesteuerte Schaltungen.

Mikroprogramm-
Speicher

Taktsteuerung

Theorieteil 1

Zur Erzeugung des Taktsignals besitzen einige Prozessoren einen internen Oszillator, bei anderen muß das Taktsignal extern erzeugt werden. Damit der Prozessor nach dem Anlegen der Betriebsspannung nicht willkürlich mit der Programmabarbeitung beginnt, muß er in den Grundzustand gebracht werden. Dafür besitzen die Prozessoren einen Rücksetz- (RESET-) Eingang. Ein kurzzeitiger Impuls an diesem Eingang bewirkt unter anderem, daß der Programmzähler gelöscht und die Befehlsolphase eingeleitet wird. Nach einem RESET beginnt der Prozessor also immer bei der Speicherstelle 0000H mit der Befehlsabarbeitung.

Taktimpuls-
erzeugung

RESET

1.2.4. Arithmetische und Logische Einheit und Akkumulator

Die eigentliche Verarbeitung der Daten erfolgt in der Arithmetischen und Logischen Einheit (Rechenwerk). Man nennt die Daten, die verarbeitet werden, auch Operanden. Die ALU kann einen oder zwei Operanden verarbeiten. Wie und in welcher Form die Verarbeitung erfolgt, d.h. welche Operation in der ALU ausgeführt wird, hängt von dem gerade ausgeführten Befehl ab. Man unterscheidet zwischen arithmetischen und logischen Operationen. Arithmetische Operationen sind z.B. ...

Operand

Operation

arithmetische
Operation

— Addition zweier Operanden:

$$\begin{array}{r} 01010011 \\ + 10000100 \\ \hline 11010111 \end{array}$$

— Subtraktion zweier Operanden:

$$\begin{array}{r} 10011101 \\ - 00101100 \\ \hline 01110001 \end{array}$$

— Inkrementieren eines Operanden:
(Um 1 erhöhen)

$$\begin{array}{r} 01110111 \\ + \quad \quad 1 \\ \hline 01111000 \end{array}$$

— Dekrementieren eines Operanden:
(eine Eins abziehen)

$$\begin{array}{r} 10001000 \\ - \quad \quad 1 \\ \hline 10000111 \end{array}$$

Theorieteil 1

Dagegen sind logische Operationen z.B. ...

- eine Bit-für-Bit UND-Verknüpfung zweier Operanden:

10011101
<u>11000111</u>
10000101

- eine Bit-für-Bit ODER-Verknüpfung zweier Operanden:

00101001
<u>11100001</u>
11101001

logische
Operation

Für die Zuführung der beiden Operanden besitzt die ALU zwei Eingangskanäle. Der eine Operand gelangt über den Daten-Bus in die ALU, der andere über den Akkumulator. Das Ergebnis einer arithmetischen oder logischen Operation in der ALU wird im Akku abgelegt. Alle Mikroprozessoren besitzen Befehle, die das Laden (engl. load) des Akkus mit Daten aus dem Speicher bzw. das Ablegen des Akku-Inhalts im Speicher (engl. store) bewirken. Außerdem läuft der Datenverkehr von und zu den Ein- und Ausgabe-Einheiten über den Akkumulator ab. Der Akkumulator hat somit eine zentrale Funktion im Mikroprozessor.

Daten von und zu
E/A-Einheiten über
den Akku

Manchmal soll nach einer arithmetischen oder logischen Operation in der ALU aufgrund eines besonderen Ergebnisses eine Entscheidung getroffen werden (Programmverzweigung). Ein besonderes Ergebnis ist z.B. der Überlauf bei einer Addition, der zustande kommt, wenn die Summe aus den beiden Operanden eine Zahl ergibt, die sich mit acht Bit nicht mehr darstellen läßt.

11100011	(227)
+ 00100001	+ (33)
<u> </u>	<u> </u>
Überlauf → 1 00000100	(260) > 255

Bei einer Subtraktion kann es vorkommen, daß beide Operanden gleich groß sind und als Ergebnis Null auftritt. Diese und andere Besonderheiten eines Ergebnisses werden nach einer Operation in der ALU im sogenannten STATUS-Register durch Setzen oder Löschen einzelner Bits angezeigt.

Statusregister

Theorieteil 1

Nachfolgend sind Bezeichnung und Bedeutung einiger Status-Bits zusammengefaßt.

Carry-Bit (CY) = 1: Überlauf ist aufgetreten
= 0: kein Überlauf

Zero-Bit (Z) = 1: Ergebnis ist Null
= 0: Ergebnis ist ungleich Null

Negativ-Bit (N)* = 1: Ergebnis ist negativ
(Bit7 im Akku ist 1)
= 0: Ergebnis ist positiv
(Bit7 im Akku ist 0)

Parity-Bit (P) = 1: Anzahl der Bits mit dem Wert 1
ist geradzahlig
= 0: Anzahl der Bits mit dem Wert 1
ist ungerade

Die einzelnen Bits, die jeweils einen bestimmten Zustand anzeigen, nennt man auch Flags (Flagge). Der Zustand der Flags wird unmittelbar der Ablaufsteuerung zugeführt, da es Befehle für den Prozessor gibt, die in Abhängigkeit vom Zustand der Flags ausgeführt oder ignoriert werden.

Flags

* Wird bei der vorzeichenbehafteten Darstellung von Dualzahlen verwendet.

Theorieteil 1

1.3. Befehle und Befehlsabarbeitung

Die Befehle, die ein Mikroprozessor ausführen kann, werden vom Bausteinhersteller in einer Befehlsliste beschrieben. Einige typische Prozessorbefehle und ihre Wirkungen werden im folgenden dargestellt. Dazu nehmen wir das kleine Programmbeispiel zu Hilfe, das Sie in der Übung "Speichereinheiten BFZ/MFA 10.3." in den Speicher eingegeben haben.

Speicheradresse (hex.)	Inhalt (hex.)
0000	DB
0001	01
0002	D3
0003	02
0004	C3
0005	00
0006	00

Befehlsliste

Dieses Programm veranlaßt den Mikroprozessor ...

- den Signalzustand an den Eingängen der Eingabebaugruppe mit der Port-Adresse 01 in den Akku zu holen,
- den Akku-Inhalt an die Ausgabe-Baugruppe mit der Port-Adresse 02 zu übergeben,
- die Befehlsabarbeitung an der Speicherstelle 0000 (1. Befehl) fortzusetzen.

Das Programm besteht aus drei Befehlen. Zur Speicherung dieser drei Befehle sind jedoch sieben Speicherzeilen erforderlich. Ein vollständiger Befehl besteht also aus dem Befehlsbyte und eventuell erforderlichen Zusatzangaben. Man unterscheidet daher Ein-, Zwei- und Drei-Byte-Befehle. Das obige Programm enthält z.B. zwei Zwei-Byte- und einen Drei-Byte-Befehl.

Mehr-Byte-Befehle

Theorieteil 1

Die Abarbeitung der einzelnen Befehle vollzieht sich in den folgenden Schritten:

1. Befehl, Befehlsholphase:

- Nach einem RESET lädt der Prozessor den Inhalt der Speicherzeile 0000H - also den Binärwert von DB - in das Befehlsregister und entschlüsselt den Befehl (Bild 3).

(DBH $\hat{=}$ 11011011) Diese Bitkombination veranlaßt den Prozessor, eine Eingabe-Baugruppe zu lesen. Zur Ausführung dieses Befehls benötigt er noch die Port-Adresse der Eingabe-Baugruppe. Vom Hersteller des Prozessors ist festgelegt, daß diese Port-Adresse in der dem Befehlsbyte folgenden Speicherzeile abgelegt sein muß (Der Programmierer muß dafür sorgen, daß sie dort auch zu finden ist).

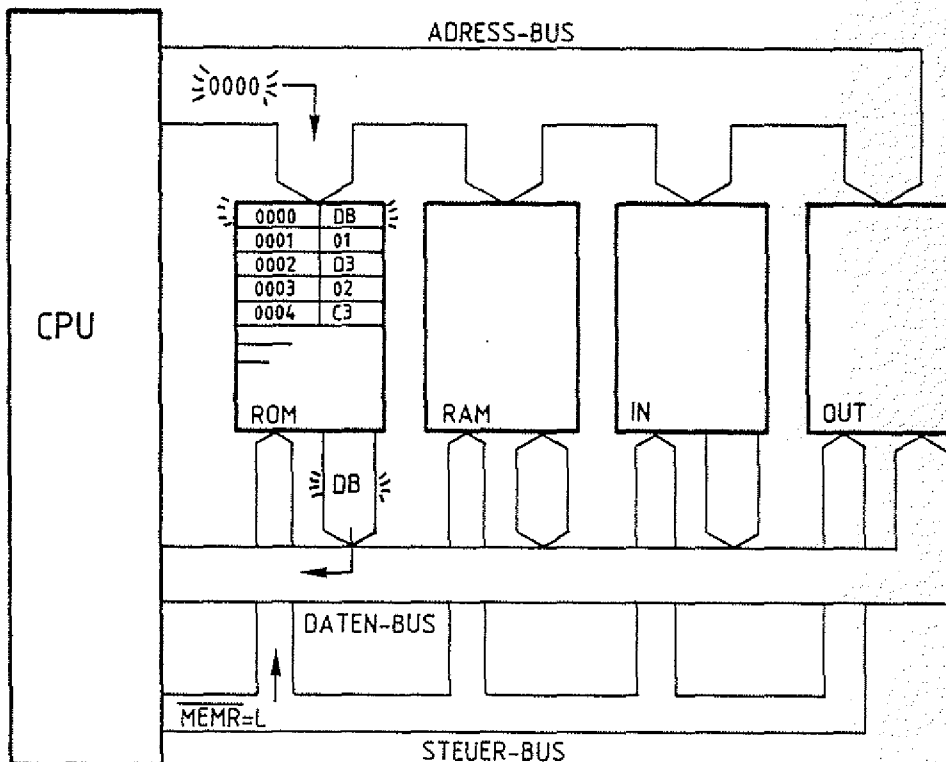


Bild 3: Lesen des Befehlsbytes DB aus dem Speicher

Theorieteil 1

- Zum Lesen des Inhalts der nächsten Speicherzeile erhöht der Prozessor den Befehlszählerstand um Eins, transportiert ihn zum Adreßregister und aktiviert das Steuersignal $\overline{\text{MEMR}}$. Der Speicher übergibt daraufhin den Inhalt der Speicherzeile 0001 an den Akkumulator. Jetzt hat der Prozessor alle Informationen für die Ausführung des 1. Befehls (Bild 4).

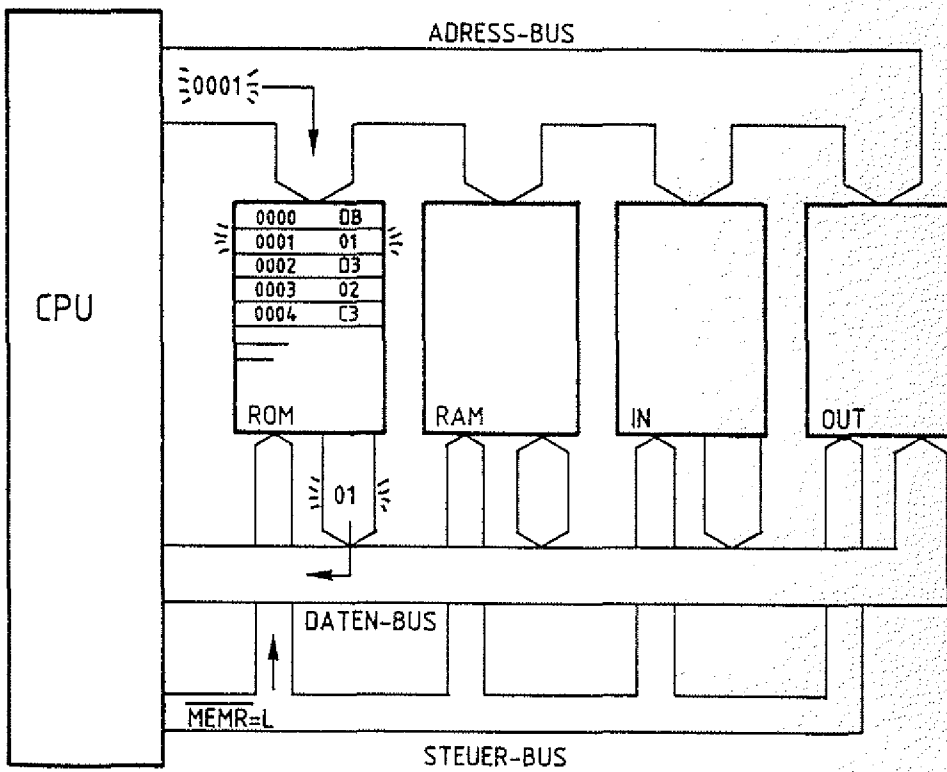


Bild 4: Lesen der Port-Adresse 01 aus dem Speicher

Theorieteil 1

1. Befehl, Ausführungsphase:

- Für die Befehlsausführung lädt der Prozessor die gerade gelesene Port-Adresse in das Adreßregister und aktiviert das Steuersignal \overline{IOR} . Die angewählte Eingabe-Baugruppe schaltet daraufhin den Signalzustand der Eingangsleitungen auf den Daten-Bus, den der Prozessor dann mit dem Wegschalten des Steuersignals in den Akku übernimmt. Der erste Befehl ist abgearbeitet (Bild 5).

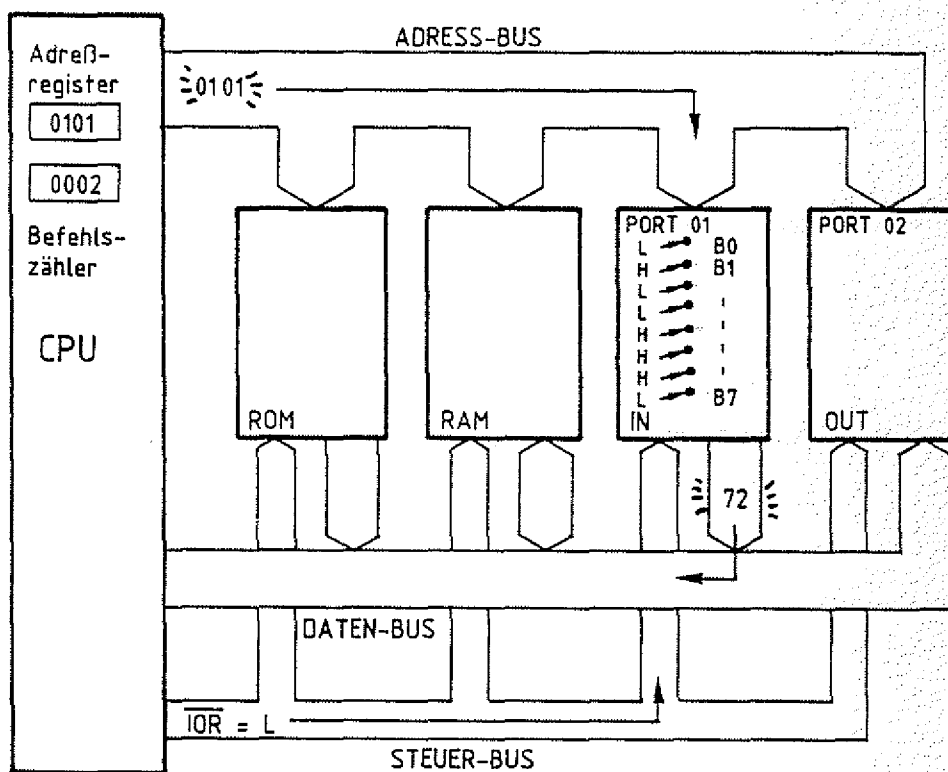


Bild 5: Lesen der Eingabe-Daten von Port 01
(Ausführen des Befehls DB)

Die Befehlszähleinrichtung des Prozessors erhöht während der Befehlsholphase den Befehlszähler jeweils mit dem Lesen einer Speicherstelle, so daß schon während der Befehlsausführung der Befehlszähler die Anfangsadresse des nächsten Befehls enthält. Man sagt auch, der Befehlszähler zeigt auf den nächsten Befehl (Bild 5).

Theorieteil 1

2. Befehl, Befehlsholphase:

- Für das Lesen des nächsten Befehls lädt der Prozessor das Adreßregister mit dem Inhalt des Befehlszählers, aktiviert das Steuersignal $\overline{\text{MEMR}}$ und übernimmt das erste Byte des zweiten Befehls in das Befehlsregister. Die Befehlsdecodierung signalisiert der Ablaufsteuerung, daß Daten aus dem Akku an eine Ausgabe-Baugruppe übergeben werden sollen ($\text{D3H} \hat{=} 11010011$). Auch bei diesem Befehl muß die Port-Adresse der Baugruppe in der dem Befehl folgenden Speicherzeile stehen..
- Der Prozessor liest den Speicherinhalt unter der Adresse 0003H und transportiert ihn für die Befehlsausführung in das Adreßregister.

2. Befehl, Ausführungsphase:

- Für die Ausführung des Befehls schaltet der Prozessor noch den Akku-Inhalt auf den Daten-Bus und aktiviert das Steuersignal $\overline{\text{IOW}}$, mit dem die angewählte Ausgabe-Baugruppe die Daten übernimmt. Der zweite Befehl ist abgearbeitet.

Die beiden ersten Befehle, die Daten im Computer hin- und hertransportieren, gehören zur Gruppe der Transportbefehle. Der nächste auszuführende Befehl unter der Speicheradresse 0004H ist kein Transportbefehl. Dieser Befehl ($\text{C3H} \hat{=} 11000011$) veranlaßt den Prozessor, den Befehlszählerstand zu verändern, damit die Befehlsabarbeitung an einer anderen Speicherstelle fortgesetzt wird. Die Speicheradresse, mit der der Befehlszähler geladen werden soll, muß in den zwei, dem Befehlsbyte folgenden Speicherzeilen stehen (Adressen erfordern zwei Byte). Hinter dem Befehlsbyte (C3H) muß der untere Adreßteil (A0 bis A7) und danach der obere (A8 bis A15) abgelegt werden. Den unteren Adreßteil nennt man auch niederwertiges und den oberen höherwertiges Adreßbyte. Dieser Befehl, mit dem Sprünge im Speicher ausgeführt werden können, heißt Sprungbefehl (engl. jump). Er gehört zur Gruppe der Programmsteuerbefehle.

Transportbefehle

Niederwertiges u.
höherwertiges
Adreßbyte
Sprungbefehl

Theorieteil 1

3. Befehl, Befehlsholphase:

- Der Prozessor liest die Speicherzeile 0004H und transportiert ihren Inhalt (C3H) in das Befehlsregister.
- Da er für die Ausführung des Sprungbefehls die Sprungadresse benötigt, liest er die nächste Speicherzeile (0005H), in der der niederwertige Adreßteil abgelegt sein muß.
- Für den höherwertigen Adreßteil greift der Prozessor noch einmal auf den Speicher zu und liest den Inhalt der Speicherzeile 0006H.

3. Befehl, Ausführungsphase:

- Für die Befehlsausführung überschreibt der Prozessor den Befehlszählerinhalt mit der gerade gelesenen Adresse. Der Befehl ist abgearbeitet.

Da der Befehlszählerinhalt mit der Adresse 0000H überschrieben wurde, beginnt der Prozessor wieder bei der Speicheradresse 0000H mit der Befehlsholphase. Das Programm wird fortlaufend abgearbeitet und hat zur Folge, daß der Signalzustand an den Eingängen der Eingabe-Baugruppe an den Ausgängen der Ausgabe-Baugruppe eingestellt wird.

1.4. Befehlsarten

Neben den Transport- und Programmsteuerbefehlen gibt es noch die wichtige Gruppe der Verarbeitungsbefehle, die Operationen in der ALU auslösen. Die drei folgenden Befehlslisten für ...

- Transportbefehle
- Verarbeitungsbefehle
- Programmsteuerbefehle

enthalten nur einen kleinen Teil der beim Prozessor 8085 verfügbaren Befehle. Jede Liste enthält

- den binären und hexadezimalen Befehlscode,
- Angaben zur Anzahl der Bytes des Befehls,
- Angaben zur Wirkung des Befehls und
- den Mnemonischen Code des Befehls (Erklärung folgt).

Programm-
steuerbefehle

Verarbeitungs-
befehle

Theorieteil 1

TRANSPORTBEFEHLE				
Befehlsbyte			Bef.	Wirkung/Beispiel
Mnemo.	hex.	binär	Länge	
LDA	3A	00111010	3	<p>Der Inhalt der Speicherzeile, deren Adresse in den beiden dem Befehl folgenden Speicherzeilen steht, wird in den Akku geladen. Beispiel:</p> <p><input type="checkbox"/> 3A bewirkt, daß der Inhalt <input type="checkbox"/> 04 der Speicherzeile 1304H <input type="checkbox"/> 13 in den Akku geladen wird.</p>
STA	32	00110010	3	<p>Der Akku-Inhalt wird im Speicher abgelegt. Die Adresse der Speicherzeile steht in den beiden dem Befehl folgenden Speicherzeilen. Beispiel:</p> <p><input type="checkbox"/> 32 bewirkt, daß der Akku-Inhalt <input type="checkbox"/> FE unter der Adresse 70FEH abge- <input type="checkbox"/> 70 speichert wird.</p>
MVI A	3E	00111110	2	<p>Der Akku wird mit dem Inhalt der dem Befehl folgenden Speicherzeile geladen. Beispiel:</p> <p><input type="checkbox"/> 3E bewirkt, daß der Akku mit <input type="checkbox"/> F9 dem Wert F9H geladen wird.</p>
IN	DB	11011011	2	<p>Der Akku wird mit dem Signalzustand der Eingabe-Baugruppe geladen, deren Port-Adresse in der folgenden Speicherzeile steht. Beispiel:</p> <p><input type="checkbox"/> DB bewirkt, daß der Signalzustand an <input type="checkbox"/> 45 den Eingängen der Eingabe-Baugruppe mit der Adr. 45H in den Akku geladen wird.</p>
OUT	D3	11010011	2	<p>Der Akku-Inhalt wird an eine Ausgabe-Baugruppe übergeben. Die Port-Adresse steht in der dem Befehl folgenden Speicherzeile. Beispiel:</p> <p><input type="checkbox"/> D3 bewirkt, daß der Akku-Inhalt an die <input type="checkbox"/> AC Ausgabe-Baugruppe mit der Adr. ACH übergeben wird.</p>

Theorieteil 1

V E R A R B E I T U N G S B E F E H L E				
Befehlsbyte			Bef. Länge	Wirkung/Beispiel
Mnemo.	hex.	binär		
CMA	2F	00101111	1	Jedes Bit des Akku-Inhaltes wird invertiert (aus 1 wird 0, aus 0 wird 1).
INR	3C	00111100	1	Der Akku-Inhalt wird um 1 erhöht, d.h. inkrementiert.
DCR	3D	00111101	1	Der Akku-Inhalt wird um 1 erniedrigt, d.h. dekrementiert.
ADI	C6	11000110	2	Das dem Befehl folgende Daten-Byte wird zum Akku-Inhalt addiert. Beispiel: <input type="checkbox"/> C6 bewirkt, daß zum Akku-Inhalt 5BH <input type="checkbox"/> 5B addiert wird.
SUI	D6	11010110	2	Das dem Befehl folgende Daten-Byte wird vom Akku-Inhalt abgezogen. Beispiel: <input type="checkbox"/> D6 bewirkt, daß der Akku-Inhalt <input type="checkbox"/> 3D um 3DH vermindert wird.
ANI	E6	11100110	2	Der Akku-Inhalt wird Bit-für-Bit mit demjenigen Daten-Byte UND-verknüpft, das in der dem Befehl folgenden Speicherzeile steht. Beispiel: <input type="checkbox"/> E6 wenn vor der Befehlsausführung im <input type="checkbox"/> 5A Akku 83H steht, so bewirkt der Befehl, daß im Akku der Wert 02H steht.
ORI	F6	11110110	2	Der Akku-Inhalt wird Bit-für-Bit mit demjenigen Daten-Byte ODER-verknüpft, das in der dem Befehl folgenden Speicherzeile steht. Beispiel: <input type="checkbox"/> F6 wenn vor der Befehlsausführung im <input type="checkbox"/> 0F Akku 83H steht, so bewirkt der Befehl, daß im Akku der Wert 8FH steht.

Theorieteil 1

PROGRAMMSTEUERBEFEHLE				
Befehlsbyte			Bef. Länge	Wirkung/Beispiel
Mnemo.	hex.	binär		
JMP	C3	11000011	3	Die Programmabarbeitung wird an der Speicherzeile fortgesetzt, deren Adresse in den beiden dem Befehl folgenden Speicherzeilen steht. Beispiel: <input type="checkbox"/> C3 bewirkt, daß der nächste Befehl <input type="checkbox"/> 12 von der Speicherzeile F712H <input type="checkbox"/> F7 gelesen wird.
JZ	CA	11001010	3	Dieser Sprungbefehl zu der Speicheradresse, die in den beiden folgenden Speicherzeilen steht, wird nur ausgeführt, wenn die letzte Rechenoperation <u>Null</u> ergab. Beispiel: <input type="checkbox"/> CA bewirkt, daß der nächste Befehl <input type="checkbox"/> 12 nur dann von der Speicherzeile <input type="checkbox"/> F7 F712H gelesen wird, wenn das Zero-Bit 1 ist. Wenn nicht, wird der Sprungbefehl ignoriert.
JNZ	C2	11000010	3	Dieser Sprungbefehl zu der Speicheradresse, die in den folgenden Speicherzeilen steht, wird nur dann ausgeführt, wenn die letzte Rechenoperation <u>nicht Null</u> (Zero-Bit = 0) ergab.
HLT	76	01110110	1	Dieser Befehl bewirkt, daß die Befehlsabarbeitung gestoppt wird. Nur ein RESET (oder Interrupt) kann die Befehlsabarbeitung wieder einleiten.

Theorieteil 1

1.5. Schreibweise von Programmen

Der Binär-Code der Befehle (und die hexadezimale Schreibweise) wird auch Maschinencode genannt, weil nur er vom Prozessor (der Maschine) verstanden wird. Diesen Code kann man sich jedoch schlecht merken und man braucht zum Lesen und Schreiben der Programme immer eine Befehlsliste. Daher hat man zu jedem Befehlsbyte eine dem Anwender verständliche Abkürzung (Merk- oder Mnemo-Code) eingeführt, die in den meisten Fällen direkt die Wirkung des jeweiligen Befehls erkennen läßt. Diese Abkürzungen sind in den vorangegangenen Befehlslisten in der Spalte "Mnemo." aufgeführt und heißen Assembler-Code (engl. assemble = zusammensetzen).

Die folgenden Beispiele zeigen, wie diese Abkürzungen entstanden sind.

Transportbefehle

LDA	= Load ACCU direct, Lade den Akku direkt
STA	= Store ACCU direct, speichere den Akku direkt
MVI A	= Move immediate, bewege unmittelbar (in den Akku)
IN	= Input, Eingabe
OUT	= Output, Ausgabe

Verarbeitungsbefehle

CMA	= Complement ACCU, komplementiere (invertiere) Akku
INR A	= Increment Register, inkrementiere Register A (Akku)
DCR A	= Decrement Register, dekrementiere Register A (Akku)
ADI	= Add immediate to ACCU, addiere unmittelbar zum Akku
SUI	= Subtract immediate from ACCU, subtrahiere unmittelbar vom Akku
ANI	= And immediate with ACCU, UND unmittelbar mit Akku
ORI	= Or immediate with ACCU, ODER unmittelbar mit Akku

Maschinencode

Mnemo-Code

Assembler-Code

Theorieteil 1

Programmsteuerbefehle

- JMP = Jump unconditional,
 Springe unbedingt (immer)
- JZ = Jump on Zero,
 Springe wenn Null (bedingt)
- JNZ = Jump on no Zero
 Springe wenn nicht Null (bedingt)
- HLT = Halt,
 anhalten

Programme, die im Hex- oder Binär-Code vorliegen, heißen Maschinenprogramme und solche, die im Assembler-Code vorliegen, nennt man Assemblerprogramme.

Häufig schreibt man für die Dokumentation die Bytes eines Befehls in eine Zeile und gibt dabei nur noch die Speicheradresse des Befehlsbytes an. Dadurch werden auch die Maschinenprogramme für den Anwender übersichtlich. In Bild 6 sind die verschiedenen Schreibweisen für Programme gegenübergestellt.

Adresse	Inhalt
0000	DB
0001	01
0002	D3
0003	02
0004	C3
0005	00
0006	00

Adresse	Befehl
0000	DB 01
0001	D3 02
0004	C3 00 00
0007	..

Adresse	Befehl
0000	IN 01
0002	OUT 02
0004	JMP 0000
0007	...

Maschinenprogramm

Assemblerprogramm

Maschinenprogramm

Bild 6: Programmschreibweisen

Programmierer entwickeln ihre Programme zunächst nur im Assembler-Code, weil sie die Kürzel nach einiger Zeit wie die Worte unserer Sprache beherrschen. Man spricht häufig in diesem Zusammenhang auch von der Assemblersprache. Nachdem ein Programm fertiggestellt ist, muß es in den Maschinen-Code übersetzt werden, d.h. statt der Kürzel wie IN, OUT, JMP usw. muß der entsprechende Hex-Code (DBH, D3H, C3H, ...) eingesetzt werden. Diese Arbeit nennt man assemblieren, man läßt sie meist von einem Computer ausführen. Das dafür notwendige Programm heißt auch Assembler.

Maschinenprogramme
Assemblerprogramme

Assembler-Sprache

assemblieren

FACHTHEORETISCHE ÜBUNG MIKROCOMPUTER — TECHNIK

MIKROPROZESSOR-MIKROCOMPUTER

BFZ/MFA 10.4.

ÜBUNGSTEIL 1

Übungsteil 1

In dieser Übung werden Sie die Befehlsabarbeitung eines Mikroprozessors verfolgen und gleichzeitig einige typische Prozessorbefehle in ihrer Wirkung kennenlernen. Dazu werden Sie einen vollständigen Mikrocomputer aus Prozessor-, Speicher- und Ein- und Ausgabe-Baugruppe betreiben und mit Hilfe des Bus-Signalgebers und der Bus-Signalanzeige kleine Testprogramme in den (RAM-)Speicher laden. Mit einer Einzelschrittsteuerung, die sich auf der Bus-Signalanzeige befindet, wird der Prozessor während der Befehlsabarbeitung gestoppt. Dadurch wird es möglich, den Signalfluß auf dem Bus-System zu verfolgen.

Zur Durchführung der Übung benötigen Sie:

- 1 Baugruppenträger mit Busverdrahtung (BFZ/MFA 0.1.)
 - 1 Bus-Abschluß (BFZ/MFA 0.2.)
 - 1 Trafo-Einschub (BFZ/MFA 1.1.)
 - 1 Spannungsregelung (BFZ/MFA 1.2.)
 - 1 Prozessor 8085 (BFZ/MFA 2.1.)
 - 1 8-K-RAM/EPROM (BFZ/MFA 3.1.) bestückt mit mind. 2-K-RAM
 - 1 8-Bit-Parallel-Ausgabe (BFZ/MFA 4.1.)
 - 1 8-Bit-Parallel-Eingabe (BFZ/MFA 4.2.)
 - 1 Bus-Signalgeber (BFZ/MFA 5.1.)
 - 1 Bus-Signalanzeige (BFZ/MFA 5.2.)
- } zusammengebaut und
geprüft nach
FPU BFZ/MFA 1.2. A7

Allgemeine Hinweise zur Durchführung der Übungen:

- Die Einschübe dürfen nur bei abgeschalteter Betriebsspannung gesteckt oder gezogen werden
- Aufgrund der Busverdrahtung können die Baugruppen in beliebige Steckplätze gesteckt werden
- Den logischen Signalen "0" und "1" sind die folgenden Pegel zugeordnet:
 - log. "0" \cong 0...0,8 V (LOW)
 - log. "1" \cong 2,4...5 V (HIGH)
- Alle zur Messung an den Baugruppen vorgegebenen Arbeitsblätter enthalten:
 - = Angaben über den Sinn der jeweiligen Messung
 - = Angaben über einzustellende Bedingungen
 - = Aufgabenstellungen, ggf. mit Hinweisen zu möglichen Fehlern.

Übungsteil 1

Bedienungshinweise:

Prozessor 8085:

Die Prozessor-Baugruppe ist mit dem Mikroprozessor 8085 aufgebaut. In der Frontplatte der Baugruppe befindet sich ein RESET-Taster, über den der Prozessor in den Grundzustand gebracht werden kann. Der Grundzustand wird auch mit dem Einschalten der Betriebsspannung eingenommen. Der Prozessor kann über bisher noch nicht beschriebene Steuereingänge so betrieben werden, daß er während der Befehlsabarbeitung nach jedem Funktionsschritt (Maschinenzyklus) stoppt, so daß man die Aktivitäten des Prozessors auf dem System-Bus mit der Bus-Signalanzeige verfolgen kann. Die dafür notwendigen Schaltungskomponenten (Einzelschrittsteuerung, Single Step) befinden sich auf der Baugruppe Bus-Signalanzeige.

Bus-Signalgeber:

Der Bus-Signalgeber wird in dieser Übung benötigt, um kleine Testprogramme in den RAM-Speicher zu laden. Befindet sich mit dem Bus-Signalgeber zusätzlich die Prozessor-Baugruppe im Baugruppenträger, so darf immer nur eine der beiden Baugruppen freigegeben werden, d.h. auf den System-Bus wirken. Die Freigabe der Baugruppen erfolgt über den Schalter ON/OFF am Bus-Signalgeber:

- | | | |
|--------------|---|---|
| Stellung ON | - | Bus-Signalgeber frei,
Prozessor gesperrt |
| Stellung OFF | - | Bus-Signalgeber gesperrt,
Prozessor frei |

Für die Programmeingabe wird der Prozessor gesperrt (Schalterstellung ON). An den Codierschaltern des Bus-Signalgebers werden die Speicheradressen und die Daten eingestellt und durch Betätigen der Steuersignaltaste MEMW in den Speicher geschrieben. Nach Eingabe des vollständigen Programms in den Speicher wird der Schalter ON/OFF in die Stellung OFF gebracht. Gleichzeitig mit dem Umschalten wird am Prozessor ein RESET ausgelöst, so daß die Programmabarbeitung bei der Speicherstelle 0000H beginnt.

Übungsteil 1

Bus-Signalanzeige:

Der Schalter HLT/RUN und der Taster STEP werden im Einzelschrittbetrieb verwendet. Steht der Schalter HLT/RUN in der Stellung HLT (Halt), so wird die Befehlsabarbeitung des Prozessors gestoppt. Mit jedem Betätigen des Tasters STEP wird dann der Prozessor für genau einen Maschinentakt freigegeben. Immer dann, wenn der Prozessor das erste Byte eines Befehls liest (Befehlsholphase), leuchtet in der Frontplatte der Baugruppe die Leuchtdiode INSTRUCTION FETCH auf. Steht der Schalter HLT/RUN in Stellung RUN, so arbeitet der Prozessor ohne Unterbrechung. Der Umschalter ADDR. STOP-ON/OFF, über den der Einzelschrittbetrieb beim Auftreten einer ganz bestimmten Adresse auf dem Adreß-Bus aktiviert werden kann (Adressen-Stop), bleibt bei der Durchführung der Meßübungen in der Stellung OFF.

Übungsteil 1

Programmeingabe und Verfolgung des Ablaufs:

Gehen Sie bei der Eingabe der Programme und bei der Verfolgung des Ablaufs im Einzelschrittbetrieb in den folgenden Schritten vor:

- Schalter ON/OFF am Bus-Signalgeber in Stellung ON bringen.
- Schalter HLT/RUN an der Bus-Signalanzeige in Stellung HLT bringen (Schalter ADDR.STOP bleibt immer in Stellung OFF).
- Daten (Programm) mit Hilfe des Bus-Signalgebers in den Speicher eingeben.
- Die im Speicher eingegebenen Daten nochmals kontrollieren.
- Schalter ON/OFF am Bus-Signalgeber in Stellung OFF bringen (CPU aktiv).
- Für die Programmabarbeitung im Einzelschrittbetrieb die Taste STEP an der Bus-Signalanzeige betätigen.
- Für die Programmabarbeitung ohne Unterbrechung des Prozessors bringen Sie den Schalter HLT/RUN in Stellung RUN.

Mikroprozessor-Mikrocomputer

Name: _____

Übungsteil 1

Datum: _____

Eingeben eines Programms in den RAM-Speicher mit dem Bus-Signalgeber und Verfolgung der Programmabarbeitung mit der Bus-Signalanzeige.

A1.1

Einstellungen an den Baugruppen:

- Eingabe-Baugruppe: Port-Adresse 12H
- Ausgabe-Baugruppe: Port-Adresse 13H
- RAM-Baugruppe : Steckplatz IC8 mit 2-K-RAM bestückt,
Basis-Adr. 0000H
- Bus-Signalgeber : Schalter ON/OFF → ON
- Bus-Signalanzeige: Schalter HLT/RUN → HLT
Schalter ADDR.STOP → OFF

Stecken Sie die folgenden Baugruppen in den Baugruppenträger und schalten Sie die Betriebsspannung ein:

Prozessor 8085, RAM-Baugruppe, Eingabe-Baugruppe, Ausgabe-Baugruppe, Bus-Signalgeber und -Anzeige.

Geben Sie das folgende Programm in den RAM-Speicher ein und verfolgen Sie die Programmabarbeitung im Einzelschritt. Protokollieren Sie dabei den Signalzustand auf dem System-Bus (für jeden Maschinenzklus).

Verfahren Sie bei der Durchführung der Übung wie auf der vorigen Seite beschrieben.

Programm:

Adresse	Inhalt	Ass.-Code
0000	DB	IN 12
0001	12	
0002	D3	OUT 13
0003	13	
0004	C3	JMP 0000
0005	00	
0006	00	



A1.2

Protokoll		(LED ein \triangle *) (LED aus \triangle -)						
STEP	Adreß-Bus	Daten-Bus	Steuer-Bus (LED)				INSTR	Kommentar
			MEMW	MEMR	IOW	IOR		
0	0000	DB	-	*	-	-	*	Lesen des ersten Befehls
1	0001	12	-	*	-	-	-	Lesen der zugehörigen Port-Adresse
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								

Bemerkung:

Der Prozessor 8085 sendet beim Ansprechen einer Ein- und Ausgabe-Baugruppe die 8-Bit-Port-Adresse sowohl auf den unteren (A0 bis A7) als auch auf den oberen (A8 bis A15) acht Adreßleitungen aus.

Bringen Sie nun den Schalter HLT/RUN in Stellung RUN. Der Prozessor arbeitet jetzt das Programm ohne Unterbrechung ab. Für die drei Programmbefehle benötigt er etwa 15 Mikrosekunden, so daß der Signalzustand der Eingabe-Baugruppe für unser Auge unverzögert an der Ausgabe-Baugruppe eingestellt wird.



Ändern der Funktion des Programms von A1 durch Einbau des Befehls CMA (Komplementiere den Akku-Inhalt).

A2

Veranlassen Sie den Prozessor durch Einfügen eines CMA-Befehls (2FH) in das Programm der Aufgabe A1, den von der Eingabe-Baugruppe gelelenen Signalzustand vor der Ausgabe an die Ausgabe-Baugruppe zu invertieren.

Programm:

Adresse	Inhalt	Ass.-Code
0000	DB	IN 12
0001	12	
0002	2F	CMA
0003	D3	OUT 13
0004	13	
0005	C3	JMP 0000
0006	00	
0007	00	

Ändern der Funktion des Programms von A1 durch Einbau des Befehls INR A (Inkrementiere den Inhalt des Akkus) bzw. DCR A (Dekrementiere den Inhalt des Akkus).

Fügen Sie anstelle des CMA-Befehls den Inkrementiere- bzw. Dekrementiere-Befehl in das Programm ein. Stellen Sie während der Programmabarbeitung verschiedene Signalzustände an der Eingabe-Baugruppe ein, insbesondere beim Inkrementieren den Signalzustand FFH und beim Dekrementieren den Zustand 00H.

Programm:

a)

Adresse	Inhalt	Ass.-Code
0000	DB	IN 12
0001	12	
0002	3C	INR A
0003	D3	OUT 13
0004	13	
0005	C3	JMP 0000
0006	00	
0007	00	

b)

Adresse	Inhalt	Ass.-Code
0000	DB	IN 12
0001	12	
0002	3D	DCR A
0003	D3	OUT 13
0004	13	
0005	C3	JMP 0000
0006	00	
0007	00	



Mikroprozessor-Mikrocomputer

Name: _____

Übungsteil 1

Datum: _____

A3.1

Einbau der Logischen Verarbeitungsbefehle ANI Konstante
(Inhalt des Akkus mit dem Wert der Konstanten UND-verknüpfen)
bzw. ORI Konstante (Inhalt des Akkus mit dem Wert der Konstanten ODER-verknüpfen).

Testen Sie in gleicher Weise wie in den vorangegangenen Aufgaben die logischen Verarbeitungsbefehle für die UND- und ODER-Verknüpfung des Akku-Inhaltes mit einer Daten-Konstanten (hier 0F).

Programm:

a)

Adresse	Inhalt	Ass.-Code
0000	DB	IN 12
0001	12	IN 12
0002	E6	ANI 0F
0003	0F	ANI 0F
0004	D3	OUT 13
0005	13	OUT 13
0006	C3	JMP 0000
0007	00	JMP 0000
0008	00	JMP 0000

b)

Adresse	Inhalt	Ass.-Code
0000	DB	IN 12
0001	12	IN 12
0002	F6	ORI 0F
0003	0F	ORI 0F
0004	D3	OUT 13
0005	13	OUT 13
0006	C3	JMP 0000
0007	00	JMP 0000
0008	00	JMP 0000

Mit dem ANI-Befehl (E6H) können einzelne Bits im Akku gelöscht (ausgeblendet) werden, wenn in der dem Befehl folgenden Daten-Konstanten das entsprechende Bit "0" ist. Die Datenkonstante nennt man auch Maske.

Beispiel:

Inhalt des Akkus _____: 10110110

Maske für die Bits B0 bis B7 _____: 00000111

Inhalt des Akkus nach Ausführung
des ANI-Befehls _____: 00000110

Diese Bits wurden ausgebl.

Diese Bits wurden nicht geändert

Mit dem ORI-Befehl können einzelne Bits im Akku gesetzt werden, wenn in der dem Befehl folgenden Konstanten das entsprechende Bit "1" ist.

Beispiel:

Inhalt des Akkus _____: 00100101

Konstante zum Setzen der Bits B6 u. B7 _____: 11000000

Inhalt des Akkus nach Ausführung
des ORI-Befehls _____: 11100101

Diese Bits wurden gesetzt

Diese Bits wurden nicht geändert



Mikroprozessor-Mikrocomputer

Name: _____

Übungsteil 1

Datum: _____

A3.2

Einfügen der arithmetischen Befehle ADI Konstante (Addiere den Wert der Konstanten zum Akku-Inhalt) und SUI Konstante (Subtrahiere den Wert der Konstanten vom Akku-Inhalt) in das Programm von A1.

Fügen Sie anstelle der log. Befehle ANI und ORI nacheinander die beiden arithmetischen Befehle für die Addition einer Konstanten zum und die Subtraktion einer Konstanten vom Akku-Inhalt in das Programm ein. Stellen Sie an den Schaltern der Eingabe-Baugruppe Daten ein, die bei der Addition zu einem Überlauf und bei der Subtraktion zu einem Borgen führen.

Programm:

a)

Adresse	Inhalt	Ass.-Code
0000	DB	IN 12
0001	12	IN 12
0002	C6	ADI 05
0003	05	ADI 05
0004	D3	OUT 13
0005	13	OUT 13
0006	C3	JMP 0000
0007	00	JMP 0000
0008	00	JMP 0000

b)

Adresse	Inhalt	Ass.-Code
0000	DB	IN 12
0001	12	IN 12
0002	D6	SUI 05
0003	05	SUI 05
0004	D3	OUT 13
0005	13	OUT 13
0006	C3	JMP 0000
0007	00	JMP 0000
0008	00	JMP 0000



A4.1

Untersuchen der Transportbefehle ...

- MVI A, Konstante: Lade den Akku mit einer Konstanten
- STA Adresse : Speicher den Inhalt des Akkus in der Speicherzeile mit der angegebenen Adresse
- LDA Adresse : Lade den Akku mit dem Inhalt der Speicherzeile, die durch Adresse angegeben ist.

Testen Sie die Wirkung des STA-Befehls mit untenstehendem Programm, indem Sie den Prozessor im Einzelschrittbetrieb betreiben und den Signalzufluß protokollieren.

Die Daten-Konstante, die zunächst mit dem MVI-Befehl in den Akku geladen wird, wird anschließend unter der Adresse 0010H im Speicher abgelegt. Löschen Sie daher vor dem Start des Programms den Inhalt der Speicherzeile 0010H. Wenn der Prozessor den HLT-Befehl erreicht hat, testen Sie den Inhalt der Speicherzeile 0010H mit dem Bus-Signalgeber.

Programm:

Adresse	Inhalt	Ass.-Code
0000	3E	MVI A,55
0001	55	
0002	32	STA 0010
0003	10	
0004	00	
0005	76	HLT

P r o t o k o l l								(LED ein $\hat{=}$ *)
STEP	Adreß-Bus	Daten-Bus	Steuer-Bus (LED)				INSTR	Kommentar
			MEMW	MEMR	IOW	IOR		



Die Wirkung des LDA-Befehls können Sie mit folgendem Programm testen:

A4.2

Adresse	Inhalt	Ass.-Code
0000	3A	LDA 0010
0001	10	
0002	00	
0003	D3	OUT 13
0004	13	
0005	76	HLT

Laden Sie vor dem Programmstart die Speicherzeile 0010H mit dem Datum AAH. Die zugehörige Bitkombination muß nach dem OUT-Befehl an der Ausgabe-Baugruppe angezeigt werden.

Protokollieren Sie die Programmabarbeitung im Einzelschrittbetrieb.

P r o t o k o l l								(LED ein $\hat{=}$ *)
STEP	Adreß-Bus	Daten-Bus	Steuer-Bus (LED)				INSTR	Kommentar
			MEMW	MEMR	IOW	IOR		



A5.1

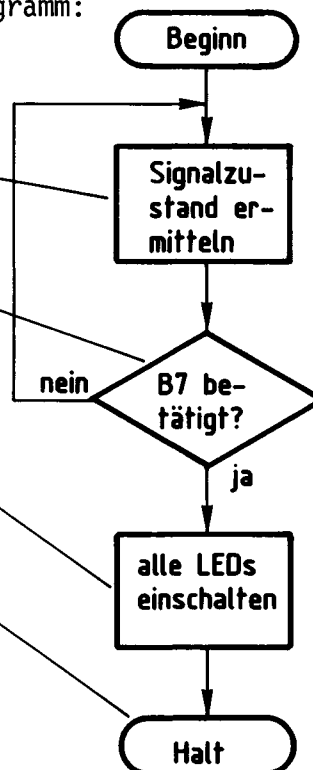
Einsatz und Aufbau von Warteschleifen

In technischen Anwendungen kommt es häufig vor, daß der Computer auf ein Ereignis, wie z.B. das Betätigen eines Schalters, wartet. Tritt das Ereignis ein, so muß eine Reaktion folgen, beispielsweise das Einschalten eines Motors. Das untenstehende Programm hat zur Folge, daß der Prozessor in einer sogenannten Warteschleife auf die Betätigung des Schalters B7 an der Eingabe-Baugruppe wartet. Wird Schalter B7 betätigt, werden alle LEDs an der Ausgabe-Baugruppe eingeschaltet. Realisiert wird die Warteschleife mit Hilfe der Maskierungstechnik (ANI-Befehl) und eines Sprungbefehls (JZ), der nur ausgeführt wird, wenn der Akku-Inhalt nach dem ANI-Befehl Null ergeben hat. Stellen Sie vor dem Start des Programms zunächst an allen Schaltern der Eingabe-Baugruppe L-Signal ein. Testen Sie dann das Verharren des Programms in der Warteschleife im Einzelschrittbetrieb. Vermerken Sie im Protokoll das Betätigen des Schalters B7, wodurch die Warteschleife verlassen wird.

Programm:

Adresse	Inhalt	Ass.-Code
0000	DB	IN 12
0001	12	ANI 80
0002	E6	JZ 0000
0003	80	MVI A,FF
0004	CA	OUT 13
0005	00	
0006	00	
0007	3E	
0008	FF	
0009	D3	
000A	13	
000B	76	HLT

Flußdiagramm:



A5.2

P r o t o k o l l							(LED ein $\hat{=}$ *) (LED aus $\hat{=}$ -)	
STEP	Adreß- Bus	Daten- Bus	Steuer-Bus (LED)				INSTR	Kommentar
			MEMW	MEMR	IOW	IOR		



Einsatz und Aufbau von Verzögerungsschleifen

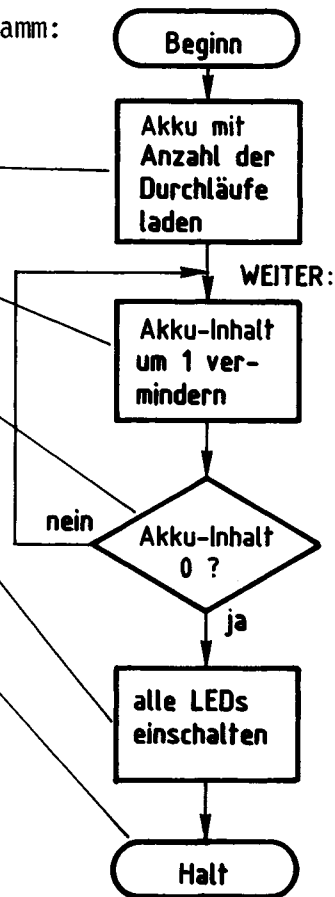
A6.1

Ähnlich häufig wie die Warteschleife wird in Programmen eine Verzögerungsschleife benötigt. Das folgende kleine Programm enthält eine Verzögerungsschleife, die hier bewirkt, daß die LEDs der Ausgabe-Baugruppe nach dem Programmstart verzögert eingeschaltet werden. Das Programm führt den DCR-Befehl solange aus, bis der Akku-Inhalt Null ist. Dadurch wird der bedingte Sprungbefehl ignoriert und mit den folgenden Befehlen werden die LEDs an der Ausgabe-Baugruppe eingeschaltet. Testen Sie das Programm im Einzelschrittbetrieb und protokollieren Sie den Ablauf.

Programm:

Flußdiagramm:

Adresse	Inhalt	Ass.-Code
0000	3E	MVI A,02
0001	02	
0002	3D	DCR A
0003	C2	JNZ 0002
0004	02	
0005	00	
0006	3E	MVI A,FF
0007	FF	
0008	D3	OUT 13
0009	13	
000A	76	HLT



A6.2

Protokoll								(LED ein ^ * LED aus ^ -)
STEP	Adreß- Bus	Daten- Bus	Steuer-Bus (LED)					Kommentar
			MEMW	MEMR	IOW	IOR	INSTR	



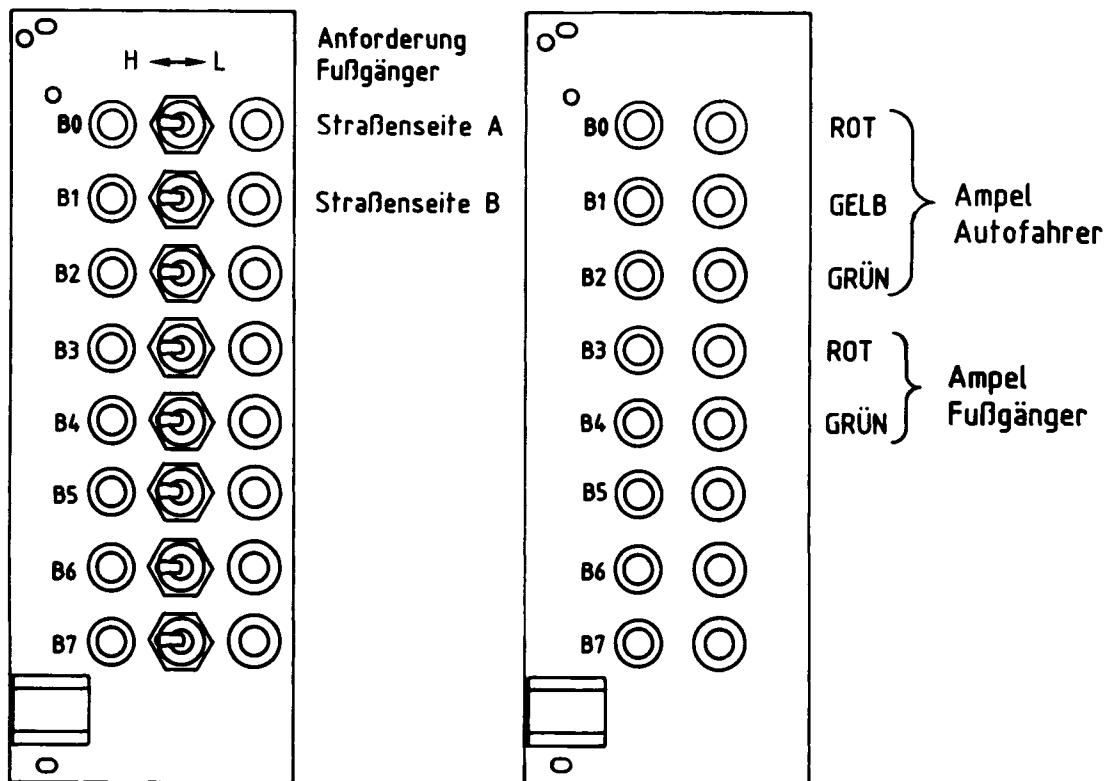
A7.1

Programmierung einer einfachen Fußgängerampel

In diesem Arbeitsschritt wird eine der möglichen Lösungen für die in der FTÜ 10.2. besprochene Fußgängerampel gezeigt. Den folgenden Abbildungen können Sie die Belegung der Ein- und Ausgänge des Mikrocomputers entnehmen.

Eingabe-Baugruppe

Ausgabe-Baugruppe



In diesem Programm werden Befehle benutzt, die Ihnen noch nicht bekannt sind. Eine Einführung in den Befehlssatz des Prozessors erfolgt in den Fachtheoretischen Übungen 20.

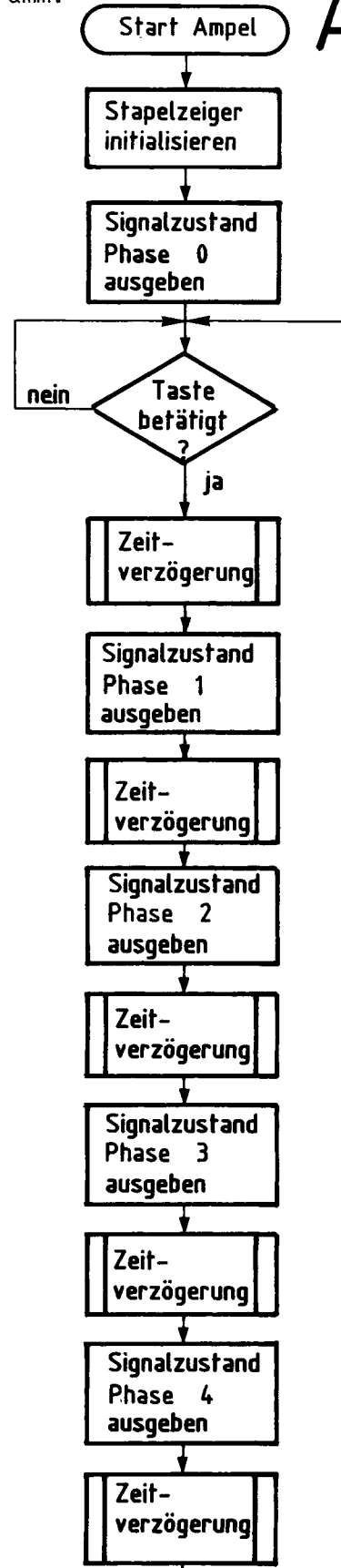
Zu den neuen Befehlen gehören zwei Befehle für die "Unterprogrammtechnik". Programmteile, die mehrfach in einem Programm benötigt werden, hier ein Zeitverzögerungsprogramm, brauchen dann nur einmal im Speicher abgelegt zu werden. Mit dem Befehl CALL (aufrufen, CDH) springt der Prozessor zum Unterprogramm und kehrt nach Ausführung des Unterprogramms mit dem Befehl RET (zurückkehren C9H) zum eigentlichen (Haupt-) Programm zurück.

Programm:

Flußdiagramm:

A7.2

Adr.	Inhalt	Assembler-Code	
0000	31 00 02	LXI SP,0200	Hauptprogramm
0003	3E 0C	MVI A,0C	
0005	D3 13	OUT 13	
0007	DB 12	IN 12	
0009	E6 03	ANI 03	
000B	CA 07 00	JZ 0007	
000E	CD 30 00	CALL 0030	
0011	3E 0A	MVI A,0A	
0013	D3 13	OUT 13	
0015	CD 30 00	CALL 0030	
0018	3E 11	MVI A,11	
001A	D3 13	OUT 13	
001C	CD 30 00	CALL 0030	
001F	3E 0B	MVI A,0B	
0021	D3 13	OUT 13	
0023	CD 30 00	CALL 0030	
0026	3E 0C	MVI A,0C	
0028	D3 13	OUT 13	
002A	CD 30 00	CALL 0030	
002D	C3 07 00	JMP 0007	
0030	3E 18	MVI A,18	Unterprogramm "Zeitverzögerung"
0032	06 FF	MVI B,FF	
0034	0E FF	MVI C,FF	
0036	0D	DCR C	
0037	C2 36 00	JNZ 0036	
003A	05	DCR B	
003B	C2 34 00	JNZ 0034	
003E	3D	DCR A	
003F	C2 32 00	JNZ 0032	
0042	C9	RET	



FACHTHEORETISCHE ÜBUNG MIKROCOMPUTER – TECHNIK

MIKROPROZESSOR-MIKROCOMPUTER

BFZ/MFA 10.4.

THEORIETEIL 2

Theorieteil 2

2.1. Einleitung

Im Theorieteil 1 wurde die interne Struktur eines Mikroprozessors und die Funktion wichtiger Elemente besprochen. Im MFA-Mikrocomputer-Baugruppensystem wird der Mikroprozessor "8085" eingesetzt, der neben den behandelten Registern (Akкумуляtor, Befehlsregister, Adreßregister und Statusregister) noch weitere besitzt, die jedoch für die grundsätzliche Arbeitsweise des Prozessors nicht von Bedeutung sind. Die Funktion dieser Register wird ausführlich in den "Anwender-Übungen FTÜ 20...." beschrieben. Im Theorieteil 2 wird nun auf die Baugruppe "Prozessor 8085" eingegangen. Hierbei werden einige Besonderheiten erklärt, die sich durch den Einsatz des o.g. Prozessors ergeben. Bild 7 zeigt die wichtigsten Elemente dieser Baugruppe (Prinzip). Vergleichen Sie die interne Struktur des Prozessors 8085 mit der in Bild 1 dargestellten Struktur eines allgemeinen Mikroprozessors.

Theorieteil 2

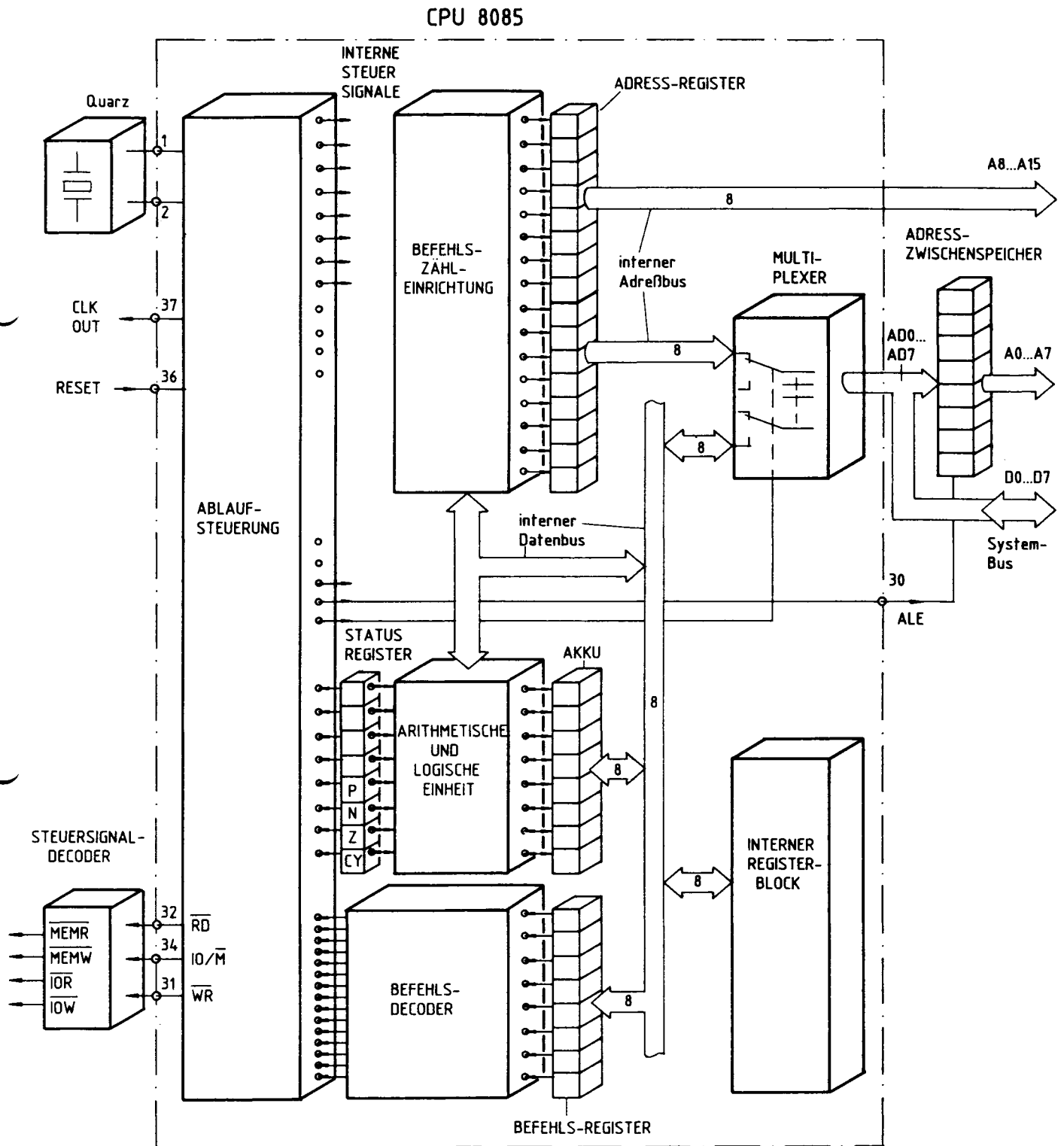


Bild 7: Baugruppe "Prozessor 8085" (Prinzip)

Theorieteil 2

2.2. Die Erzeugung des Taktsignals

Für die Steuerung aller Abläufe innerhalb des Mikrocomputers ist die CPU verantwortlich. Dazu enthält sie einen internen Taktozillator, dessen Frequenz von einem extern angeschlossenen Quarz (4-MHz) abgeleitet ist. Ein nachgeschalteter Schmitt-Trigger formt die sinusförmige Oszillatorspannung in ein Rechtecksignal um und ein Teiler halbiert die Oszillationsfrequenz. Den auf diese Weise gewonnenen 2-MHz-Takt nennt man Systemtakt. Bild 8 zeigt den für die Erzeugung des Systemtaktes wichtigen Schaltungsausschnitt und den Verlauf von sinusförmiger Oszillatorspannung und Rechteckspannung. Eine Periode der Rechteckspannung nennt man auch "Taktzyklus". Für Anwendungen innerhalb des Mikrocomputers steht der Systemtakt am CPU-Ausgang "CLK OUT" zur Verfügung.

Systemtakt

Taktzyklus

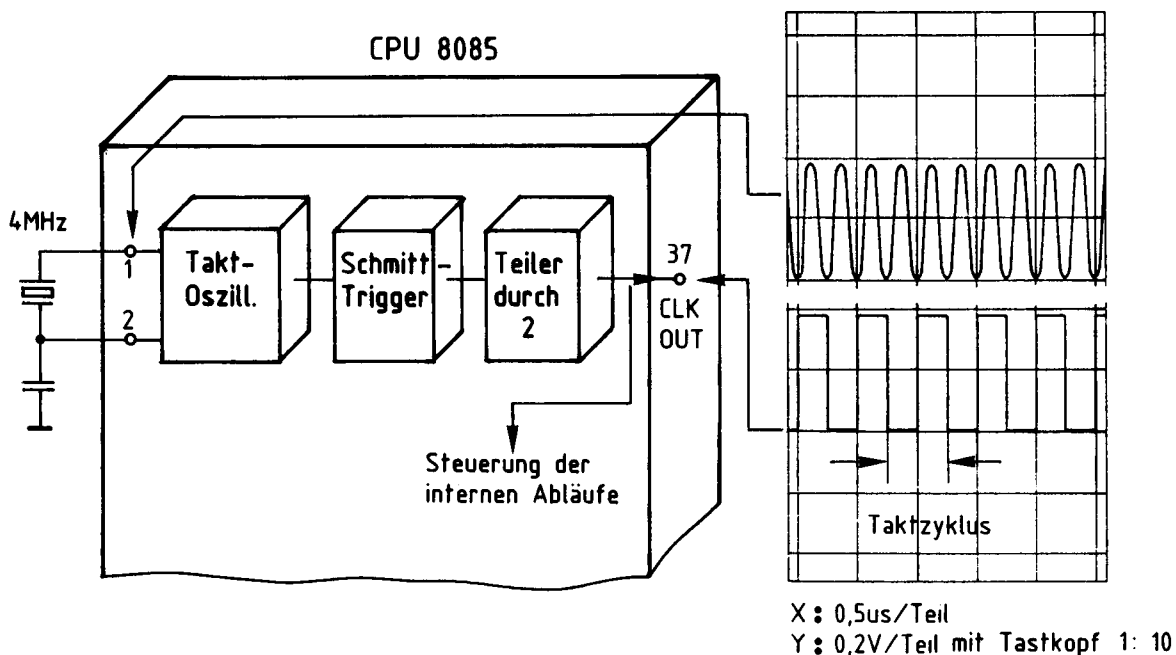


Bild 8: Takterzeugung und Darstellung des Taktes

Theorieteil 2

2.3. Die Übertragung von Daten- und Adreßsignalen im "Zeitmultiplex-Betrieb"

Da die CPU 8085 einige Funktionseinheiten besitzt, die in anderen Prozessoren nicht vorhanden sind, die Anzahl ihrer Anschlüsse jedoch der anderer Prozessoren (40) entspricht, stehen für die Adreß- und Datensignale nicht wie üblich 24 (16 Adreß- und 8 Datenleitungen), sondern nur 16 Anschlußleitungen zur Verfügung. Damit über diese Leitungen trotzdem 16-Bit-Adressen und 8-Bit-Daten übertragen werden können, müssen einige Leitungen sowohl für den Daten- als auch für den Adreßverkehr verwendet werden. Dies geht nur, wenn man eine bestimmte Zeit lang alle 16 Leitungen für die Übertragung der 16 Adreßbits benutzt und danach 8 Leitungen für die Übertragung der 8 Datenbits. Dieses zeitlich versetzte Aussenden von Adreß- und Datensignalen nennt man "Zeitmultiplex-Betrieb". Zur Gewährleistung dieser Betriebsart wird innerhalb der CPU ein Umschalter (Multiplexer) benutzt. Er verbindet -gesteuert von der Ablaufsteuerung- 8 der 16 Leitungen für bestimmte Zeitabschnitte entweder mit dem CPU-internen Adreßbus oder mit dem CPU-internen Datenbus. Bild 7 zeigt die Anordnung dieses Multiplexers innerhalb der CPU (vergleichen Sie hierzu Bild 1). Die für Adreß- und Datensignale gemeinsam benutzten CPU-Leitungen sind durch die Bezeichnung AD0 bis AD7 gekennzeichnet. Über sie werden die niederwertigen Adreßbytes (A0 bis A7) und die Datenbytes übertragen.

Welche Forderung ergibt sich nun aus dem Multiplexbetrieb an die Schaltung außerhalb der CPU? Zur Beantwortung dieser Frage soll zunächst mit Hilfe von Bild 9 daran erinnert werden, wie ein Prozessor ganz allgemein ein Datenbyte aus dem Speicher liest:

1. Speicheradresse auf den Adreßleitungen aussenden
2. Steuersignal $\overline{\text{MEMR}}$ erzeugen
3. Daten vom Datenbus in die CPU übernehmen

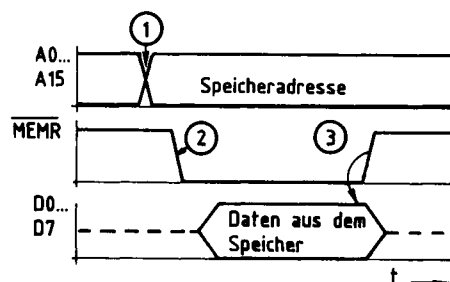


Bild 9: Lesen eines Datenbytes durch die CPU

Zeitmultiplex-
betrieb
Multiplexer (Um-
schalter)

Theorieteil 2

Der zeitliche Verlauf der Signale zeigt, daß eine von der CPU ausgegebene Adresse solange auf dem Adreßbus zur Verfügung stehen muß, bis die CPU von der adressierten Speicherstelle Daten gelesen oder Daten an sie ausgegeben hat. Damit das niederwertige Adreßbyte auch während der Zeit des Datentransportes auf dem Adreßbus ansteht, muß es außerhalb der CPU zwischengespeichert werden. Der hierzu nötige Zwischenspeicher ist in Bild 7 schon berücksichtigt. Zur Übernahme des niederwertigen Adreßbytes in diesen Zwischenspeicher sendet die CPU jeweils bei Ausgabe einer neuen Adresse das Signal ALE aus. ALE steht für "Address-Latch-Enable" und bedeutet "Freigabe des Adressenspeichers". Mit diesem Signal muß die Übernahme der unteren acht Adreßbits in den Zwischenspeicher erfolgen. Bild 10 zeigt das Signal-Zeitdiagramm für diese Adreßzwischenspeicherung.

Adreßzwischenspeicherung

das ALE-Signal

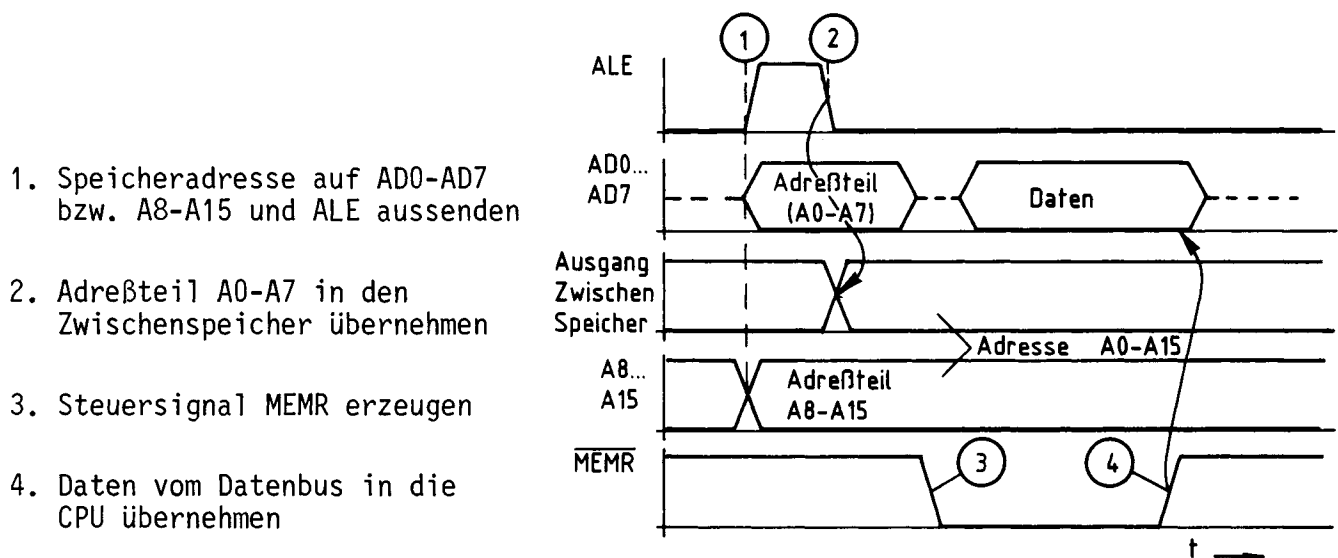


Bild 10: Lesen eines Datenbytes durch die CPU 8085 mit Adreßzwischenspeicherung

2.4. Die Erzeugung der Steuersignale $\overline{\text{MEMR}}$, $\overline{\text{MEMW}}$, $\overline{\text{IOR}}$ u. $\overline{\text{IOW}}$

Nachdem die CPU die Adresse für eine Speicherzeile oder eine Ein- oder Ausgabebaugruppe ausgegeben hat, zeigt sie mit den Pegeln auf den Steuerleitungen an, ob sie Daten in die adressierte Baugruppe schreiben, oder welche aus ihr lesen will. Hierzu stehen der CPU 8085 drei Leitungen zur Verfügung. Diese haben die Bezeichnungen $\overline{\text{RD}}$ (Read, Lesen), $\overline{\text{WR}}$ (Write, Schreiben) und $\text{IO}/\overline{\text{M}}$ (Input, Output/Memory, Ein-Ausgabe/Speicher).

die CPU-Steuerleitungen, $\overline{\text{RD}}$, $\overline{\text{WR}}$ u. $\text{IO}/\overline{\text{M}}$

Theorieteil 2

Die folgende Tabelle (Bild 11) zeigt eine Zusammenstellung der verschiedenen CPU-Aktivitäten mit den zugehörigen Pegeln auf den drei Leitungen. Aus diesen drei Signalen müssen mit Hilfe eines Decoders die vier Steuersignale $\overline{\text{MEMR}}$, $\overline{\text{MEMW}}$, $\overline{\text{IOR}}$ und $\overline{\text{IOW}}$ abgeleitet werden.

CPU-Aktivität		$\text{IO}/\overline{\text{M}}$	$\overline{\text{WR}}$	$\overline{\text{RD}}$
Speicher lesen	$(\overline{\text{MEMR}})$	L	H	L
Speicher schreiben	$(\overline{\text{MEMW}})$	L	L	H
Ein/Ausgabe lesen	$(\overline{\text{IOR}})$	H	H	L
Ein/Ausgabe schreiben	$(\overline{\text{IOW}})$	H	L	H

Bild 11: CPU-Aktivitäten und Steuersignale $\overline{\text{RD}}$, $\overline{\text{WR}}$ u. $\text{IO}/\overline{\text{M}}$

Das Prinzip der Decodierungsschaltung und die zugehörige Funktionstabelle ist in Bild 12 dargestellt.

Eingänge			Ausgänge			
$\overline{\text{WR}}$	$\text{IO}/\overline{\text{M}}$	$\overline{\text{RD}}$	$\overline{\text{MEMW}}$	$\overline{\text{IOW}}$	$\overline{\text{MEMR}}$	$\overline{\text{IOR}}$
L	L	H	L	H	H	H
L	H	H	H	L	H	H
H	L	L	H	H	L	H
H	H	L	H	H	H	L

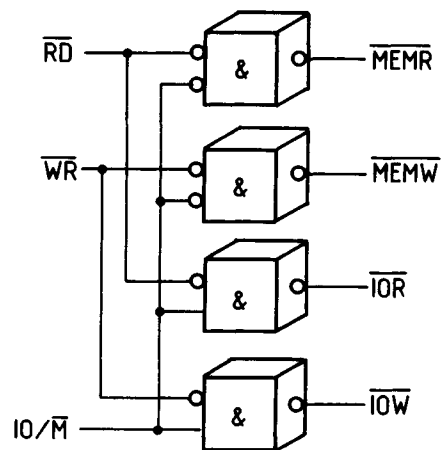


Bild 12: Decodierung der Steuersignale $\overline{\text{RD}}$, $\overline{\text{WR}}$ u. $\text{IO}/\overline{\text{M}}$ zur Erzeugung der System-Steuersignale mit zugehöriger Funktionstabelle

2.5. Die Bearbeitung eines Befehls

Im Theorieteil 1 wurde erklärt, daß die Bearbeitung eines Befehls in zwei Phasen durchgeführt wird (Bild 2). In der Befehlsholphase wird der Befehl zunächst aus dem Speicher gelesen und entschlüsselt. In der Befehlsausführungsphase erfolgt dann die Ausführung. Beide Phasen stehen in zeitlichem Zusammenhang zum Systemtakt. Bild 13 zeigt anhand des 2-Byte-Befehls "IN 12" (Daten des Eingabe-Ports mit der Port-Nr. 12 lesen) den Signalverlauf für die Ausführung des gesamten Befehls. Diesen Ablauf nennt man auch "Befehlszyklus".

Befehlszyklus

Theorieteil 2

Es wird angenommen, daß das Befehlsbyte unter der Speicher-
 adresse 0000H gespeichert ist und daß die Daten am Eingabe-
 Port durch Einstellung der Schalter den Wert E7H haben.

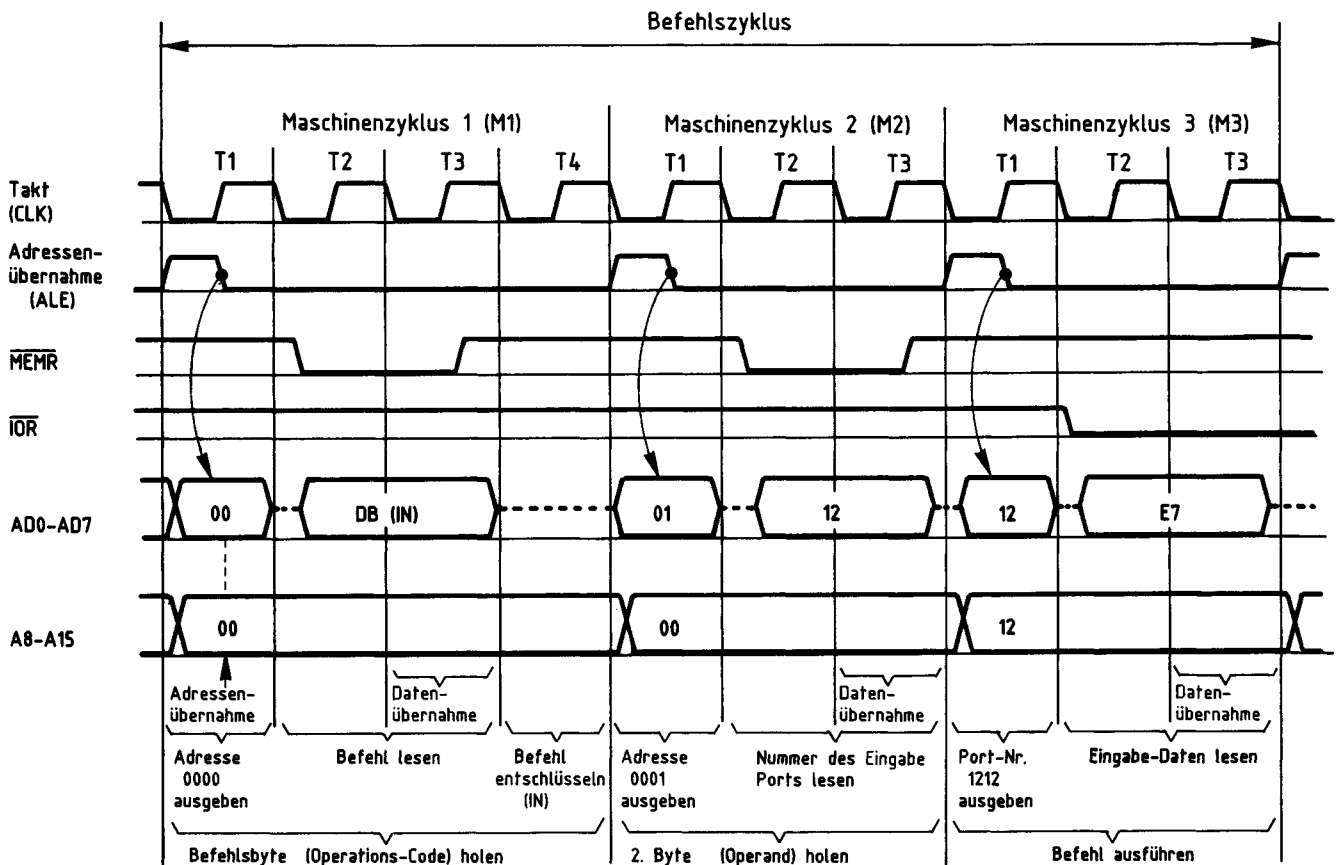


Bild 13: Verlauf der Steuer-, Adreß- und Datensignale für den Befehl "IN12"

Beschreibung des Signalverlaufes:

– Maschinenzyklus 1 (M1)

T1: Innerhalb dieser Zeit gibt der Prozessor die Adresse der Speicherzeile aus, die das zu bearbeitende Befehlsbyte enthält. Durch den Multiplexbetrieb steht das niederwertige Adreß-Byte auf den Leitungen AD0 bis AD7 für etwa einen Taktzyklus zur Verfügung, während das höherwertige Adreß-Byte alle vier Taktzyklen ansteht. Mit der fallenden Flanke des von der CPU ausgesendeten ALE-Signals wird das niederwertige Adreß-Byte außerhalb der CPU zwischengespeichert.

nieder- und höherwertige Adreßbytes

Theorieteil 2

T2: Das Steuersignal "Speicher lesen" ($\overline{\text{MEMR}}$) wird auf L-Pegel geschaltet. Hierdurch wird der adressierte Speicher (Speicherstelle 0000) veranlaßt, Daten auf den Datenbus zu schalten. Auf den Adreß-Datenleitungen AD0 bis AD7 steht somit etwas verzögert (Laufzeiten) das Datenwort (DB) der adressierten Speicherzeile zur Verfügung.

T3: Innerhalb von T3 liest der Prozessor dieses Datenwort und speichert es in seinem Befehlsregister ab. Wenn das Steuersignal $\overline{\text{MEMR}}$ wieder H-Pegel führt, ist der angesprochene Speicherbaustein wieder gesperrt.

T4: In diesem Taktzyklus entschlüsselt die CPU das zuvor gelesene Befehlsbyte, d.h., sie stellt fest, um welchen der ihr "bekannten" Befehle es sich handelt. Aus dem Ergebnis dieser Entschlüsselung leitet sie die notwendigen Aktivitäten zur Ausführung des Befehls ab.

Die weitere Bearbeitung des Befehls hängt nun davon ab, welchen Befehl die CPU erhalten hat. In unserem Beispiel ist es ein Zwei-Byte-Befehl, der das Einholen eines weiteren Bytes erfordert, ehe er ausgeführt werden kann. Bei einem Drei-Byte-Befehl müßten noch zwei weitere Bytes aus dem Speicher gelesen werden.

Die einzelnen Schritte - Befehls-Byte lesen, zweites bzw. drittes Byte lesen und Befehl ausführen - nennt man "Maschinenzyklen" und bezeichnet sie mit M1, M2, M3 usw.. Der Maschinenzyklus M1 zum Einholen des Befehlsbytes besteht (bis auf wenige Ausnahmen) immer aus vier Taktzyklen. Die Anzahl der Taktzyklen der nachfolgenden Maschinenzyklen (M2, M3 usw.) hängt vom jeweiligen Befehl ab.

- Maschinenzyklus 2 (M2)

Die Nummer des Eingabe-Ports (der Operand) wird von der dem Befehlsbyte folgenden Speicherstelle (0001H) gelesen.

T1: Die nächste Speicheradresse (0001H), in der die Nummer des zu lesenden Ports gespeichert sein muß, wird ausgegeben. Mit Hilfe des ALE-Signals wird wieder das niederwertige Adreß-Byte der Speicheradresse (01H) außerhalb der CPU zwischengespeichert.

Maschinenzyklus

Theorieteil 2

T2 u. T3: Die CPU liest erneut mit dem Steuersignal $\overline{\text{MEMR}}$ den Speicherinhalt (12H), der die Nummer des Eingabe-Ports darstellt und speichert ihn intern ab.

— Maschinenzklus 3 (M3)

Der Befehl wird ausgeführt, d.h., es muß der Signalzustand an den Eingängen des Eingabe-Ports mit der Nr. 12 gelesen werden.

T1: Die CPU schaltet die zuvor gelesene Port-Nummer (12H) des Eingabe-Ports auf den Adreßbus und zwar sowohl auf die Leitungen AD0 bis AD7 als auch auf die Leitungen A8 bis A15. Mit dem ALE-Signal wird das niederwertige Adreß-Byte außerhalb der CPU zwischengespeichert.

T2: Nun veranlaßt die CPU mit dem Steuersignal $\overline{\text{IOR}}$ das adressierte Eingabe-Port, den Eingangssignalzustand (E7) auf den Datenbus zu schalten.

T3: Während des Taktzyklusses T3 wird dieses Datenwort mit der ansteigenden Flanke von $\overline{\text{IOR}}$ in den Akku der CPU übernommen. Wenn das Steuersignal $\overline{\text{IOR}}$ wieder H-Pegel führt, ist das Eingabe-Port vom Datenbus getrennt.

Der gesamte Befehlszyklus für den Befehl "IN" teilt sich damit in drei Maschinenzyklen und insgesamt 10 Taktzyklen auf. Zu Beginn eines jeden Maschinenzyklusses sendet die CPU für einen halben Taktzyklus den ALE-Impuls aus.

Bei einer Taktzykluszeit von 500 ns (2-MHz-Takt) benötigt der Prozessor für die Bearbeitung des Befehls 5 μs . Kennt man die Zahl der Taktzyklen für die verschiedenen CPU-Befehle, so kann man die Gesamtzeit berechnen, die der Prozessor zur Bearbeitung eines Programms benötigt.

Den beschriebenen Vorgang (Lesen und Ausführen eines Befehls) wiederholt der Prozessor für jeden auszuführenden Programmbefehl. Die dabei ausgelösten Funktionsschritte sind von der Art des Befehls abhängig. Somit ist auch die Bearbeitungszeit befehlsabhängig. Geht man bei diesem Prozessor von einer mittleren Bearbeitungszeit von ca. 8 μs für einen Befehl aus, so kann der Prozessor in einer Sekunde ca. 125.000 Befehle abarbeiten. Diese Zahl offenbart die Arbeitsgeschwindigkeit eines Mikrocomputers.

Zeit zur Bearbeitung eines Befehls

Arbeitsgeschwindigkeit eines Mikrocomputers

Theorieteil 2

2.6. Zusammenfassung

Der hier beschriebene Aufbau einer Prozessorbaugruppe bezieht sich speziell auf den Mikroprozessor 8085. Andere Prozessortypen erfordern entsprechend andere Schaltungskomponenten. Obwohl bei allen Prozessortypen die grundsätzliche Arbeitsweise für die Bearbeitung eines Befehls gleich ist, können sie sich doch in den Steuersignalen und der Taktsteuerung unterscheiden. Je nach der Ausbaustufe eines Mikrocomputers wird man insbesondere die Adreß- Daten- und Steuersignale eines Prozessors über spezielle Treiberbausteine betreiben, die auch auf der hier beschriebenen Baugruppe zum Einsatz kommen. Da sie die Signale jedoch nicht verändern und für das Verständnis der Funktion unwesentlich sind, werden sie in den Erklärungen nicht berücksichtigt. Näheres hierzu können Sie aber in der Fachpraktischen Übung BFZ/MFA 2.1. nachlesen.

Treiber für Adreß-
Daten- u. Steuer-
signale

2.7. Messungen mit dem Oszilloskop am Mikrocomputer-Bus

Sollen zur Überprüfung der Arbeitsweise eines Mikrocomputers mit einem Oszilloskop Messungen durchgeführt werden, so ist zweierlei zu beachten:

- die Signalzustände der darzustellenden Signale müssen sich periodisch wiederholen, um ein stehendes Bild auf dem Oszilloskop zu erhalten
- durch ein geeignetes Triggersignal muß dafür gesorgt werden, daß der Zeitbezug, der zwischen den zu messenden Signalen vorhanden ist, bei der schrittweisen Aufnahme der Oszillogramme erhalten bleibt.

2.7.1. Periodische Signalzustände (Zyklische Programme)

Daher muß die CPU mit Hilfe eines Programms veranlaßt werden, eine sich periodisch wiederholende Befehlsfolge zu durchlaufen. Eine solche Befehlsfolge nennt man Programmschleife oder kurz Schleife. Im einfachsten Fall kann eine Schleife aus einem einzigen Befehl im Programmspeicher bestehen, nämlich dem Drei-Byte-Befehl JMP 0000 (C3 00 00). Steht dieser Befehl unter der Adresse 0000 im Speicher, so setzt der Prozessor mit der Ausführung dieses Sprungbefehls die Befehlsbearbeitung stets bei dieser Adresse fort (unendliche Schleife). Längere

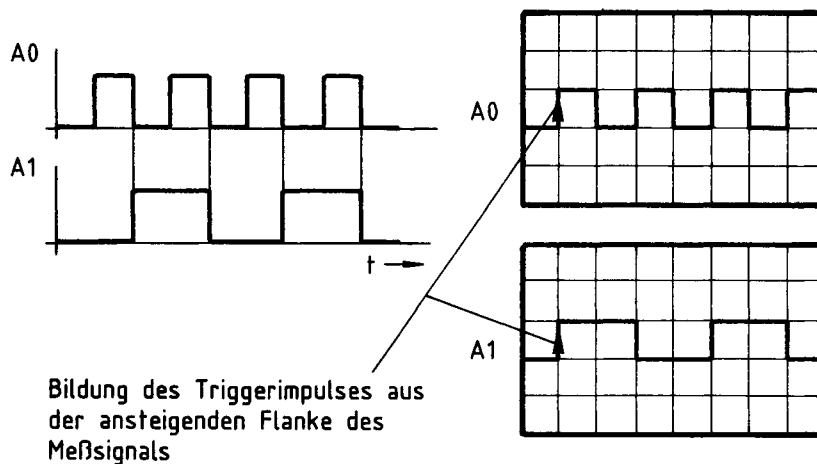
Programmschleife
zur Verfolgung der
Arbeitsweise der
CPU mit dem Oszil-
loskop

Theorieteil 2

Programme werden in ähnlicher Weise periodisch wiederholt, wenn am Programmende ein Rücksprungbefehl zum Programmstart eingefügt wird.

2.7.2. Ableitung von Triggersignalen

Alle Signale auf den Adreß-, Daten- und Steuerleitungen stehen zeitlich zueinander in Bezug. Dieser Zeitbezug wird aber nicht dargestellt, wenn man mit einem Oszilloskop die Signalverläufe auf den Leitungen nacheinander aufnimmt (und sie z.B. in ein Signal-Zeit-Diagramm einträgt). Grund hierfür ist die Triggereinrichtung des Oszilloskops, die ihren Triggerimpuls intern vom jeweils gemessenen Signal ableitet. Bild 14 zeigt, wie z.B. die beiden Adreßsignale A0 und A1 auf dem Bildschirm des Oszilloskops angezeigt werden können.



Triggerimpuls

Bild 14: Darstellung von Signalen ohne deren Zeitbezug

Um nun den Zeitbezug in der Darstellung herzustellen, muß man dafür sorgen, daß alle aufgenommenen Signale auf dem Bildschirm den gleichen Zeitbeginn haben. Dies erreicht man durch Ableitung eines Triggerimpulses aus dem zu untersuchenden System, mit dem der Schreibvorgang auf dem Bildschirm ausgelöst werden muß (Externe Triggerung). In Mikrocomputer-Systemen wird stets mit der Änderung von Adreßsignalen ein neuer Befehlszyklus eingeleitet, so daß man häufig von diesen Adreßsignalen ein Triggersignal ableitet. Dazu bedient man sich eines Adreßvergleichers, wie Sie ihn bei den Speicher- und Ein/Ausgabebaugruppen kennengelernt haben. Bild 15 zeigt das Prinzip der Schaltung.

Ableitung eines Triggerimpulses aus den Systemsignalen

Externe Triggerung

Theorieteil 2

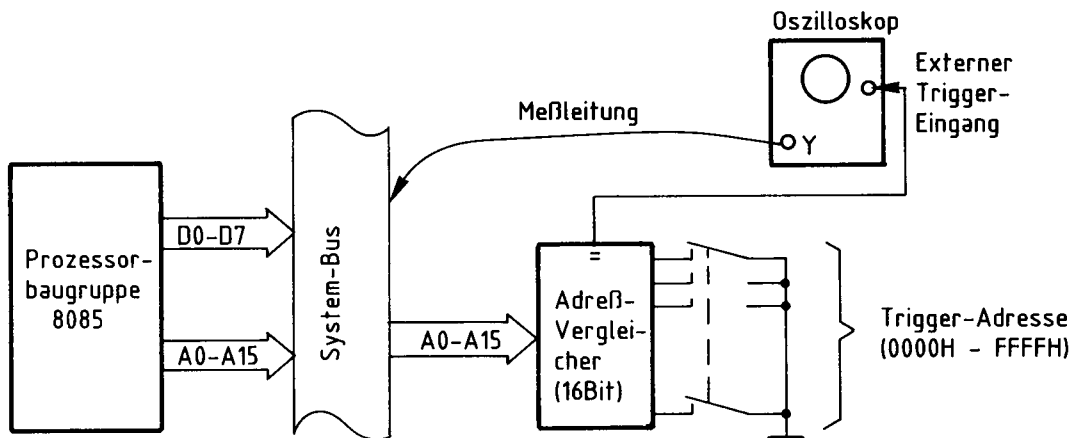


Bild 15: Ableitung eines Triggersignals durch Adreßvergleich

Stimmt die an den Schaltern vorgewählte Adresse mit dem Signalzustand auf dem Adreßbus überein, so liefert der Adreßvergleichler ein Ausgangssignal, durch das der Schreibvorgang auf dem Oszilloskop ausgelöst wird. Nun kann nacheinander Signal für Signal auf dem Systembus aufgenommen werden, wobei alle Signale den gleichen zeitlichen Beginn haben. Durch Ändern der Schalterstellung, d.h. durch Ändern der Triggeradresse kann dieser Zeitpunkt verändert werden. Dies entspricht bildlich gesehen einer Verschiebung des Signalausschnittes auf der Zeitachse. Die Art dieser Triggerung nennt man Worttriggerung. Sie kommt auch bei allen Logikanalysatoren zur Anwendung, mit denen gleichzeitig die Signalverläufe mehrerer Signale aufgenommen werden können. Logikanalysatoren geben aber nicht den exakten Signalverlauf wieder, sondern sie zeigen lediglich an, ob ein Signal im jeweils betrachteten Zeitbereich H- oder L-Pegel führt. Bild 16 zeigt die Signal-darstellung eines solchen Logikanalysators.

Triggeradresse wählt Bildausschnitt

Worttriggerung Logikanalysator

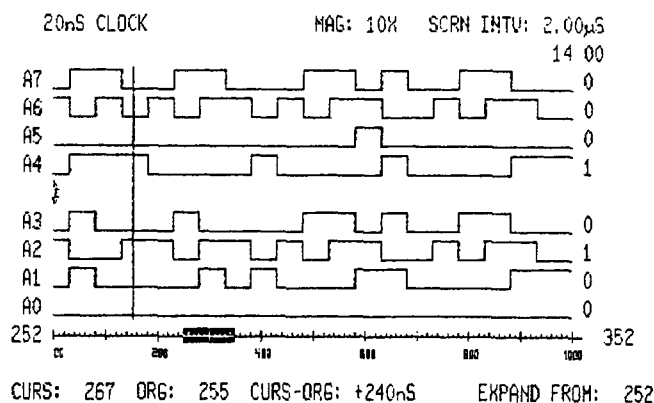


Bild 16: Diagramm eines Logikanalysators

Theorieteil 2

2.8. Untersuchung der Funktion der Befehlszähleinrichtung im "Free-Run-Mode"

Um überprüfen zu können, ob der Prozessor nach einem RESET nacheinander Befehl für Befehl aus dem Speicher liest und ausführt, müßte ein vollständiger Speicherausbau zur Verfügung stehen.

Um dies zu umgehen, kann man den Prozessor durch einen Trick überlisten, indem ihm in jeder Befehlsholphase ein Befehl vorgetauscht wird. Dies erreicht man, wie in Bild 17 dargestellt, durch eine Brücke zwischen der Steuerleitung $\overline{\text{MEMR}}$ und der Datenleitung D7.

Free-Run-Mode

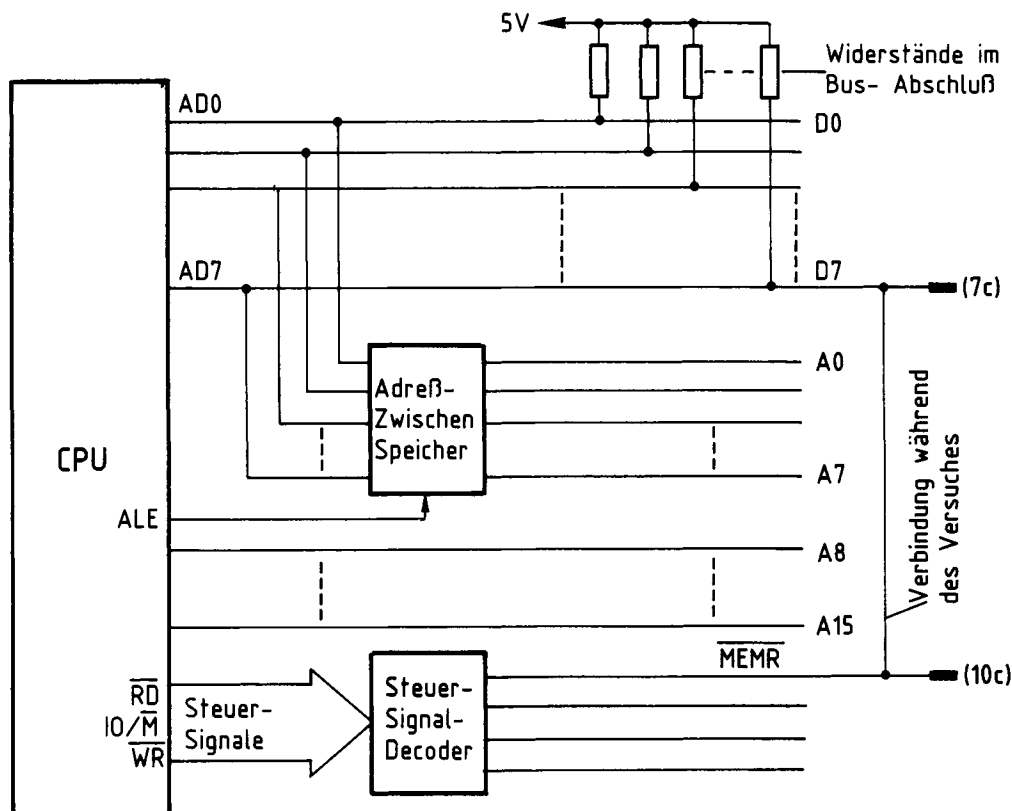


Bild 17: Prozessor im Free-Run-Mode

Beginnt der Prozessor nach einem RESET mit dem Lesen des ersten Befehls, so erhält er mit dem Steuersignal $\overline{\text{MEMR}}$ (L-Pegel) das Befehlsbyte 0111 1111 (7FH), weil lediglich die Datenleitung D7 durch das aktive Steuersignal $\overline{\text{MEMR}}$ L-Pegel führt, während alle anderen Datenleitungen über die Pull-up-Widerstände (auf dem Busabschluß) auf H-Pegel liegen. Das gelesene Befehlsbyte ist ein 1-Byte-Befehl (MOV A,A), der im Prozessor keine

Theorieteil 2

Veränderungen zur Folge hat.

Der Vorteil dieser Vorgehensweise ist, daß der Prozessor unabhängig von der ausgesendeten Adresse stets den gleichen Befehl erhält und den Befehlszähler nach jedem gelesenen Befehl um Eins erhöht (Ein-Byte-Befehl).

Mit dem Oszilloskop kann man nun die Signale auf den Adreßleitungen A0 bis A15 und das Zählerverhalten des Programmzählers untersuchen. Dieses Verfahren nennt man Free-Run-Mode. Es wird häufig bei der Funktionskontrolle und auch in Verbindung mit speziellen Meßgeräten (Signaturanalysatoren) angewendet.

FACHTHEORETISCHE ÜBUNG MIKROCOMPUTER – TECHNIK

MIKROPROZESSOR-MIKROCOMPUTER

BFZ/MFA 10.4.

ÜBUNGSTEIL 2

Übungsteil 2

Im Übungsteil 2 werden Sie u.a. die Bearbeitung eines kleinen Programms durch den Prozessor mit einem Oszilloskop beobachten. Hierzu wird ein Programm mit dem Bus-Signalgeber in den RAM-Speicher geladen. Das zur Triggerung des Oszilloskops notwendige Signal liefert der Adreßvergleichler, der sich auf der Bus-Signalanzeige befindet.

Zur Durchführung der Übung benötigen Sie:

- 1 Baugruppenträger mit Busverdrahtung (BFZ/MFA 0.1.)
 - 1 Bus-Abschluß (BFZ/MFA 0.2.)
 - 1 Trafo-Einschub (BFZ/MFA 1.1.)
 - 1 Spannungsregelung (BFZ/MFA 1.2.)
 - 1 Prozessor 8085 (BFZ/MFA 2.1.)
 - 1 8-K-RAM/EPROM (BFZ/MFA 3.1.) bestückt mit mind. 2-K-RAM
 - 1 Bus-Signalgeber (BFZ/MFA 5.1.)
 - 1 Bus-Signalanzeige (BFZ/MFA 5.2.)
 - 1 Adapter 64polig (BFZ/MFA 5.3.)
 - 1 Ein- oder Zweikanal-Oszilloskop mit externem Triggereingang und Tastköpfen 10:1
- } zusammengebaut und
geprüft nach
FPÜ BFZ/MFA 1.2.
Arbeitsblatt A7

Allgemeine Hinweise zur Durchführung der Übungen:

- Die Einschübe dürfen nur bei abgeschalteter Betriebsspannung gesteckt oder gezogen werden
- Aufgrund der Busverdrahtung können die Baugruppen in beliebige Steckplätze gesteckt werden
- Den logischen Signalen "0" und "1" sind die folgenden Pegel zugeordnet:
 - log. "0" $\hat{=}$ 0...0,8 V (LOW)
 - log. "1" $\hat{=}$ 2,4...5 V (HIGH)
- Alle zur Messung an den Baugruppen vorgegebenen Arbeitsblätter enthalten:
 - = Angaben über den Sinn der jeweiligen Messung
 - = Angaben über einzustellende Bedingungen
 - = Aufgabenstellungen, ggf. mit Hinweisen zu möglichen Fehlern
 - = Diskussion der Meßergebnisse

Übungsteil 2

Bedienungshinweise:**Prozessor 8085:**

Die Prozessor-Baugruppe ist mit dem Mikroprozessor 8085 aufgebaut. In der Frontplatte der Baugruppe befindet sich ein RESET-Taster, über den der Prozessor in den Grundzustand (Befehlszähleinrichtung auf 0000) gebracht werden kann. Dieser Grundzustand wird auch mit dem Einschalten der Betriebsspannung eingenommen.

Bus-Signalgeber:

Der Bus-Signalgeber wird in dieser Übung dazu benötigt, um ein Programm in den RAM-Speicher zu laden. Da sich hierbei gleichzeitig die Prozessor-Baugruppe am System-Bus befindet, muß diese während der Programmeingabe vom Bus getrennt werden. Dies erfolgt über den Schalter ON/OFF am Bus-Signalgeber.

Stellung ON : Bus-Signalgeber frei, Prozessor gesperrt

Stellung OFF : Bus-Signalgeber gesperrt, Prozessor frei

An den Codierschaltern des Bus-Signalgebers werden die Speicheradressen und die Daten eingestellt und durch Betätigen der Steuersignal-Taste MEMW in den Speicher geladen. Nach Eingabe des vollständigen Programms in den Speicher wird der Schalter ON/OFF in die Stellung OFF gebracht. Hierdurch wird u.a. am Prozessor ein RESET ausgelöst, so daß Programmbearbeitung durch den Prozessor bei der Speicheradresse 0000H beginnt.

Bus-Signalanzeige:

Schalter RUN/HLT und Taster STEP werden für den Einzelschrittbetrieb verwendet. Da der Prozessor in den folgenden Arbeitsschritten mit normaler Arbeitsgeschwindigkeit arbeiten soll, muß der Schalter RUN/HLT in die Stellung RUN gebracht werden.

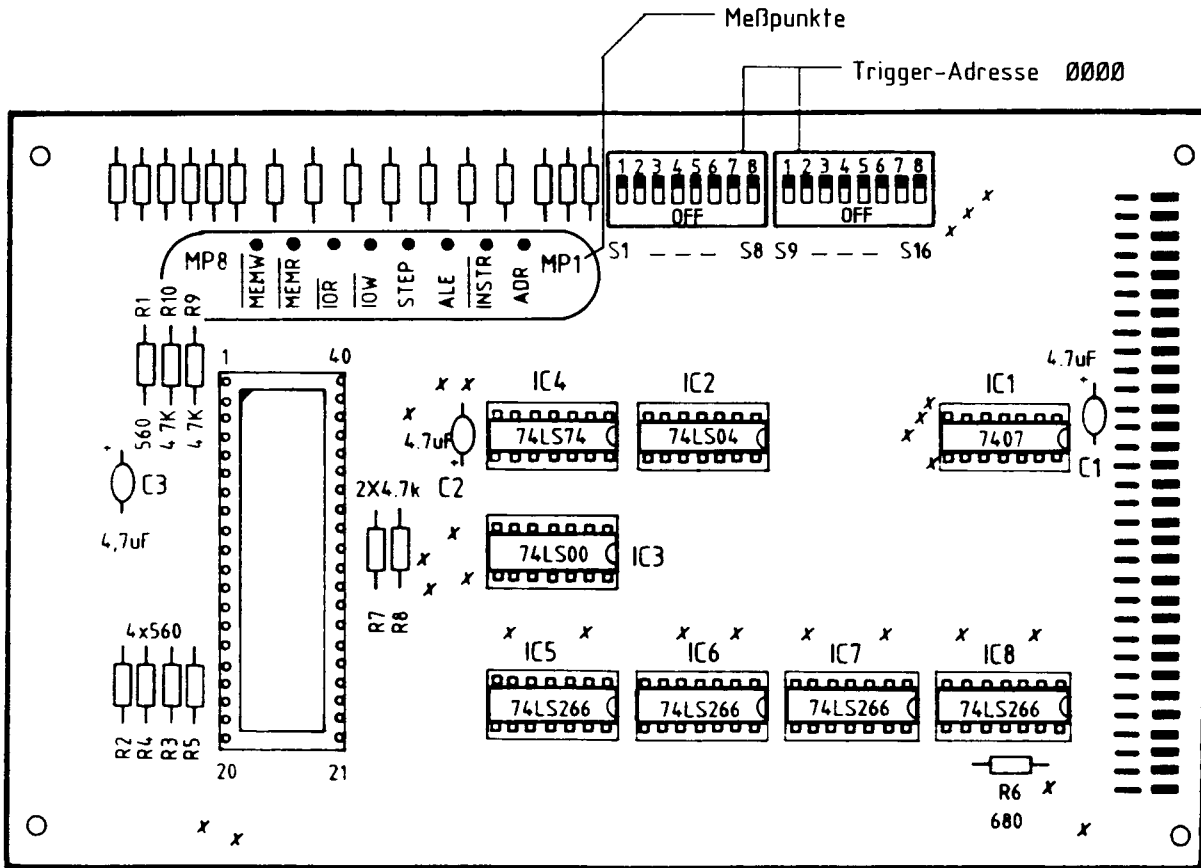
Der Umschalter ADDR.STOP ON/OFF, über den der Einzelschrittbetrieb beim Auftreten einer ganz bestimmten Adresse auf dem Adreß-Bus aktiviert werden kann, bleibt bei den folgenden Messungen in der Stellung OFF.

Auf der Baugruppe befinden sich einige Meßstifte mit Signalen, die Sie oszilloskopieren sollen. Deshalb ist die Baugruppe über eine Adapterkarte zu betreiben. Die 16 DIL-Schalter auf der Baugruppe müssen auf Stellung ON geschaltet werden. Hierdurch erscheint am Meßpunkt MP1 (ADR) immer dann ein H-Signal, wenn auf dem Adreßbus die Adresse 0000 ansteht (für Triggerungen).

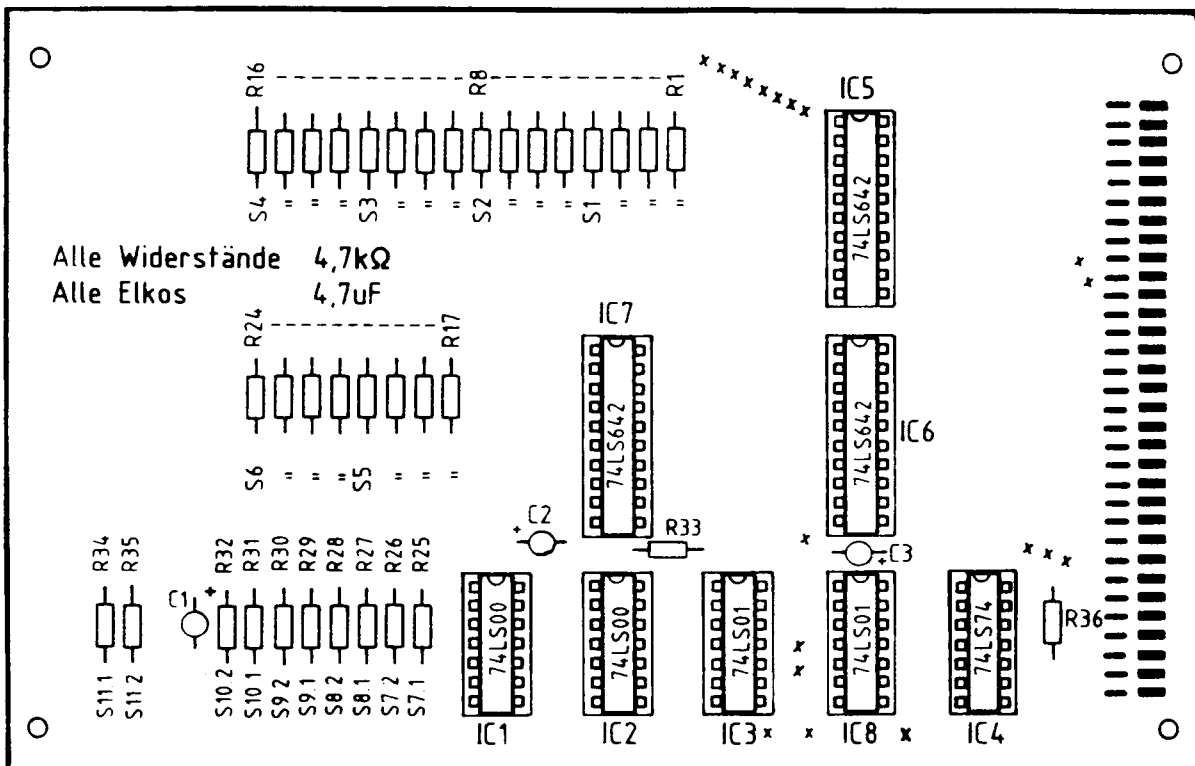
Die folgenden beiden Seiten zeigen zu Ihrer Information die Bestückungspläne aller verwendeten Baugruppen.

Mikroprozessor-Mikrocomputer

Bus-Signalanzeige

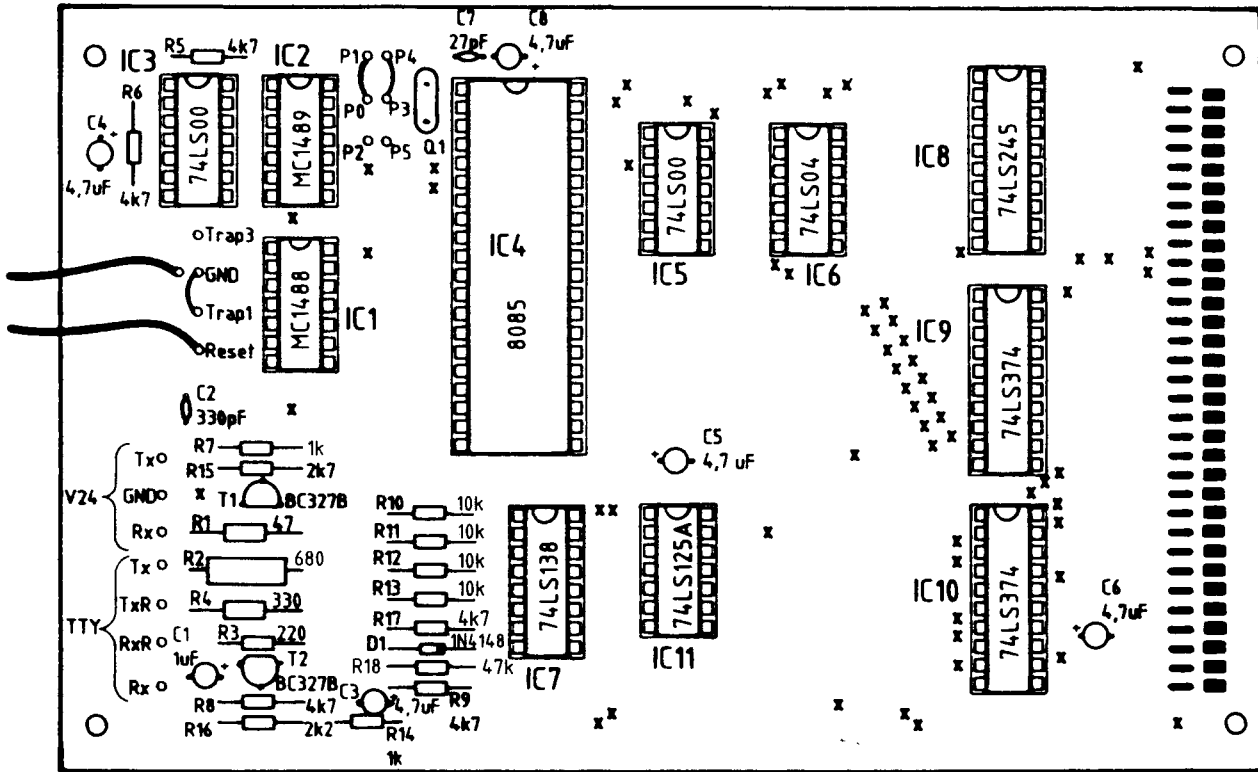


Bus-Signalgeber

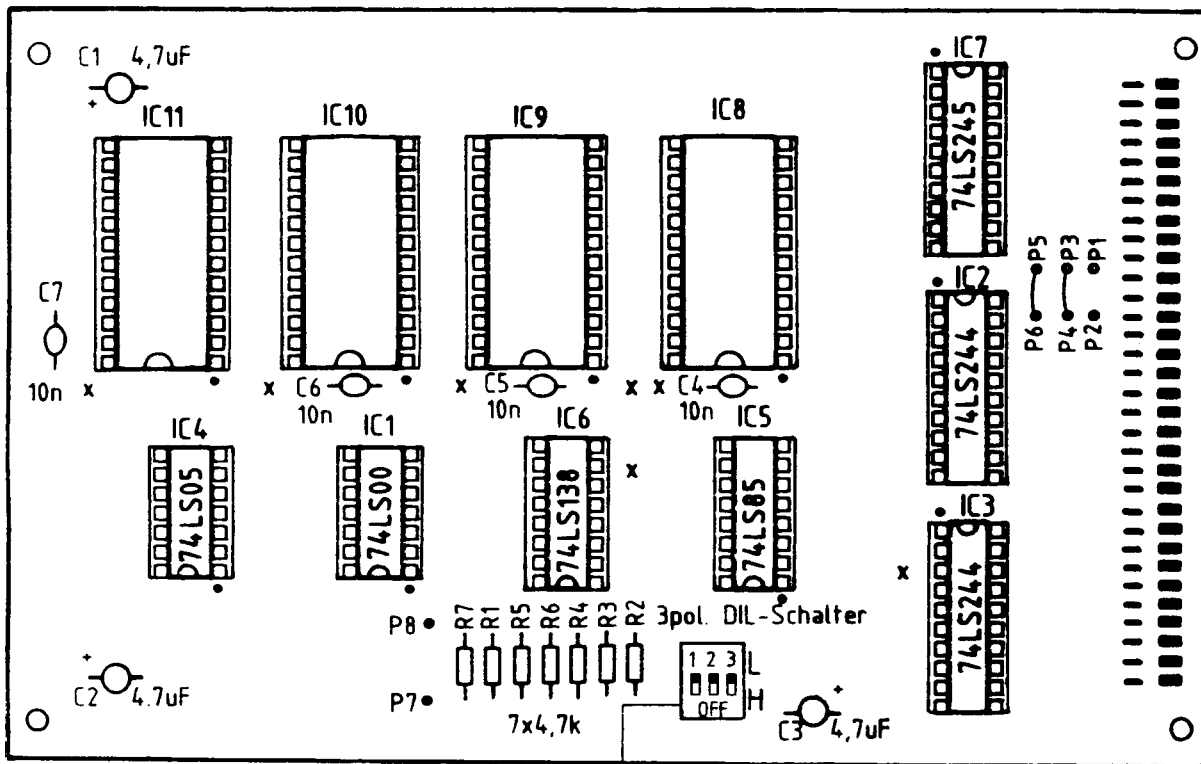


Mikroprozessor-Mikrocomputer

Prozessor 8085



RAM - Baugruppe



Basisadresse 0000

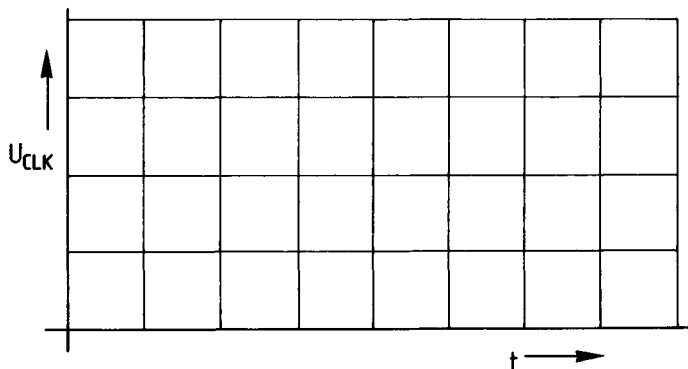
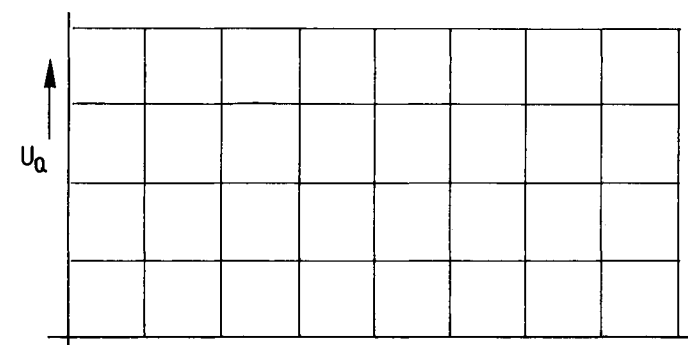
A1

Messen der Quarzfrequenz und des Systemtaktes mit dem Oszilloskop
Insbesondere im Fehlerfall oder bei der Inbetriebnahme müssen an der Prozessorbaugruppe meßtechnische Untersuchungen vorgenommen werden, anhand derer man die grundsätzliche Arbeitsweise beurteilen kann. Hierzu gehört als erstes die Überprüfung des Systemtaktes.

Stecken Sie die Baugruppe "Prozessor 8085" über die Adapterkarte in den Baugruppenträger und schalten Sie die Betriebsspannung ein. Messen Sie mit dem Oszilloskop (mit 10:1-Tastkopf) die Quarzfrequenz am Pin 1 der CPU und die Frequenz des Systemtaktes am Pin 37. Tragen Sie Ihre Meßwerte in die folgende Tabelle ein.

	Quarzfrequenz (1)	Systemfrequenz (37)
Ihre Meßwerte		
Kontroll - Werte	4 MHz	2 MHz

Skizzieren Sie den Verlauf der beiden Spannungen in zeitlichem Zusammenhang



Mikroprozessor-Mikrocomputer

Name: _____

Übungsteil 2

Datum: _____

Prüfung der Prozessorbaugruppe im "Free-Run-Mode"

A2.1

Verbinden Sie (am besten auf der Adapterkarte) die Busleitungen 10c ($\overline{\text{MEMR}}$) und 7c (D7).

Stecken Sie zusätzlich die Bus-Signalanzeige in den Baugruppen-träger;

Schalter RUN/HLT → RUN

Schalter ADDR.STOP → OFF

Anweisungen	Anzeigen; Bemerkungen
Betriebsspannung Ein.	<p>Alle Leuchtpunkte der ADDRESS-Anzeige der Bus-Signalanzeige leuchten; dies ist ein Zeichen dafür, daß sich die Signalzustände auf den Adreß-Leitungen ständig ändern, und daß die CPU grundsätzlich arbeitet.</p> <p>LED's MEMR und INSTR leuchten; die CPU liest "Daten" und interpretiert diese als Befehl.</p> <p>Alle Leuchtpunkte der DATA-Anzeige leuchten; die Datenwerte ändern sich ständig.</p>
Schalter RUN-HLT auf HLT. Mehrere STEP betätigen.	<p>CPU "bleibt stehen", die ADDRESS-Anzeige zeigt eine "feste" Adresse an; ihr Wert hängt vom Zufall ab.</p> <p>ADDRESS-Anzeige wird mit jedem STEP um Eins erhöht.</p>
RESET betätigen	ADDRESS-Anzeige springt auf 0000; die RESET-Funktion der CPU arbeitet richtig.
Schalter RUN-HLT auf RUN	Die CPU arbeitet mit Normalgeschwindigkeit (Anzeigen wie oben).



Mikroprozessor-Mikrocomputer

Name: _____

Übungsteil 2

Datum: _____

Messen Sie mit einem Oszilloskop die Periodendauer der Spannungen an den Adreßleitungen A0 bis A13. Rechnen Sie diese dann in die jeweilige Frequenz um.

A2.2

Adreßleitung	Pin	T	f
A0	16c		
A1	17a		
A2	17c		
A3	18a		
A4	18c		
A5	19a		
A6	19c		
A7	20a		
A8	20c		
A9	21a		
A10	21c		
A11	22a		
A12	22c		
A13	23a		

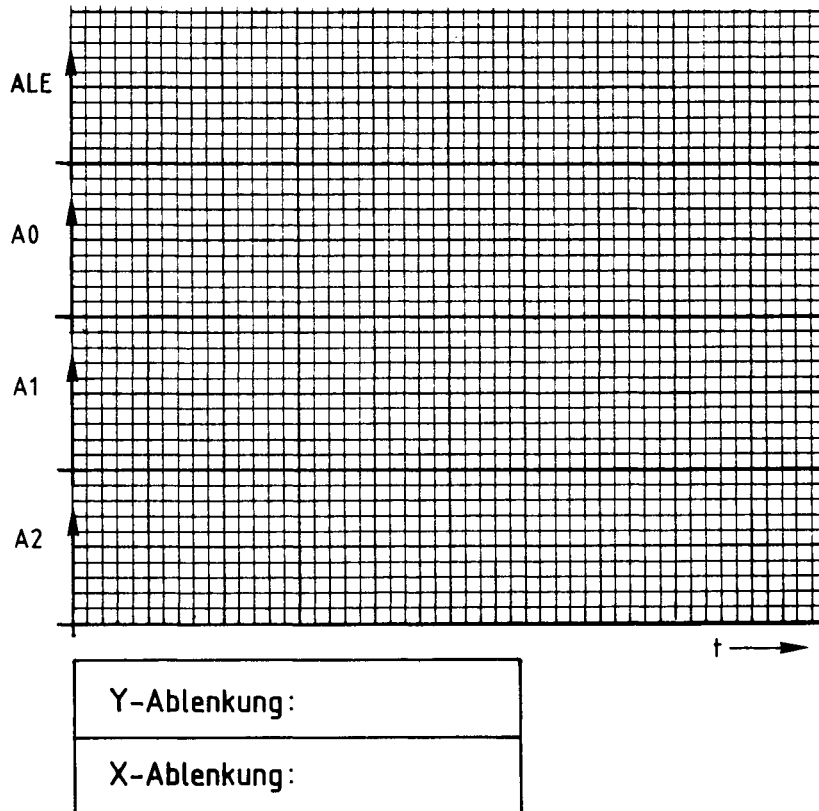
Oszilloskopieren Sie (zeitrichtig) die Signale folgender Adreßleitungen und tragen Sie die Signalverläufe in das vorbereitete Diagramm ein.

Signal	Messbar an ...	Bemerkungen
ALE	MP3-Signalanzeige	Kanal 1
A0	16c-Adapter	Kanal 2
A1	17a-Adapter	Kanal 2
A2	17c-Adapter	Kanal 2
U_{MP1}	MP1-Signalanzeige	Ext. Trigger

Wenn Ihr Oszilloskop keine "Ext. Trigger"-Einrichtung hat oder diese wegen der kurzen Triggerimpulse nicht richtig arbeitet (Bandbreite), legen Sie Signal A2 auf Kanal 2 und messen alle anderen Signale mit Kanal 1. Die Triggerung muß dann auf Kanal 2 geschaltet werden.



A2.3



Diskussion der Meßergebnisse:

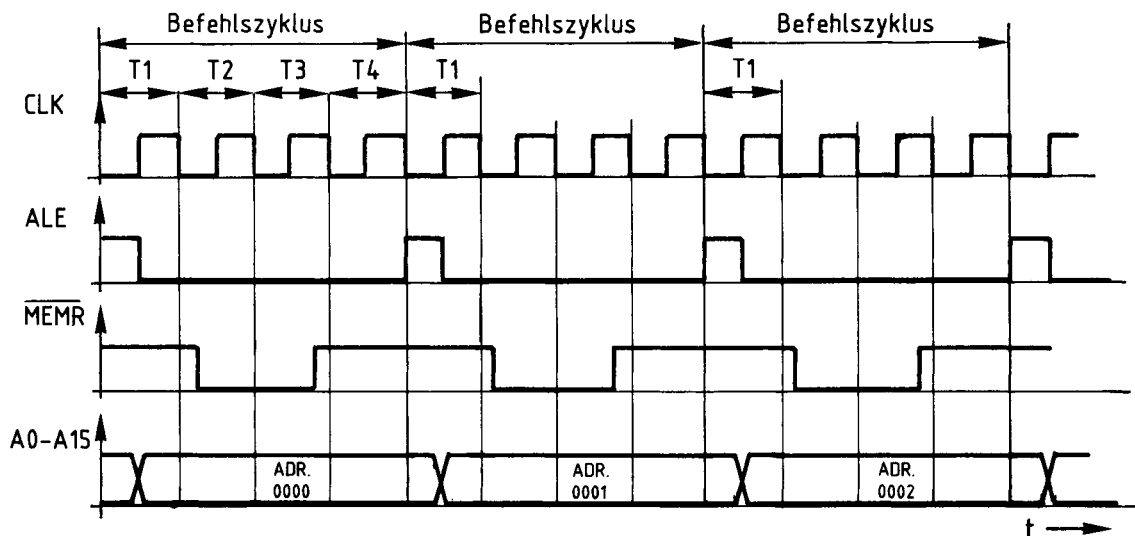


Bild A2.3: Zur Erklärung des "Free-Run-Modes"



Mikroprozessor-Mikrocomputer

Name:

Übungsteil 2

Datum:

Bild A2.3 zeigt Ihnen noch einmal den zeitlichen Verlauf der wichtigsten Signale zum durchgeführten Versuch "Prozessorbaugruppe im "Free-Run-Mode".

A2.4

Innerhalb der Taktzeit T1 gibt die CPU über die Ausgänge AD0 bis AD7 und A8 bis A15 eine Adresse aus, nehmen wir an, die Adresse 0000 (Hexadezimal). Mit der fallenden Taktflanke des ALE-Signals wird diese Adresse in den Adreßzwischenpeicher übernommen und auf den System-Bus geschaltet. Da sich der Prozessor zuerst einen Befehl holen muß, schaltet er zu Beginn der Taktzeit T2 das Steuersignal $\overline{\text{MEMR}}$ auf L-Pegel. Durch die Verbindung der Leitung $\overline{\text{MEMR}}$ mit der Datenleitung D7 findet der Prozessor auf dem Datenbus das Datenwort 7F vor, weil die Datenleitungen D0 bis D6 über die Bus-Abschlußwiderstände auf H-Pegel liegen, und die Datenleitung D7 durch das $\overline{\text{MEMR}}$ Signal auf L-Pegel gezogen wird.

Innerhalb der Taktzeit T3 wird das Befehlsbyte 7F in die CPU übernommen. Das $\overline{\text{MEMR}}$ -Signal wird wieder auf H-Pegel geschaltet.

Während der Taktzeit T4 wird das gelesene Befehlsbyte in der CPU entschlüsselt und als 1-Byte-Befehl "MOV A,A" erkannt.

MOV A,A bedeutet für die CPU die Anweisung "Transportiere (Move = transportieren, übertragen) das Datenwort, das zur Zeit im Akkumulator steht, in den Akkumulator". Der Akkumulator ist ein 8-Bit-Register (Speicher) in der CPU. Der Befehl bewirkt keinerlei Veränderung der CPU.

Die "Bearbeitung" des Befehls ist also mit dem Ende von T4 abgeschlossen, es kann der nächste Befehl gelesen werden. Dazu gibt die CPU nun die Adresse 0001 aus, schaltet $\overline{\text{MEMR}}$ wieder auf L-Pegel und liest erneut das Befehlsbyte 7F.

Mit jedem weiteren Befehlszyklus - die CPU benötigt dazu jeweils vier Takte - wird die Befehlszähleinrichtung der CPU um 1 erhöht. Wenn der höchste Wert FFFF erreicht ist, beginnt die CPU wieder bei der Adresse 0000.

Oszilloskopiert man die Spannungen der Adreßleitungen, beginnend bei Leitung A0, so muß man Rechteckspannungen mit jeweils doppelter Periodendauer messen können. Die kleinste Periodendauer muß dem 8-fachen der Taktzeit des CLK-Signals (Pin 37, CPU) entsprechen. Die Ausführungszeit dieses Befehls läßt sich auch aus dem Abstand zweier ALE-Impulse bestimmen.



Verfolgen der Bearbeitung eines Programms mit dem Oszilloskop
Mit Hilfe des Bus-Signalgebers wird das Programm in den RAM-Speicher eingegeben. Hierzu wird die CPU vom System-Bus getrennt. Nach der Programmeingabe wird die Bearbeitung des Programms durch die CPU bei normaler Arbeitsgeschwindigkeit mit einem Oszilloskop verfolgt.

A3.1

Vorbereitungen:

- RAM-Baugruppe: Basisadresse mit den DIL-Schaltern auf 0000H stellen. RAM-Baustein in die Fassung IC8 stecken (sofern nicht vier RAMs vorhanden sind).

Folgende Baugruppen in den Baugruppenträger stecken:

- Bus-Signalgeber
- Bus-Signalanzeige über Adapterkarte
- Prozessor 8085
- RAM-Baugruppe

Betriebsspannung einschalten!



A3.2

Anweisung	Anzeige; Kommentare								
Signalgeber: ON/OFF → ON Signalanzeige: RUN/HLT → RUN ADDR. STOP → OFF	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> ADDRESS- und DATA-Anzeigen entsprechen den Einstellungen der ADDRESS- und DATA-Schalter. Die CPU ist vom Bus getrennt. In dieser Schalterstellung können Programme in den RAM-Speicher geladen werden. </div> Vorbereitung für norm. Arbeitsgeschwindigkeit der CPU.								
Laden Sie in den RAM-Speicher: <table border="1" style="margin: 10px auto;"> <thead> <tr> <th>ADDRESS</th> <th>DATA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0000</td> <td>C3</td> </tr> <tr> <td>0001</td> <td>00</td> </tr> <tr> <td>0002</td> <td>00</td> </tr> </tbody> </table> Signalgeber: ON/OFF → OFF	ADDRESS	DATA	0000	C3	0001	00	0002	00	Dies ist das Programm. Es besteht aus dem einzigen Befehl "JMP 0000". Die CPU arbeitet jetzt mit "Normalgeschwindigkeit".
ADDRESS	DATA								
0000	C3								
0001	00								
0002	00								

Oszilloskopieren Sie mit einem Zweistrahl-Oszilloskop der Reihe nach die in folgender Tabelle angegebenen Signale.

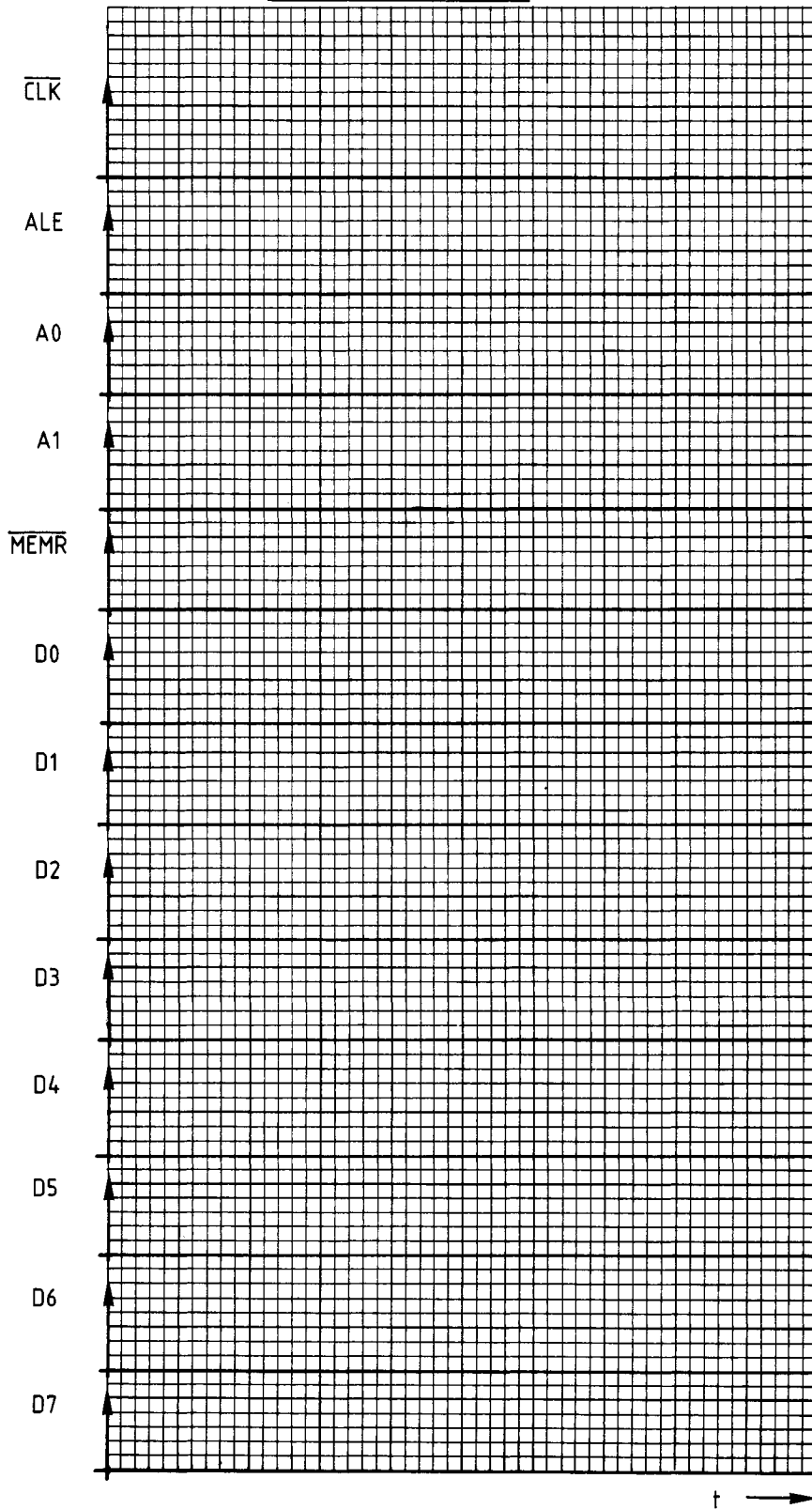
Tragen Sie die Signalverläufe in das vorbereitete Diagramm ein.

Signal	Messbar ...	Bemerkungen
U_{MP1}	MP1-Signalanzeige	Eingang "Ext.Triggerung"
\overline{CLK}	2a-Adapter	Kanal 1, Systemtakt
ALE	MP3-Signalanzeige	Kanal 2
A0	16c-Adapter	Kanal 2
A1	17a-Adapter	Kanal 2
\overline{MEMR}	MP7-Signalanzeige	Kanal 2
D0	4a-Adapter	Kanal 2
D1	4c-Adapter	Kanal 2
D2	5a-Adapter	Kanal 2
D3	5c-Adapter	Kanal 2
D4	6a-Adapter	Kanal 2
D5	6c-Adapter	Kanal 2
D6	7a-Adapter	Kanal 2
D7	7c-Adapter	Kanal 2



Zeitablenkung: 1µs/Div.

A3.3



A3.4

Diskussion der Meßergebnisse

Das Signal am Meßpunkt 1 der Signalanzeige wechselt immer dann auf H-Pegel, wenn der Adreßbus die Adresse 0000 führt. Diese Adresse haben Sie dem Adreßvergleichler auf der Bus-Signalanzeige mit den 16 DIL-Schaltern vorgegeben. Das Signal am Meßpunkt 1 ist das Ausgangssignal dieses Adreßvergleichers. Es wurde zur externen Triggerung des Oszilloskops verwendet. Dadurch haben alle aufgenommenen Signale den richtigen Zeitbezug zueinander.

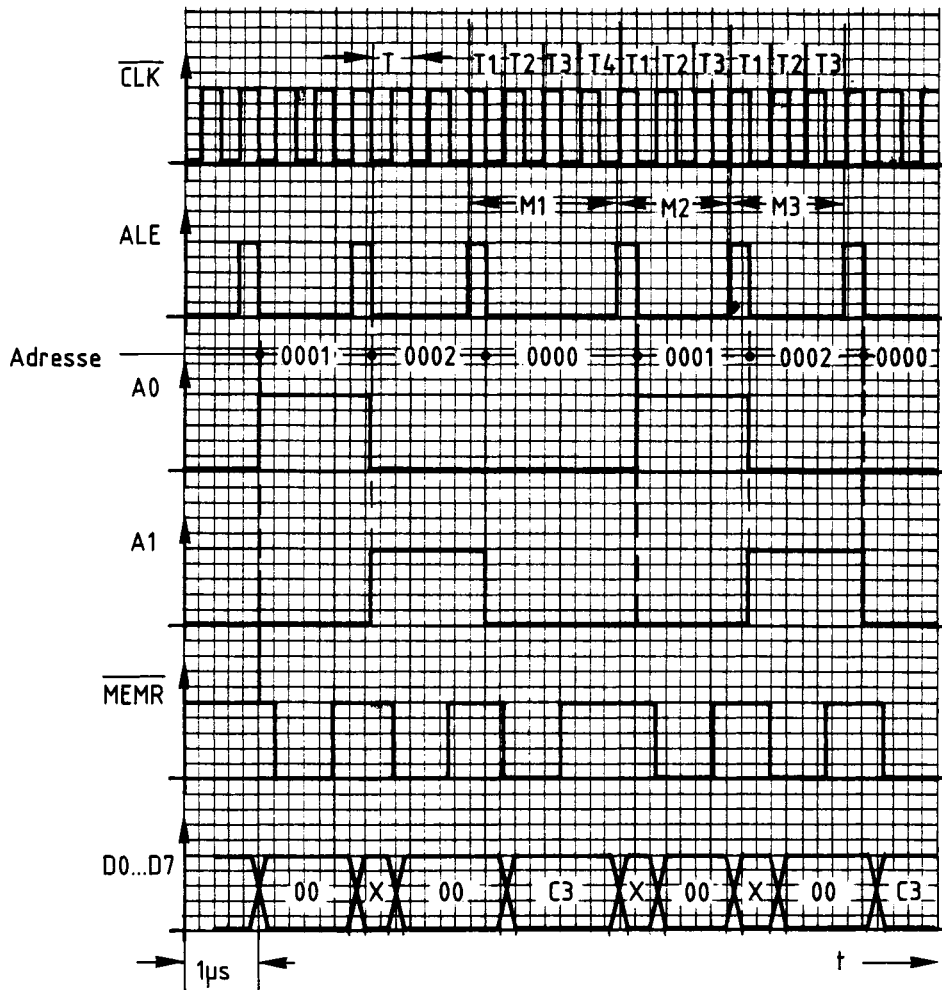


Bild A3.4: Oszillosgramme zum Arbeitsschritt A3



A3.5

Das ALE-Signal nimmt jeweils zu Beginn eines neuen Maschinenzykusses für eine halbe Taktperiode ($\overline{\text{CLK}}$) H-Pegel an. Sie können deutlich erkennen, daß der Maschinenzklus M1 vier Taktperioden (T1-T4) andauert und die Zyklen M2 und M3 nur je drei. Ursache dafür ist die Befehlsentschlüsselung, die während des Taktzyklusses T4 erfolgt. Die Bearbeitungszeit für den gesamten Befehl (oder hier das Programm) beträgt 10 Taktzyklen bzw. 5 μs .

Aus dem Verlauf der Adreßsignale (A0 u. A1) lassen sich - jeweils für die Dauer eines Maschinenzykusses - die vom Prozessor ausgegebenen Adressen bestimmen. Die ermittelten Adreßwerte sind in das Diagramm eingetragen.

Ein L-Pegel des Steuersignals MEMR zeigt an, daß die CPU aus dem Speicher liest. Um den Drei-Byte-Befehl zu lesen, sind drei Speicherzugriffe erforderlich. Das jeweils gelesene Datenwort läßt sich aus den Verläufen der einzelnen Datensignale ermitteln. Die so bestimmten Datenworte sind in die vereinfachte Darstellung der Datensignale eingetragen. Zwischen den Datenworten C3, 00 und 00 ergaben sich durch die Prozessoraktivität noch andere Signalzustände auf den Datenleitungen (mit X bezeichnet), die jedoch für den Programmablauf bedeutungslos sind.

FACHTHEORETISCHE ÜBUNG MIKROCOMPUTER – TECHNIK

STEUERUNG EINER PAKETWENDEANLAGE

BFZ/MFA 20.1.



Diese Übung ist Bestandteil eines Mediensystems, das im Rahmen eines vom Bundesminister für Bildung und Wissenschaft, vom Bundesminister für Forschung und Technologie sowie der Bundesanstalt für Arbeit geförderten Modellversuches zum Einsatz der "Mikrocomputer-Technik in der Facharbeiterausbildung" vom BFZ-Essen e.V. entwickelt wurde.

Inhaltsverzeichnis

	Seite	
1.	Einleitung	2
2.	Paketwende-prozeß	3
2.1.	Aufbau der Anlage und Prozeßablauf	3
3.	Mikrocomputer-Steuerung	5
3.1.	Hardware	5
3.2.	Programm zur Steuerung der Paketwendeanlage	7
3.3.	Beschreibung von Prozeßabläufen durch Funktionsdiagramme	10
3.4.	Überprüfen der Schaltersignale	13
A1-A4	Arbeitsblätter	16
4.	Programmablaufpläne	21
A5-A7	Arbeitsblätter	28
5.	Programmiertechnik	33
5.1.	Maskieren	35
5.2.	Warteschleifen	38
5.2.	Zählschleifen	43
5.4.	Tabellenverarbeitung	44
5.5.	Erstellung eines Programms mit "Zählschleifen und Tabellen" zur Steuerung der Paketwendeanlage	46
5.6.	Das Anlegen von Tabellen im Speicher	51
A8-A9	Arbeitsblätter	52
6.	Beispiel eines SPS-Programms für die Steuerung der Paketwendeanlage	63
6.1.	Programmieren in der SPS-Sprache	64
A10	Arbeitsblatt	73
7.	Beispiel eines BASIC-Programms für die Steuerung der Paketwendeanlage	74
A11	Arbeitsblatt	82
8.	ANHANG	
8.1.	Pneumatische Stelltriebe	83
8.2.	Schnittstellen zur Steuerung	85
-	Lösungen zu den Arbeitsblättern	89
-	Vorschlag zum Bau eines Simulationsmodells für die Paketwendeanlage	101

Steuerung einer Paketwendeanlage

1. Einleitung

Im Zuge der Automatisierung gewinnt die Steuerung und Regelung von Prozeßabläufen weiter an Bedeutung.

Lange Zeit enthielten Steuer- und Regeleinrichtungen Schütze, Relais, Zeituhren und mechanische Programmschaltwerke, mit deren Hilfe die notwendigen Signalverknüpfungen durchgeführt wurden. Später wurden viele dieser Verknüpfungen von Transistorschaltungen und in neuerer Zeit von Integrierten Schaltkreisen übernommen. In den letzten Jahren sind diese Einrichtungen in zunehmendem Maße aus Mikrocomputer-Bausteinen aufgebaut.

Sie enthalten spezielle Eingabe- und Ausgabe-Baugruppen, Speicher mit dem aufgabenspezifischen Steuerungsprogramm und den Mikroprozessor, der die Steuerungsabläufe entsprechend dem Programm koordiniert.

Wo früher die Verdrahtung der Bauteile die Funktion einer Steuereinrichtung bestimmte, ist es heute das Programm, das diese Aufgabe übernimmt. Von einem Fachmann, der mit solchen Einrichtungen umgehen muß, wird daher immer mehr verlangt, solche Programme zu verstehen. Um ihm hierbei die Arbeit zu erleichtern, wurden Programmiersprachen geschaffen, die mehr oder weniger leicht anwendbar sind.

In dieser Übung werden die Grundlagen zur Erstellung eines Programms zur "Steuerung einer Paketwendeanlage" vermittelt. Als Programmiersprache wird die "Assemblersprache" verwendet. In einem weiteren Übungsteil wird das Programm mit den Sprachelementen einer "Speicherprogrammierbaren Steuerung" erstellt und anschließend daran, in der Programmiersprache "BASIC".

Steuerung einer Paketwendeanlage

2. Paketwendeprozess

2.1. Aufbau der Anlage und Prozeßablauf

Die Paketwendeanlage, deren funktioneller Ablauf in Verbindung mit einer Mikrocomputer-Steuerung untersucht werden soll, ist als Technologieschema im Bild 1 dargestellt. Diese Einrichtung ist Teil einer automatischen Verpackungsanlage und hat die Aufgabe, auf dem linken Transportband ankommende Pakete um 90 Grad zu kippen und sie dem rechten Transportband zuzuführen. Dies könnte z.B. erforderlich sein, um Kartons, die aus einem Fertigungsvorgang kommen, in die richtige Lage zum Beschicken mit Verpackungsgütern zu drehen.

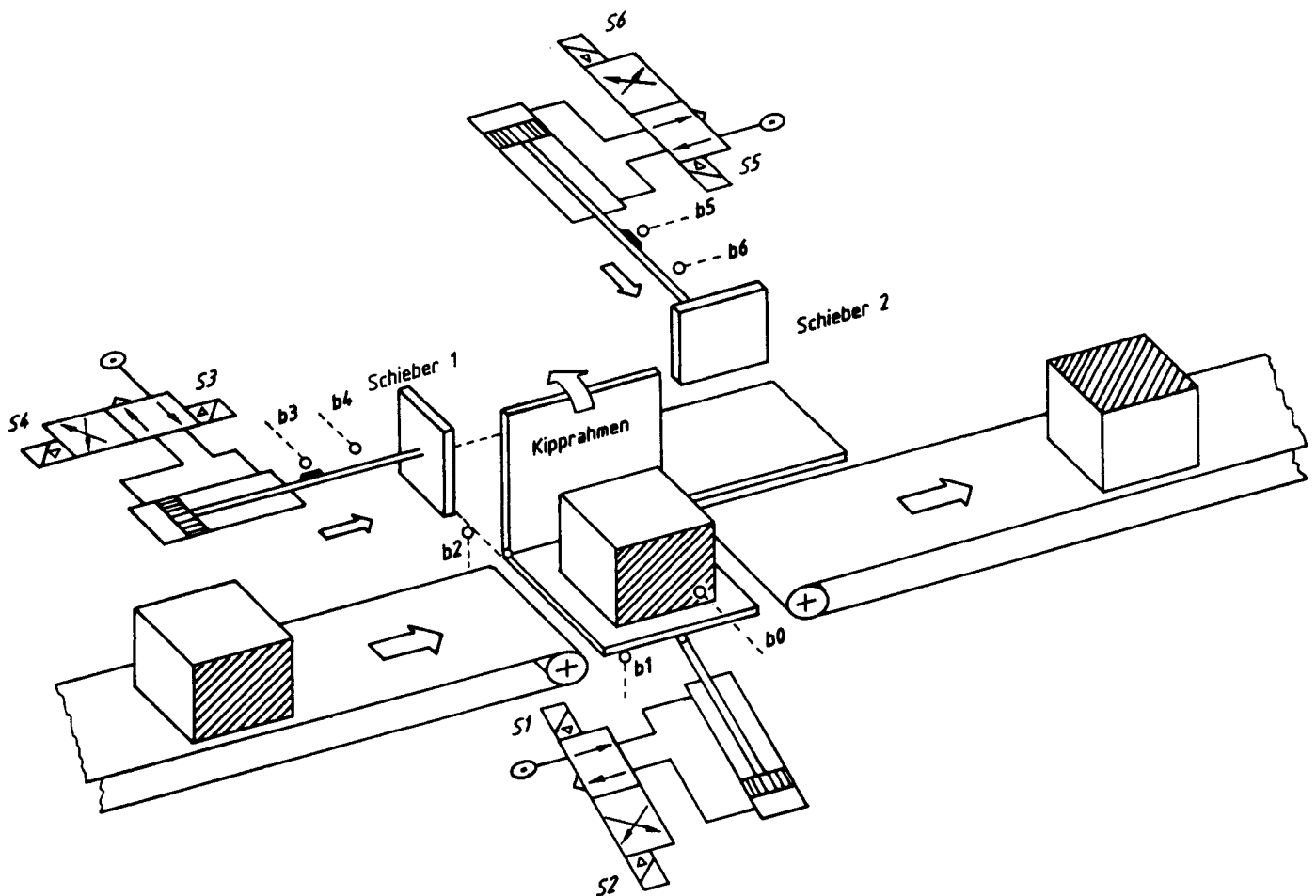


Bild 1 : Technologieschema einer Paketwendeanlage

In der Anlage befindet sich ein Kipprahmen, der das ankommende Paket um 90 Grad kippt und zwei Schieber. Der eine Schieber bewegt das Paket vom Kipprahmen herunter, der zweite schiebt es anschließend auf das rechte Transportband. Der Kipprahmen und die Schieber werden über pneumatische Stelltriebe bewegt, wobei die beiden Transportbänder ständig in Bewegung bleiben. Ausgehend von der im Bild 1 dargestellten Ruhelage vollzieht sich der Funktionsablauf in folgenden Schritten:

Steuerung einer Paketwendeanlage

1. Schritt:

Die Wendevorrichtung befindet sich bis zur Ankunft eines Paketes auf dem Kipprahmen in Ruhestellung.

2. Schritt:

Nach Ankunft eines Paketes wird der Kipprahmen mit dem Paket um 90 Grad gekippt.

3. Schritt:

Nach Beendigung des Kippvorganges transportiert Schieber 1 das Paket vom Kipprahmen.

4. Schritt:

Bevor der Schieber 2 betätigt wird, wird zunächst der Schieber 1 in die Ruhelage gesteuert.

5. Schritt:

Danach transportiert Schieber 2 das Paket auf das rechte Transportband.

6. Schritt:

Im vorletzten Arbeitsschritt wird der Schieber 2 zurückgesteuert.

7. Schritt:

Der Kipprahmen wird in seine Ruhelage gesteuert. Wenn er sie wieder erreicht hat, ist der Wendeprozess beendet.

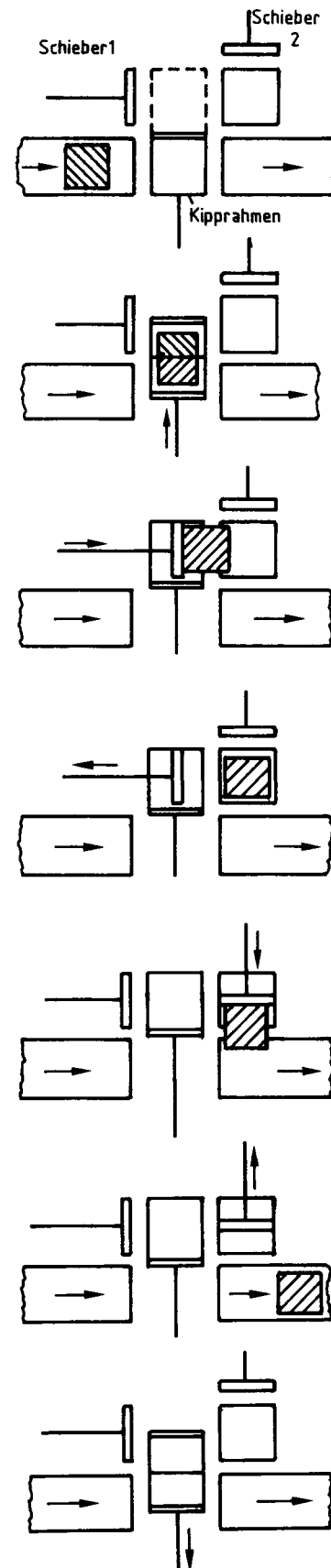


Bild 2 : Prozeßschritte beim Paketwendevorgang

Steuerung einer Paketwendeanlage

Nach dem Ablauf dieser sieben Prozeßschritte befindet sich die Anlage wieder in der Ausgangslage und kann erneut mit einem Paket beschickt werden.

Die Ankunft eines Paketes und die Endlagen der beiden Schieber und des Kipprahmens werden mit Hilfe von Sensoren erfaßt.

Eine Beschreibung der Stellglieder für die beweglichen Teile der Anlage sowie Hinweise zu den Schnittstellen zur Steuerung finden Sie im Anhang zu dieser Übung.

3. Mikrocomputer-Steuerung

3.1. Hardware

Die Aufgabe eines Mikrocomputers zur Steuerung der Paketwendeanlage besteht nun darin, in Abhängigkeit von den Signalzuständen der Sensoren die Magnetventile so anzusteuern, daß ein ordnungsgemäßer Ablauf des Paketwendeprozesses gewährleistet ist.

Da nur sieben Signale (b0 bis b6) überwacht und nur sechs Magnetspulen (S1 bis S6) für die drei Ventile angesteuert werden müssen, genügt ein Mikrocomputer mit je einem 8-Bit-Eingabe- und einem 8-Bit-Ausgabe-Port. Daneben reicht ein kleiner Festwertspeicher für das Steuerprogramm und etwas Schreib-Lese-Speicher für die Zwischenspeicherung von Daten aus. Das Blockschaltbild für die Anlage ist im Bild 3 abgebildet.

Am Eingabe- und Ausgabe-Port sind die Prozeßsignale angeschlossen. Da später das Steuerungsprogramm untersucht werden soll, sind die Port-Nummern und die Belegungen der Ein- und Ausgänge angegeben. Signalverstärker und Eingangsfiler sind ebenfalls nur als Block dargestellt.

Im nächsten Kapitel finden Sie ein Programm zur Steuerung der Paketwendeanlage für einen Mikrocomputer. Es beginnt im Speicher üblicherweise ab der Speicheradresse 0000H.

Steuerung einer Paketwendeanlage

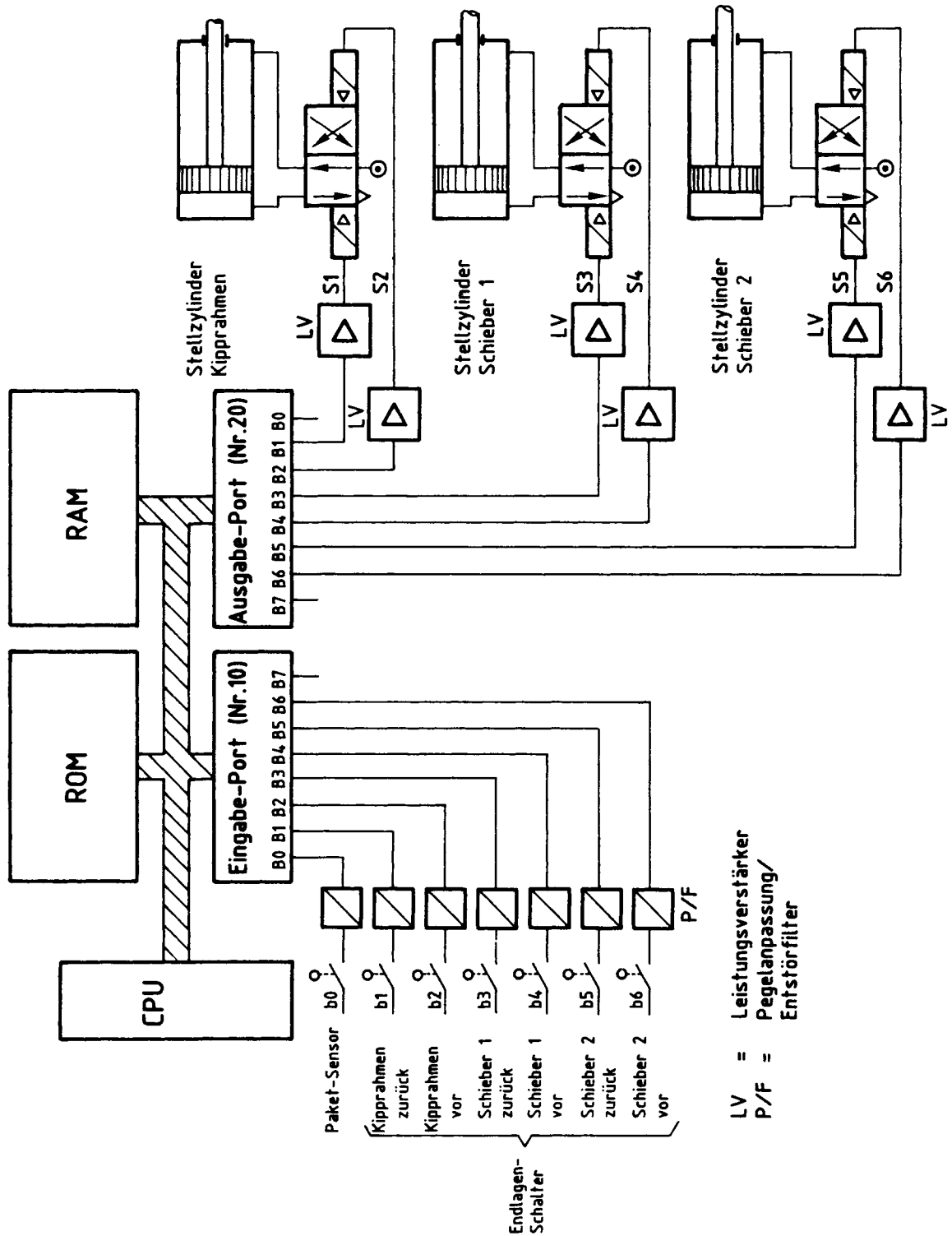


Bild 3: Hardware für computergesteuerte Paketwendeanlage

Steuerung einer Paketwendeanlage

3.2. Programm zur Steuerung der Paketwendeanlage.

Bild 4 zeigt ein Programm für die Steuerung der Paketwendeanlage. Es ist in Maschinensprache in binärer und hexadezimaler Darstellung aufgelistet.

SPEICHER- ADR.	INHALT	
	BINÄR	HEX.
0000	00111110	3E
0001	00000000	00
0002	11010011	D3
0003	00100000	20
0004	11011011	DB
0005	00010000	10
0006	11100110	E6
0007	00000001	01
0008	11001010	CA
0009	00000100	04
000A	00000000	00
000B	00111110	3E
000C	00000100	04
000D	11010011	D3
000E	00100000	20
000F	11011011	DB
0010	00010000	10
0011	11100110	E6
0012	00000100	04
0013	11001010	CA
0014	00001111	0F
0015	00000000	00
0016	00111110	3E
0017	00010000	10
0018	11010011	D3
0019	00100000	20
001A	11011011	DB
001B	00010000	10
001C	11100110	E6
001D	00010000	10
001E	11001010	CA
001F	00011010	1A
0020	00000000	00
0021	00111110	3E
0022	00001000	08
0023	11010011	D3
0024	00100000	20
0025	11011011	DB
0026	00010000	10
0027	11100110	E6

Fortsetzung:

0028	00001000	08
0029	11001010	CA
002A	00100101	25
002B	00000000	00
002C	00111110	3E
002D	01000000	40
002E	11010011	D3
002F	00100000	20
0030	11011011	DB
0031	00010000	10
0032	11100110	E6
0033	01000000	40
0034	11001010	CA
0035	00110000	30
0036	00000000	00
0037	00111110	3E
0038	00100000	20
0039	11010011	D3
003A	00100000	20
003B	11011011	DB
003C	00010000	10
003D	11100110	E6
003E	00100000	20
003F	11001010	CA
0040	00111011	3B
0041	00000000	00
0042	00111110	3E
0043	00000010	02
0044	11010011	D3
0045	00100000	20
0046	11011011	DB
0047	00010000	10
0048	11100110	E6
0049	00000010	02
004A	11001010	CA
004B	01000110	46
004C	00000000	00
004D	11000011	C3
004E	00000000	00
004F	00000000	00

Bild 4 : Steuerungsprogramm für die Paketwendeanlage in binärer und hexadezimaler Darstellung

Programme, die in dieser Form vorliegen, nennt man Maschinenprogramme, weil sie den Speicherinhalt jeder Programmspeicherstelle so darstellen, wie er später im Speicher vorzufinden ist.

Steuerung einer Paketwendeanlage

Für den Menschen ist allerdings bei dieser Darstellung der Programmablauf kaum zu erkennen. Wesentlich übersichtlicher und durchschaubarer wird das Programm, wenn man es im sogenannten mnemonischen- bzw. Assemblercode darstellt. Dies zeigt Bild 5.

Adr.	Masch.-Code	Assemb.-Code
0000	3E00	MVI A,00
0002	D320	OUT 20
0004	DB10	IN 10
0006	E601	ANI 01
0008	CA0400	JZ 0004
000B	3E04	MVI A,04
000D	D320	OUT 20
000F	DB10	IN 10
0011	E604	ANI 04
0013	CA0F00	JZ 000F
0016	3E10	MVI A,10
0018	D320	OUT 20
001A	DB10	IN 10
001C	E610	ANI 10
001E	CA1A00	JZ 001A
0021	3E08	MVI A,08
0023	D320	OUT 20
0025	DB10	IN 10
0027	E608	ANI 08
0029	CA2500	JZ 0025
002C	3E40	MVI A,40
002E	D320	OUT 20
0030	DB10	IN 10
0032	E640	ANI 40
0034	CA3000	JZ 0030
0037	3E20	MVI A,20
0039	D320	OUT 20
003B	DB10	IN 10
003D	E620	ANI 20
003F	CA3B00	JZ 003B
0042	3E02	MVI A,02
0044	D320	OUT 20
0046	DB10	IN 10
0048	E602	ANI 02
004A	CA4600	JZ 0046
004D	C30000	JMP 0000
		END

Bild 5 : Steuerungsprogramm der Paketwendeanlage im Assemblercode (auch mnemonischer Code genannt)

Mit zunehmender Programmlänge wird aber auch ein Assembler-Programm schnell undurchsichtig.

Abhilfe schafft hier eine Strukturierung (Struktur = Gliederung, Aufbau) des Programms in aufgabenbezogene Programmteile und eine gute Kommentierung, die hier gemeinsam erarbeitet werden soll. Wenn man das Programm in Bild 5 aufmerksam studiert, so erkennt man, daß die Befehlsfolge der ersten fünf Befehle siebenmal auftritt, jedoch mit veränderten Operanden. Da der Steuerungsablauf bekannt ist, ist zu vermuten, daß die sieben Befehlsfolgen mit den Prozeßschritten des Paketwendevorganges übereinstimmen, bei dem jeder Schritt des Steuerungsablaufs die gleiche Funktion hat:

Nach der Ansteuerung der Stellglieder muß auf eine bestimmte Rückmeldung gewartet werden.

Steuerung einer Paketwendeanlage

Zur besseren Orientierung kennzeichnet man die Programmteile mit Kurznamen, z.B. SCHR1 oder S1VOR. Diese Kurznamen, man nennt sie auch Label, schreibt man vor den ersten Befehl eines Programmteiles und schließt sie mit einem Doppelpunkt (:) ab. Label (= Marke, Etikett) sollten so gewählt werden, daß aus ihnen die Aufgabe des Programmteils, das sie kennzeichnen, hervorgeht; z.B. S1VOR: für Schieber 1 nach vorn.

Darüberhinaus ist es sinnvoll, das Programm rechts um ein Kommentarfeld zu erweitern, in dem man die Aufgabe der Programmteile beschreibt (Bild 6).

Adr.	Masch.-Code	Labelfeld	Assembler-Code	Kommentar
0000 0002 0004 0006 000B	3E00 D320 DB10 E601 CA0400	SCHR1:	MVI A,00 OUT 20 IN 10 ANI 01 JZ 0004	Alle Ausgänge auf L-Pegel schalten Prüfen der Weiterschalt- bedingung
000B 000D 000F 0011 0013	3E04 D320 DB10 E604 CA0F00	KRVOR:	MVI A,04 OUT 20 IN 10 ANI 04 JZ 000F	Ausgang B2 einschalten, Kipprahmen vorsteuern
0016 0018 001A 001C 001E	3E10 D320 DB10 E610 CA1A00	S1VOR:	MVI A,10 OUT 20 IN 10 ANI 10 JZ 001A	Ausgang B4 einschalten, Schieber 1 vorsteuern
0021 0023 0025 0027 0029	3E08 D320 DB10 E608 CA2500	S1ZUR:	MVI A,08 OUT 20 IN 10 ANI 08 JZ 0025	Ausgang B3 einschalten Schieber 1 zurücksteuern
002C 002E 0030 0032 0034	3E40 D320 DB10 E640 CA3000	S2VOR:	MVI A,40 OUT 20 IN 10 ANI 40 JZ 0030	Ausgang B6 einschalten Schieber 2 vorsteuern
0037 0039 003B 003D 003F	3E20 D320 DB10 E620 CA3B00	S2ZUR:	MVI A,20 OUT 20 IN 10 ANI 20 JZ 003B	Ausgang B5 einschalten Schieber 2 zurücksteuern
0042 0044 0046 0048 004A	3E02 D320 DB10 E602 CA4600	KRZUR:	MVI A,02 OUT 20 IN 10 ANI 02 JZ 0046	Ausgang B1 einschalten Kipprahmen zurücksteuern
004D	C30000		JMP SCHR1	
		END		

Bild 6 : Assembler-Programm mit Labeln und Kommentaren

Steuerung einer Paketwendeanlage

Um noch weitere Einzelheiten im Programm erkennen zu können, muß man sich zunächst noch einmal mit der exakten Beschreibung des Prozeßablaufs beschäftigen.

3.3. Beschreibung von Prozeßabläufen durch Funktionsdiagramme

Da die Abläufe komplexer Prozesse meist unübersichtlich sind, wenn man sie mit Worten beschreibt, erweist es sich als sinnvoll, sie mit Hilfe von Funktionsdiagrammen darzustellen. In ihnen wird das Zusammenspiel der Anlage mit der Steuerung dadurch überschaubar, daß jedem Prozeßschritt die zugehörigen Steuerungssignale (Stell- und Rückmeldesignale) gegenübergestellt sind.

Für Prozesse mit Bewegungsfunktionen verwendet man sogenannte Weg-Zeit-Diagramme. In ihnen wird die Lage der Stellorgane in Abhängigkeit von der Zeit dargestellt. Dabei wird die horizontale Zeitachse den aufeinanderfolgenden Prozeßschritten zugeordnet, während in der Vertikalen die Lage der Stellorgane aufgetragen wird. Eine Abwandlung der Weg-Zeit-Diagramme bilden die Signal-Zeit-Diagramme, in denen, abhängig vom Prozeßschritt, der Signalpegel der Schaltelemente aufgetragen wird. Bild 8 zeigt beide Diagramme für die Paketwendeanlage. Die in diesen Diagrammen verwendeten Abkürzungen sind in Bild 7 zusammengefaßt.

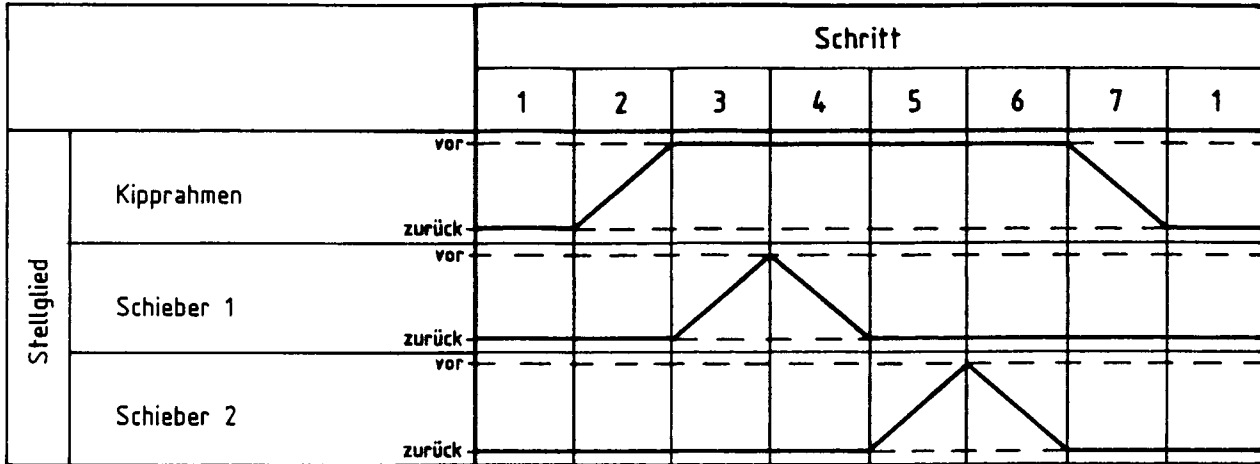
	Abkürzung	Bezeichnung
Magnetventil	S1	Kipprahmen zurück
	S2	- " - vor
	S3	Schieber 1 zurück
	S4	- " - vor
	S5	Schieber 2 zurück
	S6	- " - vor
Endschalter/ Sensor	b0	Paketsensor
	b1	Kipprahmen hinten
	b2	- " - vorne
	b3	Schieber 1 hinten
	b4	- " - 1 vorne
	b5	Schieber 2 hinten
b6	- " - 2 vorne	

Bild 7 : Bezeichnung der Prozeßsignale

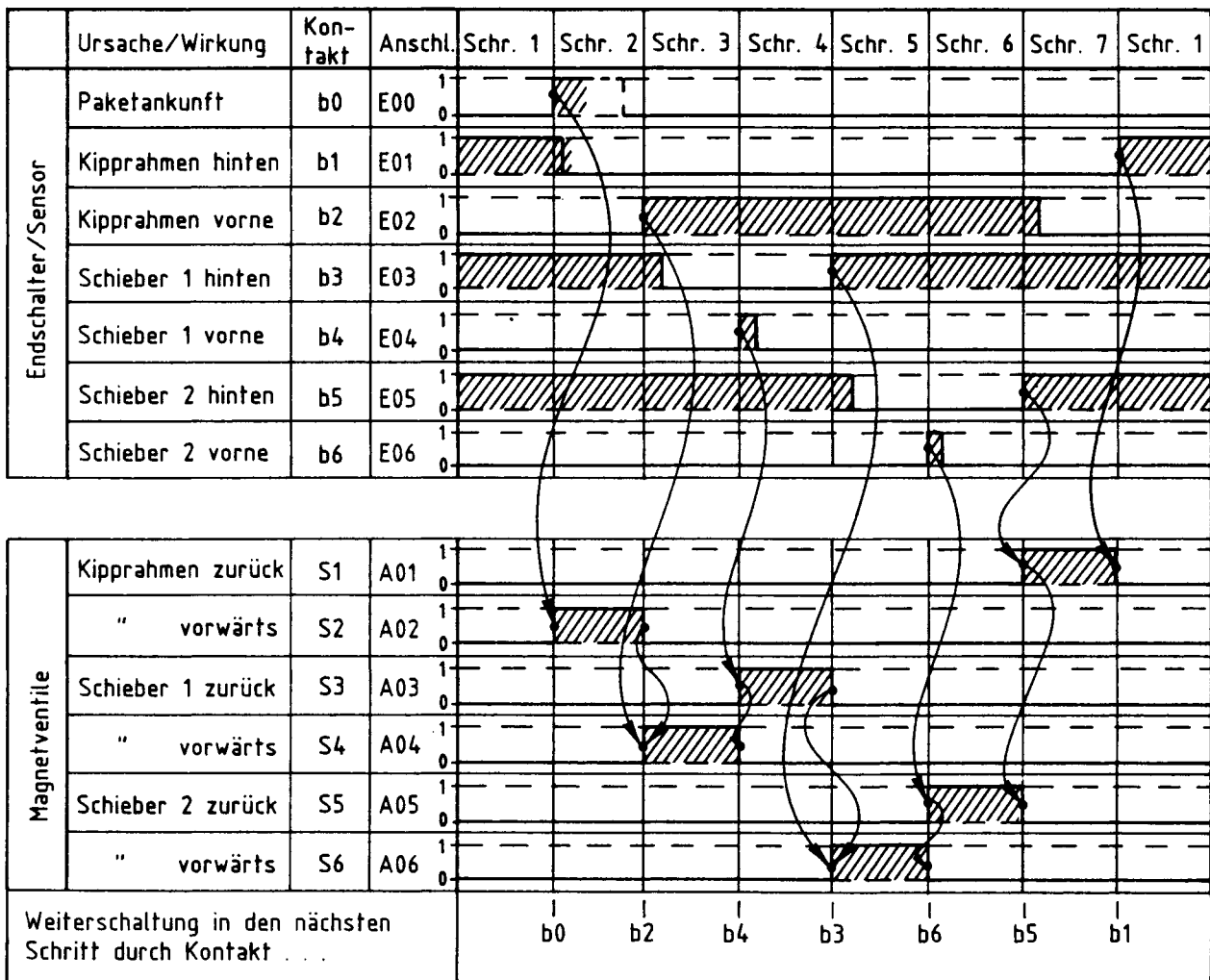
Bei Inbetriebnahme-, Wartungs- und Reparatur-Aufgaben sind diese Funktionsdiagramme besonders nützlich, da sie abhängig vom Prozeßschritt den Zustand der Signale anzeigen, den man dann meßtechnisch überprüfen kann.

Steuerung einer Paketwendeanlage

Weg-Zeit-Diagramm



Signal-Zeit-Diagramm:



0 ≙ Kontakt offen
 1 ≙ Kontakt geschlossen

Bild 8 : Weg-Zeit- und Signal-Zeit-Diagramm zur Paketwendeanlage

Steuerung einer Paketwendeanlage

Aus dem Signal-Zeit-Diagramm, zusammen mit Bild 3 lassen sich für jeden Prozeßschritt die erforderlichen Ausgabe-Bitmuster für die Ansteuerung der Ventile sowie die Eingabe-Bitmuster für das Weiterschalten in den Folgeschritt ermitteln. Diese sind in Bild 9 zusammengefaßt.

Schritt	Bitmuster am Ausgabe-Port, das die Stellglieder ansteuert		Bitmuster am Eingabe-Port, das die Weiterschaltung auslöst	
	binär	Hex.	binär	Hex.
1	B7 X 0 0 0 0 0 0 0 X B0	≙ 0 0	B7 X X X X X X X 1 B0	≙ 0 1
2	B7 X 0 0 0 0 1 0 0 X B0	≙ 0 4	B7 X X X X X 1 X X B0	≙ 0 4
3	B7 X 0 0 1 0 0 0 0 X B0	≙ 1 0	B7 X X X 1 X X X X B0	≙ 1 0
4	B7 X 0 0 0 1 0 0 0 X B0	≙ 0 8	B7 X X X X 1 X X X B0	≙ 0 8
5	B7 X 1 0 0 0 0 0 0 X B0	≙ 4 0	B7 X 1 X X X X X X B0	≙ 4 0
6	B7 X 0 1 0 0 0 0 0 X B0	≙ 2 0	B7 X X 1 X X X X X B0	≙ 2 0
7	B7 X 0 0 0 0 0 0 1 X B0	≙ 0 2	B7 X X X X X X 1 X B0	≙ 0 2

Bild 9 : Ein-/Ausgabe-Bitkombinationen

Vergleicht man nun die Ausgabe-Bitmuster im Bild 9 mit denen im Steuerungsprogramm Bild 6, die mit der Befehlsfolge "MVI A,00" und "OUT 20" am Ausgabe-Port Nr.20 bereitgestellt werden, so erkennt man sofort die Übereinstimmung.

Steuerung einer Paketwendeanlage

3.4. Überprüfen der Schaltersignale

Da ein Weiterschalten bei dieser Anlage stets durch ein bestimmtes Schaltersignal ausgelöst wird, muß dessen Signalzustand festgestellt werden.

Als Beispiel hierzu soll folgender Programmausschnitt aus dem "SCHR1" dienen, der in Bild 10 noch einmal dargestellt ist.

0004	DB 10	IN	10
0006	E6 01	ANI	01
0008	CA 0400	JZ	0004
		:	

Bild 10 : Programmausschnitt von "SCHR1"

Kurzbeschreibung des Programmausschnitts :

- 1.Operation: Lies die Signalkombination, die am Eingabeport mit der Nummer 10H ansteht in den Akkumulator ein.
- 2.Operation: Führe eine Bit- für Bit- UND- Verknüpfung der eingelesenen Bit-Kombination mit der Bit-Kombination "01" durch (bedingt durch den Befehl ANI 01).
- 3.Operation: Teste, ob das Ergebnis dieser UND-Verknüpfung Null ergeben hat. Wenn ja, lag die gewünschte Bit-Kombination "01" nicht vor. Durch den bedingten Sprungbefehl "JZ" wird der Prozessor dann veranlaßt, diesen Programmteil nochmals zu durchlaufen.

Ein Programmteil, der solange wiederholt durchlaufen wird, bis ein bestimmtes Ereignis eintritt, nennt man Warteschleife. Bild 11 zeigt anhand von zwei Fällen, wie die Warteschleife im Steuerungsschritt 1 wirkt.

Steuerung einer Paketwendeanlage

Programmsegment		Fall 1	Fall 2	Kommentar
Adresse	Befehl	Verharren in der Warteschleife, solange der Paket-Sensor b0 "0"-Signal liefert	Übergang in den Schritt 2 nach Ankunft eines Pakets (b0 liefert 1-Signal)	
0004	IN 10	<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> B7 B0 </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">X X X X X X X 0</div> <div style="text-align: center;">Eingabe-Port ↓ Akku</div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between; margin-top: 5px;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">X X X X X X X 0</div> <div style="text-align: center;">Akku</div> </div>	<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> B7 B0 </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">X X X X X X X 1</div> <div style="text-align: center;">Eingabe-Port ↓ Akku</div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between; margin-top: 5px;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">X X X X X X X 1</div> <div style="text-align: center;">Akku</div> </div>	Der Signalzustand am Eingabe-Port wird in den Akku transportiert
0006	ANI 01	<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">X X X X X X X 0</div> <div style="text-align: center;">Akku</div> </div> <div style="text-align: center; margin: 5px 0;">^</div> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">0 0 0 0 0 0 0 1</div> <div style="text-align: center;">Maske</div> </div> <div style="text-align: center; margin: 5px 0;">↓</div> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">0 0 0 0 0 0 0 0</div> <div style="text-align: center;">Akku</div> </div>	<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">X X X X X X X 1</div> <div style="text-align: center;">Akku</div> </div> <div style="text-align: center; margin: 5px 0;">^</div> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">0 0 0 0 0 0 0 1</div> <div style="text-align: center;">Maske</div> </div> <div style="text-align: center; margin: 5px 0;">↓</div> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">0 0 0 0 0 0 0 1</div> <div style="text-align: center;">Akku</div> </div>	Bit für Bit wird der Akku-Inhalt mit der Maske 01 UND-verknüpft. Das Ergebnis wird wieder im Akku abgelegt
0008	JZ 0004	Der Sprungbefehl wird ausgeführt, weil die letzte Operation ein Null-Ergebnis lieferte (Jump on Zero). Die Weiterführung der Befehlsbearbeitung erfolgt bei der Adresse 0004	Der Sprungbefehl wird nicht ausgeführt, weil die letzte Operation kein Null-Ergebnis lieferte. Weiterführung der Befehlsbearbeitung bei Adresse 0008	

Bild 11 : Warteschleife im Steuerungsschritt 1

Dieser Lösungsweg (Algorithmus) zur Überprüfung von Bitmustern ist nur einer von vielen. Später sollen auch andere Lösungswege aufgezeigt werden. Welcher Weg beschritten wird, hängt weitgehend vom Programmierer ab. Im Einzelfall muß zum Verständnis eines Programmsegmentes Befehl für Befehl gedanklich abgearbeitet werden, um die Funktion und Methode erkennen zu können.

Zum Verständnis eines Programmes ist deshalb eine gute Kommentierung Voraussetzung. Eine weitere Verbesserung der Übersicht liefert auch die Kennzeichnung derjenigen Befehle mit einem vorangestellten Namen (Label), an deren Stelle der Prozessor nach Ausführung eines Sprungbefehls die Programmabarbeitung fortsetzt. Hier sind es jeweils die IN-Befehle, bei denen die Abarbeitung der Warteschleife beginnt. Diese müssen also mit einem Label versehen werden (vgl. Bild 6).

Zur Dokumentation eines Programms gehört aber auch die aktuelle Versionsnummer, Datum der letzten Änderung und der Name des Programmierers. Es ist auch hilfreich, in Kommentarzeilen die Namen und Bezeichnungen der Ein- und Ausgänge anzugeben, besonders dann, wenn mehrere Ein- und Ausgabeports verwendet werden. Eine Form der Dokumentierung des Steuerungsprogramms zeigt Bild 12. Das reine Assemblerprogramm heißt auch Source-Code (Quell-Code), das zugehörige Maschinenprogramm nennt man Object-Code. Mit Hilfe eines solchen Programmlistings kann man sich immer wieder schnell in den Programmablauf einarbeiten.

Steuerung einer Paketwendeanlage

```

;-----
;          P A K E T W E N D E A N L A G E
;          VERSIONS-NUMMER :  XX.YY
;          DATUM           :  TT.MM.JJJJ
;          PROGRAMMIERER  :  FRITZ MUELLER
;-----
0000 3E00  SCHR1:  MVI A,00      ;ALLE VENTILE AUSSCHALTEN
0002 D320                OUT 20
0004 DB10  WARTE1:  IN 10      ;WARTEN, BIS PAKETSENSOR
0006 E601                ANI 01      ;DIE ANKUNFT EINES PAKETS
0008 CA0400              JZ WARTE1      ;ANZEIGT (B0=1)
;-----
000B 3E04  KRVOR:  MVI A,04      ;KIPPRAHMEN NACH VORN (S2=1)
000D D320                OUT 20
000F DB10  WARTE2:  IN 10      ;WARTEN, BIS KIPPRAHMEN
0011 E604                ANI 04      ;DIE VORDRE ENDLAGE
0013 CA0F00              JZ WARTE2      ;ERREICHT HAT (B2=1)
;-----
0016 3E10  S1VOR:  MVI A,10      ;SCHIEBER 1 NACH VORN (S4=1)
0018 D320                OUT 20
001A DB10  WARTE3:  IN 10      ;WARTEN, BIS SCHIEBER 1
001C E610                ANI 10      ;DIE VORDERE ENDLAGE
001E CA1A00              JZ WARTE3      ;ERREICHT HAT (B4=1)
;-----
0021 3E08  S1ZUR:  MVI A,08      ;SCHIEBER 1 ZURÜCK (S3=1)
0023 D320                OUT 20
0025 DB10  WARTE4:  IN 10      ;WARTEN, BIS SCHIEBER 1
0027 E608                ANI 08      ;DIE HINTERE ENDLAGE
0029 CA2500              JZ WARTE4      ;ERREICHT HAT (B3=1)
;-----
002C 3E40  S2VOR:  MVI A,40      ;SCHIEBER 2 NACH VORN (S6=1)
002E D320                OUT 20
0030 DB10  WARTE5:  IN 10      ;WARTEN, BIS SCHIEBER 2
0032 E640                ANI 40      ;DIE VORDERE ENDLAGE
0034 CA3000              JZ WARTE5      ;ERREICHT HAT (B6=1)
;-----
0037 3E20  S2ZUR:  MVI A,20      ;SCHIEBER 2 ZURÜCK (S5=1)
0039 D320                OUT 20
003B DB10  WARTE6:  IN 10      ;WARTEN, BIS SCHIEBER 2
003D E620                ANI 20      ;DIE HINTERE ENDLAGE
003F CA3B00              JZ WARTE6      ;ERREICHT HAT (B5=1)
;-----
0042 3E02  KRZUR:  MVI A,02      ;KIPPRAHMEN ZURÜCK (S1=1)
0044 D320                OUT 20
0046 DB10  WARTE7:  IN 10      ;WARTEN, BIS KIPPRAHMEN
0048 E602                ANI 02      ;DIE HINTERE ENDLAGE
004A CA4600              JZ WARTE7      ;ERREICHT HAT (B1=1)
;-----
004D C30000  FERTIG:  JMP SCHR1      ;WARTE AUF NÄCHSTES PAKET
;-----
END

```

Bild 12 : Programmlisting zur Steuerung der Paketwendeanlage

Name: _____

Steuerung einer Paketwendeanlage

Datum: _____

A1.1

Aufgabe A 1.1

Überprüfen Sie das Steuerungsprogramm (Bild 12) für die Paketwendeanlage, indem Sie den Ablauf am Mikrocomputer-System testen.

Geben Sie dazu das Programm mit Hilfe der Betriebsprogramm-Kommandos in den RAM-Bereich ein. Falls Sie kein reales Anlagenmodell besitzen, so kennzeichnen Sie die Buchsen der Ein- und Ausgabe-Baugruppe mit den Namen der jeweiligen Signale. Besonders hilfreich ist aber auch die Erstellung eines schematischen Modells (Simulator) entsprechend der im Anhang beschriebenen Bauanleitung; es erleichtert die Orientierung im Prozeßablauf. Nehmen Sie auch das Weg-Zeit-/ Signal-Zeit-Diagramm (Bild 8) für die Verfolgung und Simulation des Prozeßablaufs zur Hilfe.

Bevor Sie das eingegebene Programm starten, stellen Sie zunächst die Ausgangslage am Simulator bzw. an den Schaltern der Eingabebaugruppe ein. Überlegen Sie sich hierzu, welchen Zustand die jeweiligen Endschalter der Paketwendeanlage eingenommen haben müssen.

b0= __	b1= __	b2= __	b3= __	b4= __	b5= __	b6= __
--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------

Starten Sie nun das Programm und protokollieren Sie Ihre Beobachtungen.

Beobachtungen:

Nach dem Start des Programmes :

Nach kurzzeitiger Betätigung von b0 :



Name: _____

Steuerung einer Paketwendeanlage

Datum: _____

A1.2

Nach der Simulation der Endlagenzustände für den Kipp-
rahmen (b1 und b2) :

b1 und b2 aus :	_____ _____
b2 ein :	_____ _____

Nach der Simulation der Endlagenzustände für den Schieber 1
(b3 und b4) :

b3 und b4 aus :	_____ _____
b4 ein :	_____ _____
b4 aus :	_____ _____
b3 ein :	_____ _____

Nach der Simulation der Endlagenzustände für den Schieber 2
(b5 und b6) :

b5 und b6 aus :	_____ _____
b6 ein :	_____ _____
b6 aus :	_____ _____
b5 ein :	_____ _____

Simulieren Sie zum Schluß noch das Wiedererreichen des Anfangszu-
standes.



Name:

Steuerung einer Paketwendeanlage

Datum:

A2

Aufgabe A 2.1

Beim Betrieb der Paketwendeanlage hat sich gezeigt, daß der Schieber 1 zu langsam ist. Für die Überprüfung und Neueinstellung der Druckluft und Drosselung am Stellzylinder ist ein Testprogramm zu entwerfen, das den Schieber 1 jeweils zwischen der vorderen und hinteren Endlage hin- und hersteuert. Benutzen Sie hierzu auch das Programmlisting Bild 12.

Test Programm :

Adr.	Masch.-C.	Label	Assembler-C.	Kommentar



Name: _____

Steuerung einer Paketwendeanlage

Datum: _____

A3

Aufgabe A 3.1

Aufgrund einer Störung an der Paketwende-Anlage wird beim Ablauf mit dem Erreichen der vorderen Endlage von Schieber 1 der Endschalter b4 nicht betätigt. Welche Folgen hat diese Störung?

Antwort : _____

Aufgabe A 3.2

Nachdem der Paket-Sensor b0 dem Mikrocomputer die Ankunft eines Paketes gemeldet hat, betätigt die Mikrocomputer-Steuerung gleichzeitig den Kipprahmen und den Schieber 1, so daß es zu einem folgenschweren Zusammenstoß dieser beiden Maschinenteile gekommen ist. Was war die wahrscheinliche Fehlerursache?

Antwort : _____

Aufgabe A 3.3

Schieber 1 ist aufgrund der noch nicht ausgeführten Neueinstellung der Druckluft und Drosselung am Stellzylinder erheblich langsamer als Schieber 2. Was passiert, wenn in diesem Fall gleichzeitig eine Störung am Endschalter b3 auftritt, und dieser unabhängig von der Schieberstellung betätigt bleibt?

Antwort : _____



Name: _____

Steuerung einer Paketwendeanlage

Datum: _____

A4

Aufgabe A 4.1

In den Aufgaben A 3.2 und A 3.3 sind Maschinenstörungen beschrieben, die durch defekte Endschalter ausgelöst wurden. Wie können solche folgenschweren Störungen auf der Steuerungsseite vermieden werden?

Antwort :

Steuerung einer Paketwendeanlage

4. Programmablaufpläne

Am Beispiel der Paketwendeanlage ist zu erkennen, daß die Funktionsweise einer Anlage nur überschaubar wird, wenn man sie mit geeigneten Hilfsmitteln beschreibt. Zwei solcher Hilfsmittel, das Weg-Zeit- und das Signal-Zeit-Diagramm, wurden bereits vorgestellt. Im folgenden wird gezeigt, wie man Prozeßabläufe mit Hilfe von Programmablaufplänen oder Flußdiagrammen verdeutlicht. Die Aktionen oder Operationen innerhalb eines Funktionsablaufs werden in solchen Diagrammen in einer Folge von Blöcken dargestellt, die in zeitlicher Reihenfolge (Pfeilrichtung) durchlaufen werden. Bild 13 zeigt den Programmablauf für die Paketwendeanlage.

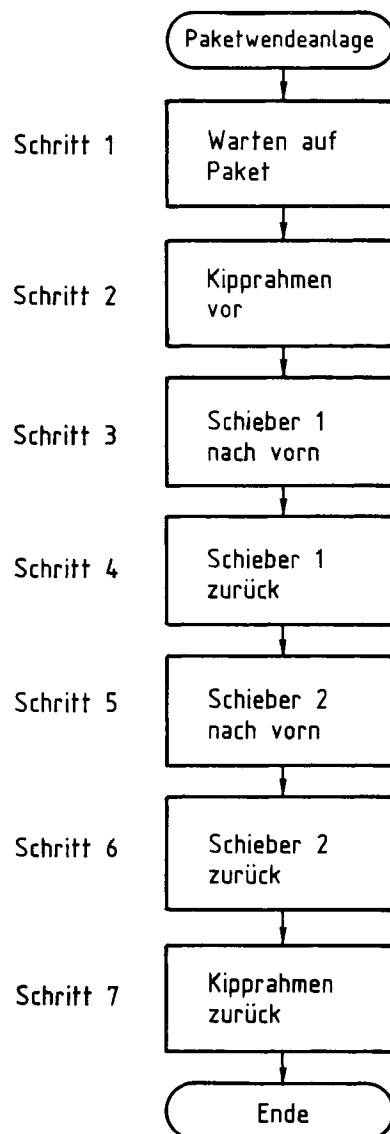


Bild 13 : Programmablaufplan Paketwendeanlage

Steuerung einer Paketwendeanlage

Die jeweilige Operation oder Aktion, die in einem Block ausgeführt wird, ist in den Block eingetragen. Das mit diesen Symbolen aufgebaute Flußdiagramm stellt natürlich nur eine grobe Beschreibung des Prozeßablaufs dar. Es ist jedoch auf einen Blick zu erkennen, wieviele und welche Aktionen für die Steuerung der Paketwendeanlage ausgeführt werden müssen. Wenn die einzelnen Aktionen genauer beschrieben werden sollen, benötigt man weitere Symbole oder Sinnbilder. In Bild 14 sind z.B. die Aktionen vom Schritt 3 "Schieber 1 nach vorn" detaillierter dargestellt.

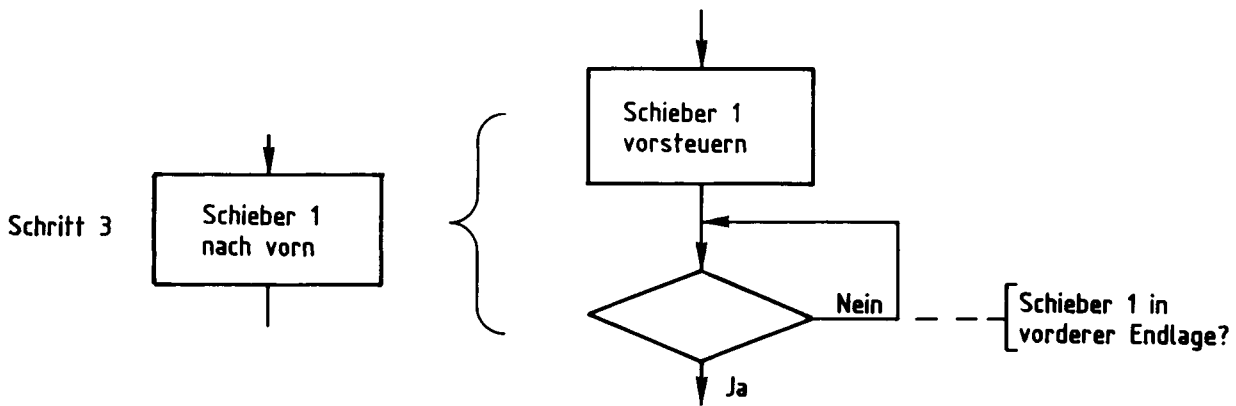


Bild 14 : Programmablaufplan für den Funktionsschritt 3

Im Aktionsblock ist wieder die auszuführende Operation eingetragen. Das nachfolgende Symbol (Raute) stellt eine Sonderform einer sogenannten Verzweigung dar, deren allgemeine Form im Bild 15 abgebildet ist. In einer Bemerkungsklammer wird neben dem Rauten-Symbol die Verzweigungsbedingung angegeben. Oft wird diese Bedingung aber auch in das Rauten-Symbol eingetragen.

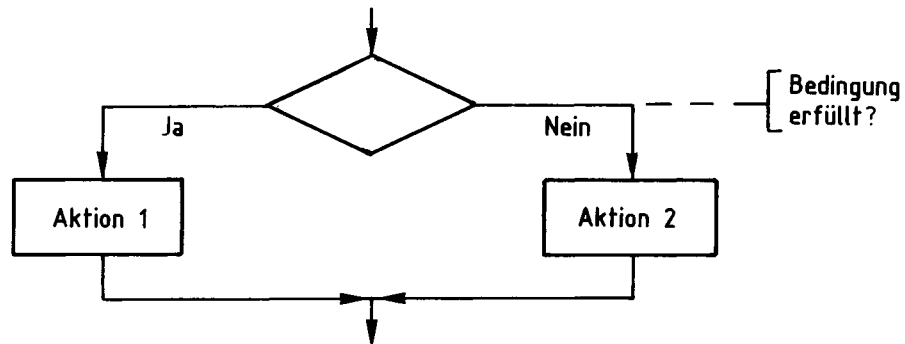


Bild 15 : Darstellung einer Verzweigung

Steuerung einer Paketwendeanlage

Der Programmablauf wird in Abhängigkeit von dieser Bedingung entweder mit der Aktion 1 oder der Aktion 2 fortgesetzt. Die Darstellung im Bild 14 symbolisiert auch eine Verzweigung, hier jedoch in Form einer Schleife, die solange durchlaufen wird, bis der Schieber 1 die vordere Endlage erreicht hat. Mit Hilfe der Aktionsblöcke, der Verzweigungen und daraus gebildeter Schleifen, die im Bild 16 noch einmal allgemeingültig dargestellt sind, lassen sich grundsätzlich alle Funktionszusammenhänge beschreiben.

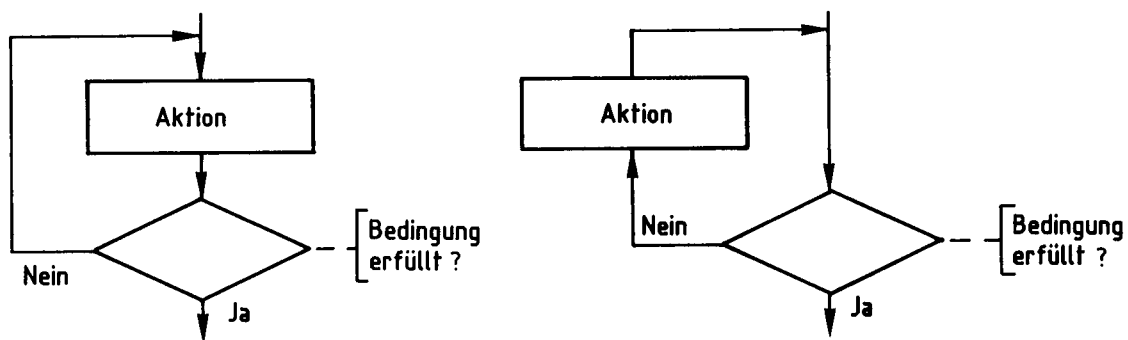


Bild 16 : Darstellung von Schleifen

Wichtige Symbole für Programmablaufpläne, deren Bedeutung nach DIN 66001 festgelegt ist, sind in Bild 17 dargestellt.

Steuerung einer Paketwendeanlage


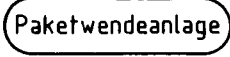

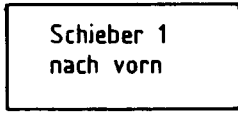
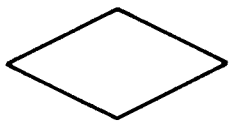
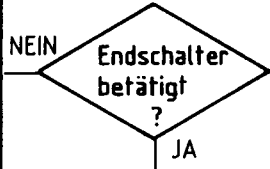







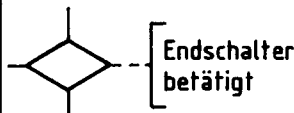
Symbol	Bedeutung	Beispiel
	Grenzstelle	z.B. Anfang, Ende, Programmname 
	Operation allgemein	
	Verzweigung	
	Eingabe, Ausgabe	
	Ablauflinie	
	Übergangsstelle	
	Bemerkung	

Bild 17 : Symbole für Programmablaufpläne

Mit diesen Symbolen sollen nun zwei verschiedene Flußdiagramme gezeigt werden, die den Steuerungsablauf aus verschiedenen Blickwinkeln wiedergeben.

Die erste Darstellung in Bild 18 dient dazu, sich schnell einen allgemeinen Überblick über den Funktionsablauf von Steuerung und Prozeß zu verschaffen.

Steuerung einer Paketwendeanlage

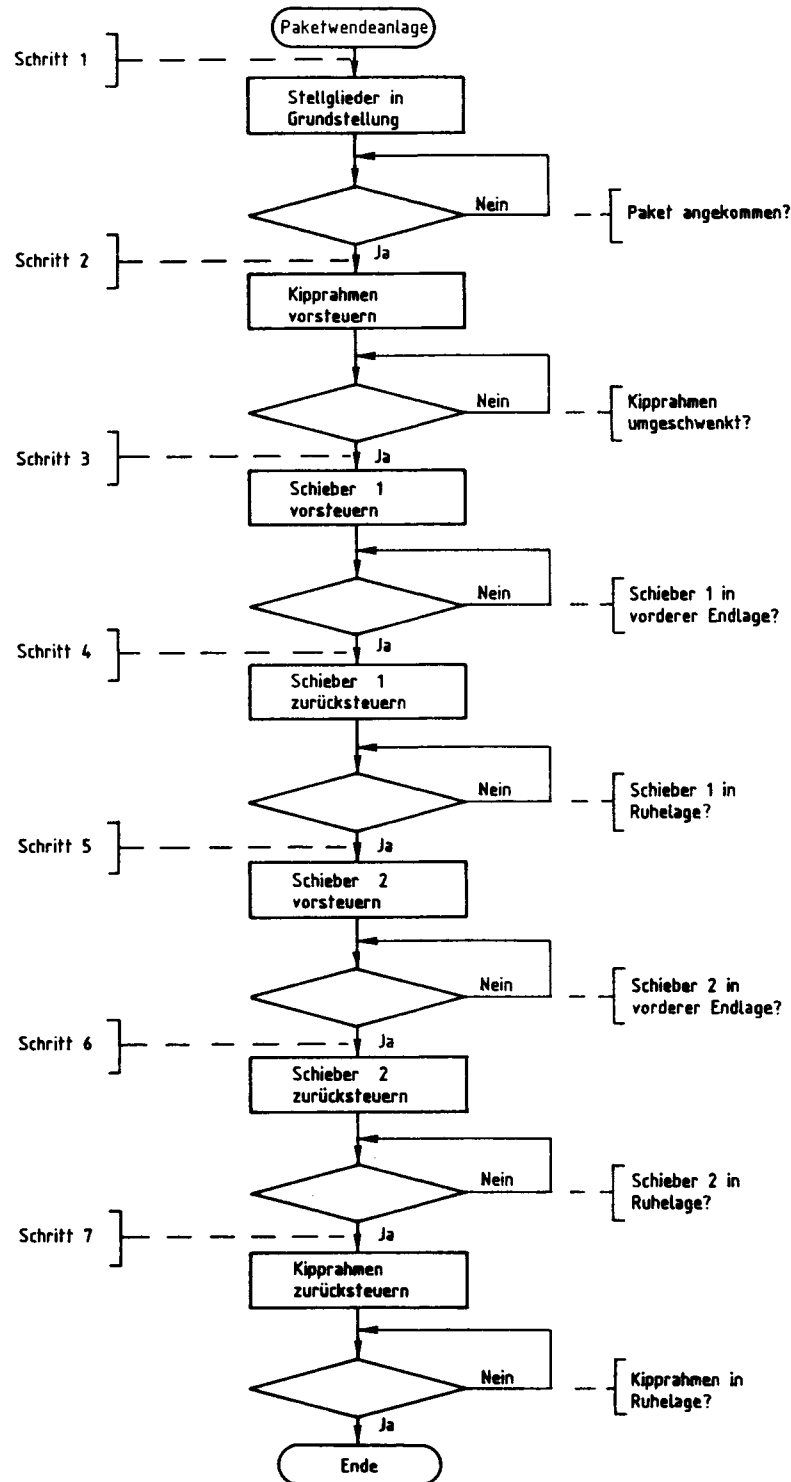


Bild 18 : Programmablaufplan "Paketwendeanlage", Prozeßablauf

Gegenüber einer sprachlichen Funktionsbeschreibung läßt diese Darstellung sofort alle sich wiederholenden Funktionsschritte erkennen.

Steuerung einer Paketwendeanlage

Für Wartungs- und Reparaturaufgaben ist es aber wichtiger, sich schnell einen Überblick über die Lage der Stellglieder und Sensoren im entsprechenden Funktionsschritt zu verschaffen. Das ermöglicht dann eine schnelle Diagnose eventueller Fehlerursachen. Ein Flußdiagramm, das sich hierzu eignet, zeigt Bild 19.

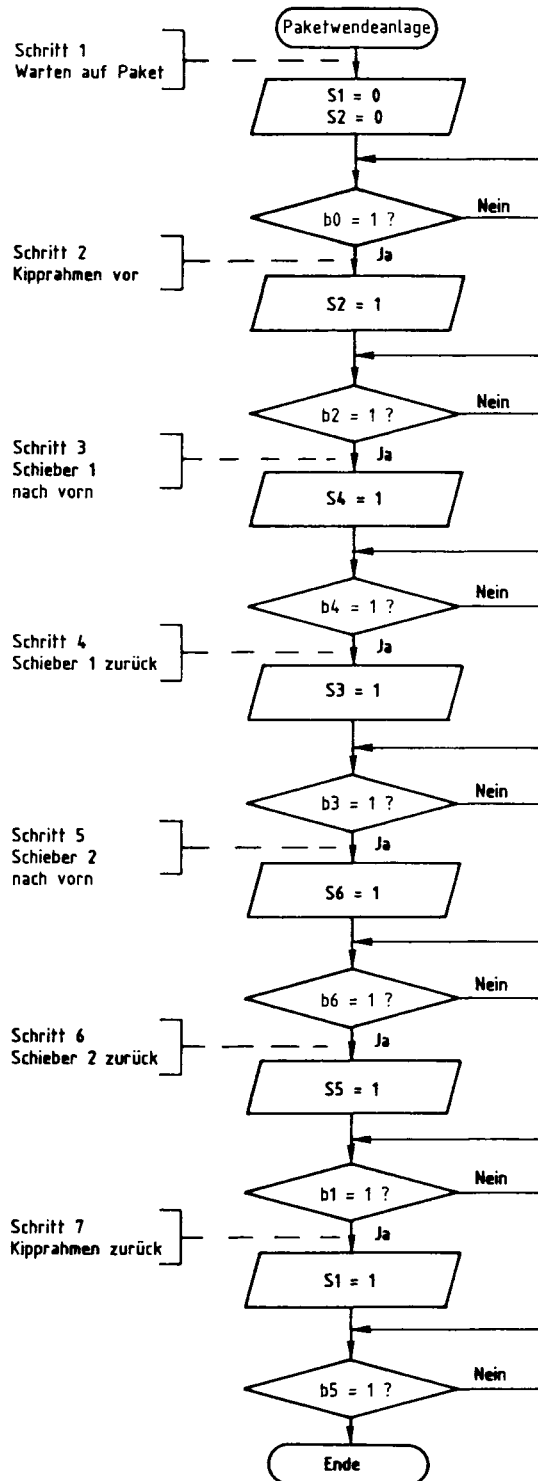


Bild 19 : Programmablaufplan "Paketwendeanlage", Stellglieder- und Sensorensignale

Steuerung einer Paketwendeanlage

Die bisher vorgestellten Programmablaufpläne lassen schon die vielfältigen Anwendungsmöglichkeiten erkennen. Besonders wichtig sind sie aber für die Beschreibung programmiertechnischer Lösungen, wozu sie später ebenfalls verwendet werden sollen.

Name:

Steuerung einer Paketwendeanlage

Datum:

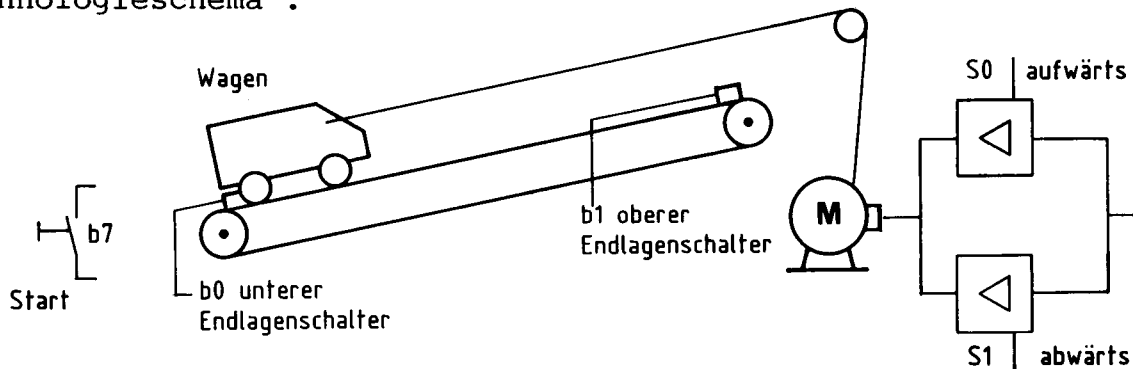
Aufgabe A 5.1

A5.1

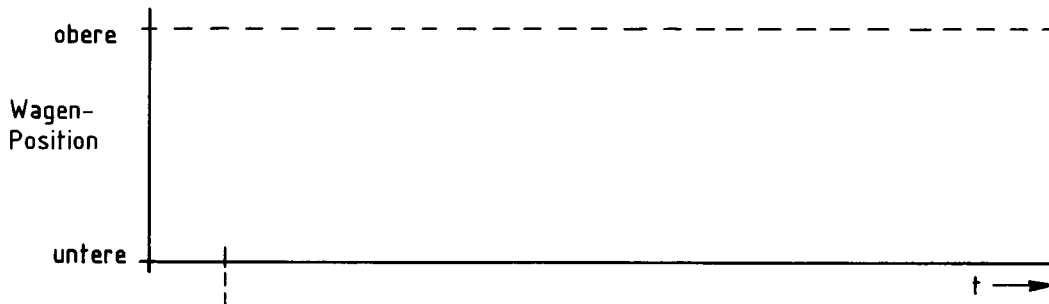
Skizzieren Sie das Weg-Zeit- und das Signal-Zeit-Diagramm für die folgende Steuerungsaufgabe.

Ein Schrägaufzug soll nach Betätigung des Starttasters hochgezogen werden. Beim Erreichen der oberen Endlage soll die Bewegungsrichtung des Wagens umgeschaltet werden. Erreicht er dann den unteren Endschalter wieder, so ist der Steuerungsablauf beendet. Erst mit erneuter Betätigung des Starttasters kann der Ablauf wiederholt werden.

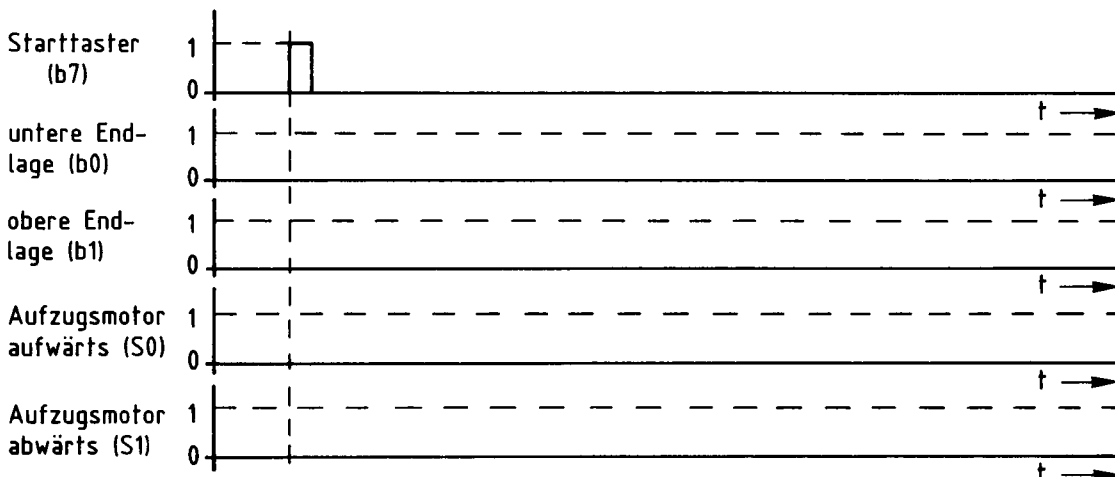
Technologieschema :



Weg-Zeit-Diagramm:



Signal-Zeit-Diagramm:



Name: _____

Steuerung einer Paketwendeanlage

Datum: _____

Aufgabe A 5.2

A5.2

Entwerfen Sie einen Programmablaufplan für die Steuerungsaufgabe A 5.1. Benutzen Sie hierzu die im Technologieschema angegebenen Kurzzeichen für die Schaltelemente und Leistungsstellglieder.

Programmablaufplan :



Name: _____

Steuerung einer Paketwendeanlage

Datum: _____

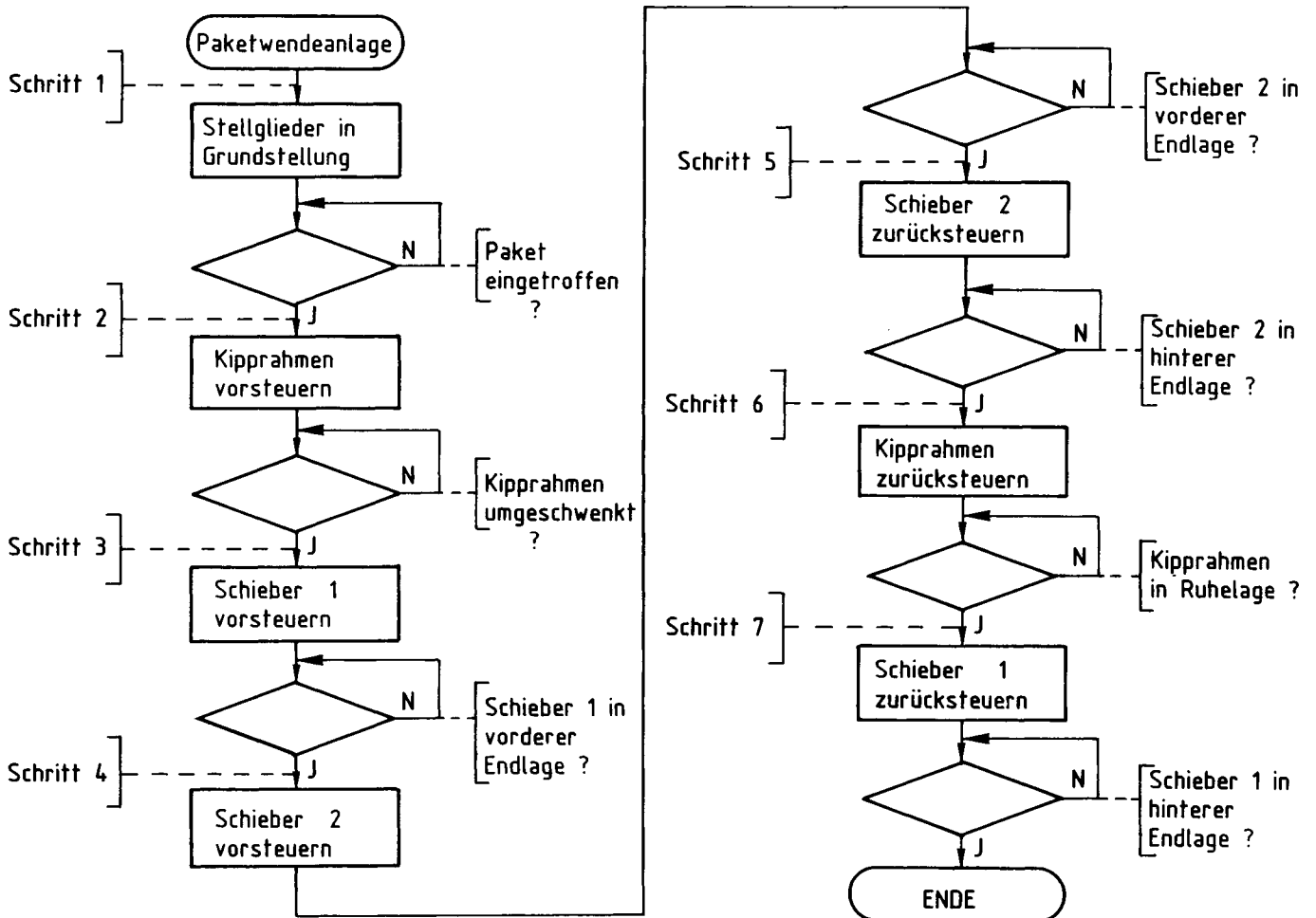
Aufgabe A 6

A6

Die untenstehende Zeichnung zeigt einen fehlerhaften Programmablaufplan für die Paketwendeanlage.

Was ist an diesem Ablaufplan falsch und welche Folgen hätte der Fehler ?

Antwort :



Name: _____

Steuerung einer Paketwendeanlage

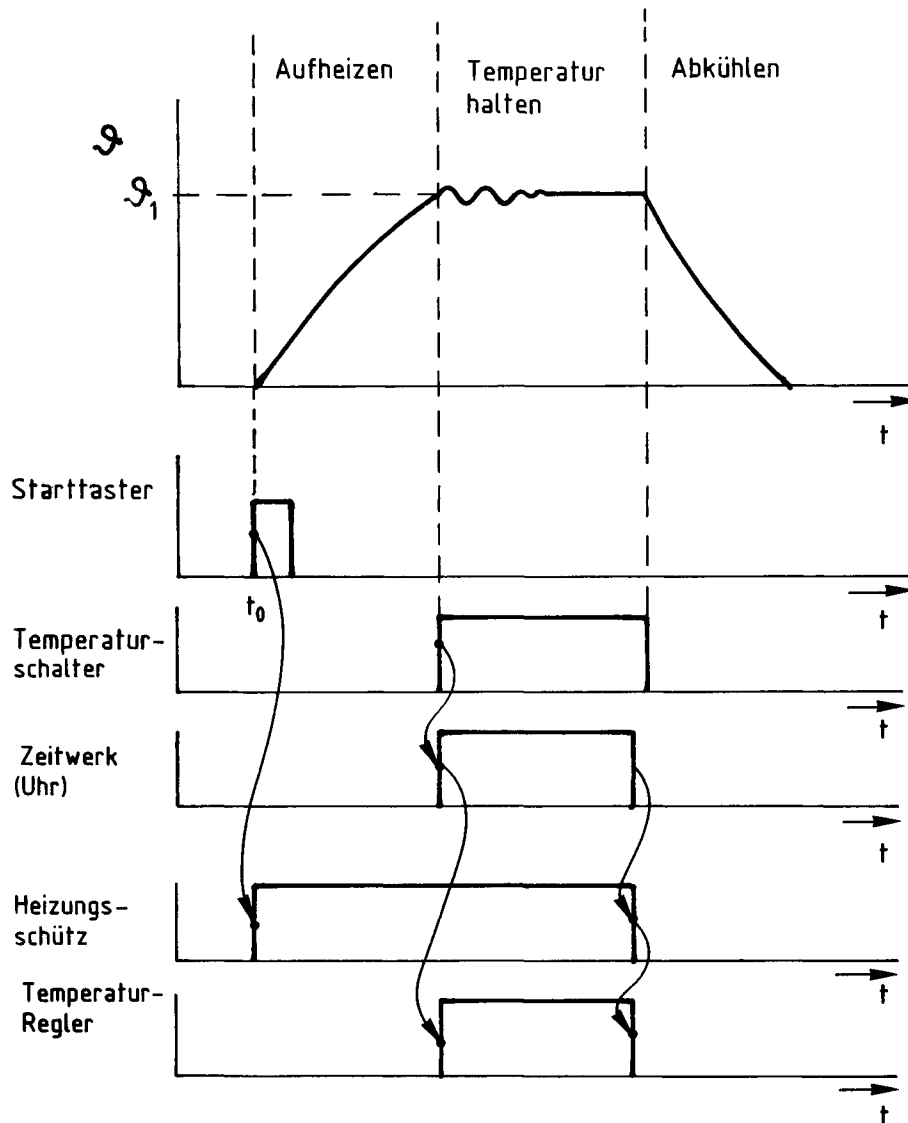
Datum: _____

Aufgabe A 7

A7.1

Entwerfen Sie zu folgendem Temperatur-Zeit-Diagramm einen Programmablaufplan.

Temperatur- und Signal-Zeit-Diagramm :



Arbeitsblatt

BFZ / MFA 20.1. - 32

Name:

Steuerung einer Paketwendeanlage

Datum:

Programmablaufplan :

A7.2

Steuerung einer Paketwendeanlage

5. Programmierertechnik

Das bisher beschriebene Programm zur Steuerung der Paketwendeanlage stellt die schrittweise Umsetzung des Programmablaufplanes (Bild 19) in entsprechende Befehle des Mikrocomputers dar. Anlagenspezifische Sicherheitsbedingungen sind in diesem einfachen Programm noch nicht berücksichtigt. Im folgenden soll ein Steuerungsprogramm beschrieben werden, in dem einige, für den Paketwende-prozeß kritische, Zustände beachtet werden, weil solche kritischen Zustände bei Steuerungen von beweglichen Teilen oft mit Gefahren für Mensch und Maschine verbunden sind. Zunächst wird der Programmablaufplan auf solche kritischen Zustände hin untersucht und an entsprechenden Stellen mit Bemerkungen versehen (Bild 20).

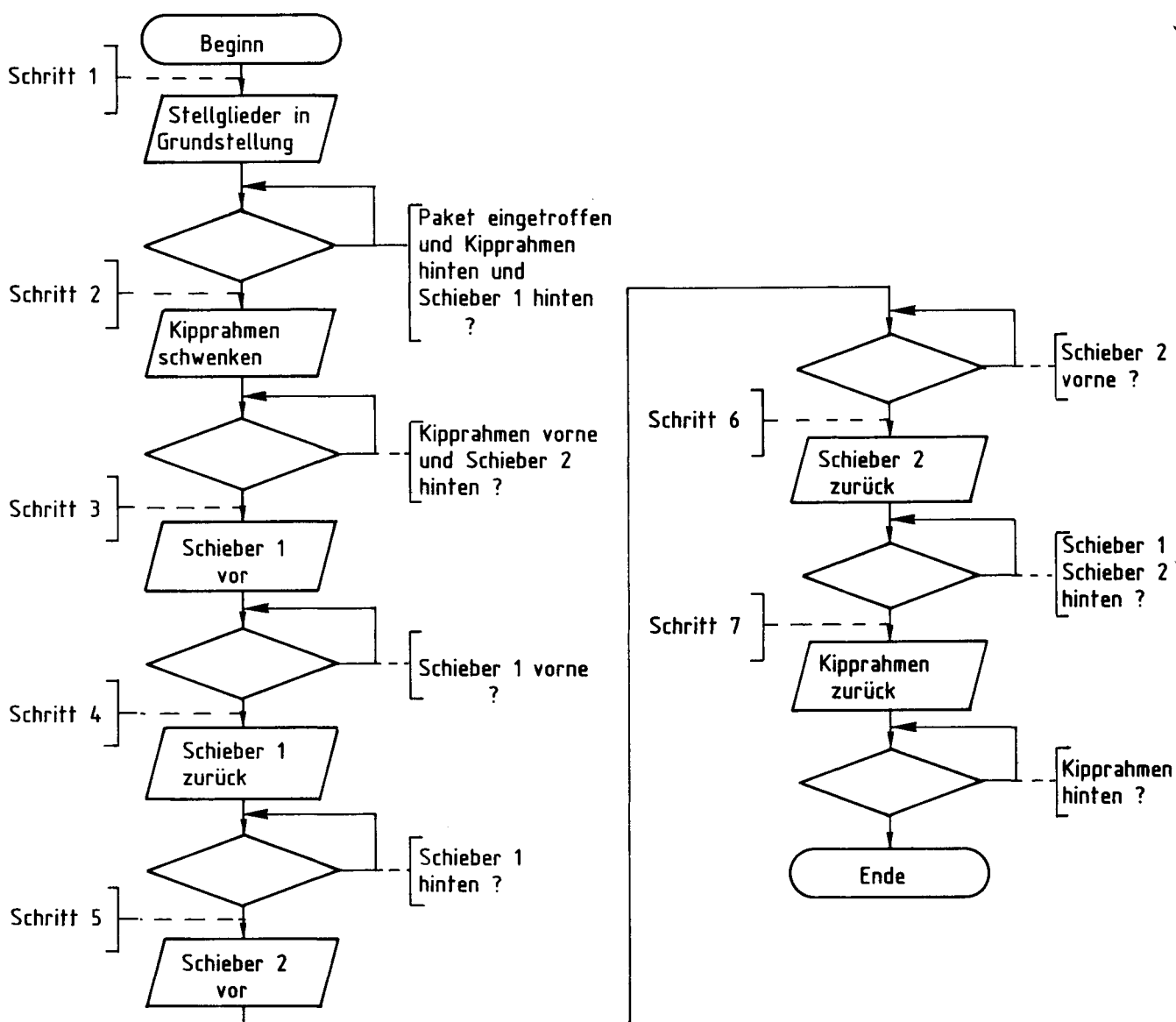


Bild 20 : Programmablaufplan mit Berücksichtigung von Sicherheitsbedingungen

Steuerung einer Paketwendeanlage

Um mögliche Kollisionen zu vermeiden, macht man ein Weiterschalten zum nächsten Schritt nun nicht mehr lediglich vom Zustand eines einzigen Endlagenschalters abhängig, sondern auch von den Zuständen anderer Sensoren, mit denen man die augenblickliche Position weiterer Stellglieder mit in die Weiterschaltbedingung einbezieht.

Faßt man die kritischen Punkte zusammen, so ergeben sich folgende Weiterschaltbedingungen :

- Übergang von Schritt 1 nach Schritt 2

Der Kipprahmen darf nur dann geschwenkt werden, wenn nach Ankunft eines Paketes auch sichergestellt ist, daß der Schieber 1 in der hinteren Endlage ist. Es müssen also, neben dem Paketsensor b0, auch die beiden Endschalter für den Schieber 1, b3 und b4 überprüft werden.

Daraus ergibt sich an der Eingabebaugruppe des Mikrocomputers folgende Bitkombination als Weiterschaltbedingung :

B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0
X	X	X	0	1	X	X	1

- Übergang von Schritt 2 nach Schritt 3

Dieser Übergang darf nur dann erfolgen, wenn der Kipprahmen seine hintere Endlage erreicht hat (b2=1) und sich Schieber 2 in der hinteren Endlage befindet (b5=1, b6=0). Die erforderliche Bitkombination an der Eingabebaugruppe des Mikrocomputers :

B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0
X	0	1	X	X	1	X	X

- Die Schritte 3 bis 6 sind nicht sicherheitskritisch, daher werden sie nicht von weiteren Bedingungen abhängig gemacht.

- Übergang von Schritt 6 nach Schritt 7

Dieser Übergang darf nur dann erfolgen, wenn Schieber 2 wieder und Schieber 1 sicher in hinterer Endlage sind (b5=1, b3=1, b4=0). Daraus ergibt sich an der Eingabebaugruppe des Mikrocomputers folgende Bitkombination :

B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0
X	X	1	0	1	X	X	X

Steuerung einer Paketwendeanlage

Die drei so gefundenen Bitkombinationen enthalten einzelne Bitstellen, die für das Weiterschalten in einen folgenden Steuerungsschritt unwichtig sind. Die Aufgabe besteht nun darin, diese Bitstellen (Bits) programmtechnisch unwirksam zu machen.

5.1 Maskieren

Solch eine Aufgabe tritt häufig bei programmtechnischen Lösungen von Steuerungsaufgaben auf. Um nun unabhängig von den bedeutungslosen Signalzuständen zu sein, gibt es die Möglichkeit, diese Bitstellen gezielt auf Null oder Eins zu setzen. Hierzu dient zum Beispiel, neben dem bereits bekannten ANI-Befehl, auch der Verarbeitungsbefehl ORI. Dieser Befehl bewirkt eine bitweise ODER-Verknüpfung des Akkumulatorinhaltes mit einer dem Befehl folgenden Konstanten. Die Wahl der Konstanten hängt davon ab, welche Bits wirkungslos gemacht werden sollen. Bild 21 zeigt die Wirkung des ORI-Befehls.

	Fall 1	Fall 2
Befehlsfolge	Es ist noch kein Paket eingetroffen. Schieber 1 befindet sich in der hinteren Endlage	Ein Paket ist eingetroffen und Schieber 1 befindet sich in der hinteren Endlage
IN 10	<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> B7 B0 </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">X X X 0 1 X X 0</div> Eingabe </div> <div style="text-align: center;">↓</div> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">X X X 0 1 X X 0</div> Akku </div>	<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> B7 B0 </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">X X X 0 1 X X 1</div> Eingabe </div> <div style="text-align: center;">↓</div> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">X X X 0 1 X X 1</div> Akku </div>
ORI E6	<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">X X X 0 1 X X 0</div> Akku </div> <div style="text-align: center;"> ↓ √ ↓ </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">1 1 1 0 0 1 1 0</div> Konstante </div> <div style="text-align: center;">↓</div> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">1 1 1 0 1 1 1 0</div> Akku </div>	<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">X X X 0 1 X X 1</div> Akku </div> <div style="text-align: center;"> ↓ √ ↓ </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">1 1 1 0 0 1 1 0</div> Konstante </div> <div style="text-align: center;">↓</div> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">1 1 1 0 1 1 1 1</div> Akku </div>

Bild 21 : Wirkung des ORI-Befehls

Man erkennt, daß nur die Bitstellen im Akkumulator unverändert geblieben sind, an denen die dem ORI-Befehl folgende Konstante (im Beispiel E6) eine logische 0 führt. Alle anderen Bitstellen sind auf logisch 1 gesetzt worden.

Steuerung einer Paketwendeanlage

Das gezielte Auswählen, Ignorieren, Setzen oder Löschen einzelner Bits oder Bitmuster nennt man "Maskieren". Die hierzu notwendige Konstante heißt "Maske". Das Ignorieren (unwirksam machen) der Bits wird auch als "Ausblenden" bezeichnet. Die Maskierungstechnik wird oft im Zusammenhang mit Programmverzweigungen angewendet.

Die Konstante, mit der die ODER-Verknüpfung durchgeführt werden muß, kann auf folgende Weise ermittelt werden: Alle Bitstellen, die ein für die Weiterschaltung wichtiges Signal liefern, müssen eine 0 enthalten, alle anderen Stellen hingegen müssen auf 1-Signal gesetzt werden.

Zur Überprüfung von Sicherheitsbedingungen ist es sinnvoll, kritische Endlagen durch beide Endlagenschalterzustände zu erfassen. Das führt aber dazu, daß ein Weiterschalten nur dann erfolgen darf, wenn im Akkumulator, nach der Maskierung, neben vielen Einsen auch noch Nullen vorhanden sind. Bild 22 zeigt am Beispiel der Abfrage im Schritt 1 die möglichen Bitkombinationen, die nach der Maskierung im Akkumulator vorhanden wären.

Steuerung einer Paketwendeanlage

	Fall 1	Fall 2	Fall 3	Fall 4
Befehlsfolge	Paket noch nicht eingetroffen. Schieber 1 in hinterer Endlage Endschalter b3/b4 ok. Schalter b3 Schalter b4	Paket eingetroffen Schieber 1 hinten. Endschalter b4 defekt dauernd 1-Signal. (z.B. Kontakt verklebt.)	Paket eingetroffen Schieber 1 hinten, Endschalter b3 defekt dauernd 0-Signal (z.B. Leitungsbruch)	Paket eingetroffen Schieber 1 hinten, Endschalter b3/b4 in Ordnung (Weiterschaltbedingung erfüllt)
IN 10	B7 B0 X X X 0 1 X X 0 Eingabeport 0 1 0 0 Akkumulator	B7 B0 X X X 1 1 X X 1 1 1 1 1	B7 B0 X X X 0 0 X X 1 0 0 1 1	B7 B0 X X X 0 1 X X 1 0 1 1 1
ORI E6	0 1 0 0 Akkumulator ∇ Konstante(Maske) 1 1 1 0 0 1 1 0 1 1 1 0 1 1 1 0 Akkumulator nach ORI EE Akkuwert Hex.	1 1 1 1 ∇ 1 1 1 0 0 1 1 0 1 1 1 1 1 1 1 1 FF	0 0 1 1 ∇ 1 1 1 0 0 1 1 0 1 1 1 0 0 1 1 1 E7	0 1 1 1 ∇ 1 1 1 0 0 1 1 0 1 1 1 0 1 1 1 1 EF

X bedeutet, die Bits können 1- oder 0-Signal führen

Bild 22 : Inhalt des Akkumulators nach der Maskierung für 4 verschiedene Fälle

Man erkennt, daß nach Abarbeitung der Befehlsfolge nur diejenigen Bits (B0, B3, B4) unverändert im Akkumulator stehen, deren Zustände für die Weiterschaltbedingung wichtig sind. Alle anderen Bits wurden auf 1-Signal gesetzt. Überprüfen Sie dies einmal für eine Eingabe-Bitkombination, bei der Sie den mit "X" bezeichneten Bits beliebige Pegelwerte zuordnen. Bild 22 zeigt außerdem, daß für das Weiterschalten in den nächsten Prozeßschritt nur ein einziger Wert im Akkumulator (EFH) geeignet ist, und daß dieser Wert nicht 00H oder FFH ist.

Steuerung einer Paketwendeanlage

Grundsätzlich besteht nun die Aufgabe darin, aus dem Auftreten einer ganz bestimmten Bitkombination im Akkumulator (hier EFH) ein Weiterschalten in den nächsten Prozeßschritt abzuleiten, und bei allen anderen Kombinationen im derzeitigen Prozeßschritt zu bleiben.

5.2. Warteschleifen

Zur Lösung dieser Aufgabe gibt es mehrere Möglichkeiten. Die hier beschriebene besteht darin, den Inhalt des Akkumulators mit einer Konstanten bitweise "EXCLUSIV-ODER" zu verknüpfen und aus dem Ergebnis dieser Verknüpfung ein Weiterschalten zum nächsten Prozeßschritt bzw. ein Verharren im laufenden Prozeßschritt abzuleiten. Der hierzu benutzte Befehl mit dem mnemonischen Code 'XRI' gehört, wie die bisher beschriebenen Befehle 'ANI' und 'ORI' zu den Verarbeitungsbefehlen. Fügt man nun im Programm an die vorher beschriebene Befehlssequenz den Befehl 'XRI EF' an, so erhält man für die beschriebenen 4 Fälle die in Bild 23 dargestellten Ergebnisse:

		Fall 1	Fall 2	Fall 3	Fall 4
Marke	Befehl	Paket noch nicht eingetroffen	Endschalter b4 defeket, dauernd 1-Signal	Endschalter b3 defeket, dauernd 0-Signal	Alle Bedingungen zum Weiterschalten erfüllt
WART1	IN 10 ORI E6	 	 	 	
		1 1 1 0 0 1 1 1 0 Akku	1 1 1 1 1 1 1 1 1	1 1 1 0 0 1 1 1 1	1 1 1 0 1 1 1 1 1
	XRI EF	1 1 1 0 0 1 1 1 0 Akku Maske	1 1 1 1 1 1 1 1 1	1 1 1 0 0 1 1 1 1	1 1 1 0 1 1 1 1 1
		1 1 1 0 1 1 1 1 1 Akku	1 1 1 0 1 1 1 1 1	1 1 1 0 1 1 1 1 1	1 1 1 0 1 1 1 1 1
		0 0 0 0 0 0 0 0 1 Akku	0 0 0 1 0 0 0 0 0	0 0 0 0 1 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0 0 0 0
	JNZ WART1	Der Sprung wird ausgeführt, da das Ergebnis der letzten Operation (XRI EF) nicht Null (NZ) ist.	Sprung nach WART 1	Sprung nach WART 1	Der Sprung wird nicht ausgeführt. Das Ergebnis war Null. Daher wird jetzt die Warteschleife verlassen
		Verharren im laufenden Prozeßschritt (Warteschleife)			zum folg. Proz.schr.

Bild 23 : Warteschleife unter Berücksichtigung von Sicherheitsbedingungen

Steuerung einer Paketwendeanlage

Mit den Befehlen, ORI und XRI können nun alle anderen wichtigen Weiterschaltbedingungen abgefragt werden.

Das Verfahren hierbei ist bei allen Steuerungsaufgaben stets gleich.

- Zunächst werden die Bits, die im Moment nicht wichtig sind, ausgeblendet.
- Anschließend wird überprüft, ob die wichtigen Bedingungen erfüllt sind.
- Aus dem Ergebnis der Überprüfung werden durch bedingte Sprünge Programmverzweigungen abgeleitet.

Im folgenden sind für jeden Schritt des Paketwendeprozesses die benötigten Konstanten für die Maskierung und die anschließende Überprüfung dargestellt.

Schritt 2 > Schritt 3

B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0	hex.	Bemerkung
X	0	1	X	X	1	X	X	/	Weiterschaltbedingung
1	0	0	1	1	0	1	1	9 B	Konstante für ORI
1	0	1	1	1	1	1	1	B F	Konstante für XRI

Schritt 3 > Schritt 4

B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0	hex.	Bemerkung
X	X	X	1	X	X	X	X	/	Weiterschaltbedingung
1	1	1	0	1	1	1	1	E F	Konstante für ORI
1	1	1	1	1	1	1	1	F F	Konstante für XRI

Schritt 4 > Schritt 5

B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0	hex.	Bemerkung
X	X	X	X	1	X	X	X	/	Weiterschaltbedingung
1	1	1	1	0	1	1	1	F 7	Konstante für ORI
1	1	1	1	1	1	1	1	F F	Konstante für XRI

Steuerung einer Paketwendeanlage

Schritt 5 > Schritt 6

B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0	hex.	Bemerkung
X	1	X	X	X	X	X	X	/	Weiterschaltbedingung
1	0	1	1	1	1	1	1	B F	Konstante für ORI
1	1	1	1	1	1	1	1	F F	Konstante für XRI

Schritt 6 > Schritt 7

B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0	hex.	Bemerkung
X	X	1	0	1	X	X	X	/	Weiterschaltbedingung
1	1	0	0	0	1	1	1	C 7	Konstante für ORI
1	1	1	0	1	1	1	1	E F	Konstante für XRI

Schritt 7 > Schritt 1

B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0	hex.	Bemerkung
X	X	X	X	X	X	1	X	/	Weiterschaltbedingung
1	1	1	1	1	1	0	1	F D	Konstante für ORI
1	1	1	1	1	1	1	1	F F	Konstante für XRI

Mit diesen Konstanten und der Anwendung der oben eingeführten Programmier Technik ergibt sich für die Paketwendeanlage das in Bild 24 dargestellte Programm.

Steuerung einer Paketwendeanlage

```

E000 3E 00    SCHR1: MVI  A,00
E002 D3 20          OUT  20
E004 DB 10    WART1: IN   10
E006 F6 E6          ORI  E6
E008 EE EF          XRI  EF
E00A C2 04E0       JNZ  WART1
E00D 3E 04    KRVOR: MVI  A,04
E00F D3 20          OUT  20
E011 DB 10    WART2: IN   10
E013 F6 9B          ORI  9B
E015 EE BF          XRI  BF
E017 C2 11E0       JNZ  WART2
E01A 3E 10    S1VOR: MVI  A,10
E01C D3 20          OUT  20
E01E DB 10    WART3: IN   10
E020 F6 EF          ORI  EF
E022 EE FF          XRI  FF
E024 C2 1EE0       JNZ  WART3
E027 3E 08    S1ZUR: MVI  A,08
E029 D3 20          OUT  20
E02B DB 10    WART4: IN   10
E02D F6 F7          ORI  F7
E02F EE FF          XRI  FF
E031 C2 2BE0       JNZ  WART4
E034 3E 40    S2VOR: MVI  A,40
E036 D3 20          OUT  20
E038 DB 10    WART5: IN   10
E03A F6 BF          ORI  BF
E03C EE FF          XRI  FF
E03E C2 38E0       JNZ  WART5
E041 3E 20    S2ZUR: MVI  A,20
E043 D3 20          OUT  20
E045 DB 10    WART6: IN   10
E047 F6 C7          ORI  C7
E049 EE EF          XRI  EF
E04B C2 45E0       JNZ  WART6
E04E 3E 02    KRZUR: MVI  A,02
E050 D3 20          OUT  20
E052 DB 10    WART7: IN   10
E054 F6 FD          ORI  FD
E056 EE FF          XRI  FF
E058 C2 52E0       JNZ  WART7
E05B C3 00E0       JMP  SCHR1

```

Bild 24 : Programmlisting 2 zur Paketwendeanlage

In diesem Programm fällt auf, daß in jedem der sieben gekennzeichneten Programmteile - jeder Teil entspricht einem Prozeßschritt - die gleiche Befehlsfolge vorkommt. Lediglich die Konstanten bei den Befehlen MVI A, ..., ORI ... und XRI ... und die Sprungadressen bei den JNZ-Befehlen sind in jedem Schritt anders. Im folgenden wird nun das Programm so verändert, daß die sich wiederholende Befehlsfolge nur einmal auftritt und trotzdem in

Steuerung einer Paketwendeanlage

der erforderlichen Anzahl (hier sieben mal) abgearbeitet wird. Dazu ist es notwendig, vor jedem neuen Durchlauf der Befehlsfolge die Konstanten für die o.g. Befehle zu verändern. Bild 25 zeigt das Prinzip eines solchen Programms.

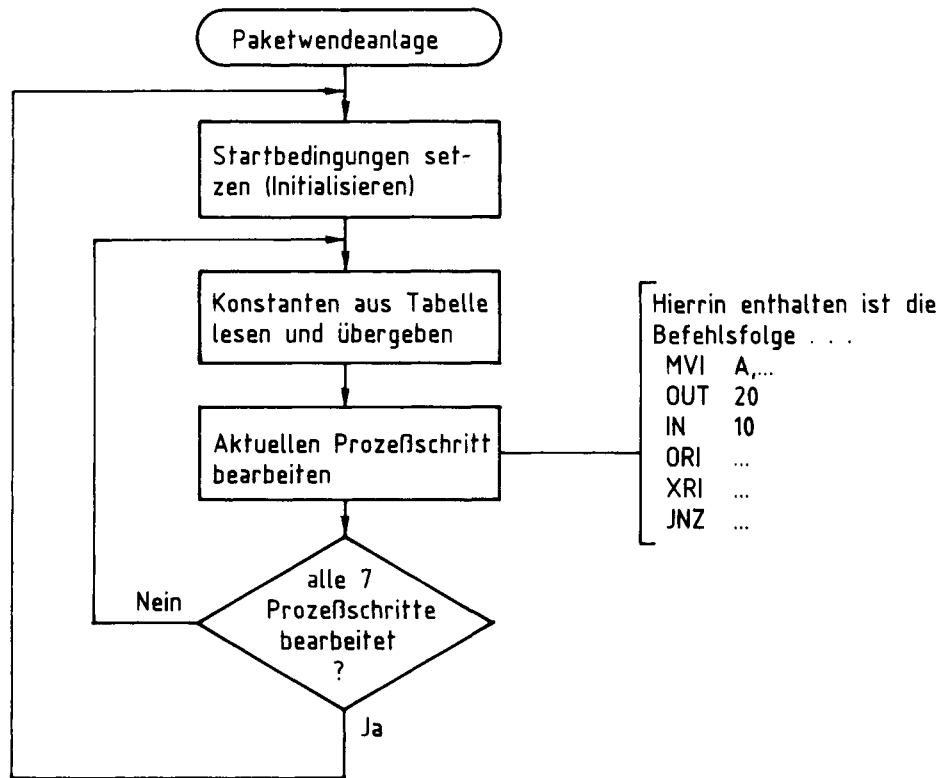


Bild 25 : Prinzip eines Programms mit einfach auftretender "Schritt-Befehlsfolge" jedoch mehrfacher Bearbeitung dieser Folge

In dem dargestellten Prinzip stecken zwei bisher noch nicht behandelte Programmiertechniken :

- Die Abfrage nach jeder Abarbeitung des aktuellen Prozeßschrittes auf Erreichen der maximalen Anzahl der Schritte (Zählschleife).
- Die Entnahme von Konstanten für den Folgeschritt aus einer Tabelle und ihre Übergabe an die Befehlsfolge für die Bearbeitung des Schrittes (Tabellenverarbeitung).

Die beiden folgenden Kapitel führen Sie daher in die Technik der Zählschleifen und der Tabellenverarbeitung ein. Danach lernen Sie ein Programm kennen, in dem diese Techniken angewendet werden.

Steuerung einer Paketwendeanlage

5.3. Zählschleifen

Die Abfrage nach jeder Abarbeitung eines Prozeßschrittes auf Erreichen der maximalen Anzahl der Prozeßschritte geschieht in einer sogenannten "Zählschleife".

Innerhalb einer solchen Zählschleife liegt der Programmteil, der mehrfach abgearbeitet werden soll. Vom Ergebnis der Abfrage hängt es ab, ob dieser Programmteil erneut bearbeitet, oder ob die Schleife verlassen wird. Bild 26 zeigt einen vereinfachten Programmablaufplan für eine solche Zählschleife.

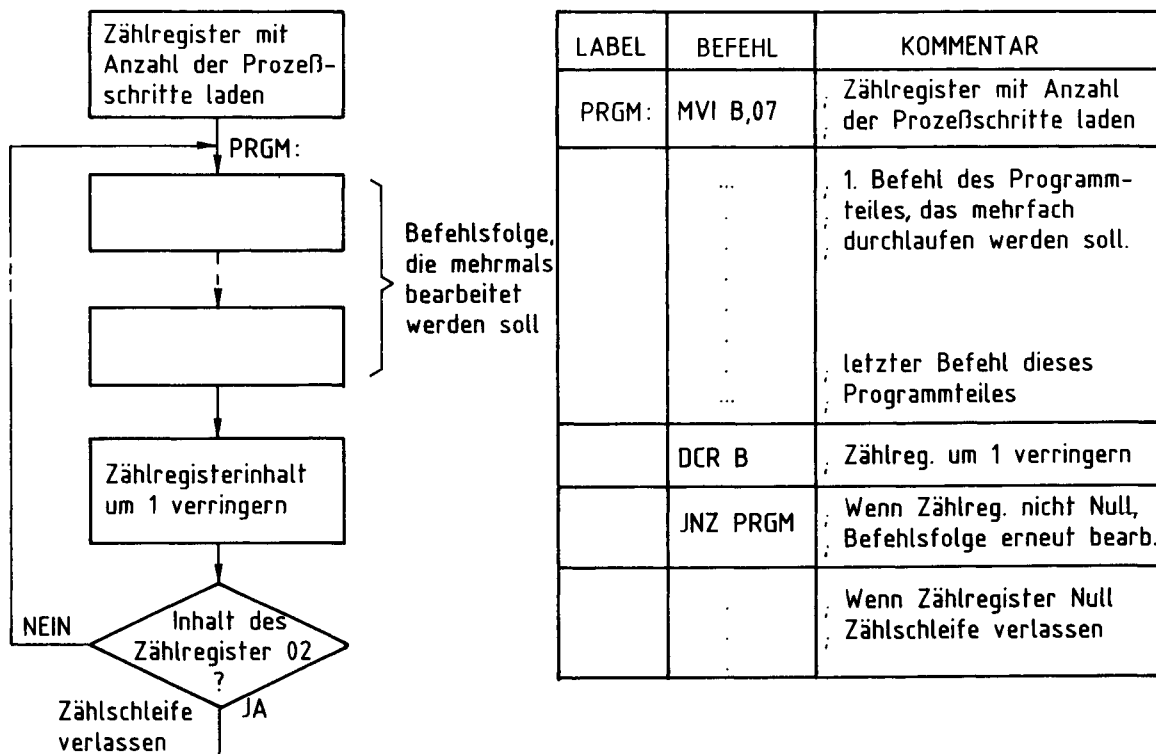


Bild 26 : Zählschleife

In der Regel wird für Zählschleifen ein Register des Mikroprozessors als Zählregister benutzt. Es wird zu Beginn mit der Anzahl der notwendigen Durchläufe geladen. Nach jedem Durchlauf wird dieser Inhalt um 1 verringert.

Hierzu dient der DCR-Befehl. Solange das Ergebnis, also der Inhalt des Zählregisters, nicht Null ist, erfolgt durch den Sprungbefehl JNZ ein Rücksprung zum ersten Befehl der Befehlsfolge, die mehrfach bearbeitet werden soll. Diese Befehlsfolge kann z.B. die Befehle enthalten, die pro Prozeßschritt abzuarbeiten sind.

Im nächsten Kapitel wird gezeigt, wie einigen Befehlen dieser Befehlsfolge die für jeden Schleifendurchlauf erforderlichen Konstanten übergeben werden.

Steuerung einer Paketwendeanlage

5.4. Tabellenverarbeitung

Das Programm in Bild 24 zeigt, daß in jedem Prozeßschritt andere Konstanten für die Befehle MVI, ORI und XRI verwendet werden. Der Grundgedanke einer Programmvereinfachung liegt darin, die jeweils im Prozeßschritt benötigten Konstanten einer "Tabelle" zu entnehmen und sie in die Befehlsfolge "einzubauen", die zur Bearbeitung der Prozeßschritte notwendig ist. Diese Befehlsfolge wird dann nur noch einmal im Programm benötigt und nicht, wie bisher, siebenmal (siehe Bild 25).

Die Tabelle legt man in einem benutzbaren RAM-Speicherbereich an. Hierbei werden die Tabellenwerte (die Konstanten) in der Reihenfolge angeordnet, in der sie im Programm auch benötigt werden. Bild 27 zeigt die Tabelle, die für das Programm zur Steuerung der Paketwendeanlage gebraucht wird. Vergleichen Sie die Tabellenwerte mit den benötigten Konstanten in Bild 24.

Speicher-Adresse	Tabellenwert, Konstante	Notwendig für Prozeßschritt	Bemerkung
F800 F801 F802	00 E6 EF	1	Ausgabewert Konstante für ODER-Verk. Konstante für EXCL.-ODER-Verk.
F803 F804 F805	04 9B BF	2	Ausgabewert Konstante für ODER-Verk. Konstante für EXCL.=ODER-Verk.
F806 F807 F808	10 EF FF	3	Ausgabewert Konstante für ODER-Verk. Konstante für EXCL.-ODER-Verk.
F809 F80A F80B	08 F7 FF	4	Ausgabewert Konstante für ODER-Verk. Konstante für EXCL.-ODER-Verk.
F80C F80D F80E	40 BF FF	5	Ausgabewert Konstante für ODER-Verk. Konstante für EXCL.-ODER-Verk.
F80F F810 F811	20 C7 EF	6	Ausgabewert Konstante für ODER-Verk. Konstante für EXCL.-ODER-Verk.
F812 F813 F814	02 FD FF	7	Ausgabewert Konstante für ODER-Verk. Konstante für EXCL.-ODER-Verk.

Bild 27 : Tabelle mit Konstanten zur Steuerung der Paketwendeanlage

Steuerung einer Paketwendeanlage

Da der Befehlsfolge zur Bearbeitung der Prozeßschritte jeweils drei Tabellenwerte zu übergeben sind, müssen diese Werte zunächst zwischengespeichert werden. Als Zwischenspeicher hierzu benutzt man häufig die internen Register der CPU. Mit den Befehlen

```
MOV A,M
MOV C,M
MOV D,M
u.v.a.m.
```

kann man Werte aus dem Speicher in ein Register der CPU einlesen.

Alle Befehle, die im Operanden- bzw. Adressenfeld den Buchstaben "M" führen, beziehen sich auf den Inhalt derjenigen Speicherstelle, deren Adresse im HL-Registerpaar steht. Das "M" bedeutet hierbei die Abkürzung für MEMORY. So bewirkt z.B. der Befehl "MOV A,M" den Transport des Inhaltes der Speicherstelle, deren Adresse im HL-Registerpaar steht, in den Akkumulator. Die Anwendung dieser Befehle ist aber nur dann sinnvoll, wenn man den Inhalt des HL-Registerpaares auch beeinflussen kann. Hierzu dienen z.B. die beiden folgenden Befehle :

```
LXI H,2-Byte-Wert      z.B. LXI H,8022
INX H
```

Mit dem Befehl "LXI H,8022" werden die beiden folgenden Bytes, 80 und 22 in das HL-Registerpaar geschrieben. Hierbei ist zu beachten, daß das höherwertige Byte (80) in das H-Register und das niederwertige Byte (22) in das L-Register gelangt. Der Assembler legt den 2-Byte-Wert in der Reihenfolge niederwertiges Byte dann höherwertiges Byte im Speicher ab. Erstellt man ein Programm in der Maschinensprache, so muß man diese Reihenfolge ebenfalls einhalten.

Mit dem Befehl INX H wird der Inhalt des HL-Registerpaares um Eins erhöht. Dies gilt für den zu einer 16-Bit-Zahl zusammengefassten Inhalt beider Register.

Mit den drei nun bekannten Befehlen wird das Laden von Tabellenwerten in Register auf folgende Weise durchgeführt (Beispiel für Tabelle in Bild 27) :

```
LXI H,F800      ;HL-REGISTERPAAR MIT TABELLEN-
MOV A,M         ;ANFANGSADRESSE LADEN
INX H          ;1.TABELLENWERT ZUM AKKU
MOV C,M        ;BRINGEN
INX H          ;AUF NÄCHSTE TABELLENADRESSE
MOV C,M        ;"ZEIGEN"
MOV C,M        ;2.TABELLENWERT IN DAS
MOV C,M        ;C-REGISTER BRINGEN
```

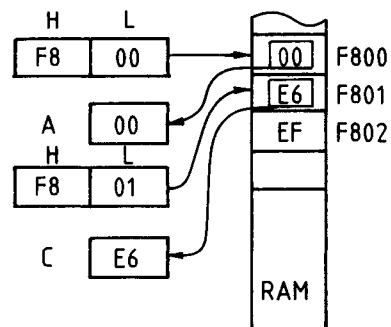


Bild 28 : Laden von Tabellenwerten in CPU-Register

Steuerung einer Paketwendeanlage

5.5. Erstellung eines Programms mit "Zählschleifen" und "Tabellen" zur Steuerung der Paketwendeanlage

Faßt man jetzt die Erkenntnisse aus den beiden Kapiteln "Zählschleifen" und "Tabellenverarbeitung" zusammen, so ergibt sich der in Bild 29 dargestellte Programmablaufplan zur Steuerung der Paketwendeanlage.

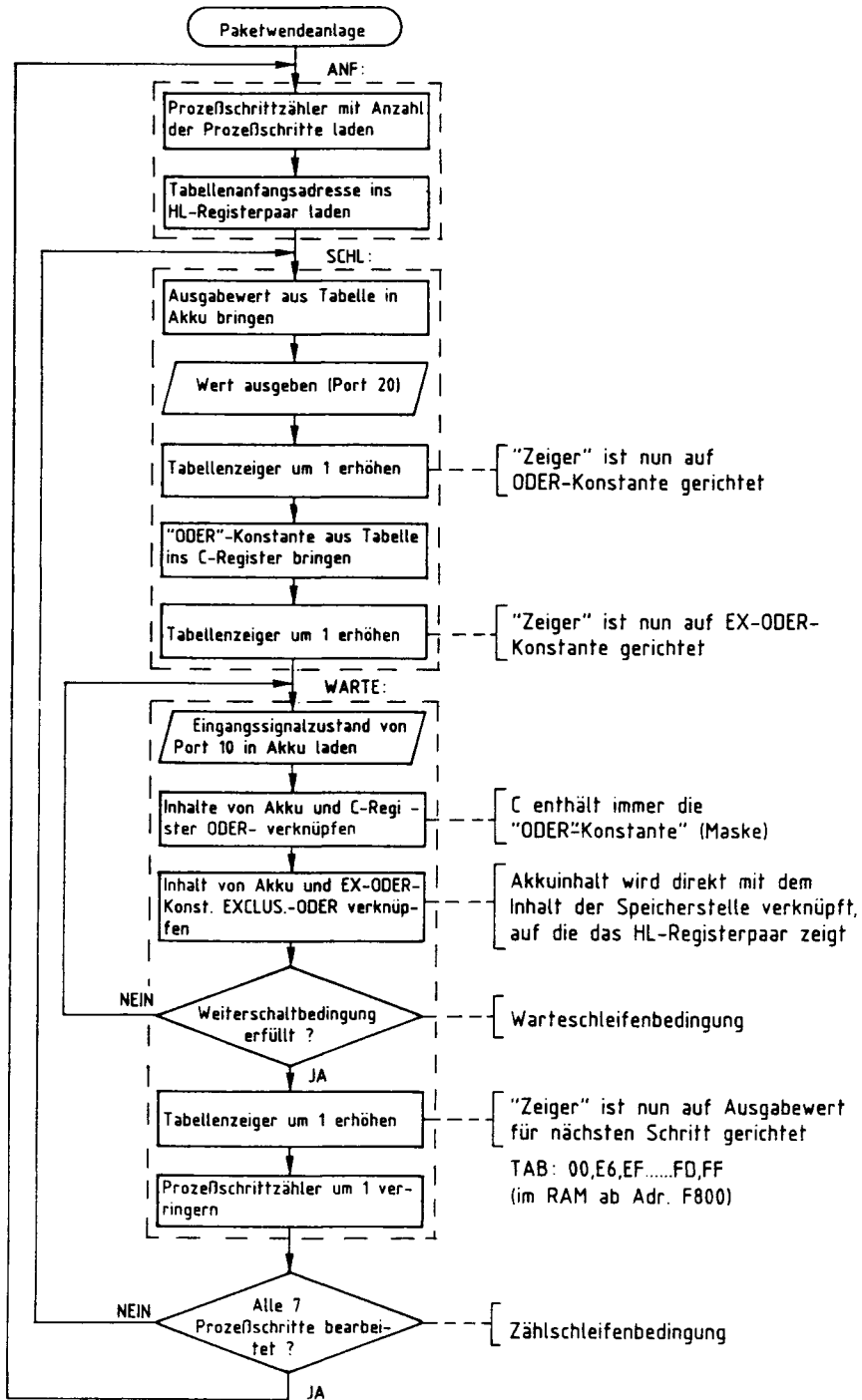
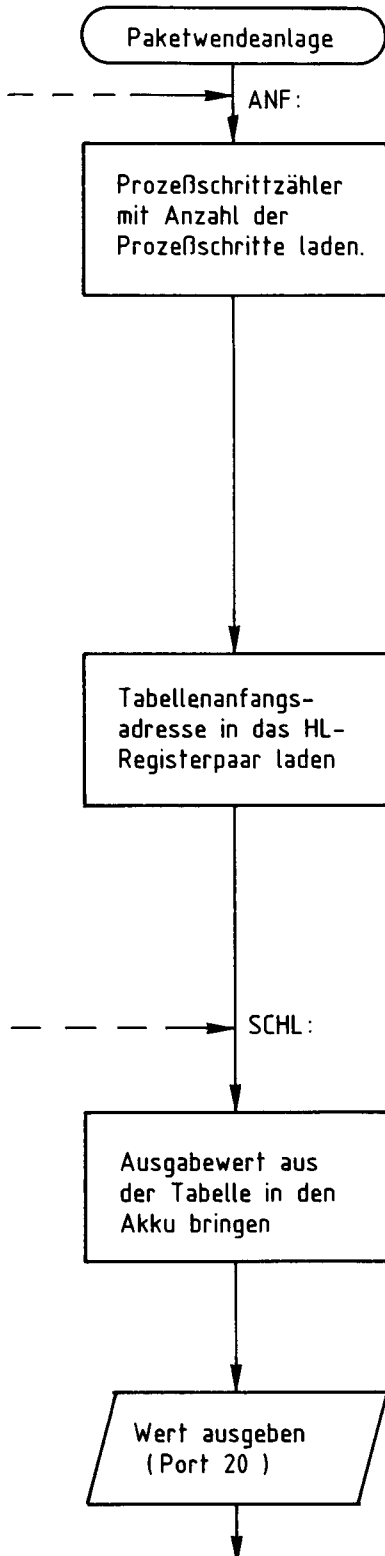


Bild 29 : Programmablaufplan mit Zählschleife und Tabellenverarbeitung

Steuerung einer Paketwendeanlage

Die gestrichelt eingezeichneten großen Blöcke geben in etwa die Struktur des Ablaufplans von Bild 25 wieder. Nun sollen die einzelnen Blöcke dieses Programmablaufplanes in entsprechende Befehle, also in ein Mikrocomputerprogramm umgesetzt werden.



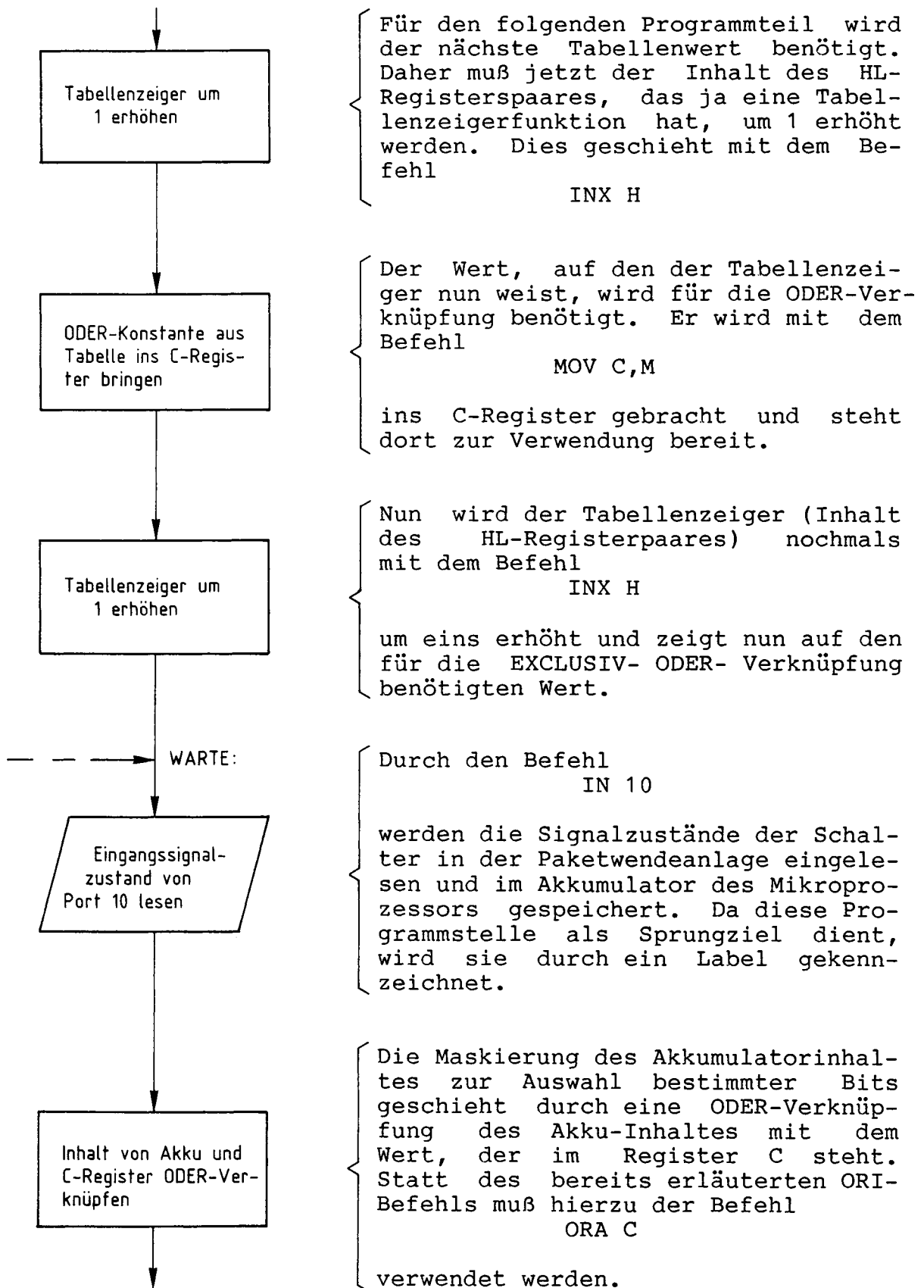
Der Zähler kann im Prinzip mit jedem Register aufgebaut werden. Allerdings werden so gut wie nie die Register H und L benutzt, weil sie für die Tabellenverarbeitung benötigt werden. In diesem Beispiel soll das Register B die Zählfunktion übernehmen. Der erste Block wird also durch den Befehl
`MVI B,07`
 im Steuerungsprogramm gelöst.

Hier muß die Adresse des ersten benötigten Tabellenwertes in das HL-Registerpaar geschrieben werden. Da man zu Beginn der Programmierung meist noch nicht genau weiß, unter welcher Adresse man später die Tabelle im Speicher anlegen wird, benutzt man hier eine symbolische Adresse, beispielsweise den Namen "TAB". Der Befehl
`LXI H,TAB`
 bewirkt im Programm, daß die Adresse ins HL-Register gelangt, die mit der Marke "TAB" versehen ist.

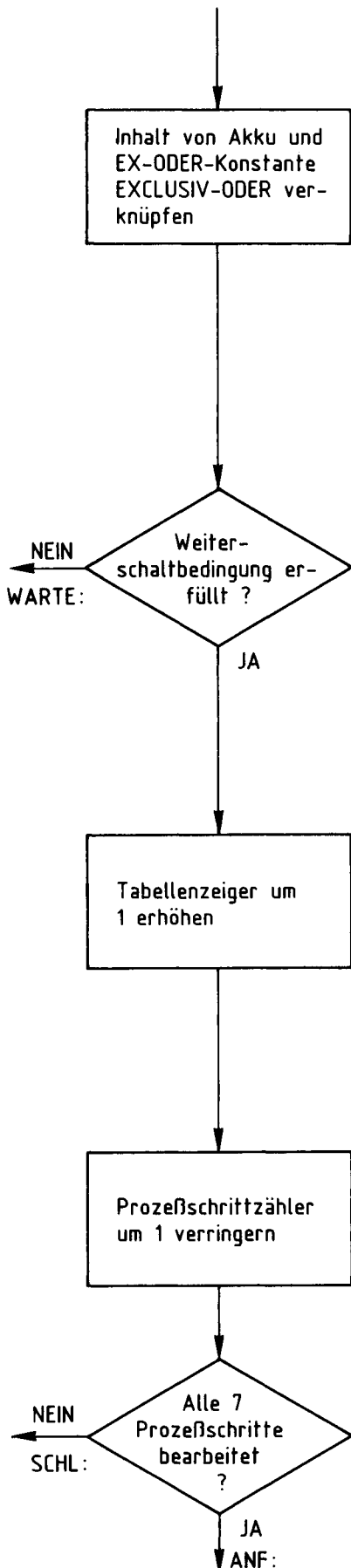
An dieser Stelle beginnt die Befehlsfolge, die siebenmal durchlaufen werden soll. Es ist sinnvoll sie durch eine Marke (Label) zu kennzeichnen. Der Befehl
`MOV A,M`
 bewirkt, daß derjenige Wert aus dem Speicher zum Akkumulator transportiert wird, dessen Adresse im HL-Registerpaar steht.

Ausgabe an das Ausgabeport 20H mit dem Befehl
`OUT 20`

Steuerung einer Paketwendeanlage



Steuerung einer Paketwendeanlage



Zur Überprüfung der Weiterschalt- und Sicherheitsbedingung muß nun noch die EXCLUSIV-ODER-Verknüpfung mit dem Wert aus der Tabelle durchgeführt werden. Statt des beschriebenen Befehls XRI, muß hier der Befehl

XRA M

verwendet werden, der die EXCLUSIV-ODER-Verknüpfung des Akku-Inhaltes mit dem Inhalt der durch das HL-Registerpaar adressierten Speicherstelle durchführt. ("M" im Operanden)

Wenn diese Überprüfung nicht Null ergeben hat, so liegt entweder noch kein Weiterschaltensignal vor oder eine Sicherheitsbedingung ist nicht erfüllt. In diesem Fall sorgt der Befehl

JNZ WARTE

dafür, daß die Steuerung in diesem Prozeßschritt verharret. (Sprung zurück, erneute Schalterabfrage, Maskierung etc.)

Ergibt die obige Überprüfung Null, so wird der Tabellenzeiger mit dem Befehl

INX H

auf die nächste Speicheradresse gesetzt. In dieser Speicherstelle befindet sich das Bitmuster, das im folgenden Schritt ausgegeben werden muß.

Zum Schluß wird der Prozeßschritt-zählerinhalt um 1 verringert und abgefragt, ob sein Inhalt schon zu Null geworden ist. Wenn nicht, soll der nächste Prozeßschritt bearbeitet werden. Er beginnt an der Speicherstelle, die oben mit "SCHL" markiert wurde. Die beiden Befehle hierzu lauten

DCR B
JNZ SCHL

Wenn ja, so soll wieder mit dem ersten Prozeßschritt begonnen werden. Hierzu dient der Befehl

JMP ANF

Steuerung einer Paketwendeanlage

Das fertige Programm zur Steuerung der Paketwendeanlage zeigt Bild 30. Versuchen Sie, sich die Funktionsweise des Programms anhand der Kommentare zu erklären.

```

*****
*           P A K E T W E N D E A N L A G E           *
*           VERSIONSNUMMER : 03.01                   *
*           DATUM           :                         *
*           PROGRAMMIERER  :                         *
*****

E000 06 07      ANF:      MVI B,07           ;PROZESS-SCHRITT-ZÄHLER
                                           ;LADEN
E002 21 00F8      LXI H,TAB           ;TABELLENZEIGER AUF DEN
                                           ;1.TABELLENWERT SETZEN
E005 7E          SCHL:     MOV A,M           ;TABELLENWERT IN DEN
                                           ;AKKUMULATOR BRINGEN
E006 D3 20      OUT 20           ;UND AUSGEBEN
E008 23          INX H           ;TABELLENZEIGER ERHÖHEN
E009 4E          MOV C,M           ;WERT FÜR ODER-VERKN.
                                           ;INS C-REGISTER BRINGEN
E00A 23          INX H           ;TABELLENZEIGER ERHÖHEN
E00B DB 10      WARTE:     IN 10           ;SCHALTERZUSTAND LESEN
E00D B1          ORA C           ;ODER-VERKN. DURCHFÜHREN
E00E AE          XRA M           ;XOR-VERKN. DURCHFÜHREN
E00F C2 0BE0     JNZ WARTE       ;BEDINGUNGEN NICHT ER-
                                           ;FÜLLT, DANN WARTE, SONST
E012 23          INX H           ;TABELLENZEIGER AUF
                                           ;NÄCHSTEN AUSGABEWERT
E013 05          DCR B           ;PROZESS-SCHRITT-ZÄHLER
                                           ;HERUNTERZÄHLEN
E014 C2 05E0     JNZ SCHL       ;ALLE PROZESS-SCHRITTE
                                           ;DURCH ? NEIN, DANN
                                           ;NÄCHSTER SCHRITT, SONST
E017 C3 00E0     JMP ANF         ;WIEDER MIT 1. PROZESS-
                                           ;SCHRITT BEGINNEN

```

Die Tabelle für die einzelnen Werte wird im Speicher ab Adresse F800 angelegt. Erklärungen hierzu finden Sie im folgenden Kapitel.

```

F800 00E6EF04    TAB:      DB 00,0E6,0EF,04,9B,0BF,10,0EF,0FF,08,0F7,0FF
F804 9BBF10EF
F808 FF08F7FF
F80C 40BFFF20    DB 40,0BF,0FF,20,0C7,0EF,02,0FD,0FF
F810 C7EF02FD
F814 FF
F815            END

```

Bild 30 : Programmlisting "Steuerung einer Paketwendeanlage" mit Anwendung von "Zählschleifen und Tabellenverarbeitung"

Steuerung einer Paketwendeanlage

5.6. Das Anlegen von Tabellen im Speicher
(siehe hierzu auch MAT 85)

Eine Tabelle kann auf zwei Arten angelegt werden, mit dem MEMORY-Kommando oder mit Hilfe des Assemblers.

- Anlage mit dem MEMORY-Kommando

Hierbei muß man sich die Anfangsadresse der Tabelle merken und sie bei der Eingabe des Programms in entsprechenden Befehlen direkt angeben. Der Ladebefehl für das HL-Registerpaar sieht dann z.B. so aus :

```
LXI H,0F800
```

Man darf aber auch eine symbolische Adresse verwenden, wenn man zu Beginn der Programmeingabe mit Hilfe des ASSEMBLERS eine Zuweisung des Namens dieser Adresse zu der absoluten hexadezimalen Adresse trifft. Dies muß, nach Aufruf des ASSEMBLERS mit Hilfe der EQU-Anweisung (EQU Abk. für equate, gleichsetzen) wie folgt geschehen:

```
TAB EQU 0F800
```

Der Befehl zum Laden des HL-Registerpaares darf dann so aussehen :

```
LXI H,TAB
```

- Anlage mit Hilfe des ASSEMBLERS (wie in Bild 30).

Hierzu dient die ASSEMBLER-Anweisung "DB". Die nach dieser Anweisung eingegebenen Zeichen werden in den folgenden Speicherstellen abgelegt. Ein solches Vorgehen hat den Vorteil, daß man vor der DB-Anweisung ein Label definieren kann (in Bild 30 das Label "TAB"). Hierdurch wird die oben genannte Zuweisung automatisch getroffen.

Name: _____

Steuerung einer Paketwendeanlage

Datum: _____

Eingabe des Programms zur Steuerung der Paketwendeanlage in den MFA-Mikrocomputer

A8.1

Überprüfen Sie vor Eingabe des Programms nach Bild 30 in den Mikrocomputer, daß die Adressen der Eingabe- und Ausgabe-Baugruppe entsprechend Bild 3 eingestellt sind.

Benutzen Sie dieses Bild auch beim Anschluß des Anlagenmodells an den Mikrocomputer. Wenn Ihnen ein solches Modell nicht zur Verfügung steht, sollen die Schalter des Eingabe-Ports B0 bis B6 den Endlagenschaltern b0 bis b6 entsprechen. Analog hierzu sollen die Leuchtdioden B1 bis B6 des Ausgabe-Ports den Magnetventilen S1 bis S6 entsprechen.

Geben Sie nun das in Bild 30 dargestellte Programm mit Hilfe des ASSEMBLERS in den Speicher des Mikrocomputers ein. Vergessen Sie dabei nicht, am Ende des Programms auch die Tabelle einzugeben.

Stellen Sie die Endlagenschalter b0 bis b6 vor Übergang zum nächsten Arbeitsschritt wie folgt ein:

b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
offen	geschl.	offen	geschl.	offen	geschl.	offen

Ohne Modell : offen $\hat{=}$ LED neben dem Schalter aus
geschl. $\hat{=}$ LED neben dem Schalter ein
Schalter B7 auf aus



Name: _____

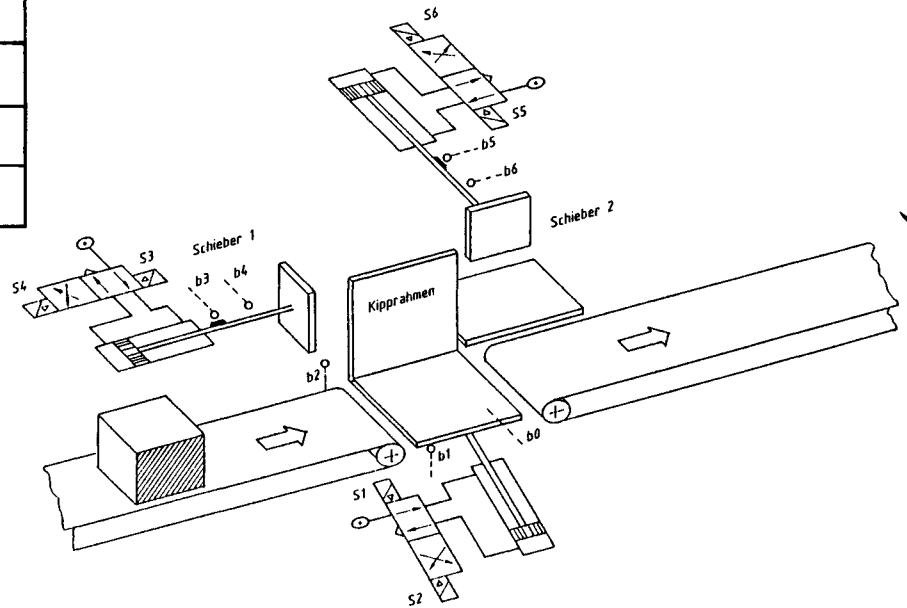
Steuerung einer Paketwendeanlage

Datum: _____

A8.2

Nun soll mit dem NEXT INSTRUCTION-Kommando der gesamte Programmablauf für einen kompletten Wendeprozess untersucht werden. Das jeweils dargestellte Bild zeigt den aktuellen Anlagenzustand. Rufen Sie das Kommando auf.

Anlagenzustand:
Alle Schieber in Grund-
stellung, noch kein Paket
eingetroffen



KMD > NEXT INSTRUCTION

START-ADR =1E09 E000
 STEPS = 0 16

PC	LABEL:	OP	ADR.FELD	A	NZHFC	B	C	D	E	H	L	I	SP
E000	ANF:	MVI	B, 07	00	00000	07	00	00	00	00	00	80	FC32
E002		LXI	H, TAB	00	00000	07	00	00	00	FB	00	80	FC32
E005	SCHL:	MOV	A, M	00	00000	07	00	00	00	FB	00	80	FC32
E006		OUT	20	00	00000	07	00	00	00	FB	00	80	FC32
E008		INX	H	00	00000	07	00	00	00	FB	01	80	FC32
E009		MOV	C, M	00	00000	07	E6	00	00	FB	01	80	FC32
E00A		INX	H	00	00000	07	E6	00	00	FB	02	80	FC32
E00B	WARTE:	IN	10	2A	00000	07	E6	00	00	FB	02	80	FC32
E00D		ORA	C	EE	10010	07	E6	00	00	FB	02	80	FC32
E00E		XRA	M	01	00000	07	E6	00	00	FB	02	80	FC32
E00F		JNZ	WARTE	01	00000	07	E6	00	00	FB	02	80	FC32
E00B	WARTE:	IN	10	2A	00000	07	E6	00	00	FB	02	80	FC32
E00D		ORA	C	EE	10010	07	E6	00	00	FB	02	80	FC32
E00E		XRA	M	01	00000	07	E6	00	00	FB	02	80	FC32
E00F		JNZ	WARTE	01	00000	07	E6	00	00	FB	02	80	FC32
E00B	WARTE:	IN	10	2A	00000	07	E6	00	00	FB	02	80	FC32
E00D		ORA	C										



Name: _____

Steuerung einer Paketwendeanlage

Datum: _____

Beschreibung des NEXT-INSTRUCTION-Protokolls

A8.3

STEP 1 : Register B wird mit 07 geladen.

STEP 2 : Registerpaar HL wird mit F800 geladen.

STEP 3 : Das Register A (Akkumulator) wird mit dem Inhalt der Speicherstelle geladen, auf deren Adresse der Inhalt des Registerpaares HL zeigt; hier befindet sich 00 in der Speicherstelle F800.

STEP 4 : Der Akku-Inhalt wird zum Ausgabe-Port 20H ausgegeben. Alle LEDs werden ausgeschaltet.

STEP 5 : Der Inhalt des HL-Registerpaares wird um 1 erhöht und zeigt dadurch auf den nächsten Tabellenwert.

STEP 6 : Register C wird mit dem Inhalt der durch HL adressierten Speicherstelle geladen.

STEP 7 : Der Inhalt des HL-Registerpaares wird um 1 erhöht.

STEP 8 : Signalzustand am Eingabe-Port 10H wird gelesen. Der gelesene Wert gelangt in den Akkumulator. Aufgrund der Schalterstellung ergibt sich der Wert 2AH.

STEP 9 : Die Inhalte von Akkumulator und C-Register werden Bit für Bit miteinander ODER-verknüpft. Das Ergebnis (EE) steht dann im Akku. Die veränderten Flags (N und H) sind hier bedeutungslos.

B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0	HEX.	
0	0	1	0	1	0	1	0	2A	(Akku-Inhalt vorher)
1	1	1	0	0	1	1	0	E6	(Maske zum Abfragen von B0, B3 und B4)
1	1	1	0	1	1	1	0	EE	(Akku-Inhalt nachher)

STEP 10: Die Inhalte von Akkumulator und der Speicherstelle, auf die HL zeigt, werden EXCLUSIV-ODER-verknüpft. Das Ergebnis gelangt in den Akku. Da das Ergebnis nicht Null ist, bleibt das Z-Flag zurückgesetzt.

B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0	HEX.	
1	1	1	0	1	1	1	0	EE	(Akku-Inhalt vorher)
1	1	1	0	1	1	1	1	EF	(Maske für Abfrage der Bits B0, B3 und B4)
0	0	0	0	0	0	0	1	01	(Akku-Inhalt nachher)

STEP 11: Sprung nach WARTE, weil das Z-Flag nicht gesetzt ist (NZ = Not Zero).



Name: _____

Steuerung einer Paketwendeanlage

Datum: _____

STEP 12: Bei WARTE (Adresse E00B) erfolgt die erneute Abfrage des Eingabe-Ports und das Ergebnis (2AH) gelangt wieder in den Akku.

A8.4

STEPS 13 bis 16 wie STEPS 9 bis 12

Während dieser ersten 16 Schritte befindet sich die Paketwendeanlage in der Anfangsstellung. Es ist noch kein Paket eingetroffen. Hieraus ergibt sich, daß nach außen hin keine Aktion erfolgt. Beachten Sie, daß unter der Adresse E006 an das Ausgabe-Port das Datum 00 ausgegeben wird. Der Eingangssignalzustand läßt sich wie folgt beschreiben :

- Paketsensor b0 liefert L-Pegel.
- Endlagenschalter b1 ist durch den Kipprahmen betätigt und liefert H-Pegel.
- Die Schalter b3 und b5 sind durch die Schieber 1 und 2 betätigt und liefern H-Pegel.
- Die übrigen Endlagenschalter b2, b4 und b6 sind nicht betätigt und liefern jeweils L-Pegel.

An der Eingabebaugruppe liegt die folgende Bitkombination an:

Eingangsbuchsen	B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0
Logischer Pegel	0	0	1	0	1	0	1	0
Hex.-Wert	2				A			

Diese Kombination wird eingelesen und überprüft. Da die Weiter-schaltbedingung nicht erfüllt ist, bleibt der Computer in der Warteschleife. (Rücksprung zur Adresse E00B).

Im Prozeßschrittzähler befindet sich immer noch die geladene 7, während der Tabellenzeiger (HL-Registerpaar) bereits dreimal beeinflußt wurde : der 1. Inhalt war 0000, anschließend F800 und zuletzt F802

Stellen Sie in den folgenden Arbeitsschritten jeweils die dargestellten Prozeßzustände durch Betätigen der entsprechenden Schalter ein und orientieren Sie sich mit Hilfe des NEXT-INSTRUCTION-Protokolls selbst.
Beschreiben Sie kurz den Anlagenzustand.

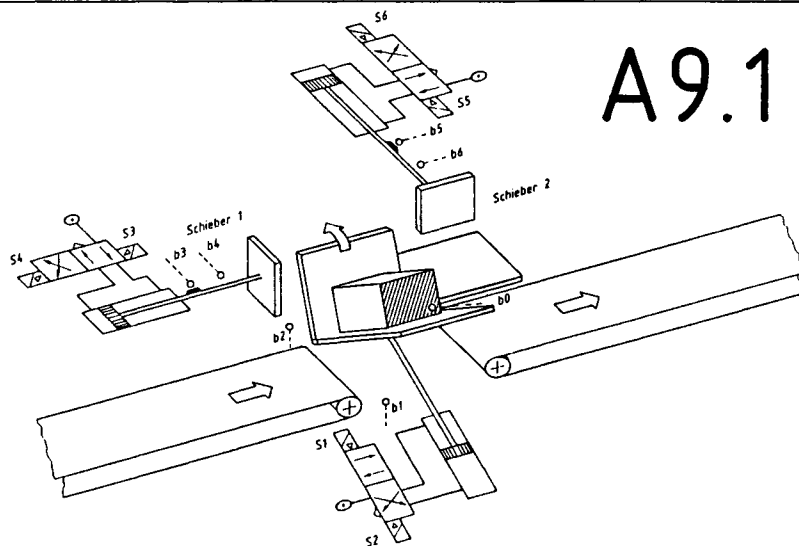


Name: _____

Steuerung einer Paketwendeanlage

Datum: _____

Anlagenzustand:



A9.1

KMD > NEXT INSTRUCTION

START-ADR =E00D

STEPS = 16

PC	LABEL:	OP	ADR.FELD	A	NZHFC	B	C	D	E	H	L	I	SP
E00D		DRA	C	EE	10010	07	E6	00	00	FB	02	80	FC32
E00E		XRA	M	01	00000	07	E6	00	00	FB	02	80	FC32
E00F		JNZ	WARTE	01	00000	07	E6	00	00	FB	02	80	FC32
E00B	WARTE:	IN	10	2B	00000	07	E6	00	00	FB	02	80	FC32
E00D		DRA	C	EF	10000	07	E6	00	00	FB	02	80	FC32
E00E		XRA	M	00	01010	07	E6	00	00	FB	02	80	FC32
E00F		JNZ	WARTE	00	01010	07	E6	00	00	FB	02	80	FC32
E012		INX	H	00	01010	07	E6	00	00	FB	03	80	FC32
E013		DCR	B	00	00110	06	E6	00	00	FB	03	80	FC32
E014		JNZ	SCHL	00	00110	06	E6	00	00	FB	03	80	FC32
E005	SCHL:	MOV	A, M	04	00110	06	E6	00	00	FB	03	80	FC32
E006		OUT	20	04	00110	06	E6	00	00	FB	03	80	FC32
E008		INX	H	04	00110	06	E6	00	00	FB	04	80	FC32
E009		MOV	C, M	04	00110	06	9B	00	00	FB	04	80	FC32
E00A		INX	H	04	00110	06	9B	00	00	FB	05	80	FC32
E00B	WARTE:	IN	10	2A	00110	06	9B	00	00	FB	05	80	FC32
E00D		DRA	C										

Signalzustand am Eingabeport:

B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0

Neuer Signalzustand am Ausgabeport:

B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0

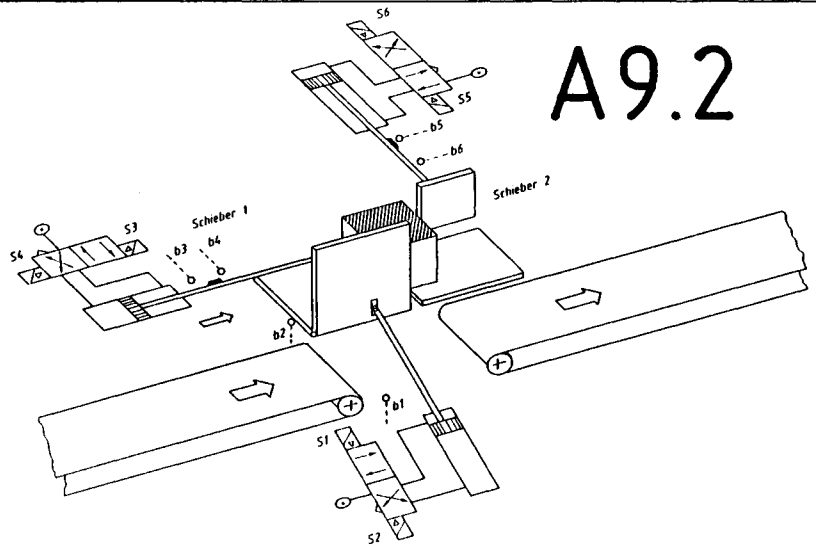


Name: _____

Steuerung einer Paketwendeanlage

Datum: _____

Anlagenzustand:



A9.2

KMD > NEXT INSTRUCTION

START-ADR =E00D

STEPS = 16

PC	LABEL:	OP	ADR.FELD	A	NZHPC	B	C	D	E	H	L	I	SP
E00D		ORA	C	BB	10010	06	9B	00	00	F8	05	80	FC32
E00E		XRA	M	04	00000	06	9B	00	00	F8	05	80	FC32
E00F		JNZ	WARTE	04	00000	06	9B	00	00	F8	05	80	FC32
E00B	WARTE:	IN	10	2C	00000	06	9B	00	00	F8	05	80	FC32
E00D		ORA	C	BF	10000	06	9B	00	00	F8	05	80	FC32
E00E		XRA	M	00	01010	06	9B	00	00	F8	05	80	FC32
E00F		JNZ	WARTE	00	01010	06	9B	00	00	F8	05	80	FC32
E012		INX	H	00	01010	06	9B	00	00	F8	06	80	FC32
E013		DCR	B	00	00110	05	9B	00	00	F8	06	80	FC32
E014		JNZ	SCHL	00	00110	05	9B	00	00	F8	06	80	FC32
E005	SCHL:	MOV	A,M	10	00110	05	9B	00	00	F8	06	80	FC32
E006		OUT	20	10	00110	05	9B	00	00	F8	06	80	FC32
E008		INX	H	10	00110	05	9B	00	00	F8	07	80	FC32
E009		MOV	C,M	10	00110	05	EF	00	00	F8	07	80	FC32
E00A		INX	H	10	00110	05	EF	00	00	F8	08	80	FC32
E00B	WARTE:	IN	10	2C	00110	05	EF	00	00	F8	08	80	FC32
E00D		ORA	C										

Signalzustand am Eingabeport:

B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0

Neuer Signalzustand am Ausgabeport:

B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0

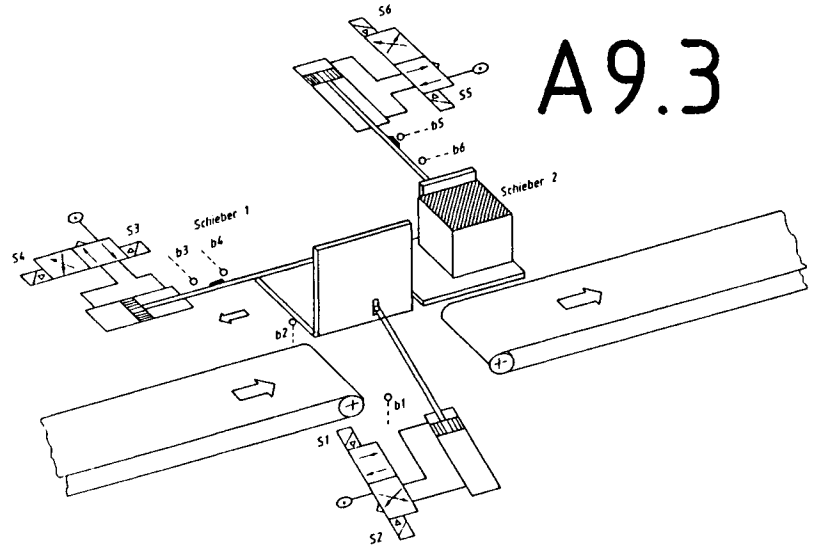


Name: _____

Steuerung einer Paketwendeanlage

Datum: _____

Anlagenzustand:



A9.3

KMD > NEXT INSTRUCTION
 START-ADR =E00D
 STEPS = 16

PC	LABEL:	OP	ADR..FELD	A	NZ	PC	B	C	D	E	H	L	I	SP
E00D		ORA	C	EF	10000	05	EF	00	00	F8	08	80	FC	32
E00E		XRA	M	10	00000	05	EF	00	00	F8	08	80	FC	32
E00F		JNZ	WARTE	10	00000	05	EF	00	00	F8	08	80	FC	32
E00B	WARTE:	IN	10	34	00000	05	EF	00	00	F8	08	80	FC	32
E00D		ORA	C	FF	10010	05	EF	00	00	F8	08	80	FC	32
E00E		XRA	M	00	01010	05	EF	00	00	F8	08	80	FC	32
E00F		JNZ	WARTE	00	01010	05	EF	00	00	F8	08	80	FC	32
E012		INX	H	00	01010	05	EF	00	00	F8	09	80	FC	32
E013		DCR	B	00	00100	04	EF	00	00	F8	09	80	FC	32
E014		JNZ	SCHL	00	00100	04	EF	00	00	F8	09	80	FC	32
E005	SCHL:	MOV	A,M	08	00100	04	EF	00	00	F8	09	80	FC	32
E006		OUT	20	08	00100	04	EF	00	00	F8	09	80	FC	32
E008		INX	H	08	00100	04	EF	00	00	F8	0A	80	FC	32
E009		MOV	C,M	08	00100	04	F7	00	00	F8	0A	80	FC	32
E00A		INX	H	08	00100	04	F7	00	00	F8	0B	80	FC	32
E00B	WARTE:	IN	10	34	00100	04	F7	00	00	F8	0B	80	FC	32
E00D		ORA	C											

Signalzustand am Eingabeport:

B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0

Neuer Signalzustand am Ausgabeport:

B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0

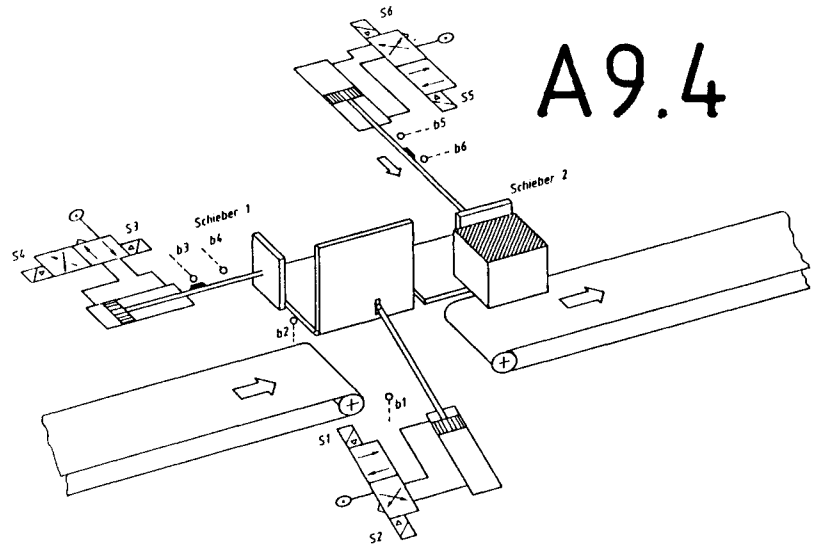


Name: _____

Steuerung einer Paketwendeanlage

Datum: _____

Anlagenzustand:



A9.4

KMD > NEXT INSTRUCTION
 START-ADR =E00D
 STEPS = 16

PC	LABEL:	OP	ADR.FELD	A	NZHPC	B	C	D	E	H	L	I	SP
E00D		DRA	C	F7	10000	04	F7	00	00	FB	0B	80	FC32
E00E		XRA	M	0B	00000	04	F7	00	00	FB	0B	80	FC32
E00F		JNZ	WARTE	0B	00000	04	F7	00	00	FB	0B	80	FC32
E00B	WARTE:	IN	10	2C	00000	04	F7	00	00	FB	0B	80	FC32
E00D		DRA	C	FF	10010	04	F7	00	00	FB	0B	80	FC32
E00E		XRA	M	00	01010	04	F7	00	00	FB	0B	80	FC32
E00F		JNZ	WARTE	00	01010	04	F7	00	00	FB	0B	80	FC32
E012		INX	H	00	01010	04	F7	00	00	FB	0C	80	FC32
E013		DCR	B	00	00110	03	F7	00	00	FB	0C	80	FC32
E014		JNZ	SCHL	00	00110	03	F7	00	00	FB	0C	80	FC32
E005	SCHL:	MOV	A, M	40	00110	03	F7	00	00	FB	0C	80	FC32
E006		OUT	20	40	00110	03	F7	00	00	FB	0C	80	FC32
E008		INX	H	40	00110	03	F7	00	00	FB	0D	80	FC32
E009		MOV	C, M	40	00110	03	BF	00	00	FB	0D	80	FC32
E00A		INX	H	40	00110	03	BF	00	00	FB	0E	80	FC32
E00B	WARTE:	IN	10	2C	00110	03	BF	00	00	FB	0E	80	FC32
E00D		DRA	C										

Signalzustand am Eingabeport:

B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0

Neuer Signalzustand am Ausgabeport:

B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0

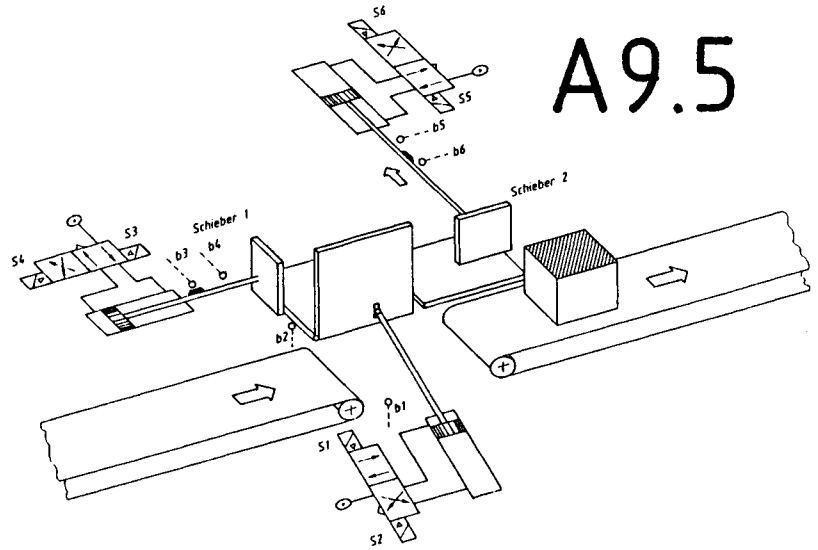


Name: _____

Steuerung einer Paketwendeanlage

Datum: _____

Anlagenzustand:



A9.5

KMD > NEXT INSTRUCTION
 START-ADR =E00D
 STEPS = 16

PC	LABEL:	OP	ADR.FELD	A	NZHPC	B	C	D	E	H	L	I	SP
E00D		DRA	C	BF	10000	03	BF	00	00	F8	0E	80	FC32
E00E		XRA	M	40	00000	03	BF	00	00	F8	0E	80	FC32
E00F		JNZ	WARTE	40	00000	03	BF	00	00	F8	0E	80	FC32
E00B	WARTE:	IN	10	4C	00000	03	BF	00	00	F8	0E	80	FC32
E00D		DRA	C	FF	10010	03	BF	00	00	F8	0E	80	FC32
E00E		XRA	M	00	01010	03	BF	00	00	F8	0E	80	FC32
E00F		JNZ	WARTE	00	01010	03	BF	00	00	F8	0E	80	FC32
E012		INX	H	00	01010	03	BF	00	00	F8	0F	80	FC32
E013		DCR	B	00	00100	02	BF	00	00	F8	0F	80	FC32
E014		JNZ	SCHL	00	00100	02	BF	00	00	F8	0F	80	FC32
E005	SCHL:	MOV	A,M	20	00100	02	BF	00	00	F8	0F	80	FC32
E006		OUT	Z0	20	00100	02	BF	00	00	F8	0F	80	FC32
E008		INX	H	20	00100	02	BF	00	00	F8	10	80	FC32
E009		MOV	C,M	20	00100	02	C7	00	00	F8	10	80	FC32
E00A		INX	H	20	00100	02	C7	00	00	F8	11	80	FC32
E00B	WARTE:	IN	10	4C	00100	02	C7	00	00	F8	11	80	FC32
E00D		DRA	C										

Signalzustand am Eingabeport:

B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0

Neuer Signalzustand am Ausgabeport:

B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0

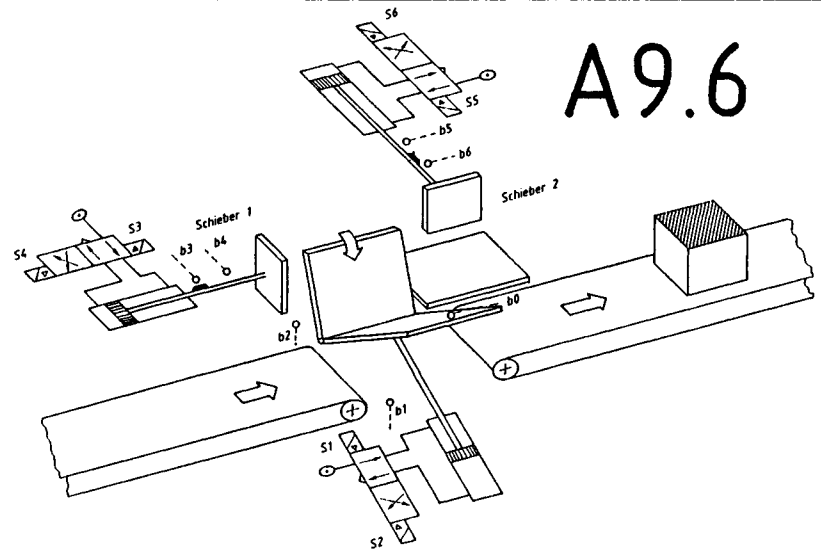


Name: _____

Steuerung einer Paketwendeanlage

Datum: _____

Anlagenzustand:



KMD > NEXT INSTRUCTION
 START-ADR =E00D
 STEPS = 16

PC	LABEL:	OP	ADR.FELD	A	NZHPC	B	C	D	E	H	L	I	SP
E00D		ORA	C	CF	10010	02	C7	00	00	F8	11	80	FC32
E00E		XRA	M	20	00000	02	C7	00	00	F8	11	80	FC32
E00F		JNZ	WARTE	20	00000	02	C7	00	00	F8	11	80	FC32
E00B	WARTE:	IN	10	2C	00000	02	C7	00	00	F8	11	80	FC32
E00D		ORA	C	EF	10000	02	C7	00	00	F8	11	80	FC32
E00E		XRA	M	00	01010	02	C7	00	00	F8	11	80	FC32
E00F		JNZ	WARTE	00	01010	02	C7	00	00	F8	11	80	FC32
E012		INX	H	00	01010	02	C7	00	00	F8	12	80	FC32
E013		DCR	B	00	00100	01	C7	00	00	F8	12	80	FC32
E014		JNZ	SCHL	00	00100	01	C7	00	00	F8	12	80	FC32
E005	SCHL:	MOV	A,M	02	00100	01	C7	00	00	F8	12	80	FC32
E006		OUT	20	02	00100	01	C7	00	00	F8	12	80	FC32
E008		INX	H	02	00100	01	C7	00	00	F8	13	80	FC32
E009		MOV	C,M	02	00100	01	FD	00	00	F8	13	80	FC32
E00A		INX	H	02	00100	01	FD	00	00	F8	14	80	FC32
E00B	WARTE:	IN	10	2C	00100	01	FD	00	00	F8	14	80	FC32
E00D		ORA	C										

Signalzustand am Eingabeport:

B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0

Neuer Signalzustand am Ausgabeport:

B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0

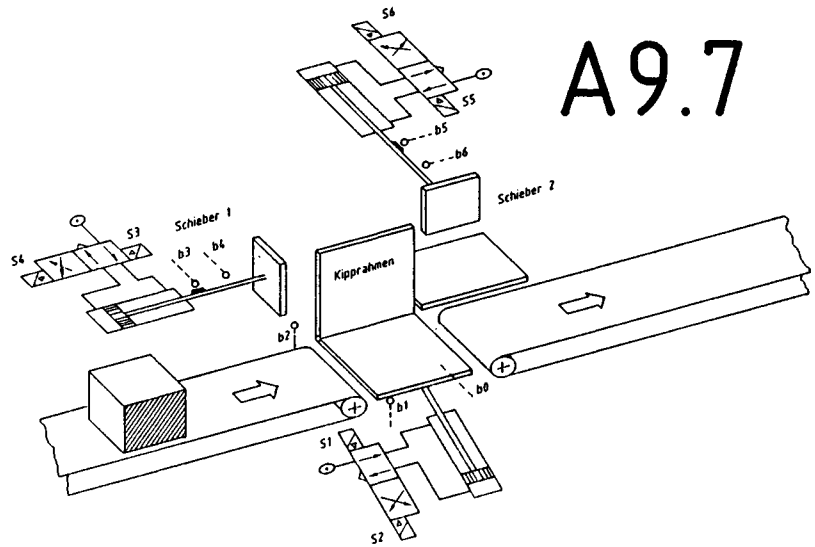


Name: _____

Steuerung einer Paketwendeanlage

Datum: _____

Anlagenzustand:



A9.7

KMD > NEXT INSTRUCTION

START-ADR =E00D

STEPS = 16

PC	LABEL:	OP	ADR.FELD	A	NZHPC	B	C	D	E	H	L	I	SF
E00D		DRA	C	FD	10000	01	FD	00	00	FB	14	80	FC32
E00E		XRA	M	02	00000	01	FD	00	00	FB	14	80	FC32
E00F		JNZ	WARTE	02	00000	01	FD	00	00	FB	14	80	FC32
E00B	WARTE:	IN	10	2A	00000	01	FD	00	00	FB	14	80	FC32
E00D		DRA	C	FF	10010	01	FD	00	00	FB	14	80	FC32
E00E		XRA	M	00	01010	01	FD	00	00	FB	14	80	FC32
E00F		JNZ	WARTE	00	01010	01	FD	00	00	FB	14	80	FC32
E012		INX	H	00	01010	01	FD	00	00	FB	15	80	FC32
E013		DCR	B	00	01110	00	FD	00	00	FB	15	80	FC32
E014		JNZ	SCHL	00	01110	00	FD	00	00	FB	15	80	FC32
E017		JMP	ANF	00	01110	00	FD	00	00	FB	15	80	FC32
E000	ANF:	MVI	B, 07	00	01110	07	FD	00	00	FB	15	80	FC32
E002		LXI	H, TAB	00	01110	07	FD	00	00	FB	00	80	FC32
E005	SCHL:	MOV	A, M	00	01110	07	FD	00	00	FB	00	80	FC32
E006		OUT	20	00	01110	07	FD	00	00	FB	00	80	FC32
E008		INX	H	00	01110	07	FD	00	00	FB	01	80	FC32
E009		MOV	C, M										

Signalzustand am Eingabeport:

B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0

Neuer Signalzustand am Ausgabeport:

B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0

Steuerung einer Paketwendeanlage

6. Beispiel eines SPS-Programms für die Steuerung der Paketwendeanlage

Zur Steuerung der Paketwendeanlage (und jeder anderen Anlage) mit Hilfe einer "Speicherprogrammierbaren Steuerung" (SPS) geht man grundsätzlich genau so vor, wie bei der Lösung dieser Aufgabe mit einem Mikrocomputer-System :

- aus dem zu steuernden Prozeß werden Signale in die SPS eingegeben
- die SPS verknüpft diese Signale entsprechend vorgegebener Anweisungen
- die sich hieraus ergebenden Ausgangssignale werden von der SPS an die Stellglieder im zu steuernden Prozeß geliefert.

Der Unterschied zwischen beiden o.g. Steuerungssystemen liegt im Verfahren der Programmerstellung.

Die Mikrocomputer-Lösung erfordert die Programmeingabe in der Assembler-Sprache, die SPS erfordert sie in einer "SPS - eigenen" Sprache. In beiden Fällen muß aus den eingegebenen Programmbeehlen ein Maschinenprogramm erzeugt werden, denn auch in einer SPS befindet sich ein Mikrocomputer.

Bild 31 zeigt ein Programm, das folgende Wirkung hat: Sind die beiden Signale B0 und B1 an der Eingabebaugruppe auf H-Pegel, so wird das Bit B0 an der Ausgabebaugruppe eingeschaltet.

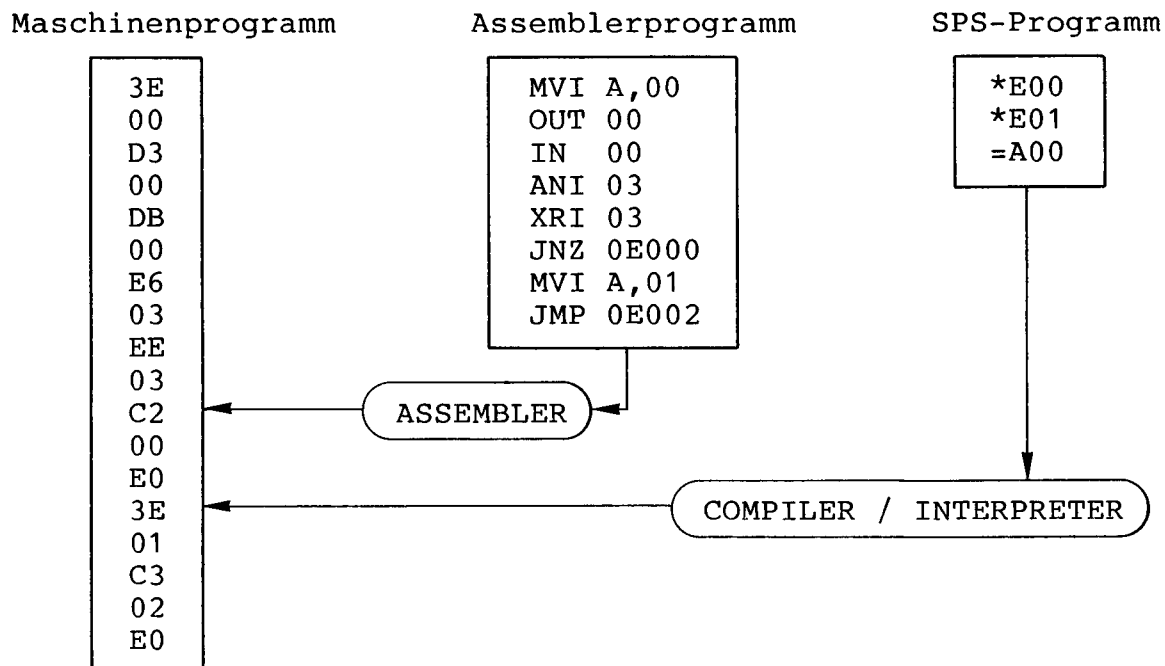


Bild 31 : Vergleich zwischen Maschinen-, Assembler- und SPS-Programm

Steuerung einer Paketwendeanlage

Das Programm ist sowohl in der Assembler-Sprache als auch in "SPS eigenen" Befehlen geschrieben. Die Übersetzung aus einer Programmiersprache in die Maschinensprache geschieht durch Hilfsprogramme. Bei der Übersetzung aus der Assemblersprache in die Maschinensprache heißt dieses Hilfsprogramm ASSEMBLER, bei der Übersetzung aus sogenannten "höheren" Programmiersprachen (z.B. SPS-Sprache) in die Maschinensprache spricht man von COMPILERN oder INTERPRETERN. Man erkennt, daß das Programm in der Assembler-Sprache wesentlich umfangreicher ist, als das SPS-Programm. Da auch die Befehle der SPS leichter erlernbar sind, werden heute viele Aufgaben aus dem Bereich der Steuerungstechnik mit solchen SPS gelöst. Im folgenden soll dies auch für die Paketwendeanlage gezeigt werden. Die SPS wird aus den Baugruppen des BFZ/MFA-Mikrocomputersystems aufgebaut. Nähere Informationen hierzu finden Sie in der Übung "Softwarepaket SP1" BFZ / MFA 7.2.

6.1. Programmieren in der SPS-Sprache

Zur Erstellung eines SPS-Programms, muß genau wie in dem vorher beschriebenen Verfahren zunächst einmal die gestellte Aufgabe untersucht werden. Die hierzu dienenden Hilfsmittel, wie Weg-Zeit-Diagramme, Signal-Zeit-Diagramme und Programmablaufpläne sind bereits beschrieben worden und werden jetzt angewendet.

Weiterhin muß festgelegt werden, wie der zu steuernde Prozess an die SPS-Steuerung angeschlossen wird.

Für den folgenden Übungsabschnitt müssen Sie die Adressen des Eingabe- und des Ausgabeports auf 00 hexadezimal einstellen. Der Grund hierfür ist, daß dann für die Eingangsanschlüsse die Bezeichnungen E00 bis E07 und für die Ausgangsanschlüsse die Bezeichnungen A00 bis A07 im Programm benutzt werden können.

(Beachten Sie hierzu auch die Hinweise in der Beschreibung BFZ / MFA 7.2. "Funktionsbeschreibung SP 1" Abschnitt 4.3.1.1. und 4.3.1.2.)

Bild 32 zeigt die Verdrahtung zwischen Paketwendeanlage und SPS

Steuerung einer Paketwendeanlage

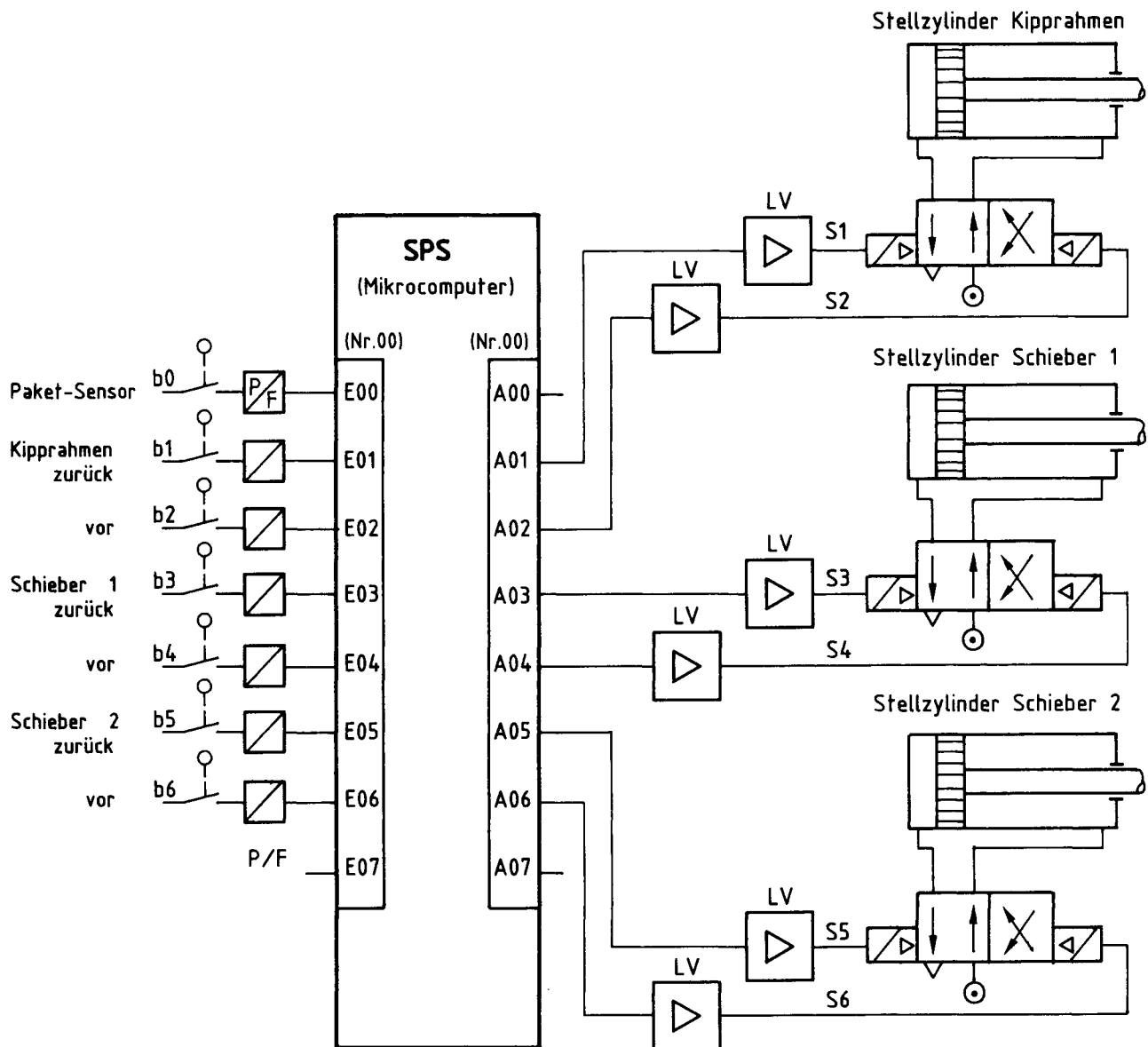
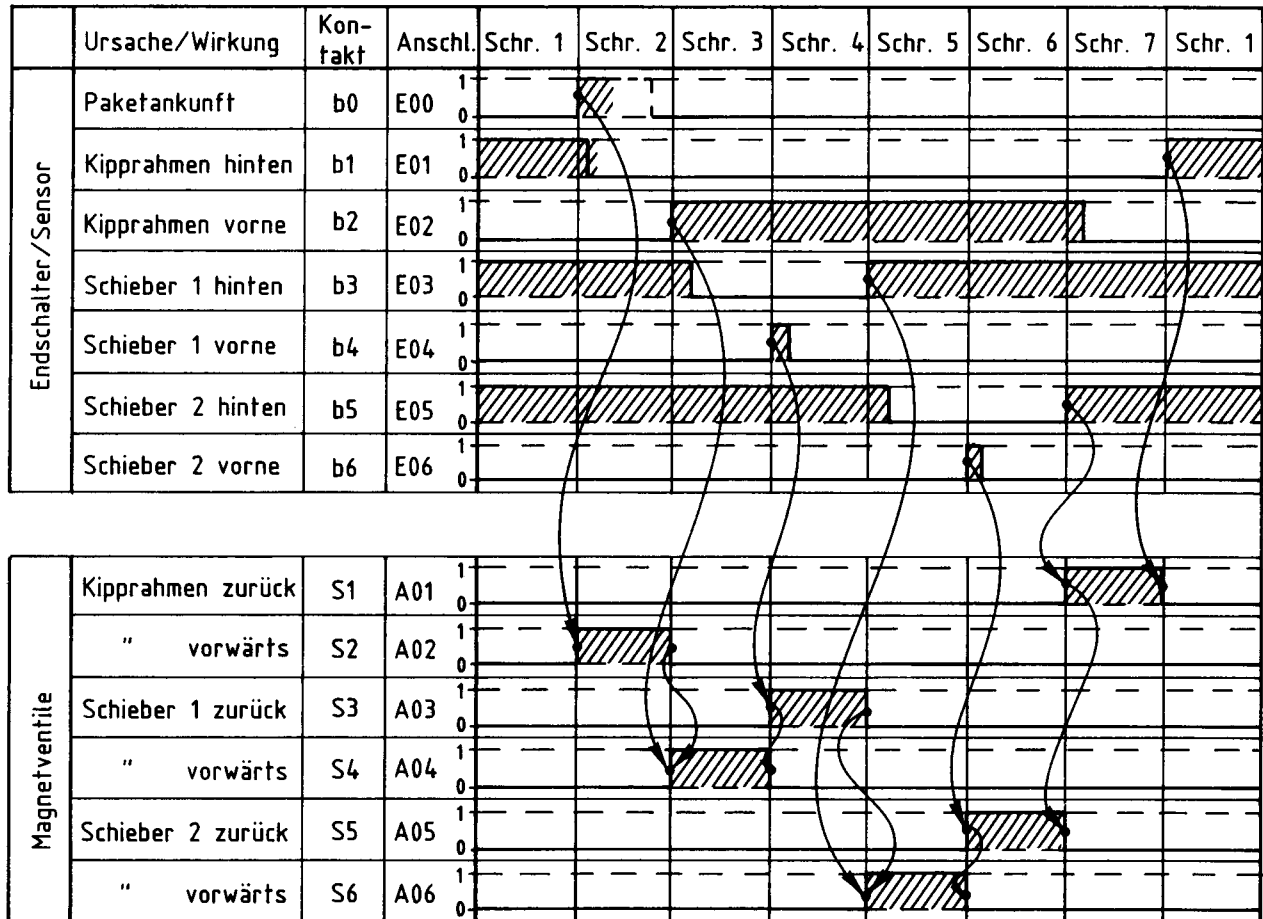


Bild 32 : Anschluß der Paketwendeanlage an eine SPS

Steuerung einer Paketwendeanlage

Mit Hilfe der in Bild 33 dargestellten Weg-Zeit- und Signal-Zeit-Diagramme kann nun eine Tabelle erstellt werden, aus der die Abhängigkeit der einzelnen Ausgangszustände von den jeweiligen Eingangsbedingungen für jeden Prozessschritt hervorgeht.



	Eingänge der Steuerung							Ausgänge der Steuerung					
	E06	E05	E04	E03	E02	E01	E00	A06	A05	A04	A03	A02	A01
Schritt 1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Schritt 2	0	1	0	1	0	1	1	0	0	0	0	1	0
Schritt 3	0	1	0	1	1	0	X	0	0	1	0	0	0
Schritt 4	0	1	1	0	1	0	X	0	0	0	1	0	0
Schritt 5	0	1	0	1	1	0	X	1	0	0	0	0	0
Schritt 6	1	0	0	1	1	0	X	0	1	0	0	0	0
Schritt 7	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1
Schritt 1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0

Bild 33 : Eingangs- und Ausgangspegel an der SPS, abhängig vom Prozessschritt

Steuerung einer Paketwendeanlage

Außerdem sind in dieser Tabelle die Bedingungen für das Umschalten vom einen in den nächsten Schritt durch Umkreisung deutlich gemacht. Zum Beispiel wird von Schritt 1 in Schritt 2 des Prozesses weitergeschaltet, wenn der Zustand am Eingang E00 von 0-Signal auf 1-Signal wechselt. Aus der Tabelle geht ebenfalls hervor, daß in jedem Schritt nur ein Ausgang aktiv ist.

Diese Tabelle wird nun in ein SPS-Programm umgesetzt.

Bild 33 zeigt, daß der Ausgang A02 genau dann aktiv ist, wenn ein Paket eingetroffen ist (E00=1) und kein anderer Ausgang logisch 1 ist. Setzt man diese Aussage in eine SPS-Formulierung um, so ergibt sich:

```
*E00
*/A01
*/A03
*/A04
*/A05
*/A06
=SA02
```

Damit wird der Ausgang A02 speichernd eingeschaltet, wenn die oben genannten Bedingungen erfüllt sind. Das Ausschalten von A02 soll erfolgen, wenn die Steuerung in den nächsten Schritt geschaltet werden soll. Das ist dann der Fall, wenn der Ausgang A04 aktiv wird.

Mit der SPS-Anweisung

```
*A04
=RA02
```

wird dann A02 wieder ausgeschaltet. Führt man diese Überlegungen weiter, so ergibt sich als Einschaltbedingung für den Ausgang A04 ein logisches 1-Signal am Eingang E02 während sich die Steuerung noch im Schritt 1 (Ausgang A02 aktiv) befindet und sonst kein weiterer Ausgang aktiv ist.

```
*E02
*A02
*/A01
*/A03
*/A05
*/A06
=SA04
```

Zum Rücksetzen kann wieder das Erreichen des nächsten Steuerungsschrittes benutzt werden:

```
*A03
=RA04
```

Steuerung einer Paketwendeanlage

Für alle Steuerungsschritte ergibt sich dann das folgende SPS-Programm:

<pre>*E00 */A01 */A03 */A04 */A05 */A06 =SA02</pre> <p>Ansteuerung für den 2.Schritt, Kipprahmen vorwärts</p> <pre>*A04 =RA02</pre> <p>Mit Erreichen des nächsten Schritts wird der vorherige zurückgesetzt.</p>	<pre>*E03 *A03 */A01 */A02 */A04 */A05 =SA06</pre> <p>Ansteuerung für den 5.Schritt, Schieber 2 vorwärts</p> <pre>*A05 =RA06</pre> <p>Mit Erreichen des nächsten Schritts wird der vorherige zurückgesetzt.</p>
<pre>*E02 *A02 */A01 */A03 */A05 */A06 =SA04</pre> <p>Ansteuerung für den 3.Schritt, Schieber 1 vorwärts</p> <pre>*A03 =RA04</pre> <p>Mit Erreichen des nächsten Schritts wird der vorherige zurückgesetzt.</p>	<pre>*E06 *A06 */A01 */A02 */A03 */A04 =SA05</pre> <p>Ansteuerung für den 6.Schritt, Schieber 2 rückwärts</p> <pre>*A01 =RA05</pre> <p>Mit Erreichen des nächsten Schritts wird der vorherige zurückgesetzt.</p>
<pre>*E04 *A04 */A01 */A02 */A05 */A06 =SA03</pre> <p>Ansteuerung für den 4.Schritt, Schieber 1 rückwärts</p> <pre>*A06 =RA03</pre> <p>Mit Erreichen des nächsten Schritts wird der vorherige zurückgesetzt.</p>	<pre>*E05 *A05 */A02 */A03 */A04 */A06 =SA01</pre> <p>Ansteuerung für den 7.Schritt, Kipprahmen rückwärts</p> <pre>*E01 *A01 =RA01</pre> <p>Alle Ausgänge sind bei Erfüllung dieser Anweisung zurückgesetzt. Damit befindet sich die Steuerung wieder im Schritt 1</p>

Steuerung einer Paketwendeanlage

Dieses SPS-Programm besteht aus insgesamt 55 SPS-Anweisungen. Es berücksichtigt jedoch noch nicht die bereits erwähnten Sicherheitsbedingungen.

Um auch sie mit in das Steuerungsprogramm einzubeziehen, muß man die kritischen Prozeßschritte näher untersuchen.

Zunächst darf der Kipprahmen nur dann nach vorn geschwenkt werden (A02=1), wenn...

- ein Paket eingetroffen ist (E00=1)
- der Schieber 1 in der hinteren Endlage ist (E03=1, E04=0)
- kein anderer Ausgang gerade aktiv ist (A01, A03, A04, A05 und A06=0)

(Siehe hierzu auch Bild 3)

Drückt man diese Aussagen in SPS-Anweisungen aus, so kann man schreiben:

```
*E00
*E03
*/E04
*/A01
*/A03
*/A04
*/A05
*/A06
=SA02
```

Das Ausschalten dieser Aktion, also die Rücksetzung von A02, erfolgt mit Erreichen des nächsten Schrittes, sobald die Bedingungen für das Weiterschalten erfüllt sind.

Die nächste Aktivität, das Vorsteuern des Schiebers 1 (A04=1), soll nur dann erfolgen, wenn...

- der Kipprahmen die vordere Endlage erreicht hat (E01=0, E02=1)
- der Schieber 2 sich in der hinteren Endlage befindet (E05=1, E06=0)
- nur der Ausgang des vorhergegangenen Steuerschrittes aktiv ist (A02=1 und A01, A03, A05 und A06=0)

Steuerung einer Paketwendeanlage

Diese Aussagen ergeben als SPS-Anweisungen :

```
*E02
*E05
*A02
*/E01
*/E06
*/A01
*/A03
*/A05
*/A06
=RA02 ; hier wird der vorherige Zustand
; zurückgesetzt
=SA04
```

Die Rücksetzung erfolgt wieder durch das Erreichen des folgenden Schrittes.

Die Weiterschaltung in den nächsten Steuerschritt, Schieber 1 zurücksteuern (A03=1), soll erfolgen, wenn...

- Endschalte b4 erreicht wurde (E04=1)
- kein anderer als der Ausgang des vorhergehenden Schrittes aktiv ist (A04=1 und A01,A02,A05 und A06=0)

Daraus ergeben sich für den Ausgang A03 folgende SPS-Anweisungen:

```
*E04
*A04
*/A01
*/A02
*/A05
*/A06
=RA04
=SA03
```

Das Rücksetzen erfolgt mit Erreichen des nächsten Steuerungsschrittes.

Im folgenden Steuerungsschritt soll Schieber 2 nur dann vorgesteuert werden (A06=1), wenn...

- Schieber 1 zurück ist (E03=1)
- kein anderer als der Ausgang des vorhergehenden Schrittes aktiv ist (A03=1 und A01,A02,A04 und A05=0)

Steuerung einer Paketwendeanlage

SPS-Anweisungen : *E03
 *A03
 */A01
 */A02
 */A04
 */A05
 =RA03
 =SA06

Danach soll Schieber 2 wieder zurück gesteuert werden (A05=1), wenn...

- Schieber 2 die vordere Endlage erreicht hatte (E06=1)
- kein weiterer Ausgang als der des vorhergehenden Schrittes aktiv ist (A06=1 und A01,A02,A03 und A04=0)

SPS-Anweisungen : *E06
 *A06
 */A01
 */A02
 */A03
 */A04
 =RA06
 =SA05

In der letzten Aktion muß nun noch der Kipprahmen in die Ausgangslage zurückgeschwenkt werden (A01=1). Dies darf nur geschehen, wenn...

- der Schieber 2 die hintere Endlage wieder erreicht hat (E05=1)
- sich Schieber 1 in der hinteren Endlage befindet (E03=1,E04=0)
- kein anderer Ausgang als der des vorhergehenden Schrittes aktiv ist (A05=1 und A02,A03,A04 und A06=0)

SPS-Anweisungen : *E05
 *E03
 *A05
 */E04
 */A02
 */A03
 */A04
 */A06
 =RA05
 =SA01

Steuerung einer Paketwendeanlage

Die Rücksetzung darf nur dann erfolgen, wenn der Ausgang A01 aktiv ist (A01=1) und der Kipprahmen die hintere Endlage wieder erreicht hat (E01=1)

SPS-Anweisungen : *E01
 *A01
 =RA01

Mit Ausführung dieser letzten Anweisung sind alle Ausgänge zurückgesetzt und der Steuerungsablauf kann mit Eintreffen des nächsten Paketes wieder von vorne beginnen.

Programmiert man in dieser Art, so wird zwar das SPS-Programm umfangreicher, aber dafür der Ablauf des Paketwendeprozesses sicherer gesteuert.

Das vollständige Programm zur Steuerung der Paketwendeanlage sieht dann so aus :

```
*E00*E03*/E04*/A01*/A03*/A04*/A05*/A06=SA02
*E02*E05*A02*/E01*/E06*/A01*/A03*/A05*/A06=RA02=SA04
*E04*A04*/A01*/A02*/A05*/A06=RA04=SA03
*E03*A03*/A01*/A02*/A04*/A05=RA03=SA06
*E06*A06*/A01*/A02*/A03*/A04=RA06=SA05
*E05*E03*A05*/E04*/A02*/A03*/A04*/A06=RA05=SA01
*E01*A01=RA01
```

Geben Sie dieses Programm in die SPS-Steuerung ein und prüfen Sie die Funktion der Paketwendeanlage.

Name:

Steuerung einer Paketwendeanlage

Datum:

Aufgabe A 10

A10

Im Arbeitsblatt A 5 ist die Funktion eines Schrägaufzugs beschrieben. Entwerfen Sie ein SPS-Programm, das diese Steuerungsaufgabe löst.

Lösung :

Geben Sie Ihr SPS-Programm ein und testen Sie dessen ordnungsgemäße Funktion, indem Sie die Endlagenschaltersignale durch entsprechende Schalterbetätigung an der Eingabebaugruppe simulieren.

Steuerung einer Paketwendeanlage

7. Beispiel eines BASIC-Programms für die Steuerung der Paketwendeanlage

Während die in Kapitel 6 beschriebene Programmiersprache in erster Linie zur Programmierung für Steuerungsaufgaben entwickelt wurde, entstand bereits sehr früh eine andere anwendungsorientierte Sprache, das sogenannte BASIC.

Dieses BASIC diente ursprünglich dazu, Programme zur Lösung mathematischer Probleme zu schreiben und sie von einem Computer bearbeiten zu lassen. In vielen Ausbildungsbereichen werden heute bereits Grundlagen dieser Programmiersprache vermittelt, so daß es naheliegend ist, nun auch Steuerungsaufgaben mit Hilfe von BASIC-Programmen durch einen Computer bearbeiten zu lassen.

Wie schon bei der "SPS-Sprache" ist auch bei dieser Sprache ein Compiler oder ein Interpreter erforderlich, der die BASIC-Anweisungen in die Maschinensprache übersetzt; und der Anwender, der die BASIC-Programme erstellt, braucht auch hier keine Kenntnisse über den im Rechner verwendeten Mikroprozessor zu haben.

Zur Lösung einer Steuerungsaufgabe durch ein BASIC-Programm muß der Programmierer mit den entsprechenden BASIC-Anweisungen vertraut sein und selbstverständlich wieder genaue Kenntnisse über den Steuerungsablauf besitzen.

Da die BASIC-Programmiersprache in erster Linie zu Rechenzwecken entwickelt wurde, arbeitet man beim Programmieren mit den gewohnten Dezimalzahlen statt mit Hexadezimalzahlen. Daher werden die Konstanten für den Paketwende-prozeß nochmal aufgelistet, jedoch zusätzlich noch in dezimaler Darstellung.

Die folgende Tabelle zeigt zunächst die bekannten Ausgabewerte, die in jedem Prozeßschritt an das Ausgabeport übergeben werden sollen:

Prozeßschritt-Nr.	Ausgabewert	
	Hexadezimal	Dezimal
1	00	0
2	04	4
3	10	16
4	08	8
5	40	64
6	20	32
7	02	2

Steuerung einer Paketwendeanlage

Die aufgelisteten Werte müssen stets zu Beginn eines Prozeßschrittes an die Ausgabe mit der dezimalen Adresse 32 (20H) ausgegeben werden. Die erforderliche BASIC-Anweisung hierzu lautet: OUT 32,wert. An die Stelle von "wert" müssen die o.g. Werte eingetragen werden.

Ebenso hat man in der BASIC-Sprache die Möglichkeit, Eingabeporzustände zu lesen und logische Verknüpfungen und Vergleiche durchzuführen.

Zum Einlesen der Portzustände gibt es die Anweisung INP(adr). INP stellt die Abkürzung für "Read Input" dar und (adr) bedeutet, daß hier in Klammern die dezimale Adresse eines Eingabeports angegeben werden muß.

Als eine mögliche Verknüpfung bietet sich die logische UND-Verknüpfung an. Auch hierbei müssen die zu verknüpfenden Werte in Form von Dezimalzahlen angegeben werden.

Ein Vergleich zwischen zwei Werten kann auf verschiedene Weise erfolgen: man kann auf "Gleichheit", auf "Größer" oder auch auf "Kleiner" abfragen und mit dem Ergebnis eine bedingte Programmverzweigung erreichen.

Zur Bestimmung der Werte, mit denen der eingelesene Wert UND-verknüpft werden muß, gelten die gleichen Überlegungen wie bei der Assemblerprogrammierung. Durch die UND-Verknüpfung sollen diejenigen Bitstellen unwirksam gemacht werden, die für ein Weiterschalten nicht von Bedeutung sind. Mit dem anschließenden Vergleich wird dann untersucht, ob eine bestimmte Bit-Kombination ansteht.

Für das Fortschalten in den jeweils nächsten Prozeßschritt sind folgende Konstanten für die einzelnen Prozeßschritte erforderlich:

Schritt 1 nach Schritt 2:

B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0	Hex.	Dez.	Bemerkungen
X	X	X	0	1	X	1	1	/	/	Unwichtige Bits mit X bezeichnet
0	0	0	1	1	0	1	1	1B	27	Konstante für die UND-Verknüpfung
0	0	0	0	1	0	1	1	0B	11	Erforderlicher Wert zum Weiterschalten

Zur Überprüfung der Weiterschaltbedingung von Schritt 1 nach Schritt 2 muß also ...

- die Eingabe gelesen werden (INP(16))
- eine UND-Verknüpfung mit 27 durchgeführt werden (AND 27)
- ein Vergleich des Ergebnisses mit der Zahl 11 durchgeführt werden.(IF A<>11 THEN GOTO ...).

Steuerung einer Paketwendeanlage

Festlegung der Konstanten für die weiteren Schritte:

Schritt 2 nach Schritt 3:

B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0	Hex.	Dez.	Bemerkungen
X	0	1	X	X	1	0	X	/	/	Unwichtige Bits mit X bezeichnet
0	1	1	0	0	1	1	0	66	102	Konstante für die UND-Verknüpfung
0	0	1	0	0	1	0	0	24	36	Erforderlicher Wert zum Weiterschalten.

Schritt 3 nach Schritt 4:

B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0	Hex.	Dez.	Bemerkungen
X	X	X	1	X	X	X	X	/	/	Unwichtige Bits mit X bezeichnet
0	0	0	1	0	0	0	0	10	16	Konstante für die UND-Verknüpfung
0	0	0	1	0	0	0	0	10	16	Erforderlicher Wert zum Weiterschalten

Schritt 4 nach Schritt 5:

B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0	Hex.	Dez.	Bemerkungen
X	X	X	X	1	X	X	X	/	/	Unwichtige Bits mit X bezeichnet
0	0	0	0	1	0	0	0	08	8	Konstante für die UND-Verknüpfung
0	0	0	0	1	0	0	0	08	8	Erforderlicher Wert zum Weiterschalten

Schritt 5 nach Schritt 6:

B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0	Hex.	Dez.	Bemerkungen
X	1	X	X	X	X	X	X	/	/	Unwichtige Bits mit X bezeichnet
0	1	0	0	0	0	0	0	40	64	Konstante für die UND-Verknüpfung
0	1	0	0	0	0	0	0	40	64	Erforderlicher Wert zum Weiterschalten

Steuerung einer Paketwendeanlage

Schritt 6 nach Schritt 7:

B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0	Hex.	Dez.	Bemerkungen
X	0	1	0	1	X	X	X	/	/	Unwichtige Bits mit X bezeichnet
0	1	1	1	1	0	0	0	78	120	Konstante für die UND-Verknüpfung
0	0	1	0	1	0	0	0	28	40	Erforderlicher Wert zum Weiterschalten

Schritt 7 nach Schritt 1:

B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0	Hex.	Dez.	Bemerkungen
X	X	X	X	X	X	1	X	/	/	Unwichtige Bits mit X bezeichnet
0	0	0	0	0	0	1	0	02	2	Konstante für die UND-Verknüpfung
0	0	0	0	0	0	1	0	02	2	Erforderlicher Wert zum Weiterschalten

Nachdem die Konstanten ermittelt worden sind, kann das Programm geschrieben werden. Es enthält für jeden Prozeßschritt wieder die gleiche Befehlsfolge, genau wie das erste in Assembler geschriebene Programm.

Beispiel für Schritt 1 :

```

10 OUT 32,0           ; mit diesem Befehl wird der dezimale
                     ; Wert 0 an das Ausgabeport Nr. 32D =
                     ; 20H ausgegeben.

20 X=INP(16)         ; der Variablen 'X' wird der eingelesene
                     ; Wert vom Eingabeport Nr. 16D =
                     ; 10H zugewiesen.

30 A=X AND 27        ; eine UND-Verknüpfung des eingelesenen
                     ; Wertes mit der Dezimalzahl 27 = 1BH
                     ; wird durchgeführt und das Ergebnis
                     ; der Variablen 'A' zugewiesen.

40 IF A2311 THEN GOTO 20 ; wenn der Wert der Variablen 'A' un-
                     ; gleich der Dezimalzahl 11= 0BH ist, so
                     ; soll bei Programmzeile 20 weiter-
                     ; gemacht werden. Sonst weiter mit der
                     ; nächsten Programmzeile.

```

Auch hier findet man wieder das Verfahren des Maskierens (Zeile 30) und eine Warteschleife, die solange durchlaufen wird, bis ein gewünschtes Ergebnis erreicht ist (Zeile 40).

Bild 34 zeigt das vollständige Programm zur Steuerung der Paketwendeanlage.

Steuerung einer Paketwendeanlage

```
10  OUT  32,0
20  X=INP(16)
30  A=X AND 27
40  IF A<>11 THEN GOTO 20
50  OUT  32,4
60  X=INP(16)
70  A=X AND 102
80  IF A<>36 THEN GOTO 60
90  OUT  32,16
100 X=INP(16)
110 A=X AND 16
120 IF A<>16 THEN GOTO 100
130 OUT  32,8
140 X=INP(16)
150 A=X AND 8
160 IF A<>8 THEN GOTO 140
170 OUT  32,64
180 X=INP(16)
190 A=X AND 64
200 IF A<>64 THEN GOTO 180
210 OUT  32,32
220 X=INP(16)
230 A=X AND 120
240 IF A<>40 THEN GOTO 220
250 OUT  32,2
260 X=INP(16)
270 A=X AND 2
280 IF A<>2 THEN GOTO 260
290 GOTO 10
```

Bild 34: BASIC-Programmlisting für die Steuerung der Paketwendeanlage

Die Befehlsfolge innerhalb der Warteschleife -im ersten Schritt z.B. Zeile 20,30 und 40- läßt sich mit dem BFZ-Steuerbasic durch die Anweisung WAIT verkürzen. Wenn man statt dieser Befehlsfolge

```
20  WAIT 16,27,11
```

programmiert, so ergibt sich die gleiche Wirkung, wie mit den drei Anweisungen...

```
20  X=INP(16)
30  A=X AND 27
40  IF A<>11 THEN GOTO 20
```

Steuerung einer Paketwendeanlage

Damit verkürzt sich das oben beschriebene Programm wie folgt:

```

10  OUT 32,0
20  WAIT 16,27,11
30  OUT 32,4
40  WAIT 16,102,36
50  OUT 32,16
60  WAIT 16,16,16
70  OUT 32,8
80  WAIT 16,8,8
90  OUT 32,64
100 WAIT 16,64,64
110 OUT 32,32
120 WAIT 16,120,40
130 OUT 32,2
140 WAIT 16,2,2
150 GOTO 10

```

Analog zum Vorgehen bei der Assemblerprogrammierung soll nun die siebenmal auftretende Befehlsfolge "OUT... WAIT..." in eine Schleife eingebaut werden, die dann entsprechend oft durchlaufen wird. In einem BASIC-Programm wird eine solche Schleife durch die in Bild 35 dargestellten Anweisungen gebildet.

Die Anweisung FOR I=1 TO 7 bewirkt, daß der Variablen "I" Werte von 1 bis 7 zugewiesen werden. Die Zuweisung des jeweils nächsten I-Wertes wird durch die Anweisung NEXT I ausgelöst.

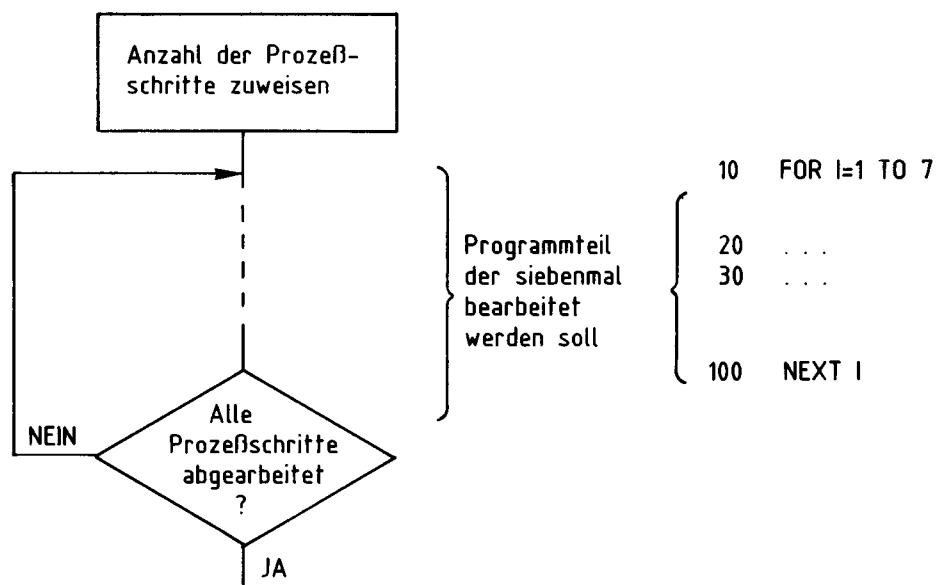


Bild 35: Beispiel für eine Zählschleife in der BASIC-Sprache

Steuerung einer Paketwendeanlage

Die verschiedenen Konstanten, die in jedem Prozeßschritt benötigt werden, sollen -ebenfalls wie im Assemblerprogramm- aus einer Tabelle entnommen und dem Programmteil innerhalb der Schleife übergeben werden. Das folgende kleine Programm verwendet die BASIC-Anweisungen, die für das Anlegen und Lesen einer Tabelle benötigt werden.

```
10 DATA 11,22
20 FOR I=1 TO 2
30 READ A
40 PRINT A
50 NEXT I
```

Das Programm liest zwei Werte aus einer Tabelle und gibt sie auf dem Bildschirm aus.

Die Tabelle wird mit der DATA-Anweisung in Zeile 10 angelegt.

Mit der Anweisung READ A in Zeile 20 wird im ersten Programmdurchlauf der erste Tabellenwert (11) der Variablen "A" zugewiesen, im zweiten dann der nächste Tabellenwert (22). Durch die Anweisung PRINT A wird der jeweilige Wert der Variablen "A" auf dem Bildschirm ausgedruckt.

Mit jeder READ-Anweisung wird der nächste Tabellenwert gelesen !

Will man beim Auslesen einer Tabelle wieder von vorn beginnen, so muß man mit der Anweisung RESTORE "zeilennummer" den Tabellenzeiger wieder auf den Tabellenanfang setzen, indem man für "zeilennummer" diejenige Zeilennummer einsetzt, unter der die DATA-Anweisung steht.

Bild 36 zeigt nun einen Programmablaufplan und das zugehörige BASIC-Programm unter Verwendung der Schleifentechnik und der Tabellenverarbeitung.

Steuerung einer Paketwendeanlage

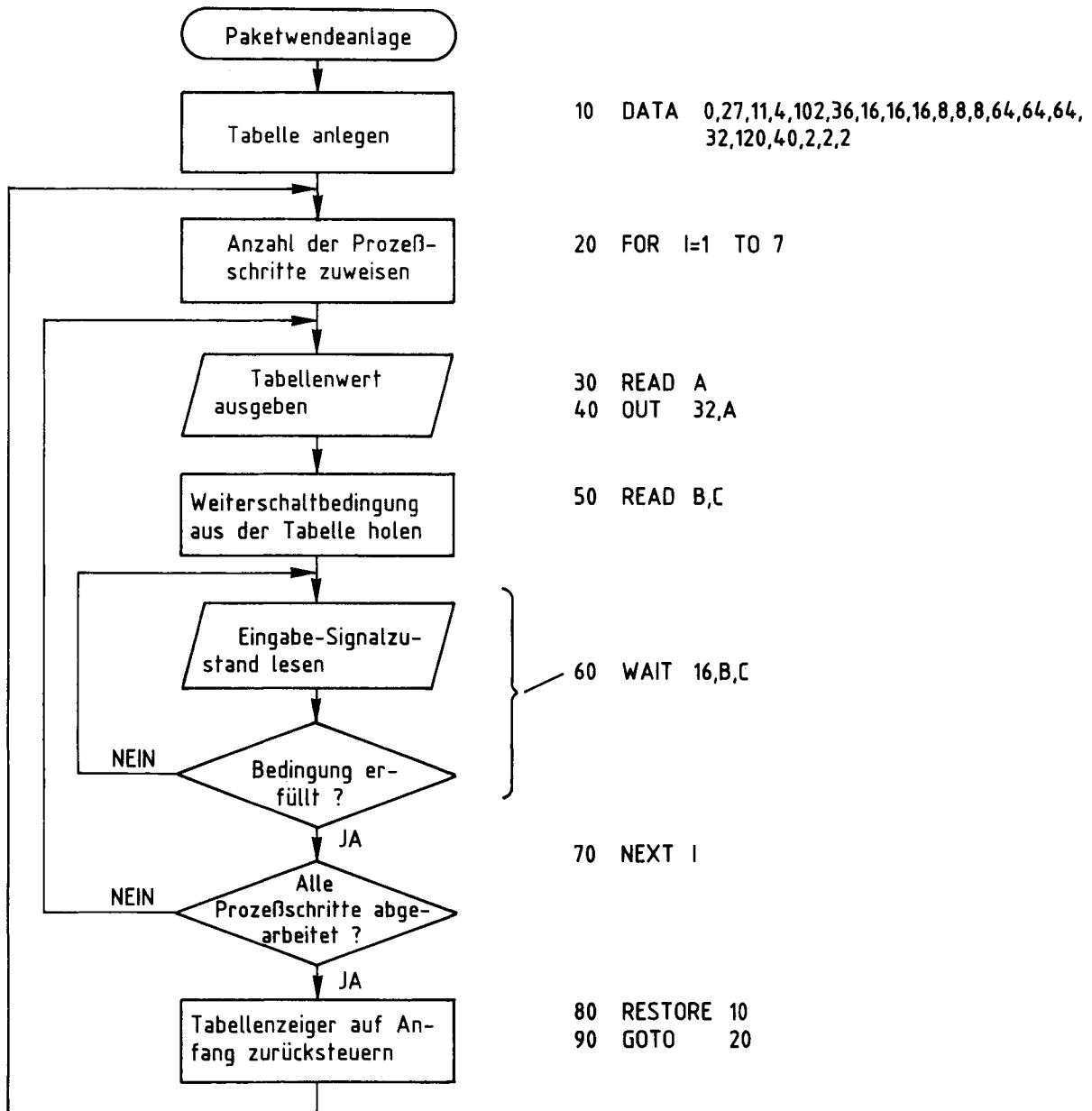


Bild 36: Programmablaufplan und BASIC-Programm zur Steuerung der Paketwendeanlage

Geben Sie das Programm in den Mikrocomputer ein und prüfen Sie seine Funktion.

Name:

Steuerung einer Paketwendeanlage

Datum:

A11

Aufgabe A 11

Im Arbeitsblatt A 5 ist die Funktion eines Schrägaufzugs beschrieben. Entwerfen Sie ein BASIC-Programm, das diese Steuerungsaufgabe löst.

Lösung :

Geben Sie Ihr BASIC-Programm ein und testen Sie dessen ordnungsgemäße Funktion, indem Sie die Endlagenschaltersignale durch entsprechende Schalterbetätigung an der Eingabebaugruppe simulieren.

FACHTHEORETISCHE ÜBUNG MIKROCOMPUTER — TECHNIK

STEUERUNG EINER
PAKETWENDEANLAGE

BFZ/MFA 20.1.

ANHANG

Steuerung einer Paketwendeanlage

8.1. Pneumatische Stelltriebe

In den pneumatischen (druckluftgetriebenen) Stellzylindern, die den Kipprahmen und die Schieber bewegen, befindet sich ein beweglicher Kolben (Bild 37), der den Zylinderinnenraum in zwei Kammern aufteilt und mit einem nach außen geführten Gestänge verbunden ist.

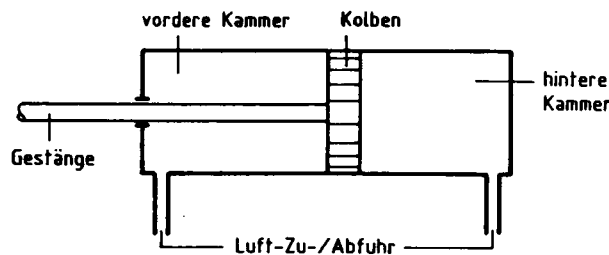


Bild 37 : Pneumatischer Stellzylinder

Sowohl am vorderen als auch am hinteren Zylinderende befindet sich eine Öffnung für die Luftzu- und Luftabfuhr. Die Kolbenbewegung wird dadurch ausgelöst, daß einer Zylinderkammer Druckluft zugeführt und die andere gleichzeitig entlüftet wird (Bild 38).

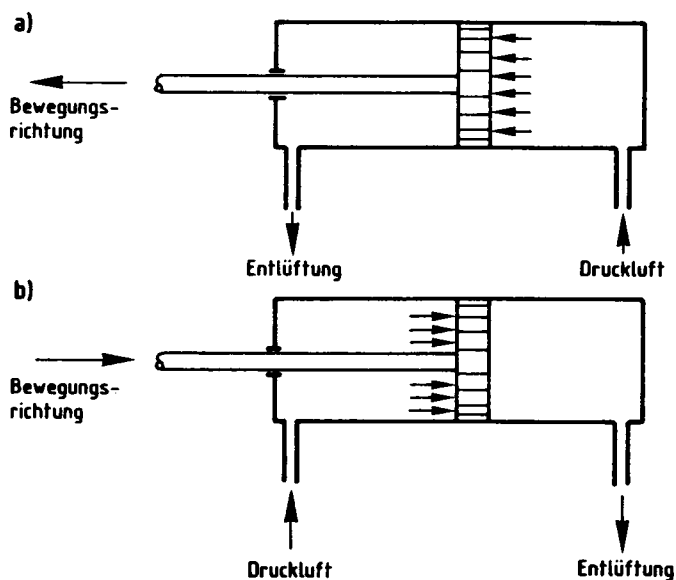


Bild 38 : Bewegung des Kolbens

Steuerung einer Paketwendeanlage

Dabei lassen sich Kolbengeschwindigkeit und Kolbenkraft durch Drosselung der ausströmenden Luft und die Höhe des Druckes variieren. Diese Stellzylinder sind daher nicht nur Antrieb, sondern gleichzeitig auch Kraftverstärker. Sie sind wesentlich einfacher aufgebaut und dennoch robuster als vergleichbare elektromechanische Antriebe. An Stelle von druckluftgetriebenen Stellzylindern verwendet man insbesondere bei hohen Belastungen Hydraulikzylinder, die statt Luft Hydrauliköl verwenden.

Die Zuführung der Druckluft und die Entlüftung der Zylinderkammern wird über elektrisch betätigte Magnetventile gesteuert (Bild 5). Hierbei handelt es sich um beidseitig zu betätigende Impulsventile, d.h. die Magnetspulen brauchen nur kurzzeitig angesteuert zu werden, um die Ventilstellung zu verändern. Danach bleibt die Stellung unverändert. In Bild 39 befindet sich das Ventil in der Stellung, die zur Ruhelage des Stellzylinders gehört. Dazu mußte die Magnetspule 1 kurzzeitig angesteuert werden. Die Luftwege im Ventil sind durch Pfeile gekennzeichnet. In dieser Ventilstellung strömt die Druckluft von der Druckluftquelle, sie ist als Kreis mit Punkt gekennzeichnet, in die vordere Zylinderkammer und drückt den Kolben nach hinten. Gleichzeitig kann die Luft aus der hinteren Kammer des Zylinders über die Entlüftungsöffnung am Ventil entweichen.

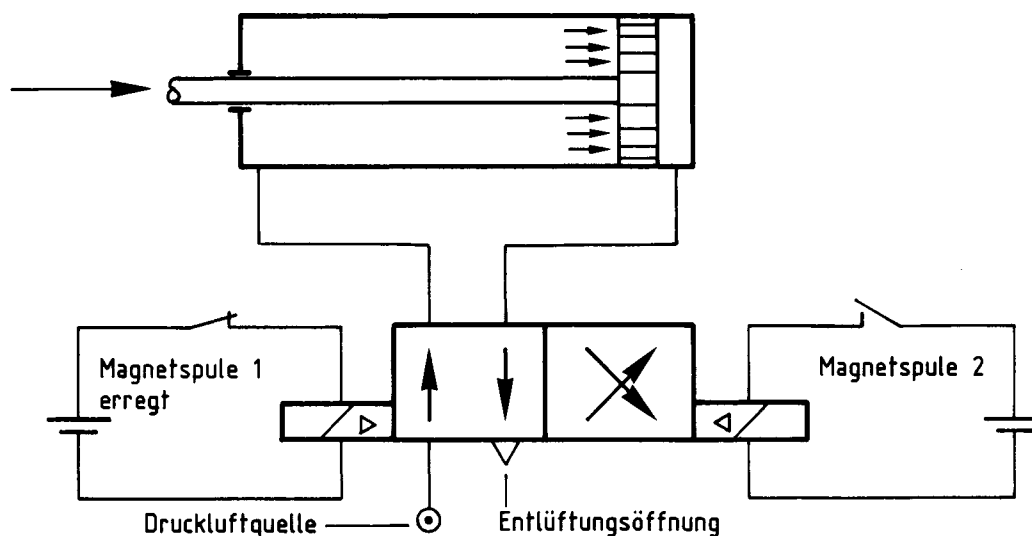


Bild 39 : Beidseitig zu betätigendes elektromagnetisches Impulsventil

Steuerung einer Paketwendeanlage

Wird dagegen die Magnetspule 2 kurzzeitig erregt, so werden die Luftwege im Ventil gekreuzt, so daß nun die hintere Kammer mit Druckluft versorgt und die vordere entlüftet wird (Bild 40), so daß sich die Bewegungsrichtung des Kolbens umkehrt.

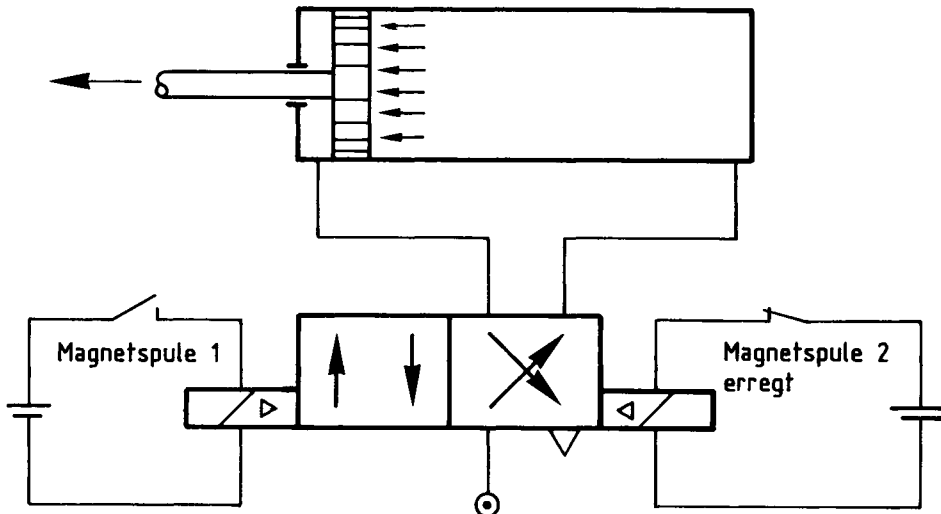


Bild 40 : Ventilstellung für die Bewegung des Kolbens in Arbeitsrichtung

8.2. Schnittstellen zur Steuerung

Die Ansteuerung der Magnetventile von einer digitalen Steuerung muß über Leistungsverstärker erfolgen, weil für ihre Betätigung Ströme bis zu mehreren Ampere erforderlich sind. Eine Verstärkerstufe, die hierfür verwendet werden kann, ist im Bild 41 abgebildet.

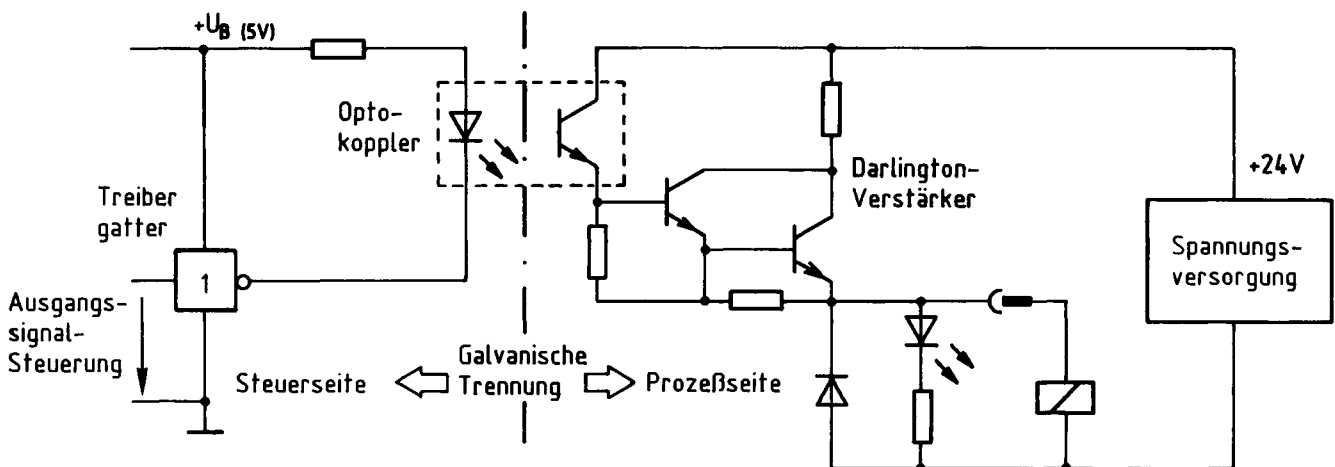


Bild 41 : Leistungsverstärker für die Ansteuerung der Magnetventile

Steuerung einer Paketwendeanlage

Hierbei handelt es sich um einen Darlington-Transistor, dem ein Optokoppler vorgeschaltet ist, zur galvanischen Trennung der Steuereinheit von der Prozeßseite. Diese galvanische Trennung ist sehr wichtig für die Unterdrückung von Störungen, wie sie sonst über gemeinsame Erdungsleitungen oder durch Einkopplung von Impulsen beim Schalten von Induktivitäten auftreten können. Solche Störimpulse können einerseits empfindliche Bauteile in der elektronischen Steuerung zerstören und andererseits falsche Reaktionen in der Steuerung auslösen.

Im Prozeßablauf sind beim Erreichen der Kolbenendlagen auf der Steuerungsseite neue Aktionen auszulösen. Aus diesem Grunde müssen die Endlagen über Sensoren erfaßt werden. Jeder Stellzylinder besitzt zwei Endlagen, so daß insgesamt mit dem Paketsensor (b0) sieben Sensoren (b0 bis b6) vorhanden sind. Dabei kann es sich sowohl um mechanisch betätigte Kontakte als auch um berührungslos arbeitende Schalter handeln. Für die Betätigung der Sensoren befinden sich an den Kolbengestängen entsprechende Nocken oder Steuerfahnen (Bild 42).

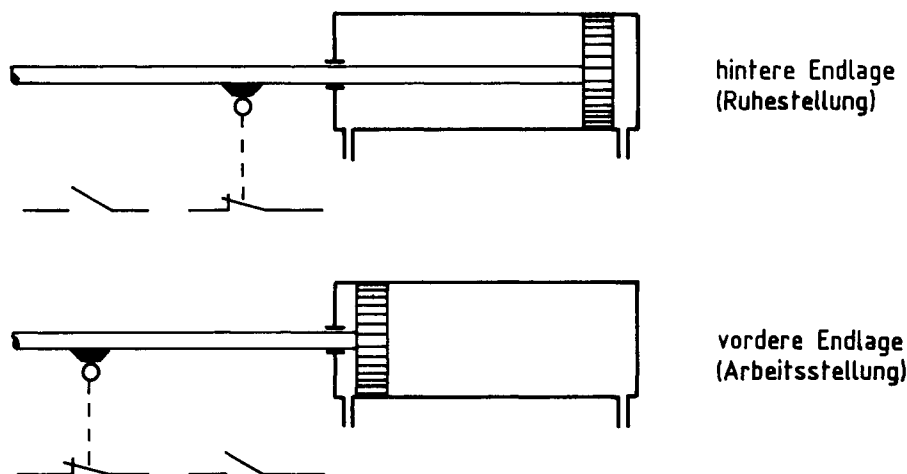


Bild 42 : Erfassung der Kolbenendlagen

Kontakt- oder berührungslos arbeitende Schalter haben gegenüber mechanischen Kontakten den Vorteil, daß sie verschleiß- und prellfrei arbeiten und aufgrund ihres gekapselten Aufbaus unempfindlich gegen Verschmutzung und andere Umwelteinflüsse sind. Sie bestehen meist aus einer im Schaltergehäuse integrierten elektronischen Schaltung, die die Annäherung eines mechanischen Körpers je nach dem angewandten Sensorprinzip durch...

- die Änderung der Induktivität einer Spule
- die Änderung der Kapazität eines Kondensators
- die Unterbrechung eines Lichtstrahls
- die Änderung eines magnetischen Flusses

erfaßt und als "0"- oder "1"-Signal anzeigt. Da an Maschinen

Steuerung einer Paketwendeanlage

meistens die Lage von Metallteilen überwacht werden muß, wird hier der induktive Näherungsschalter oder -Initiator verwendet. Er besteht aus einem Oszillator mit induktiver Mitkopplung, der eine Wechselspannung hoher Frequenz erzeugt, die gleichgerichtet, geglättet und einer Triggerschaltung zugeführt wird.

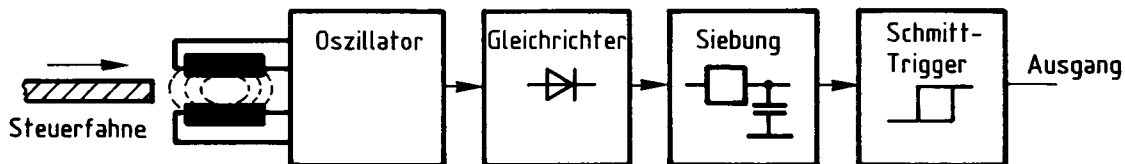


Bild 43 : Blockschaltbild eines induktiven Näherungsschalters

Bringt man ein Metallteil in die Nähe der Mitkoppelpulen, so reißt die Oszillatorschwingung ab und es wird keine Wechselspannung mehr erzeugt. Dies wirkt sich am Eingang des Schmitt-Triggers als Spannungsänderung aus und wird am Ausgang des Initiators durch einen Signalwechsel angezeigt. Näherungsinitiatoren gibt es in den verschiedensten Bauformen. Als Beispiel ist im Bild 44 ein Schlitzinitiator abgebildet, der durch eine Steuerfahne betätigt wird.

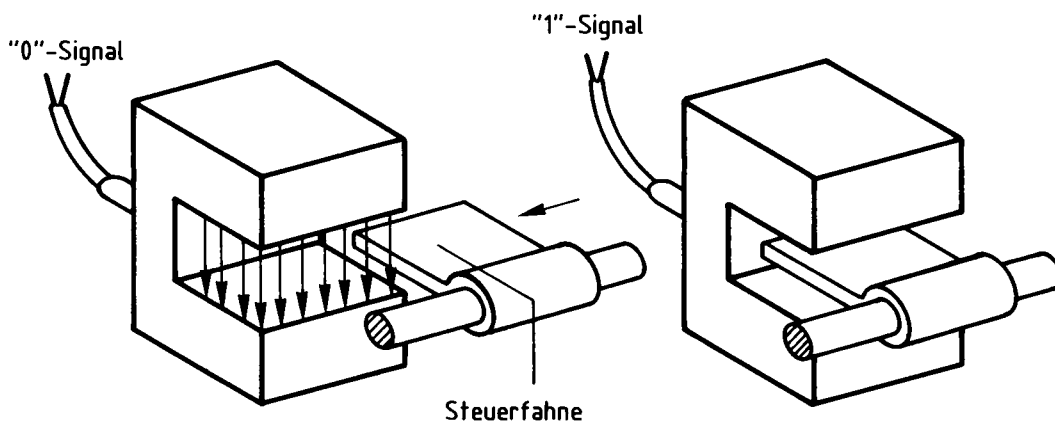


Bild 44 : Bauform eines Schlitzinitiators

Auch die Rückmeldungen aus einem Steuerungsprozeß werden zur Störungsunterdrückung meist über galvanische Trennglieder (Optokoppler) und Filterschaltungen der digitalen Steuerung zugeführt. Eine mögliche Schaltung für diese eingangsseitige Signalaufbereitung ist im Bild 45 abgebildet.

Steuerung einer Paketwendeanlage

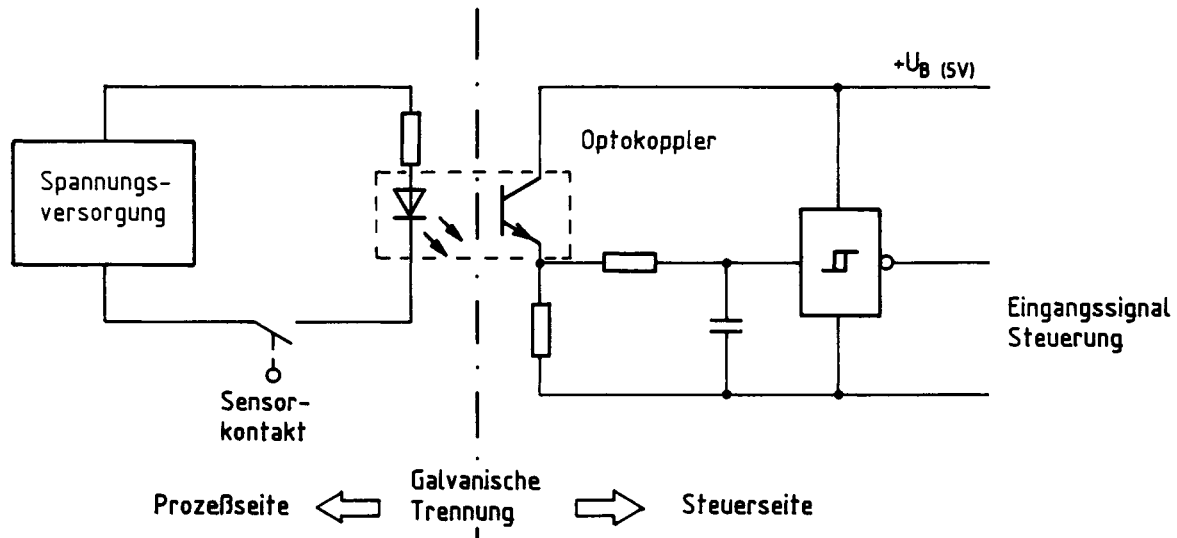


Bild 45 : Eingangsfiler für die Aufbereitung der Prozeßrückmeldungen

Bei Steuerungen, die in "rauer" Industrielatmosphäre eingesetzt werden sollen, sind neben den Entstörmaßnahmen auf den Signalleitungen auch zum Teil umfangreiche Maßnahmen im Netzteil der Steuerung erforderlich. Auch über die Netzversorgungsleitungen können Störimpulse in die Steuerung gelangen. Abhilfe schaffen auch hier geeignete Filter.

Störungsprobleme treten auch häufig durch unsachgemäßes Führen von Erdungsleitungen auf. Erdungsleitungen dienen in der Signalverarbeitung zur Festlegung eines gemeinsamen Potentials. Dabei können durch die Masseverbindungen an verschiedenen Stellen eines Chassis erhebliche Potentialdifferenzen entstehen, die zu Störspannungen und Bauteilschäden führen können. Ursache sind sogenannte Erdungsschleifen, die durch mehrfaches unkontrolliertes Erden entstehen. Solche Probleme lassen sich beispielsweise vermeiden, wenn die verschiedenen Anlagenteile über galvanisch entkoppelte Verbindungen ihre Informationen austauschen.

A1.1

Aufgabe A 1.1

Überprüfen Sie das Steuerungsprogramm (Bild 12) für die Paketwendeanlage, indem Sie den Ablauf am Mikrocomputer-System testen.

Geben Sie dazu das Programm mit Hilfe der Betriebsprogramm-Kommandos in den RAM-Bereich ein. Falls Sie kein reales Anlagenmodell besitzen, so kennzeichnen Sie die Buchsen der Ein- und Ausgabe-Baugruppe mit den Namen der jeweiligen Signale. Besonders hilfreich ist aber auch die Erstellung eines schematischen Modells (Simulator) entsprechend der im Anhang beschriebenen Bauanleitung; es erleichtert die Orientierung im Prozeßablauf. Nehmen Sie auch das Weg-Zeit-/ Signal-Zeit-Diagramm (Bild 8) für die Verfolgung und Simulation des Prozeßablaufs zur Hilfe.

Bevor Sie das eingegebene Programm starten, stellen Sie zunächst die Ausgangslage am Simulator bzw. an den Schaltern der Eingabebaugruppe ein. Überlegen Sie sich hierzu, welchen Zustand die jeweiligen Endschalter der Paketwendeanlage eingenommen haben müssen.

b0= 0	b1= 1	b2= 0	b3= 1	b4= 0	b5= 1	b6= 0
-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

Starten Sie nun das Programm und protokollieren Sie Ihre Beobachtungen.

Beobachtungen:

Nach dem Start des Programmes :

Es ist kein Ausgang aktiv. Die Steuerung befindet sich im ersten Schritt, der Ruhelage.

Nach kurzzeitiger Betätigung von b0 :

Der Ausgang S 2 (B 2) ist aktiv. Der Kipprahmen schwenkt nach vorn.

A1.2

Nach der Simulation der Endlagenzustände für den Kipp-
rahmen (b1 und b2) :

b1 und b2 aus :	keine Änderung, warten im Schritt 2.
b2 ein :	Ausgang S 4 (B 4) aktiv. Schieber 1 nach vorn. Kipprahmen aus. Schritt 3

Nach der Simulation der Endlagenzustände für den Schieber 1
(b3 und b4) :

b3 und b4 aus :	keine Änderung, warten in Schritt 3
b4 ein :	Ausgang S 3 (B 3) aktiv. Schieber 1 zurück. Schritt 4
b4 aus :	keine Änderung, warten in Schritt 4
b3 ein :	S 6 (B 6) aktiv. Schieber 2 nach vorn. Schritt 5

Nach der Simulation der Endlagenzustände für den Schieber 2
(b5 und b6) :

b5 und b6 aus :	keine Änderung, warten in Schritt 5.
b6 ein :	S 5 (B 5) aktiv. Schieber 2 zurück. Schritt 6
b6 aus :	keine Änderung, warten in Schritt 6.
b5 ein :	S 1 (B 1) aktiv. Kipprahmen zurück-schwenken. Schritt 7

Simulieren Sie zum Schluß noch das Wiedererreichen des Anfangszustandes.

Hierzu muß zunächst der Schalter b2 aus- und dann b1 eingeschaltet werden.

A2

Aufgabe A 2.1

Beim Betrieb der Paketwendeanlage hat sich gezeigt, daß der Schieber 1 zu langsam ist. Für die Überprüfung und Neueinstellung der Druckluft und Drosselung am Stellzylinder ist ein Testprogramm zu entwerfen, das den Schieber 1 jeweils zwischen der vorderen und hinteren Endlage hin- und hersteuert. Benutzen Sie hierzu auch das Programmlisting Bild 12.

Test Programm :

Adr.	Masch.-C.	Label	Assembler-C.	Kommentar
0000	3E10	ANF:	MVI A,10	
0002	D320		OUT 20	
0004	DB10	WART1:	IN 10	
0006	E610		ANI 10	
0008	CA0400		JZ WART1	
000B	3E08		MVI A,08	
000D	D320		OUT 20	
000F	DB10	WART2:	IN 10	
0011	E608		ANI 08	
0013	CA0F00		JZ WART	
0016	C30000		JMP ANF	

A3

Aufgabe A 3.1

Aufgrund einer Störung an der Paketwende-Anlage wird beim Ablauf mit dem Erreichen der vorderen Endlage von Schieber 1 der Endschalter b4 nicht betätigt. Welche Folgen hat diese Störung?

Antwort : Die Steuerung bleibt in Schritt 3 "hängen". Schieber 1 wird dauernd mit Druck beaufschlagt.

Aufgabe A 3.2

Nachdem der Paket-Sensor b0 dem Mikrocomputer die Ankunft eines Paketes gemeldet hat, betätigt die Mikrocomputer-Steuerung gleichzeitig den Kipprahmen und den Schieber 1, so daß es zu einem folgenschweren Zusammenstoß dieser beiden Maschinenteile gekommen ist. Was war die wahrscheinliche Fehlerursache?

Antwort : Endschalter b2 liefert dauernd 1-Signal. (Kontakt verklebt)

Aufgabe A 3.3

Schieber 1 ist aufgrund der noch nicht ausgeführten Neueinstellung der Druckluft und Drosselung am Stellzylinder erheblich langsamer als Schieber 2. Was passiert, wenn in diesem Fall gleichzeitig eine Störung am Endschalter b3 auftritt, und dieser unabhängig von der Schieberstellung betätigt bleibt?

Antwort : Kollisionsgefahr zwischen Schieber 1 und Kipprahmen beim Rückschwenken in Schritt 7.

A4

Aufgabe A 4.1

In den Aufgaben A 3.2 und A 3.3 sind Maschinenstörungen beschrieben, die durch defekte Endschalter ausgelöst wurden. Wie können solche folgenschweren Störungen auf der Steuerungsseite vermieden werden?

Antwort : Durch Einbauen von Sicherheitsbedingungen in das Steuerungsprogramm. Bspw. durch Überwachung und Abfrage mehrerer Endschalter, bevor in den nächsten Prozeßschritt weitergeschaltet wird.

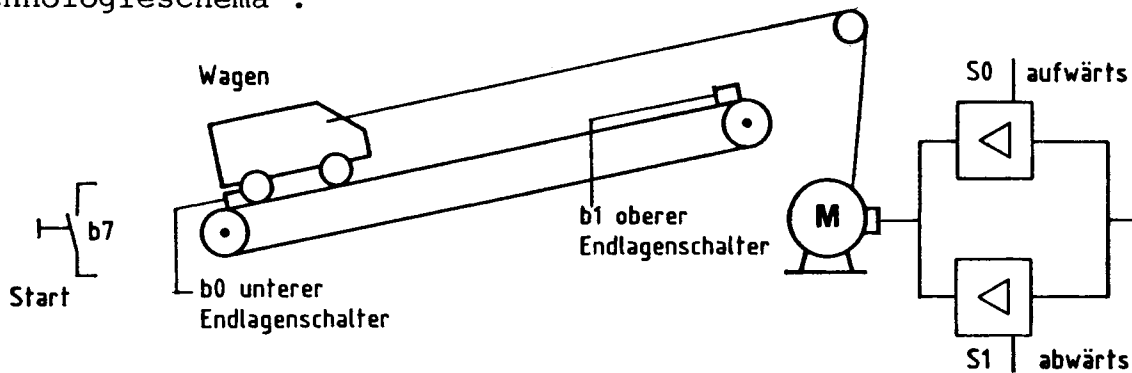
Aufgabe A 5.1

A5.1

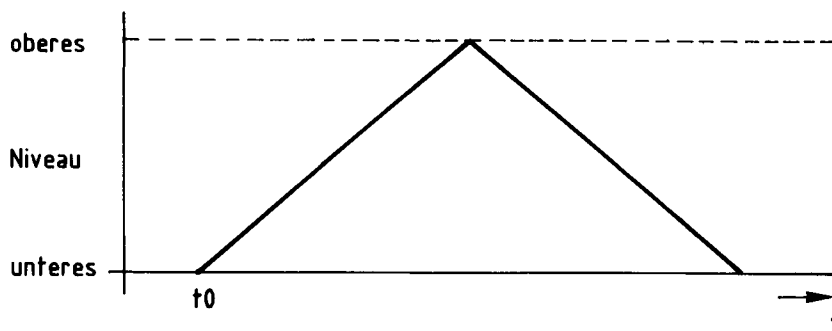
Skizzieren Sie das Weg-Zeit- und das Signal-Zeit-Diagramm für die folgende Steuerungsaufgabe.

Ein Schrägaufzug soll nach Betätigung des Starttasters hochgezogen werden. Beim Erreichen der oberen Endlage soll die Bewegungsrichtung des Wagens umgeschaltet werden. Erreicht er dann den unteren Endschalter wieder, so ist der Steuerungsablauf beendet. Erst mit erneuter Betätigung des Starttasters kann der Ablauf wiederholt werden.

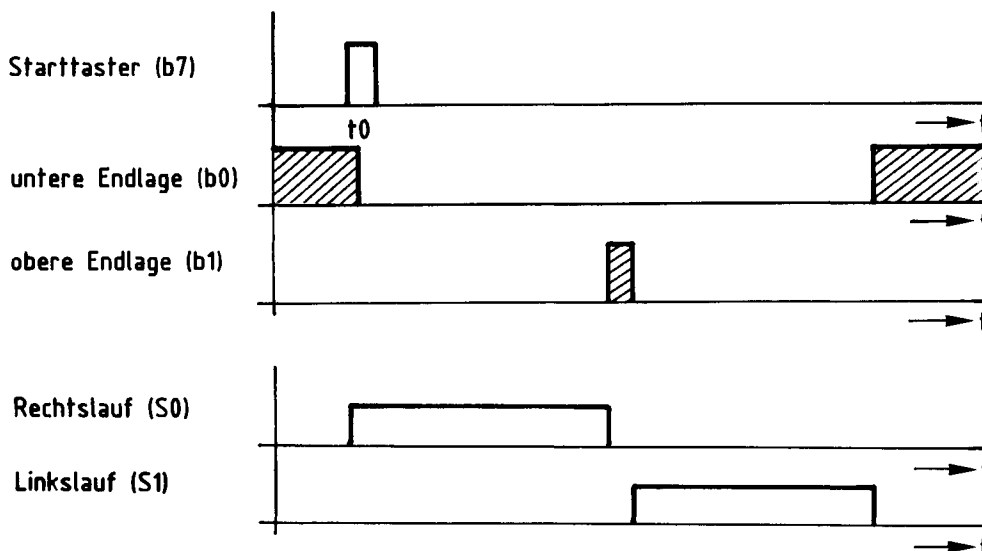
Technologieschema :



Weg-Zeit-Diagramm:



Signal-Zeit-Diagramm:

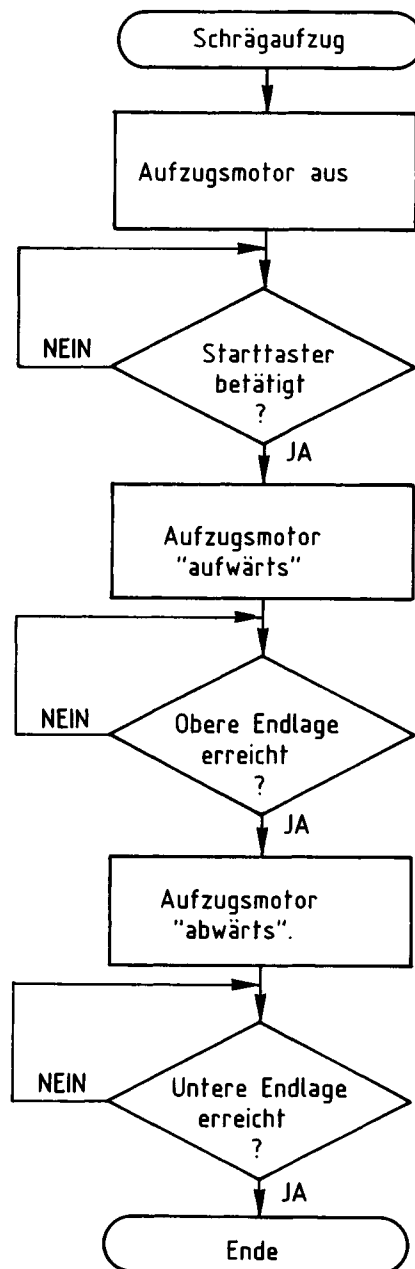


Aufgabe A 5.2

A5.2

Entwerfen Sie einen Programmablaufplan für die Steuerungsaufgabe A 5.1. Benutzen Sie hierzu die im Technologieschema angegebenen Kurzzeichen für die Schaltelemente und Leistungsstellglieder.

Programmablaufplan :



Steuerung einer Paketwendeanlage

L Ö S U N G E N

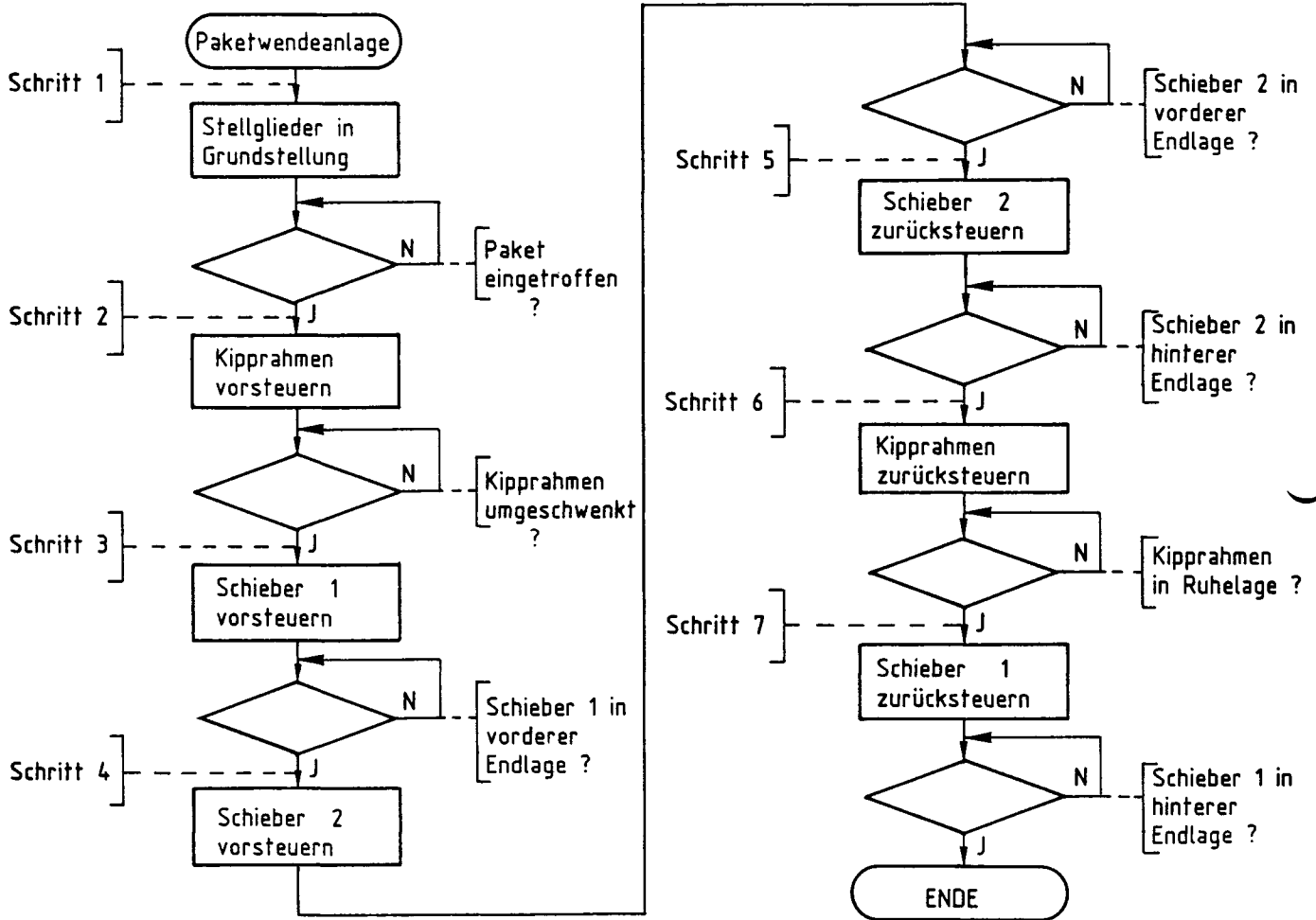
Aufgabe A 6

A6

Die untenstehende Zeichnung zeigt einen fehlerhaften Programmablaufplan für die Paketwendeanlage.

Was ist an diesem Ablaufplan falsch und welche Folgen hätte der Fehler ?

Antwort : Die Reihenfolge des Prozeßablaufs stimmt nicht. Das Rückschwenken des Kipprahmens darf erst erfolgen, wenn vorher der Schieber 1 zurückgesteuert wurde. So kommt es in Schritt 6 zur Kollision zwischen Kipprahmen und Schieber 1.



Steuerung einer Paketwendeanlage

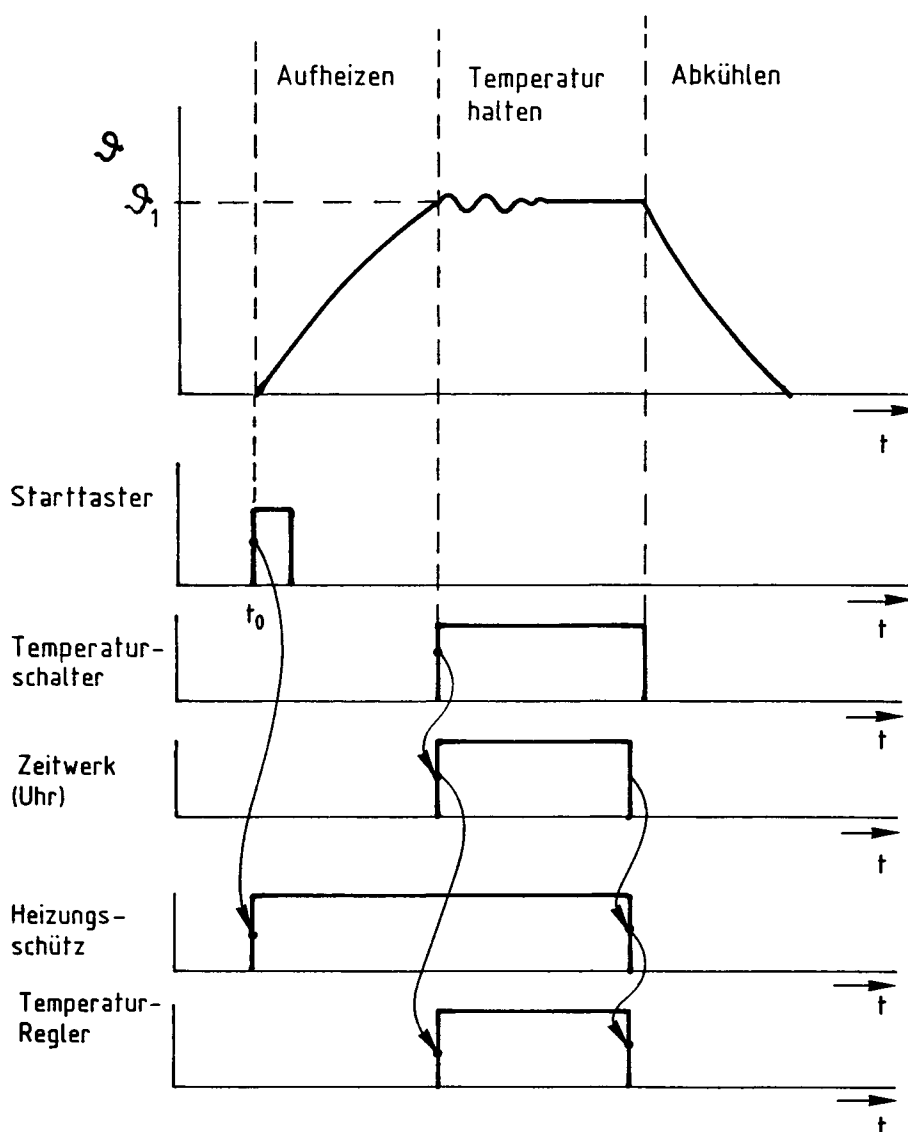
L Ö S U N G E N

Aufgabe A 7

A7.1

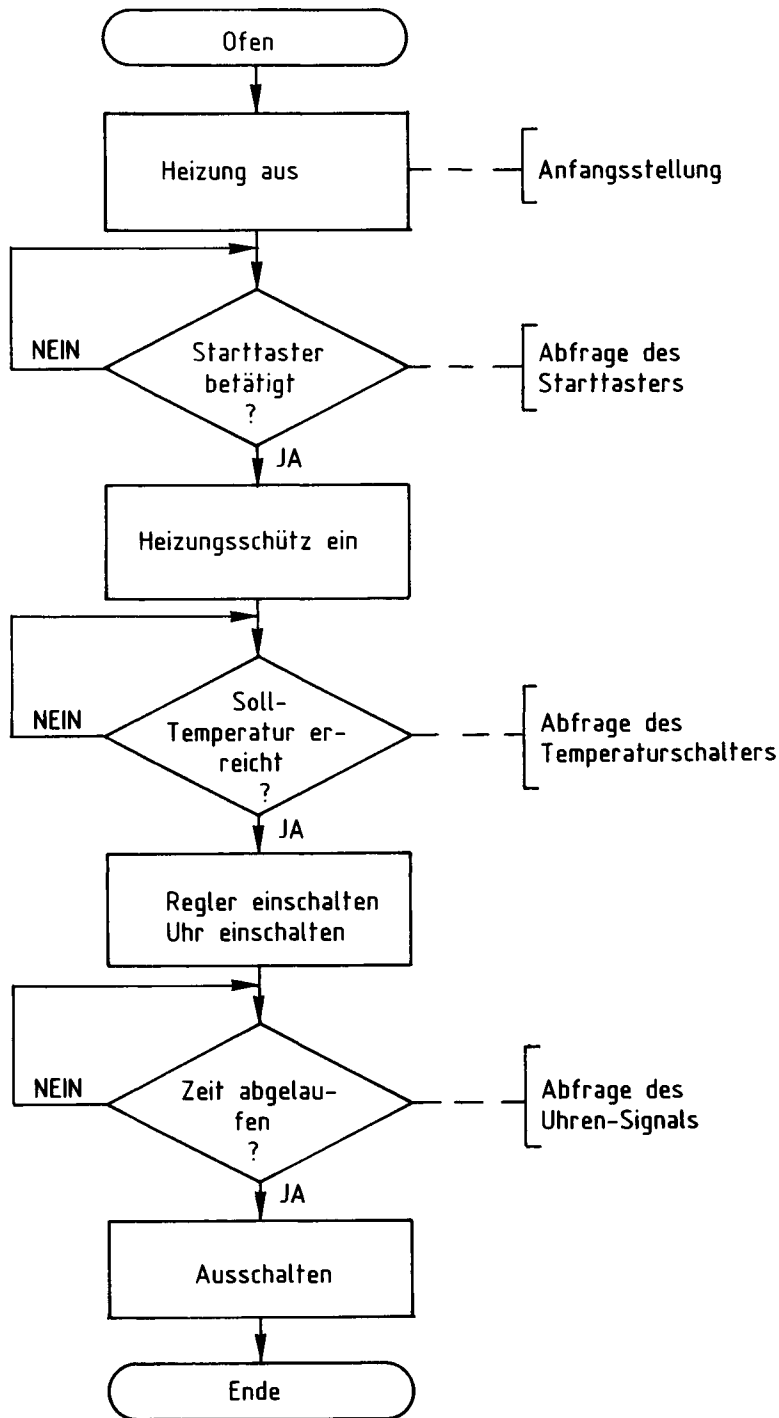
Entwerfen Sie zu folgendem Temperatur-Zeit-Diagramm einen Programmablaufplan.

Temperatur- und Signal-Zeit-Diagramm :



Programmablaufplan :

A7.2



Aufgabe A 10

A10

Im Arbeitsblatt A 5 ist die Funktion eines Schrägaufzugs beschrieben. Entwerfen Sie ein SPS-Programm, das diese Steuerungsaufgabe löst.

Lösung :

```
*E07
*A00
*/A00
*/A01
=SA00
```

```
*E01
*A00
=RA00
=SA01
```

```
*A01
*A00
=RA01
```

Geben Sie Ihr SPS-Programm ein und testen Sie dessen ordnungsgemäße Funktion, indem Sie die Endlagenschaltersignale durch entsprechende Schalterbetätigung an der Eingabebaugruppe simulieren.

A11

Aufgabe A 11

Im Arbeitsblatt A 5 ist die Funktion eines Schrägaufzugs beschrieben. Entwerfen Sie ein BASIC-Programm, das diese Steuerungsaufgabe löst.

Lösung :

```
10 OUT 32,0
20 WAIT 16,129,129
30 OUT 32,1
40 WAIT 16,2,2
50 OUT 32,2
60 WAIT 16,1,1
70 GOTO 10
```

Geben Sie Ihr BASIC-Programm ein und testen Sie dessen ordnungsgemäße Funktion, indem Sie die Endlagenschaltersignale durch entsprechende Schalterbetätigung an der Eingabebaugruppe simulieren.

Steuerung einer Paketwendeanlage

Vorschlag zum Bau eines Simulationsmodells für die Paketwendeanlage

Zur Simulation des Paketwendeprozesses empfiehlt sich der Bau eines Simulationsmodells. Die Endlagenschalter und der Paketsensor sollen zwar von Hand betätigt werden, aber sie sollen so angebracht sein, daß ihre Funktion im Prozeß zu erkennen ist. Ebenfalls sollen die Aktorenzustände mit Hilfe von Leuchtdioden so angezeigt werden, daß ihre Bedeutung erkennbar wird.

Vorgeschlagen wird der Bau einer Tafel, auf welche das Technologieschema der Anlage aufgezeichnet ist. In diese Tafel können die Schalter und Leuchtdioden an entsprechender Stelle eingebaut werden. Bild 45 zeigt eine solche Tafel, die je nach Bedarf aus Metall, Holz oder Basismaterial für Leiterplatten bestehen kann.

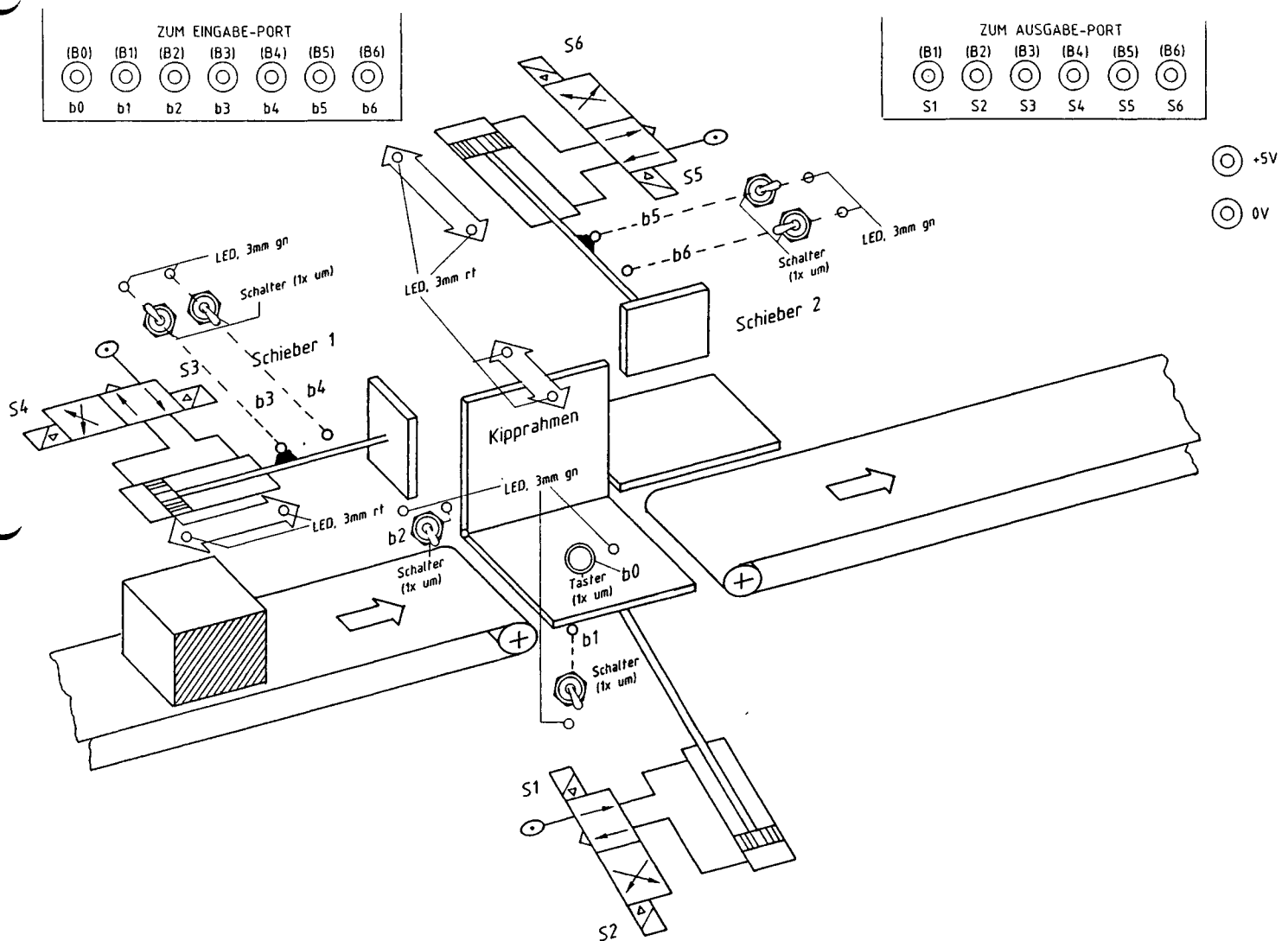


Bild 45 : Vorschlag für die Frontseite eines Simulationsmodells

Steuerung einer Paketwendeanlage

Die Verdrahtung der einzelnen Schalter und Leuchtdioden entnehmen Sie dem Stromlaufplan Bild 46.

Die Doppelseite mit dem Technologieschema kann Ihnen als Vorlage für ein Simulationsmodell dienen.

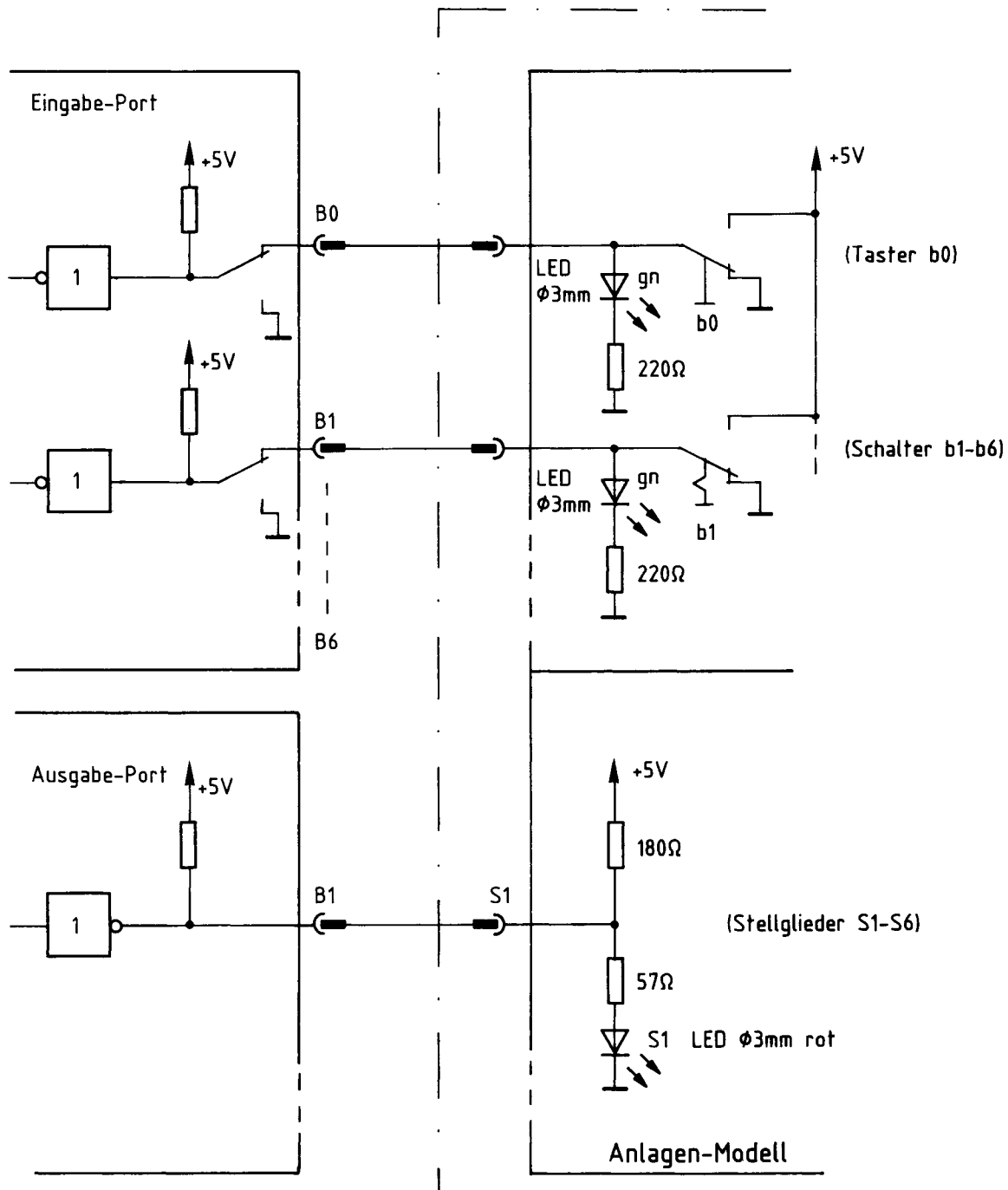
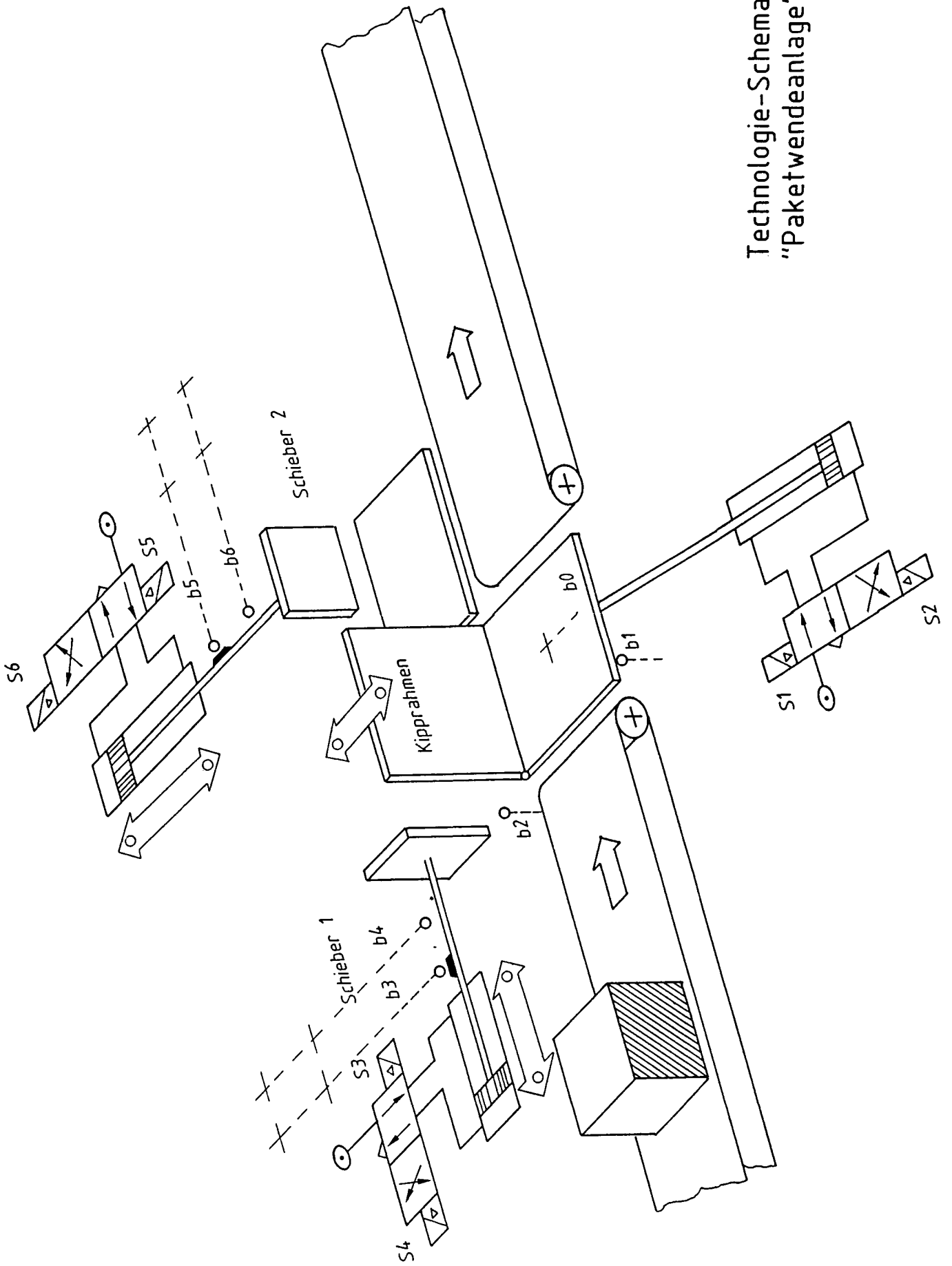


Bild 46 : Stromlaufplan für die Schalter und Anzeigeelemente des Simulationsmodells

Damit ist die Übung beendet.



Technologie-Schema
 "Paketwendeanlage"

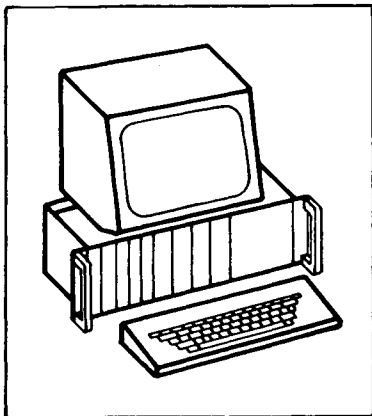
1

2

3

4

FACHPRAKTISCHE ÜBUNG MIKROCOMPUTER-TECHNIK



MAT 85

BFZ/MFA 7.1.



Diese Übung ist Bestandteil eines Mediensystems, das im Rahmen eines vom Bundesminister für Bildung und Wissenschaft, vom Bundesminister für Forschung und Technologie sowie der Bundesanstalt für Arbeit geförderten Modellversuches zum Einsatz der "Mikrocomputer-Technik in der Facharbeiterausbildung" vom BFZ-Essen e.V. entwickelt wurde.

System-Informationen

Inhaltsverzeichnis

Seite

System-Informationen (Überblick)		
1.	Einleitung, Speicherbelegung	2
2.	Aufbau des Systems	3
3.	Arbeitsweise des Betriebsprogramms	4
3.1.	Kaltstart	4
3.2.	Kommando-Eingabe	5
3.3.	Reset-Betätigung, Warmstart	5
3.4.	Bildschirm-Modus	5
3.5.	Bedienerführung	6
4.	Struktur des Betriebsprogramms	6
4.1.	Kommando-Kurzbeschreibung	7
4.1.1.	Monitor-Kommandos	7
4.1.2.	Assembler/Disassembler-Kommandos	8
4.1.3.	Tracer-Kommandos	8
4.1.4.	Ordnung der Kommandos nach Einsatzgebieten	9
Gebrauch der Kommandos (Ausführl. Kommando-Beschreibung)		
—	Inhaltsverzeichnis	10
—	Hinweise zur Beschreibung der Kommandos	11
—	Beschreibung der Kommandos und Übungen dazu	14
Anhang (Techn. Daten, Arbeitsblätter, Progr. Beispiele)		
1.	Anschluß einer Datensichtstation	62
1.1.	Bedingungen für eine fehlerfreie Datenübertragung	62
1.2.	Anschlußplan	63
2.	Druckermodus, TTY-Betrieb	64
3.	Anschluß eines Matrix-Druckers	64
3.1.	Betrieb des Matrix-Druckers	65
4.	ASCII-Code-Tabelle	67
5.	Die Tastatur Cherry G 80-0177	69
6.	Häufig verwendete Symbole für Flußdiagramme	70
7.	Unterprogramme des Betriebsprogramms	71
8.	Beispiele für den Gebrauch von Unterprogrammen aus dem Betriebsprogramm	74
8.1.	Verzögerungszeit $n \times 0,24s$	74
8.2.	Bildschirm löschen und Textausgabe	75
8.3.	Steuerung des Cursors per Programm	76
—	8085-Befehlsliste	80

System-Informationen

1. Einleitung, Speicherbelegung

Das Betriebsprogramm MAT 85*) gestattet mit Hilfe von 14 Kommandos das Ein- und Ausgeben, das Testen und das Verfolgen der Wirkungsweise von Anwenderprogrammen.

Das Betriebsprogramm ist in vier 2-KByte-EPROM's vom Typ 2716 gespeichert und belegt den Adreßraum ab Adresse 0000 bis 1FFFH. An Schreib-Lesespeicher benötigt es 1 KByte, so daß dem Anwender bei einer Bestückung der RAM-Karte mit einem 2-KByte-RAM-Baustein ein Speicherbereich von 1 KByte zur Verfügung steht. Der Schreib-Lesespeicher muß am Ende des adressierbaren Speicherbereiches liegen. Die erforderliche Speicherbelegung ist in Bild 1 dargestellt.

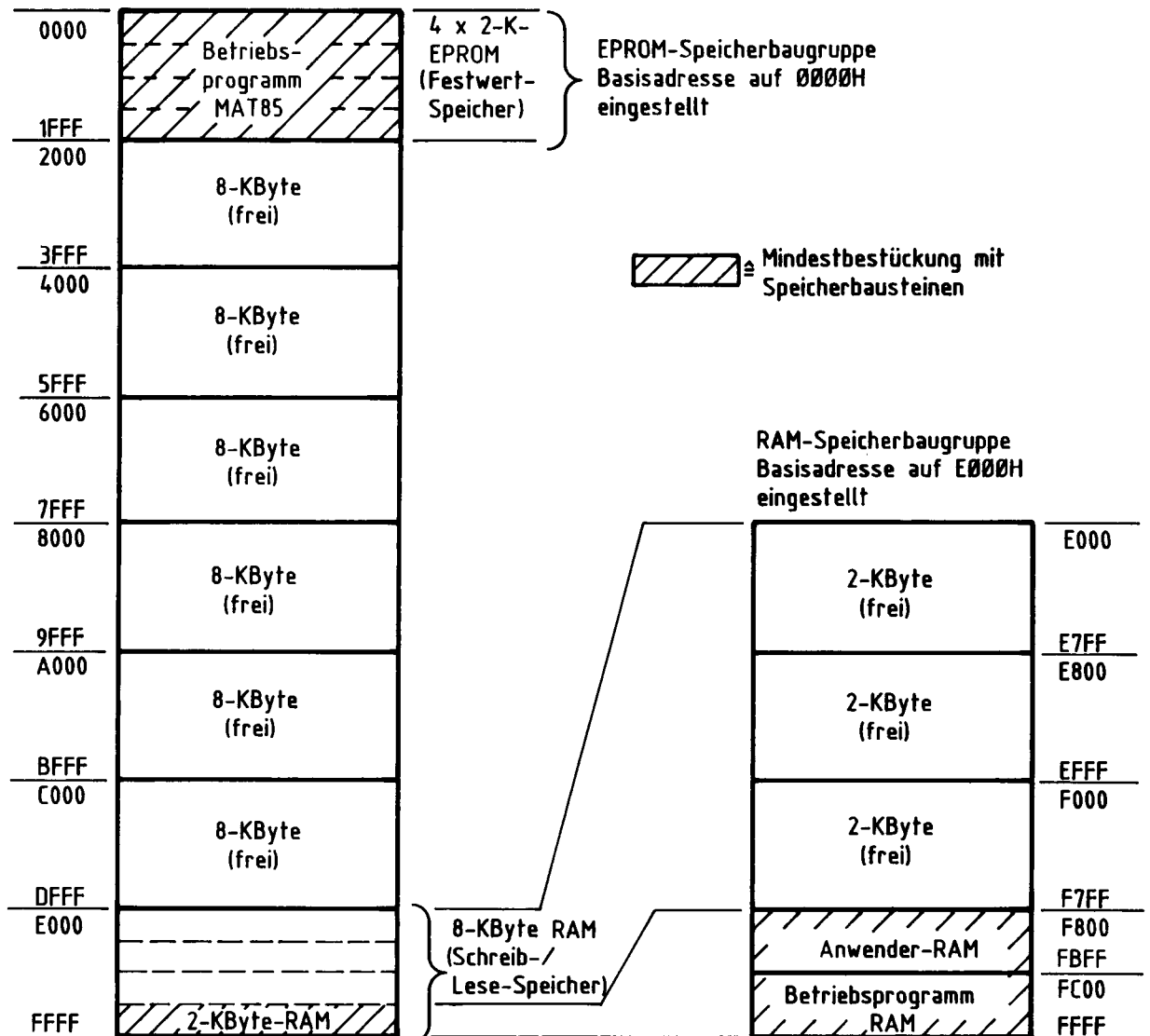


Bild 1: Speicher-Belegung

*) MAT 85 = Abkürzung für Monitor-Assembler-Tracer für Prozessor-Baugruppe 8085.

System-Informationen

2. Aufbau des Systems

Für den Aufbau des Systems benötigen Sie die folgenden Baugruppen:

- Baugruppenträger mit Busverdrahtung BFZ/MFA 0.1.
- Busabschluß BFZ/MFA 0.2.
- Trafo-Einschub BFZ/MFA 1.1.
- Spannungsregelung BFZ/MFA 1.2.
- Prozessor 8085 BFZ/MFA 2.1.
- 8-K-RAM/EPROM BFZ/MFA 3.1. bestückt mit MAT 85
- 8-K-RAM/EPROM BFZ/MFA 3.1. bestückt mit mind. 2-K-RAM
- Video-Interface BFZ/MFA 8.2.
- ASCII-Tastatur BFZ/MFA 8.1. } Datensichtstation
- Monitor mit Cinch-Anschluß

In Bild 2 ist der Aufbau des Mikrocomputers aus diesen Baugruppen dargestellt.

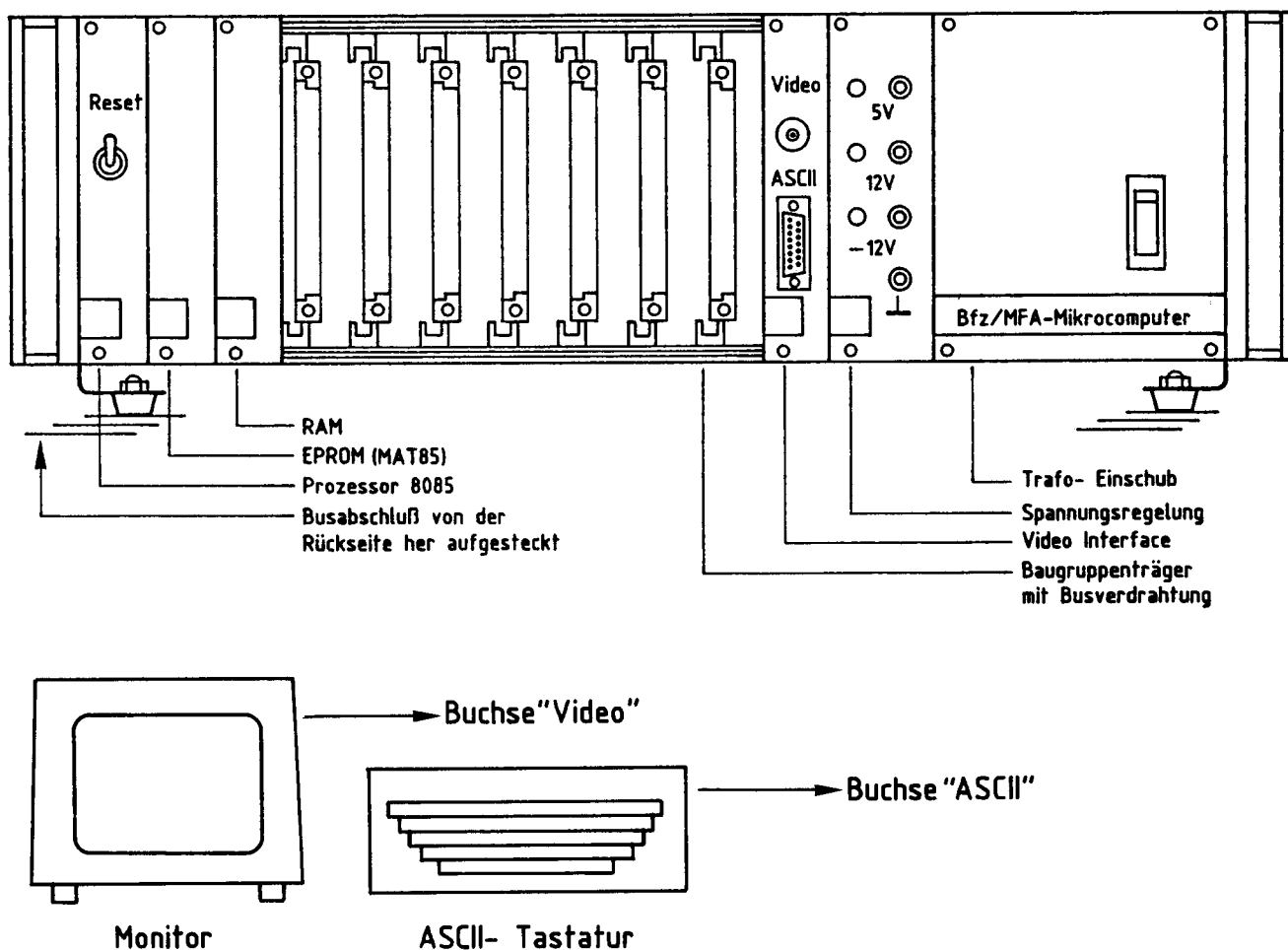


Bild 2: Aufbau des Mikrocomputers

System-Informationen

Soll anstelle der dargestellten Datensichtstation eine andere oder ein Fernschreiber (Teletype, TTY) verwendet werden, so müssen zunächst die Anschlüsse für diese Geräte vorbereitet werden. Hinweise hierzu finden Sie im Anhang.

3. Arbeitsweise des Betriebsprogramms

3.1. Kaltstart

Mit dem Einschalten der Betriebsspannung (Kaltstart) wird das Betriebsprogramm gestartet und die Übertragungsgeschwindigkeit (Baud-Rate) des angeschlossenen Dialoggerätes (Datensichtstation bzw. TTY) erfaßt, um die eigene Übertragungsgeschwindigkeit an die des Dialoggerätes anzupassen. Dazu ist es erforderlich, daß ein bestimmtes Zeichen vom Dialoggerät an den Mikrocomputer gesendet wird.

Daher muß die SPACE-Taste kurz betätigt werden, worauf sich das Betriebsprogramm mit der Versionsnummer und dem Ausdruck aller zur Verfügung stehenden Bediener-Kommandos meldet (Bild 3). Die Überschrift mit der Versionsnummer wird auf dem Bildschirm nur kurzzeitig angezeigt.

```
ASSEMBLER
BREAKPOINT
DISASSEMBLER
GO
HELP
IN
LOAD TAPE
MEMORY
NEXT INSTRUCTION
OUT
PRINT
REGISTER
SAVE
TRACE INTERVAL

KMD >_
```

Bild 3: Ausdruck der verfügbaren Monitor-Kommandos nach einem Kaltstart

System-Informationen

3.2. Kommando-Eingabe

Die Bereitschaft zur Annahme eines Kommandos vom Bediener wird durch den Ausdruck "KMD>_" angezeigt (Kommando-Modus). Jedes der aufgelisteten Kommandos kann durch Eingabe seines ersten Buchstabens und durch anschließendes Betätigen der Taste "RETURN" bzw. "CR" (Wagenrücklauf) oder "SPACE" (Leertaste) aufgerufen werden. Daraufhin druckt das Betriebsprogramm den vollständigen Kommandonamen aus und fordert eventuell zusätzlich erforderliche Informationen an. Soll das Kommando abgebrochen werden, so muß die Taste "ESC" (Escape = flüchten) betätigt werden. Das Betriebsprogramm quittiert diese Eingabe durch ein akustisches Signal und fordert durch den Ausdruck "KMD>_" ein neues Kommando an.

3.3. Reset-Betätigung, Warmstart

Im Gegensatz zum Kaltstart erfolgt nach Betätigung der RESET-Taste (Warmstart oder warmer RESET) keine Erfassung der Übertragungsgeschwindigkeit und auch kein Auflisten der Bediener-Kommandos, sondern die Ausgabe

*** RESET ***

und die Aufforderung zur Kommando-Eingabe "KMD>_".

3.4. Bildschirm-Modus

Das Betriebsprogramm unterscheidet je nach gemessener Übertragungsgeschwindigkeit zwischen einem Bildschirm- und einem Drucker-Modus (siehe Anhang Kapitel 2.)

Im Bildschirm-Modus können falsch eingegebene Zeichen (Kommandos, usw.) durch Betätigung der Taste "DEL" (Delete = streichen) oder "RUBOUT" (ausradieren) gelöscht werden.

Bei längeren Protokollen (z.B. beim PRINT-Kommando) wird nach jeder Bildschirmseite (16 Zeilen, zu je maximal 64 Zeichen) der Ausdruck gestoppt und der Text "=>SPACE" ausgegeben. Der Bediener erhält damit die Möglichkeit, die Protokollierung auch bei hohen Übertragungsgeschwindigkeiten zu verfolgen. Der Ausdruck wird fortgesetzt, wenn die SPACE-Taste kurz betätigt wird.

System-Informationen

3.5. Bedienerführung

Unabhängig vom Bildschirm- bzw. Drucker-Modus wird der System-Bediener vom Betriebsprogramm geführt, indem es eventuell zusätzliche Informationen für die Kommando-Ausführung (z.B. Adressen usw.) anfordert. Dabei erfolgt sofort eine Kontrolle, ob die Eingabedaten dem notwendigen Format entsprechen (SYNTAX-Prüfung). Ist dies nicht der Fall, wird der Bediener durch ein akustisches Signal auf seinen Fehler aufmerksam gemacht. Solch ein Signal ertönt z.B. dann, wenn das Betriebsprogramm eine Adresse angefordert hat und das eingegebene Zeichen kein Hex-Zeichen ist.

Im Bildschirm-Modus wird das falsch eingegebene Zeichen angezeigt, indem der CURSOR (Schreibstellen-Zeiger, Schreibmarke auf dem Bildschirm) auf dieses Zeichen zeigt. Im Drucker-Modus werden falsche Zeichen vom Betriebsprogramm ignoriert.

4. Struktur des Betriebsprogramms

Das Betriebsprogramm MAT 85 ist in drei Programmblöcke unterteilt. Jedem dieser Blöcke ist eine bestimmte Aufgabe und ein Teil der Kommandos zugeordnet. Bild 4 zeigt diese Struktur.

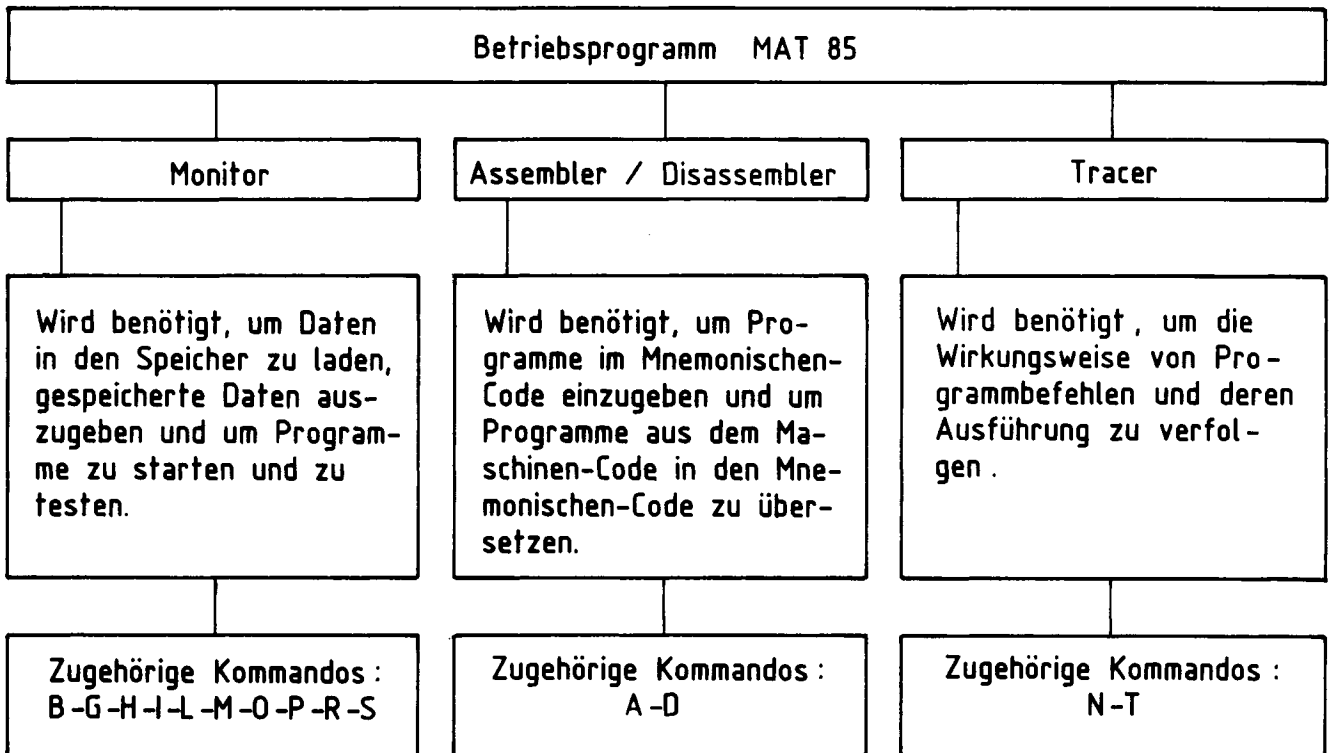


Bild 4: Struktur des Betriebsprogramms MAT 85

System-Informationen

4.1. Kommando-Kurzbeschreibung

4.1.1. Monitor-Kommandos

BREAKPOINT_____: Dieses Kommando ermöglicht es, mit dem GO-Kommando Unterbrechungspunkte einzugeben. Unterbrechungspunkte (engl. Breakpoints) sind Adressen aus dem Speicherbereich des Anwenderprogramms, an denen die Programmabarbeitung unterbrochen werden soll.

Nach der Unterbrechung werden die Inhalte der CPU-Register angezeigt.

GO _____: Mit diesem Kommando können eingegebene Programme gestartet werden.

HELP _____: Dient dazu, alle verfügbaren Kommandos des Betriebsprogramms anzuzeigen.

IN _____: Dieses Kommando dient dazu, Daten von Eingabe-Ports zu lesen und anzuzeigen.

LOAD TAPE _____: Lädt Daten von einer Magnetband-Kassette in den Speicher des Mikrocomputers. Hierzu wird das Kassetten-Interface BFZ/MFA 4.4.a benötigt.

MEMORY _____: Mit diesem Kommando lassen sich die Inhalte von Speicherzeilen in verschiedenen Formaten ausdrucken und ändern.

OUT _____: Dient dazu, Daten an Ausgabe-Ports zu senden.

PRINT _____: Mit diesem Kommando können die Inhalte von Speicherzeilen in verschiedenen Formaten (Binär, Hexadezimal, Dezimal, ASCII) formatiert (pro Zeile max. 8 Inhalte) ausgedruckt werden.

REGISTER _____: Mit diesem Kommando können die Anfangswerte der CPU-Register, z.B. vor einem Testlauf des Anwenderprogramms, vorgegeben werden.

SAVE _____: Dient dazu, Daten auf einem Kassetten-Recorder zu speichern. Hierzu wird das Kassetten-Interface BFZ/MFA 4.4.a benötigt.

System-Informationen

4.1.2. Assembler/Disassembler-Kommandos

ASSEMBLER_____: Mit diesem Kommando wird ein Programm aufgerufen, das es ermöglicht, Anwendungsprogramme im Mnemo-Code (8085-Intel-Format) einzugeben. Der eingegebene Code wird Zeile für Zeile in den zugehörigen Maschinen-Code übersetzt und im RAM-Speicher abgelegt.

DISASSEMBLER_____: Mit diesem Kommando können Programme, die im Maschinen-Code gespeichert sind, in den Assembler-Code übersetzt werden.

4.1.3. Tracer-Kommandos

NEXT INSTRUCTION_: Mit diesem Kommando wird ein Tracer (Verfolger) aktiviert, der es ermöglicht, die Ausführung und Wirkungsweise einer vorgegebenen Anzahl von Programmbefehlen zu verfolgen. Dazu wird nach jedem Befehl (engl. Instruction) die Programmbe-
arbeitung kurz unterbrochen und die Inhalte aller CPU-Register werden protokolliert.

TRACE INTERVAL___: Dieses Kommando bewirkt eine Protokollierung der Registerinhalte immer dann, wenn diejenigen Programmbefehle abgearbeitet werden, die in einem vorher zu bestimmenden Speicherbereich liegen.

4.1.4. Ordnung der Kommandos nach Einsatzgebieten

Die in Bild 5 dargestellte Grafik zeigt die beschriebenen Kommandos nach Einsatzgebieten geordnet.

System-Informationen

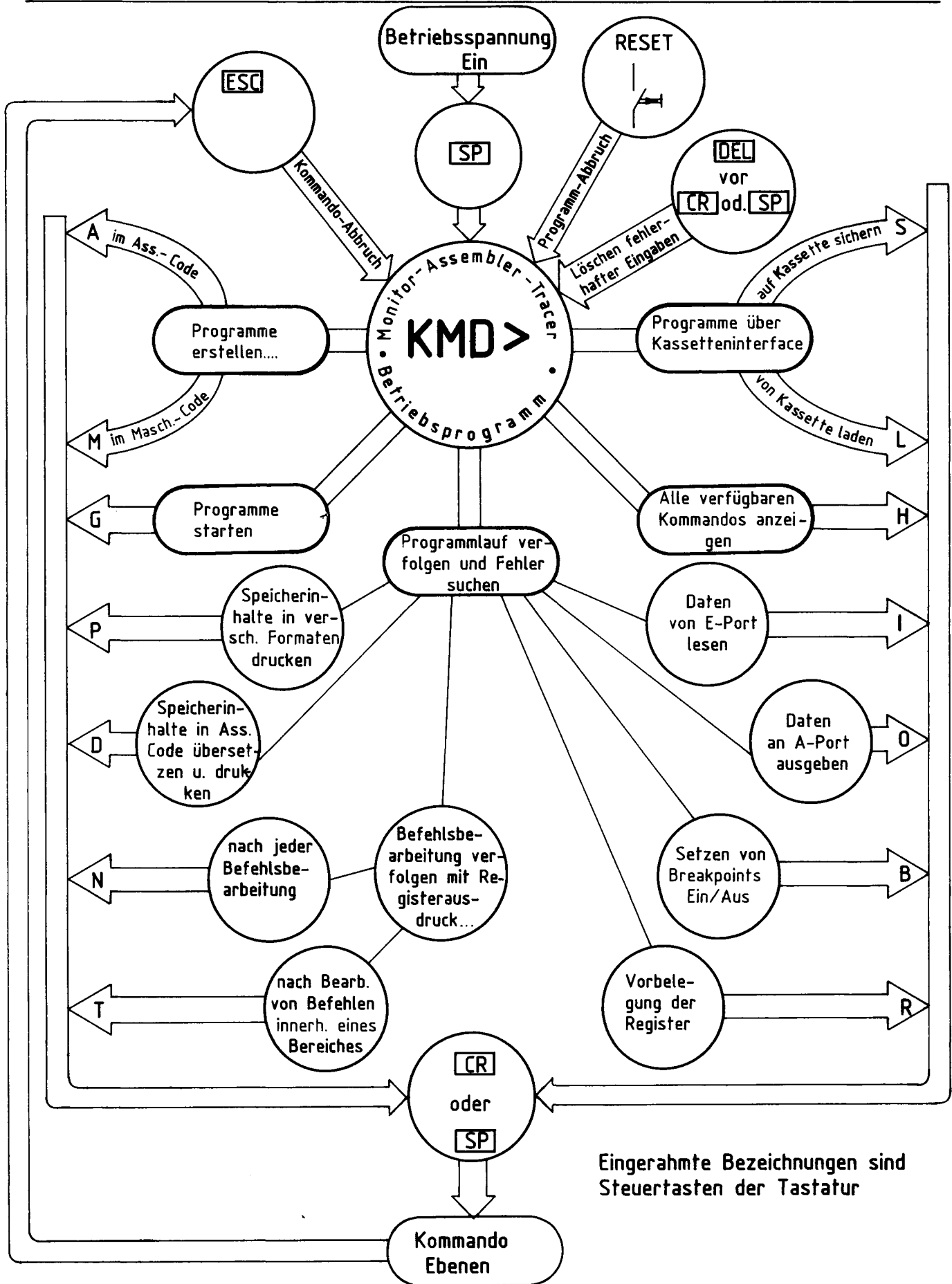


Bild 5: Zuordnung der Kommandos zu Einsatzgebieten

Gebrauch der Kommandos

Inhaltsverzeichnis

	Seite
Hinweise zur Beschreibung der Kommandos	11
HELP	14
MEMORY	15
PRINT	18
GO	20
DISASSEMBLER	23
NEXT INSTRUCTION	25
ASSEMBLER	27
REGISTER	44
BREAKPOINT	46
TRACE INTERVAL	53
IN	58
OUT	59
SAVE	60
LOAD	61

Gebrauch der Kommandos

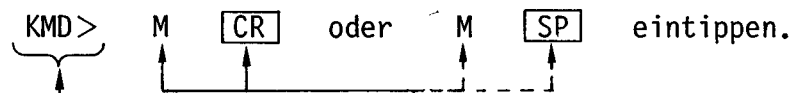
— Hinweise zur Beschreibung der Kommandos

Unter Kapitel 3.2 der "System-Informationen" wurde kurz beschrieben, wie der Mikrocomputer seine Bereitschaft zur Annahme eines Kommandos anzeigt, wie ein Kommando aufgerufen wird und wie man ein Kommando abbricht.

Im folgenden werden Aufruf und Verwendung der einzelnen Kommandos ausführlich beschrieben. Anhand von Bildschirmausdrucken und Kommentaren kann die Anwendung eines jeden Kommandos nachvollzogen werden. Übungsaufgaben dienen dazu, das Erlernte zu vertiefen.

Um Tastatureingaben, Bildschirmausdrucke und die Kommentare dazu übersichtlich und allgemeingültig zu gestalten, werden einige Abkürzungen und Darstellungsweisen verwendet, die am Beispiel des MEMORY-Kommandos zunächst erklärt werden sollen:

● Aufruf des MEMORY-Kommandos (wenn KMD > _ angezeigt wird):

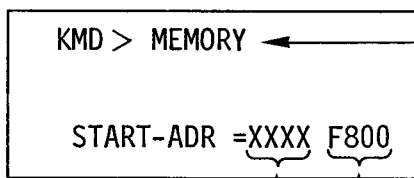


Bereitschafts-
meldung

Buchstabe M gefolgt von der Wagenrücklauftaste oder der Leertaste eintippen.

Eingerahmte Zeichen sind Tasten mit einer Steuerfunktion!

● Wirkung:



MEMORY wird vom Betriebssystem ergänzt.

Hier steht die Vorgabe-Adresse des Computers (Vorschlag). Wird ihr Wert akzeptiert, müssen Sie die [CR] - oder [SP]-Taste betätigen, wenn nicht,

müssen Sie die hexadezimale Adresse derjenigen Speicherzeile eintippen, die als erste bearbeitet werden soll. Hier wird diese Adresse zu F800 gewählt, indem hintereinander die Zeichen F800 eingetippt werden, gefolgt von der Betätigung der [CR]- oder [SP]-Taste. Allgemeingültig wird diese Adresse "Neu-Adresse" genannt und durch "YYYY" gekennzeichnet.

Gebrauch der Kommandos

● Wirkung:

```
KMD > MEMORY
START-ADR =XXXX F800
FORMAT   =X H
```

CR oder SP

Das Betriebsprogramm schlägt vor, die Daten in dem bei X angegebenen Format darzustellen bzw. zu bearbeiten. Wird die Vorgabe akzeptiert, müssen Sie CR oder SP betätigen. Wenn nicht, _____

müssen Sie einen der Buchstaben A, B, D oder H gefolgt von CR oder SP eintippen. Hier wird H für Hexadezimale Darstellung der Daten eingegeben. Allgemeingültig wird das Format "Neu-Format" genannt und durch "Y" gekennzeichnet. Die Bedeutung der verschiedenen Formate wird bei der Beschreibung des MEMORY-Kommandos gezeigt:

● Wirkung:

```
KMD > MEMORY
START-ADR =XXXX F800
FORMAT   =X H
F800 C3 -
```

Die gewünschte Adresse wird angezeigt.

Der Cursor (Schreibmarke) erwartet weitere Eingaben, die unter der Beschreibung des MEMORY-Kommandos gezeigt werden.

Dies ist der Inhalt der Speicherzeile mit der angegebenen Adresse im gewünschten Format. Der hier ausgegebene Wert C3 ist vom Zufall abhängig, bei Ihrem Computer kann ein anderer Wert angezeigt werden.

In Bild 6 sind die oben beschriebenen Arbeitsschritte in gekürzter Form dargestellt. Diese Art der Darstellung wird bei der Beschreibung der Kommandos verwendet.

Gebrauch der Kommandos

Schirmbild

(oft Ausschnitt)

```

KMD > MEMORY

START-ADR =XXXX YYYY

FORMAT   =X Y

```

Tastatureingaben und Kommentare zum Schirmbild

M oder M eintippen
 "EMORY" wird ergänzt
 XXXX = Vorgabe; Neu: YYYY oder
 Vorgabe: oder
 X = Vorgabe; Neu: Y oder
 Vorgabe: oder
 Y = A: ASCII (Druckbare Zeichen)
 B: Binär (0,1)
 D: Dezimal (0...9)
 H: Hexadezimal (0...F)

Bild 6: Kurzform der Darstellung des Schirmbildes,
 von Tastatureingaben und Kommentaren zum Schirmbild

- Alle weiteren vom Betriebsprogramm vorgegebenen, oder vom Benutzer zu verändernden Werte sind sinngemäß zu handhaben.
- Fehlerhafte Eingaben können vor Kommando-Abschluß durch die - oder -Taste mit der -Taste (Delete = löschen) gelöscht und dann entsprechend korrigiert werden.
- Die Rückkehr aus den Kommandoebenen in das Betriebsprogramm erfolgt durch Betätigen der -Taste (Escape = flüchten). Siehe hierzu auch Bild 5.

H-Kommando

Mit dem Help-Kommando lassen sich die Namen aller zulässigen Kommandos des Betriebssystems MAT 85 in alphabetischer Reihenfolge ausdrucken.

Aufruf und Handhabung:

```
KMD> HELP
```

```
(Kommando-Ausführung)
```

```
KMD> _
```

H[CR] oder H[SP] eintippen

"ELP" wird ergänzt

Nächstes Kommando

Zur Kommando-Ausführung:

- Nach dem Ausdruck aller Kommandonamen (die obere Zeile "KMD> HELP" wird überschrieben) erfolgt ein Rücksprung in die Kommando-Routine (KMD>_).
- Zum Aufruf eines der Kommandos muß nur der 1. Buchstabe, gefolgt von der Taste [CR] (Carriage return = Wagen-Rücklauf) oder der Taste [SP] (Space = Leerzeichen) eingegeben werden.
Andernfalls erfolgt eine Fehlermeldung ohne Annahme der Eingabe.
- Eingaben, die vor Betätigung der [CR]- oder [SP]-Taste erfolgen, können mit der Taste [DEL] (Delete = streichen) gelöscht werden.

M-Kommando

Mit dem Memory-Kommando lassen sich die Speicherinhalte in verschiedenen Formaten byte-weise anzeigen und ändern.

Aufruf und Handhabung:

```

KMD > MEMORY

START-ADR = XXXX YYYY

FORMAT    = X Y
    
```

M oder M eintippen
 "EMORY" wird ergänzt
 XXXX = Vorgabe; Neu: YYYY oder
 Vorgabe: oder
 X = Vorgabe; Neu: Y oder
 Vorgabe: oder
 Y = A: ASCII (Druckbare Zeichen)
 = B: Binär (0,1)
 = D: Dezimal (0...9)
 = H: Hexadezimal (0...F)

— Beispiel für Adresse = F800 und Format = H:

Schirmbild	Eingabe	Wirkung
F800 C3 → zufällige Inhalte	<input type="text" value="SP"/>	Inh. unverändert, ADR + 1
F801 20 22	22 <input type="text" value="SP"/>	Inh. verändert, ADR + 1
F802 44	<input type="text" value="SP"/>	Inh. unverändert, ADR + 1
F803 55 -	<input style="width: 20px;" type="text" value=" "/>	Inh. unverändert, ADR - 1
F802 44 54-	54 <input style="width: 20px;" type="text" value=" "/>	Inh. verändert, ADR - 1
F801 22 } eingeegebene Werte	<input style="width: 20px;" type="text" value=" "/>	Inh. unverändert, ADR + 1
F802 54 } eingeegebene Werte	<input type="text" value="CR"/>	Inh. unverändert, Fertig
KMD > _		Nächstes Kommando kann eingegeben werden.

— Beispiel für Adresse = F850 und Format = A:

Schirmbild	Eingabe	Wirkung
F850 A4		Wenn Speicherinhalt kein ASCII-Zeichen, wird Hex-Code angezeigt.
F851 B7 R	<input type="text" value="SP"/>	Inh. unverändert, ADR + 1
F852 A6 A	R <input type="text" value="SP"/>	Inh. verändert, ADR + 1
F853 BA M-	A <input type="text" value="SP"/>	Inh. verändert, ADR + 1
F852 .A U	M <input style="width: 20px;" type="text" value=" "/>	Inh. verändert, ADR - 1
F853 .M	U <input type="text" value="SP"/>	ASCII-Zeichen sind durch "." gekennz. Inh. verändert, ADR + 1
KMD > _	<input type="text" value="CR"/>	Inh. unverändert, Fertig
		Nächstes Kommando

M-Kommando

- Beispiel für Adresse = F860 und Format = D:

Schirmbild	Eingabe	Wirkung
F860 164	<input type="text" value="SP"/>	Inh. unverändert, ADR + 1
F861 183 1	1 <input type="text" value="SP"/>	Inh. verändert, ADR + 1
F862 247 0	0 <input type="text" value="SP"/>	Inh. verändert, ADR + 1
F863 191 300	300 <input type="text" value="SP"/>	Summer ertönt, da 300 > 255; 30 wird angenommen.
F864 160 -	<input type="text" value="-"/>	Inh. verändert, ADR + 1
F863 30 -	<input type="text" value="-"/>	Inh. unverändert, ADR - 1
F862 0 -	<input type="text" value="-"/>	Inh. unverändert, ADR - 1
F861 1	<input type="text" value="CR"/>	Inh. unverändert, Fertig
KMD > _	Nächstes Kommando	

- Beispiel für Adresse = F870 und Format = B:

Schirmbild	Eingabe	Wirkung
F870 10100100	<input type="text" value="SP"/>	Inh. unverändert, ADR + 1
F871 10110111 00001111	00001111 <input type="text" value="SP"/>	Inh. verändert, ADR + 1
F872 10100000 -	<input type="text" value="-"/>	Inh. unverändert, ADR - 1
F871 00001111	<input type="text" value="CR"/>	Inh. unverändert, Fertig
KMD > _	Nächstes Kommando	

Verlassen des Kommandos Memory:

1. Durch Betätigung von

Das Betriebssystem trägt die letzte Änderung in den RAM-Speicher ein und fordert zur Eingabe eines neuen Kommandos auf

2. Durch Betätigung von

Die Bearbeitung des Memory-Kommandos wird abgebrochen.

Achtung! Eine gewünschte Änderung des Speicherinhaltes an der zuletzt angezeigten Adresse wird nicht ausgeführt.

MAT 85

Name: _____

M-Kommando

Datum: _____

M3

Geben Sie mit dem M-Kommando ab Adresse F800 folgende Daten im Hex-Format ein:

33 48 20 12 FF 3F 0D 4D 6D 7C

Sehen Sie sich diese Daten in den vier verschiedenen Formaten an und tragen Sie die Ergebnisse in die Tabelle ein.

Üben Sie dabei auch den Gebrauch der Tasten **DEL** , **+** , **-** und **ESC**

Zeile Nr.	Adr.	Inhalt der Speicherzeilen im Format ...							
		H	D	A	B				
1	F800								
2	F801								
3	F802								
4	F803								
5	F804								
6	F805								
7	F806								
8	F807								
9	F808								
10	F809								

Besonderheiten im Format A (ASCII-Zeichen):

Zeile	Bemerkungen
3	Die Hex-Zahl 20 entspricht dem ASCII-Zeichen SP (Space, Leerzeichen). Daher ist hier nur der . zu erkennen, der anzeigt, daß die Speicherzeile ein ASCII-Zeichen enthält.
4,5,7	Diese Speicherzeilen enthalten hexadezimale Zahlen, deren Bitkombinationen keine ASCII-Zeichen entsprechen. Im A-Format wird daher der Inhalt solcher Speicherzeilen als Hex-Zahl dargestellt.
8,9	Obwohl in diesen beiden Speicherzeilen Inhalte stehen, die sich durch ein Bit voneinander unterscheiden, wird für beide Inhalte das ASCII-Zeichen M angezeigt. Tatsächlich aber entspricht der Hex-Zahl 4D das M und 6D das m. Das Video-Interface des Computers zeigt jedoch nur Großbuchstaben an.

P-Kommando

Mit dem Print-Kommando werden die Inhalte eines Speicherbereichs im gewünschten Format ausgedruckt. Dazu muß der anzuzeigende Speicherbereich durch Angabe einer Start- und Stop-Adresse definiert werden, die das Betriebsprogramm nach dem Kommandoaufruf vom Bediener erfragt. Die möglichen Formate entsprechen denen des M-Kommandos.

Im Protokoll werden je nach dem gewählten Format bis zu acht Speicherinhalte in einer Zeile ausgedruckt. Jedes Zeilenprotokoll beginnt mit der Adresse des ersten in der Zeile ausgedruckten Speicherinhalts.

Anwendung: Dokumentation von Programmen im Hex-Code,
Text im Speicher suchen.

Aufruf und Handhabung:

```
KMD > PRINT
```

```
START-ADR =X1X1 Y1Y1
```

```
STOP -ADR =X2X2 Y2Y2
```

```
FORMAT =X Y
```

P CR oder P SP eintippen
"RINT" wird ergänzt

X1X1 = Vorgabe; Neu: Y1Y1 CR oder SP
Vorgabe: CR oder SP

X2X2 = Vorgabe; Neu: Y2Y2 CR oder SP
Vorgabe: CR oder SP

X = Vorgabe; Neu: Y CR oder SP
Vorgabe: CR oder SP

Y = A, B, D, H wie beim M-Kommando.

— Beispiel Startadresse = 0080, Stopadresse = 0094, Format = H:

```
KMD > PRINT
```

```
START-ADR =0000 0080
```

```
STOP -ADR =0000 0094
```

```
FORMAT =H
```

```
0080 43 29 20 43 4F 50 59 52
```

```
0088 49 47 48 54 20 31 39 38
```

```
0090 32 20 42 46 5A
```

```
KMD >_
```

Format-Vorgabe wurde akzeptiert.
Speicherzeile mit Adresse 0080 hat den Inhalt 43, Speicherzeile mit Adresse 0081 den Inhalt 29 usw.

— Beispiel für gleiche Start- und Stopadresse, jedoch Format D:

```
KMD > PRINT
```

```
START-ADR =0080
```

```
STOP -ADR =0094
```

```
FORMAT =H D
```

```
0080 67 41 32 67 79 80 89 82
```

```
0088 73 71 72 84 32 49 57 56
```

```
0090 50 32 66 70 90
```

```
KMD >_
```

Die in obigem Beispiel dargestellten Speicherinhalte sind hier in dezimaler Schreibweise ausgedruckt.

Beispiel für gleiche Start- und Stopadresse, jedoch Format = A:

```
KMD > PRINT
START-ADR =0080
STOP -ADR =0094
FORMAT    =D A
0080 .C .) . .C .0 .P .Y .R
0088 .I .G .H .T . .1 .9 .8
0090 .2 . .B .F .Z
KMD > _
```

Die im ersten Beispiel dargestellten Speicherinhalte sind hier im ASCII-Code dargestellt.

– Beispiel für gleiche Start- und Stopadresse, jedoch Format = B:

```
KMD > PRINT
START-ADR =0080
STOP -ADR =0094
FORMAT    =A B
0080 01000011
0081 00101001
0082 00100000
0083 01000011
0084 01001111
0085 01010000
0086 01011001
0087 01010010
0088 01001001
0089 01000111
008A 01001000
008B 01010100
008C 00100000
008D 00110001
008E 00111001
008F 00111000
0090 00110010
0091 00100000
0092 01000010
0093 01000110
0094 01011010
KMD > _
```

Die im ersten Beispiel dargestellten Speicherinhalte sind hier im Binär-Code dargestellt.

Der Bildschirmausdruck wird an dieser Stelle unterbrochen durch Ausgabe der Aufforderung, die SPACE-Taste (==>SPACE) zu betätigen. Die oberen drei Zeilen werden aus dem Bild "gerollt". Diese Meldung wird immer dann ausgegeben, wenn mehr als 16 Bildschirmzeilen ausgegeben werden sollen.

Übung: Drucken Sie die Inhalte des Speicherbereichs von 0190 bis 0250 in allen Formaten aus.

G-Kommando

Mit dem Go-Kommando wird der Prozessor veranlaßt, Anwender-Programme von einer bestimmten Startadresse an abzuarbeiten.

Aufruf und Handhabung:

```
KMD > GO
```

```
START-ADR =XXXX YYYY
```

```
(Kommando-Ausführung)
```

```
*** USER ***
```

```
KMD > _  
          (oder)
```

```
_
```

G CR oder SP eintippen
"0" wird ergänzt

XXXX = Vorgabe; Neu: YYYY CR oder SP
Vorgabe: CR oder SP

Meldung nach Abarbeitung eines nicht zyklischen Programms, das mit einem Restart-Befehl abgeschlossen wurde.

Meldung bei Abarbeitung eines zyklischen Programms.

Zur Kommando-Ausführung:

— Bei der Ausführung zyklischer Programme (Schleifen ohne Ende) kann eine Rückkehr zum Betriebsprogramm nur durch Betätigen der RESET-Taste erfolgen. Danach meldet sich das Betriebsprogramm mit dem Ausdruck *** RESET *** (Rücksetzen) und erwartet das nächste Kommando.

— Nicht zyklische Programme müssen mit einem Rücksprungbefehl (RST1, Restart, CFH) abgeschlossen sein. Wenn dieser Befehl ausgeführt wurde, meldet sich das Betriebsprogramm mit dem Ausdruck *** USER *** (Benutzer) und erwartet das nächste Kommando.

— Durch Fehlbedienungen des Gerätes während der ersten Experimente mit dem Betriebssystem kann es vorkommen, daß sich ein Programm nicht starten läßt, obwohl es richtig eingegeben wurde. Meist erfolgt nach dem Startversuch die Meldung *** RESET ***. Um das Programm starten zu können, muß der Stack-Pointer (Stapelzeiger), ein spezielles Register in der CPU, mit Hilfe des Register-Kommandos mit dem Wert FC32H geladen werden. Hinweise hierzu finden Sie unter der Beschreibung des Register-Kommandos.

MAT 85

Name: _____

G-Kommando

Datum: _____

G2

Für die folgenden Experimente benötigen Sie zusätzlich eine Eingabe- und eine Ausgabe-Baugruppe im Baugruppenträger. Stellen Sie vor dem Einschleiben die Port-Adressen wie folgt ein:

Eingabe-Baugruppe: Adresse 12H

Ausgabe-Baugruppe: Adresse 13H

1. Laden Sie mit dem Memory-Kommando ab Adresse F800H das folgende zyklische Programm in den Speicher.

Adressen	Daten	Bemerkungen zu den Befehlen
F800 F801	DB 12	Eingabe-Port mit Port-Adr. 12 lesen und gelesenen Wert in den Akkumulator transportieren
F802 F803	D3 13	Akku-Inhalt zum Ausgabe-Port mit Port-Adr. 13 transportieren
F804 F805 F806	C3 00 F8	Sprung zum Anfang dieses Programms (bei Adr. F800)

2. Überprüfen Sie die Programmeingabe mit dem Print-Kommando.
3. Starten Sie das Programm mit dem Go-Kommando.
Wirkung: Die Signalkombinationen, die Sie am Eingabe-Port einstellen, müssen auch am Ausgabe-Port erscheinen.
4. Beenden Sie den Programmlauf durch Betätigen der RESET-Taste.
5. Ersetzen Sie mit dem Memory-Kommando das Befehlsbyte C3 (Adresse F804) durch das Befehlsbyte CF (Restart-Befehl RST1).
6. Stellen Sie mit den Eingabeschaltern des Eingabe-Ports die Bitkombination 55H ein.
7. Starten Sie das geänderte Programm mit dem Go-Kommando.

MAT 85

Name:

G-Kommando

Datum:

Wirkung: Am Ausgabe-Port erscheint die Bitkombination 55 und auf dem Bildschirm die Meldung *** USER ***.

G3

Der Sprungbefehl (C3) zum Anfang des Programms wurde durch den Restart-Befehl (CF) ersetzt. Dadurch ist aus dem zyklischen Programm ein nicht zyklisches Programm mit dem erforderlichen Befehl für die Rückkehr zum Betriebsprogramm geworden.

8. Ersetzen Sie nun mit dem Memory-Kommando das Befehlsbyte CF (Adresse F804) durch das Befehlsbyte FF (Restart-Befehl RST7) und die Einstellung am Eingabe-Port auf die Bitkombination AAH.

9. Starten Sie das geänderte Programm mit dem Go-Kommando.

Wirkung: Auch dieses nicht zyklische Programm wird einmal abgearbeitet (Eingabe-Bitkombination = Ausgabe-Bitkombination) ehe der Rücksprung zum Betriebsprogramm erfolgt. Diesesmal wird jedoch die Meldung *** PROGRAMM-ABORT *** ausgegeben. Eine solche Meldung erfolgt immer dann, wenn der Prozessor im Verlauf seiner Befehlsbearbeitung auf den Datenwert FF trifft. Dies ist z.B. immer der Fall, wenn die Startadresse im G-Kommando in einem Speicherbereich liegt, in dem gar kein RAM-Speicher vorhanden ist.

10. Drucken Sie sich die Inhalte des Betriebsprogramm-RAM's zwischen FC00 und FFFF mit dem Print-Kommando aus.

Sie erkennen das häufige Auftreten des Datums FF. Wenn der Prozessor dieses Byte findet - meist ist das der Fall, wenn ein Anwenderprogramm nicht mehr kontrolliert arbeitet (Fehler im Programm) - wird die weitere Programmbearbeitung abgebrochen.

D-Kommando

Mit dem Disassembler-Kommando können Programme, die in Maschinensprache geschrieben sind und sich im Speicher des Systems befinden, in den "Mnemo-Code" oder "Assembler-Code" übersetzt werden.

(Symbolische Namen für Adressen werden immer dann eingesetzt, wenn sie vorher bei der Eingabe des Programms mit dem Assembler-Kommando definiert wurden. Siehe hierzu Beschreibung des Assembler-Kommandos).

Aufruf und Handhabung:

```
KMD > DISASSEMBLER

START-ADR =X1X1 Y1Y1

STOP -ADR =X2X2 Y2Y2

(Kommando-Ausführung)
KMD > _
```

D CR oder D SP eintippen
"DISASSEMBLER" wird ergänzt

X1X1 = Vorgabe; Neu: Y1Y1 CR oder SP
Vorgabe: CR oder SP

X2X2 = Vorgabe; Neu: Y2Y2 CR oder SP
Vorgabe: CR oder SP

Zur Kommando-Ausführung:

- Die zwischen den eingegebenen Start- und Stop-Adressen liegenden Maschinen-Bytes werden disassembliert, d.h., in den zugehörigen Mnemo-Code übersetzt.
- Zur richtigen Übersetzung eines Maschinenprogramms ist es notwendig, daß die Start-Adresse auf ein Befehlsbyte zeigt.

Beispiel für einen Disassembler-Ausdruck:

```
KMD > DISASSEMBLER
START-ADR =0000 F800
STOP -ADR =0000 F806
F800 3E 03      MVI  A,03
F802 3D         DCR  A
F803 C2 00F8    JNZ  F800
F806 CF         RST  1
                END

KMD > _
```

Es werden nur die Speicheradressen angegeben, unter denen das jeweils 1. Byte eines Befehls gespeichert ist. Dieses 1. Byte eines jeden Befehls wird häufig Befehlsbyte genannt.

MAT 85

Name: _____

D-Kommando

Datum: _____

1. Laden Sie mit dem M-Kommando ab Adresse F850 das folgende Programm in den Speicher:

D2

Adressen	Daten	Bemerkungen
F850	DB	Befehlsbyte
F851	12	
F852	2F	Befehlsbyte
F853	D3	Befehlsbyte
F854	13	
F855	C3	Befehlsbyte
F856	50	
F857	F8	

2. Disassemblieren Sie das Programm erst ab F850 (richtige Adresse) und dann ab F851 (falsche Adresse). Tragen Sie die verschiedenen Ergebnisse in die vorbereiteten Tabellen ein.

START- ADR= F850 STOP - ADR= F857		
Adressen	Daten	Mnemo- Code

START- ADR= F851 STOP - ADR= F857		
Adressen	Daten	Mnemo-Code

3. Laden Sie mit dem Memory-Kommando den Wert C3 in die Speicherzeile, die vor Beginn des Programms liegt (F84F). Disassemblieren Sie dann ab F84F und vergleichen Sie dieses Ergebnis mit dem richtigen Programm (ab F850).

4. Fassen Sie die Versuchsergebnisse zusammen!

N-Kommando

Mit dem Kommando "Next Instruction" (nächsten Befehl bearbeiten) läßt sich ein Anwenderprogramm schrittweise abarbeiten. Nach jedem ausgeführten Befehl werden die Inhalte der CPU-Register protokolliert. Die Anzahl der abzuarbeitenden Befehle (die Steps oder Schritte) kann vorgewählt werden. Die Programmausführung läuft nicht in Echtzeit ab.

Das N-Kommando kann besonders dazu dienen, die Wirkung einzelner Befehle zu studieren und den Lauf eines zu testenden Programms zu verfolgen.

Aufruf und Handhabung:

```

KMD > NEXT INSTRUCTION

START-ADR =XXXX YYYY

STEPS      =XX YY

(Kommando-Ausführung)
KMD > _

```

N CR oder N SP eintippen
 "EXT INSTRUCTION" wird ergänzt
 XXXX = Vorgabe; Neu: YYYY CR oder SP
 Vorgabe: CR oder SP
 XX = Vorgabe; Neu: YY CR oder SP
 Vorgabe: CR oder SP
 YY: zwischen 00 und 99 möglich

Zur Kommando-Ausführung:

- Die nach der Startadresse (XXXX oder YYYY) folgenden (XX bzw. YY) Befehle werden ausgeführt. Nach jedem abgearbeiteten Befehl werden die Inhalte der CPU-Register ausgedruckt.
- Wenn sich im Anwenderprogramm ein Halt-Befehl (HLT, 76H) oder ein unbekannter Befehls-Code befindet, wird die weitere Bearbeitung des Programms abgebrochen und folgende Meldung ausgedruckt:

```

*** HALT ODER ILLEGALER OPCODE ***

```

- Bei mehrmaligem Aufruf des N-Kommandos wird das Anwenderprogramm an der jeweils vorher unterbrochenen Stelle fortgesetzt.
- Die Start-Adresse muß auf ein Befehlsbyte des zu untersuchenden Programms zeigen.

N-Kommando

Beispiel für die Ausführung des N-Kommandos:

(Das Programm wurde vorher mit dem Memory-Kommando in den Speicher geladen).

```

KMD > NEXT INSTRUCTION
START-ADR =1E09 F850
STEPS      = 0 4
PC LABEL:  OP  ADR.FELD  A  NZHPC B  C  D  E  H  L  I  SP
F850      IN  12      FO 00000 00 00 00 00 00 00 80 FC32
F852      CMA      OF 00000 00 00 00 00 00 00 80 FC32
F853      OUT  13      OF 00000 00 00 00 00 00 00 80 FC32
F855      JMP  F850    OF 00000 00 00 00 00 00 00 80 FC32
F850      IN  12      ←
KMD > _
    
```

Dieser Befehl wird nicht mehr ausgeführt (5. Schritt).

Die Abkürzungen der Kopfzeile und ihre Bedeutungen:

PC-Programm Counter (Programmzähler, 16 Bit); unter dieser Spalte werden die Adressen der Speicherzeilen angezeigt, die das Befehlsbyte des jeweiligen Befehls enthalten.

LABEL: Symbolische Adresse (siehe Assembler-Kommando).

OP Operations-Code; enthält den mnemonischen Code des Befehlsbytes.

ADR.FELD Adreß-Feld; enthält Adressen bzw. Daten zum Befehl.

A - REGISTER A (Akkumulator, oft kurz Akku, 8 Bit)

N - NEGATIV	-FLAG	(Negativ-Bit)	} FLAG-Bits des Prozessor-Status- Registers (Zustandsregister)
Z - ZERO	-FLAG	(Null-Bit)	
H - HALF CARRY	-FLAG	(Zwischenübertrags-Bit)	
P - PARITY	-FLAG	(Paritäts-Bit)	
C - CARRY	-FLAG	(Übertrags-Bit)	

B - REGISTER B (8 Bit)

C - REGISTER C (8 Bit)

D - REGISTER D (8 Bit)

E - REGISTER E (8 Bit)

H - REGISTER H (8 Bit)

L - REGISTER L (8 Bit)

I - INTERRUPT CONTROL REGISTER (Interrupt-Masken-Register, 8 Bit)

SP - STACK POINTER (Stapel-Zeiger, 16 Bit)

Gliederung:

Aufruf des Assemblers	_____	A1
Aufbau einer Assembler-Befehlszeile	_____	A2
Begrenzungszeichen für die Felder der Befehlszeile	_____	A3
Fehlermeldungen, Fehlerbeseitigung	_____	A4
Programmieren mit Marken (Label) (Einführung)	_____	A5
Wie behandelt der Assembler eine Marke? Regeln für den Gebrauch von Marken	_____	A6
Fehlermeldungen beim Umgang mit Marken	_____	A7
Anweisungen zum Löschen und Ausdrucken der Marken	_____	A8
Assembler-Anweisungen: ORG	_____	A9, A10
EQU	_____	A11
DB	_____	A12
DW	_____	A13
END	_____	A14
Operations-Symbole + und -	_____	A15
Formatierte Programm-Eingabe	_____	A16

A-Kommando

Mit dem Assembler-Kommando wird ein Hilfsprogramm, das man Assembler nennt, aufgerufen. Aufgabe dieses Hilfsprogramms ist die Übersetzung jeder im mnemonischen Code eingegebenen Programmzeile in den zugehörigen Maschinencode. Der Maschinencode wird dann ab einer bestimmten Speicheradresse in den RAM-Speicher geschrieben. Diese Speicheradresse wird nach Aufruf des A-Kommandos durch die Eingabe einer "START-ADRESSE" festgelegt.

Um mit dem "Assemblerprogramm" (kurz Assembler) arbeiten zu können, bedarf es der Einhaltung einiger Regeln, die im folgenden schrittweise erklärt und geübt werden.

Aufruf des Assemblers:

```

KMD > ASSEMBLER

START-ADR =XXXX YYYY

XXXX od. YYYY (Programm
                eintippen)
                |
                |
                |
                END

*** RESTART ? (Ja/Nein)

KMD > _

```

A CR oder A SP eintippen
"ASSEMBLER" wird ergänzt

XXXX = Vorgabe; Neü: YYYY CR oder SP
Vorgabe: CR oder SP

Siehe folgende Beschreibungen

Jede eingetippte Zeile
muß mit CR abgeschlossen
werden!

END CR;

Jedes Programm muß mit
END beendet werden

J CR oder N CR eintippen.
Sinn und Beschreibung folgen.
Nächstes Kommando wird erwartet.

Übung:

Rufen Sie den Assembler auf, geben Sie die RAM-Start-Adresse F800 und den einzigen "Befehl" END ein und üben Sie den Austritt aus dem Assembler mit den verschiedenen "RESTART-Antworten".

Aufbau einer Assembler-Befehlszeile:

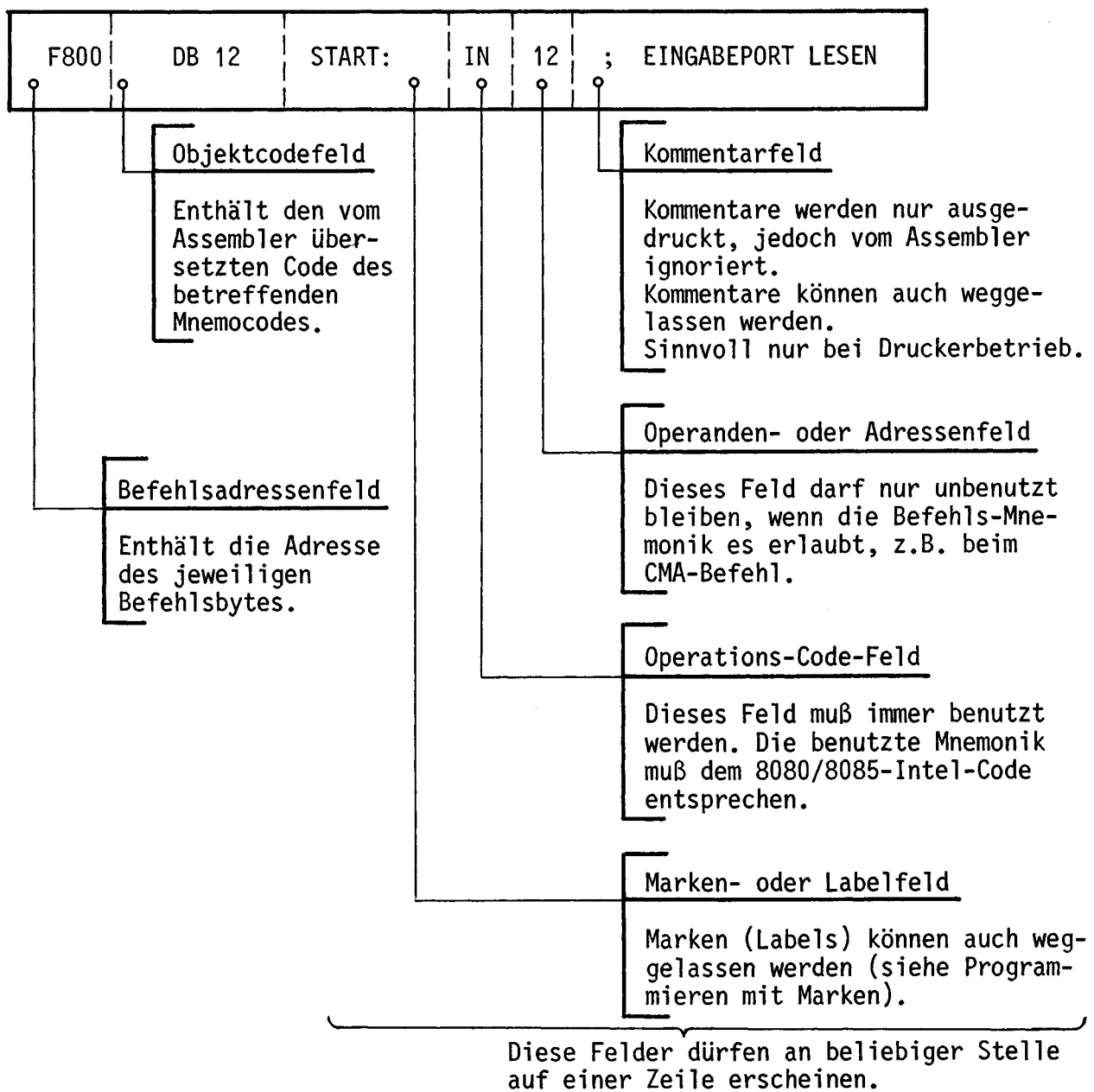
Rufen Sie den Assembler auf und geben Sie die Startadresse F800 ein.

Tippen Sie folgende Zeile ein:

```
START: IN 12; EINGABEPORT LESEN [CR]
```

([CR] wird im folgenden nicht mehr angegeben).

Die nach der Assemblierung ausgedruckte Zeile (Befehlszeile) kann in die dargestellten Felder zerlegt werden:



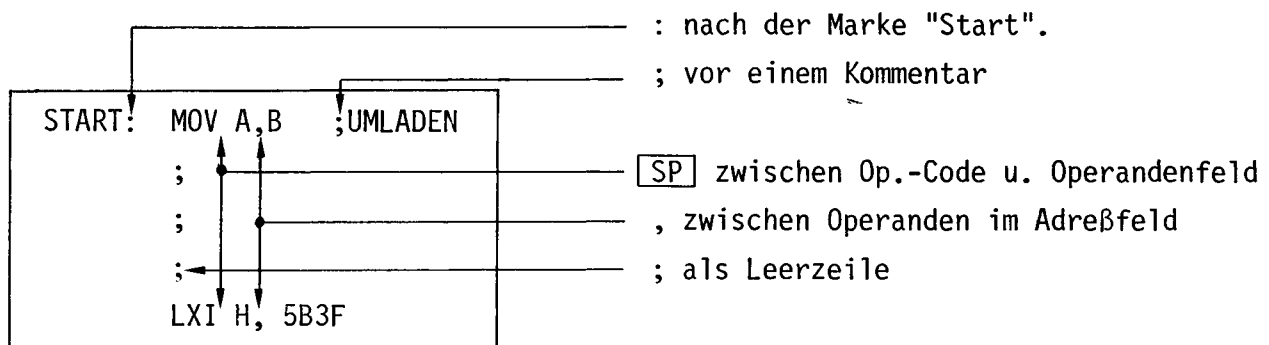
Damit der Assembler die Felder trennen kann, müssen ihm Begrenzungszeichen am Ende oder Beginn eines Feldes mitgeteilt werden.

A-Kommando

Begrenzungszeichen für die Felder:

Zwischenraum SP	zwischen Operations-Code- und Operandenfeld
,	zwischen Operanden im Adressenfeld
;	1. vor einem Kommentar 2. wenn als einziges Zeichen in der Zeile, zur Erzeugung einer Leerzeile (wird vom Disassembler ignoriert)
:	Unmittelbar nach einer Marke

Beispiele:



Übung:

Tippen Sie das folgende Programm ab Startadresse F900 ein. Füllen Sie in der Tabelle das Befehlsadressenfeld und das Objektcodefeld aus. Kontrollieren Sie Ihre Eingabe mit dem Disassembler. Starten Sie das Programm.

Mit Schalter B0 des E-Ports müssen sich die vier unteren LED's (B4-B7) des A-Ports ein- oder ausschalten lassen.

F900	IN 12 ;EINGABEPORT LESEN
	ANI 01 ; B0 BETÄTIGT ?
	JNZ 0F90E ;NEIN, ALLE LEDS AUS
	MVI A, 0F0;JA, LEDS B4-B7 EIN
	OUT 13
	JMP 0F900;ZURÜCK ZUM START
	MVI A, 00;ALLE LEDS AUS
	OUT 13
	JMP 0F900
	END ;ENDE

Besonderheit: Wenn im Operanden- oder Adressenfeld eine Zahl mit A-F beginnt, muß dieser Zahl eine 0 vorgestellt werden (Erklärung später).

A-Kommando

Fehlermeldungen:

Unbekannte und fehlerhaft eingegebene Befehle und Daten (Op.-Codes und Operanden) werden ignoriert (nicht angenommen) und mit "?" unterhalb der Zeile in der Umgebung des Fehlers kenntlich gemacht. Die Befehlsadresse wird nicht weitergezählt.

Beispiele für typische Fehler:

<pre>1. F907 3E 00 MVI A, 0F0 ;..... F907 ?</pre>	<p>Nach, darf kein [SP] sein F907 wurde nicht geändert</p>
<pre>2. F909 OUT13 ? F909</pre>	<p>[SP] zwischen Op.-Codefeld und Operand fehlt</p>
<pre>3. F912 C3 0000 JMP F900 F915</pre>	<p>keine Fehlermeldung, jedoch wurde falsche Adresse assembliert (0000).0 vor F900 vergessen!</p>

Fehlerbeseitigung:

- Fehler 1 und 2 können berichtigt werden, indem einfach die richtige Zeile eingegeben wird, denn die Befehle wurden ignoriert.
- Fehler der Art 3 können zunächst berichtigt werden, indem man nach Eingabe aller Befehle und Abschluß mit END etc. wieder den Assembler aufruft, und die START-ADR. auf die Adresse des zu ändernden Befehls setzt (hier z.B. "START-ADR = XXXX F912" **[CR]**).
Geben Sie dann den richtigen Befehl ein und verlassen Sie den Assembler mit der Taste **[ESC]**
- Wenn Sie einen Fehler vor Abschluß der Zeileneingabe mit **[CR]** bemerken, können Sie die Fehleingabe mit Taste **[DEL]** löschen und den richtigen Text eingeben.

A-Kommando

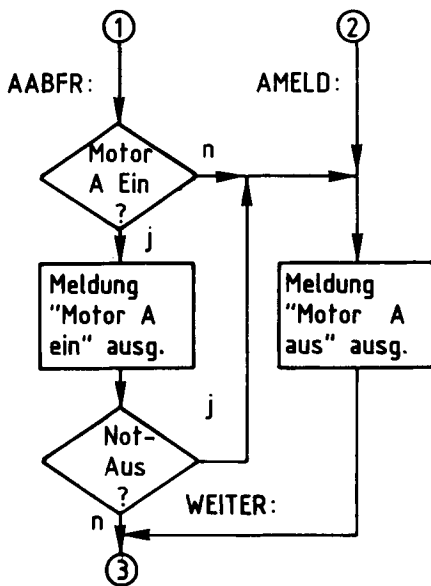
Programmieren mit Marken (Label):

(Label = Markierung)

Bei der Entwicklung eines Programms für einen Mikrocomputer zur Lösung irgend einer Aufgabe geht man so vor:

- Definition der zu lösenden Aufgabe
- Erstellung eines Flußdiagramms
- Schreiben des Programms
- Testen des Programms, Fehlersuche und deren Beseitigung, dabei evtl. Änderung des Flußdiagramms und des Programms
- Dokumentation

Das folgende Bild zeigt ein Flußdiagramm für ein Programm, das noch zu erstellen ist.



Beim Entwurf des Flußdiagramms weiß man noch nicht, wo das spätere Programm im Speicher liegen wird und wieviele Programmschritte zur Lösung der Blöcke (z.B. Not-Aus?) nötig sein werden. Um trotzdem die Sprungziele kennzeichnen zu können - z.B. wohin, wenn Motor A ausgeschaltet oder wenn Not-Aus betätigt? - bedient man sich der Hilfe von Marken oder Labels.

Marken oder Label sind Namen für Adressen, deren Werte während des Programmierens noch nicht bekannt sind.

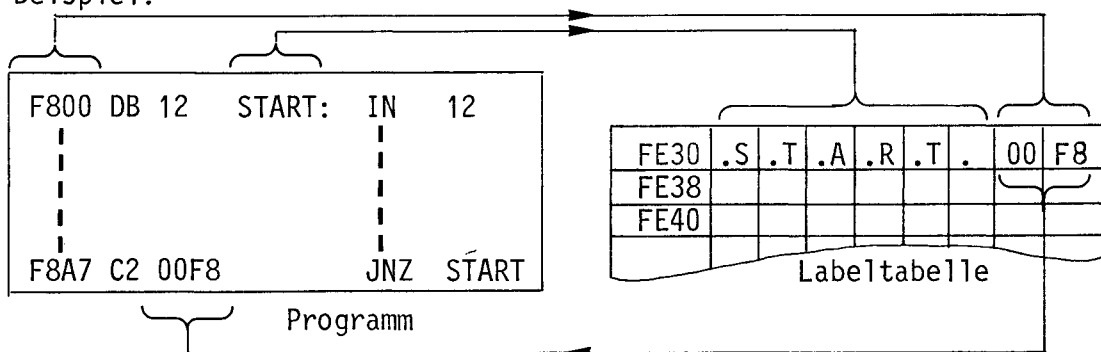
- Marken werden am häufigsten in Sprung-Aufruf- und Verzweigungsbefehlen verwendet.
- Marken erleichtern das Auffinden von Programmstellen.
- Während des Programmierens braucht man sich nicht um die Berechnung von Adressen zu kümmern.
- Marken machen Programme verständlicher.

Wie behandelt der Assembler eine Marke?:

Wenn das Markenfeld einer Befehlszeile eine Marke enthält, trägt der Assembler diese Marke und die zugehörige Adresse des Befehlsbytes in eine "Labeltabelle" im Betriebsprogramm-RAM ein.

Man kann danach diese Marke als Adresse (oder als Datum) im Adressenfeld eines anderen Befehls verwenden. Der Assembler ersetzt dann die Marke durch den Adresswert aus der Labeltabelle, wenn er das Maschinenprogramm erzeugt.

Beispiel:



Das Setzen einer Marke mit nachfolgendem Doppelpunkt in das Marken- oder Labelfeld nennt man auch "Definieren einer Marke oder eines Labels".

Regeln für den Gebrauch von Marken:

- Marken dürfen eine Länge von 1 bis 6 Zeichen haben, das erste Zeichen muß ein Buchstabe sein.
- Damit der Assembler zwischen den Hex-Zahlen A-F und dem 1. Buchstaben einer Marke unterscheiden kann, muß den Hex-Zahlen A-F eine 0 vorangestellt werden.
- Im Programmverlauf erst später definierte Marken dürfen vorher schon im Adressfeld benutzt werden. Der Assembler trägt die zugewiesenen Adressen nach, sobald sie definiert werden.
- Ein Markenname darf nur einmal definiert werden.
- Mehr als 57 Marken sind nicht erlaubt.

Fehlermeldungen beim Umgang mit Marken:

- Wird eine Marke innerhalb eines Programms mehrfach definiert, so macht der Assembler nach Abschluß der Zeile durch `CR` mit einem "?" auf diesen Fehler aufmerksam. Die gleiche Fehlermeldung tritt auch dann auf, wenn in einem ganz anderen Programm dieser Markenname schon einmal benutzt wurde (häufig hat man mehrere Übungsprogramme in verschiedenen Speicherbereichen gespeichert).
- Abhilfe: Verwenden Sie an der Stelle eine neue Marke!
- Die oben genannte Fehlermeldung tritt auch dann auf, wenn Sie sich beim Eintippen einer Befehlszeile mit Marke im Operationscode- oder im Operandenfeld vertippt haben und im zweiten Anlauf versuchen, diesen Fehler zu beheben. Die Marke ist vom Assembler bereits angenommen und wird bei erneuter Eingabe als "schon definiert" behandelt.
- Abhilfe: Geben Sie nur den Mnemo-Code neu ein!
- Alle verwendeten Marken (auch die aus anderen Programmen) werden immer dann automatisch nach Abschluß der Programmeingabe mit "END" ausgedruckt, wenn das Programm noch undefinierte Marken enthält. Diese werden dann mit * gekennzeichnet. Die rechts daneben angegebene Adresse zeigt auf den Speicherplatz, der das niederwertige Byte der zur Marke gehörenden Adresse enthält.

Beispiele:

E000 DB 12	START: IN 12
E002 C2 0000	JNZ E012
E005 C3 0000	JMP WEITER
E008	END
E012 *E003	
START E000	
WEITER*E006	

Start wurde auf E000 definiert

Weil vor E012 die 0 fehlt, faßt der Assembler die Adresse als Marke auf. Da sie noch nicht definiert ist, wird zunächst 0000 eingesetzt.

WEITER ist ebenfalls noch undefiniert. Abschluß mit END.

Automatischer Ausdruck der Marken: "E012" wird als nichtdefinierte Marke ausgedruckt (da mit Buchstaben beginnend), ebenso "WEITER". "START" ist definiert.

A-Kommando

Anweisungen an den Assembler zum Löschen und Ausdrucken der Marken:

— Löschen der Marken

Wenn man ohne Rücksicht auf bereits vorher verwendete Marken ein neues Programm eingeben möchte, muß die im RAM liegende Labeltabelle (ab FE30) gelöscht werden. Nach dem Löschen sind alle, auch in früher eingegebenen Programmen, verwendeten Marken verschwunden. Die Programme bleiben trotzdem lauffähig, denn ihr Maschinen-Code befindet sich ja noch im Speicher. Lediglich beim Disassemblieren der Programme fehlen die ursprünglich verwendeten Marken.

Das Löschen der Labeltabelle erfolgt nach dem Eintritt in den Assembler durch Eingeben der Anweisung "LC" (Label Clear).

Beispiel:

```
KMD > ASSEMBLER
  START-ADR =F800 E000
E000          LC
E000          —
```

Aufruf des Assemblers;
Löschen der Labeltabelle;
Programmeingabe wird erwartet;

— Ausdrucken der Marken

Wollen Sie sich zur Orientierung nach dem Eintritt in den Assembler (z.B. um das Programm zu ändern) oder während des Programmierens oder am Ende der Programmeingabe die bisher verwendeten Marken ausdrucken lassen, so müssen Sie die Anweisung "LP" eingeben. Die Befehlsadresse wird dadurch nicht verändert. (LP = Label Print)

Beispiel:

```

      |
      |
E100 7D          MOV A,L
E101 C3 0000     JMP WARTE
E104             LP
START E000
WARTE *E102
Z1      E01B
Z2      E01D

E104          —
```

Ausdruck aller verwendeten Marken, auch der evtl. noch nicht definierten (mit *) und der in anderen Programmen verwendeten.

Weiter mit Programmeingabe.

A-Kommando

Assembler-Anweisungen:

Assembler-Anweisungen sind Anweisungen für das Assemblerprogramm, die nicht in Maschinensprache übersetzt werden. Mit ihrer Hilfe läßt sich z.B. ein Maschinenprogramm einem bestimmten Speicherbereich zuweisen, oder ein RAM-Bereich für die Ablage von Datenbytes oder Adressen festlegen.

Um diese Anweisungen - man nennt sie auch Pseudo-Operationen (vorgetäuschte Op.) - zu verwenden, müssen Sie die Mnemonik dieser Anweisungen in das Op.-Codefeld und Adressen oder Daten (falls erforderlich) in das Adressenfeld setzen.

Dieser Assembler gestattet die Verwendung folgender Pseudo-Operationen:

ORG	—	ORIGIN (Ursprung)
EQU	—	EQUATE (Gleichsetzen)
DB	—	DEFINE BYTE, definiere Byte, 8-Bit
DW	—	DEFINE WORD, definiere Wort, 16-Bit
LP, LC	—	LABEL-PRINT u. CLEAR (bereits erklärt)
END	—	Ende einer Programmeingabe

— Die ORG-Anweisung:

Mit dieser Anweisung wird die Befehlsadresse neugesetzt. Der Assembler erhält dadurch Bescheid, ab welcher Adresse er die Maschinensprache der folgenden Befehle in den Speicher schreiben soll. Es können mehrere ORG's an verschiedenen Stellen im Programm verwendet werden. Mit ORG kann man auch zu bereits verlassenen Adressen zurückkehren, um dort z.B. eingegebene Fehler zu berichtigen.

Beispiele:

= Überspringen eines Speicherbereiches

⋮	⋮
E010 3E 04	MVI A,04
E012 2F	CMA
E013	ORG 0FA00
FA00	—

— Die Befehlsadresse wird von E013 auf FA00 gesetzt. Die 0 vor der Adresse dient der Unterscheidung der Adresse von einer Marke.

= Nachträgliches Berichtigen einer Befehlszeile

⋮	⋮
F900 79	MOV A,C
F901 00	NOP
F902 00	NOP
F903 00	NOP
F904 A6	ANA M
F905	ORG 0F900
F900 78	MOV A,B
F901	ORG 0F905
F905	—

— Hier bemerkt der Programmierer, daß er sich bei Adresse F900 vertippt hatte. Nach Rückkehr zu F900 mit der ORG-Anweisung und Berichtigung des Fehlers springt er mit ORG 0F905 zur ursprünglichen Befehlsadresse vor.

= Label in der ORG-Anweisung

E00A 06 FF ZEIT:	MVI B, 0FF
⋮	⋮
E010 3E FE	MVI A,0FE
E012	ORG ZEIT
E00A	—

— Die Adresse ist hier durch die Marke "Zeit" angegeben. Ihr wurde vorher im Programm E00A zugewiesen.

– Die EQU-Anweisung:

Mit dieser Anweisung können bestimmten Adressen oder Daten Namen (Marken) zugeordnet werden. Diese Namen und die ihnen gleichgesetzten (zugewiesenen) Adressen oder Daten werden ebenfalls in die Labeltabelle eingetragen.

Mit der EQU-Anweisung werden jedoch keine Daten in den Programmspeicher geladen.

Setzen Sie EQU-Anweisungen immer an den Anfang einer Programms, es wird dadurch besser lesbar.

Beispiel:

```
KMD > ASSEMBLER
START-ADR =E010 F800
F800          LC
F800          CR EQU OD
F800          EPORT EQU 12
F800          APORT EQU 13
F800          ;
F800 DB 12    IN EPORT
F802 2F      CMA
F803 D3 13   OUT APORT
F805 3E OD   MVI A,CR
F807          |
```

- alte Labeltabelle löschen
 - Namen CR wird OD zugewiesen
 - Namen EPORT wird Adr. 12 zugewiesen
 - Namen APORT wird Adr. 13 zugewiesen
 - Leerzeile zur Trennung
- Der Assembler ersetzt bei der Erzeugung des Maschinen-Codes die Namen durch die ihnen zugewiesenen Daten oder Adressen.

Ein Blick in die Labeltabelle:

```
KMD > PRINT
START-ADR =FE30
STOP -ADR =FE48
FORMAT =A
FE30 .A .P .O .R .T . 13 00
FE38 .C .R . . . . 0D 00
FE40 .E .P .O .R .T . 12 00
FE48 FF
```

Die EQU-Anweisung kann auch dazu dienen, nicht definierte Marken nachzudefinieren:

- Wenn ein Programm bereits mit "END" abgeschlossen wurde, müssen Sie dazu den Assembler neu aufrufen und die mit "*" gekennzeichneten Marken definieren.
- Wenn Sie sich noch im Programm befinden, können Sie dies bei der gerade aktuellen Befehlsadresse tun, denn sie wird dadurch ja nicht verändert.

– Die DB-Anweisung:

Diese Anweisung setzt Datenbytes oder ASCII-Zeichen in den Programmspeicher und zwar ab der Adresse, bei der die DB-Anweisung erteilt wird.

Beispiele:

= Absetzen von Datenbytes

F800	0A3F5BFF	DB 0A,3F,5B,0FF,7C,3A,0E4,55,3E
F804	7C3AE455	
F808	3E	–

Inhalt des
Programmspeichers

- DB und erstes Byte durch Leerzeichen trennen;
- Bytes durch Komma trennen;
- max. 20 Bytes pro DB möglich;
- nach letztem Byte kein Komma;
- vor A-F 0 setzen;

Es empfiehlt sich, jeweils höchstens die Bildschirmzeile zu füllen und dann mit **CR** abzuschließen. Sollen mehr Bytes abgesetzt werden, erneut DB verwenden.

= Absetzen von ASCII-Zeichen

F900	5343484E	DB 'SCHNAPS STINKT'
F904	41505320	
F908	5354494E	
F90C	4B54	–

- Zeichen in ' ' einschließen;
- max. 40 Zeichen pro DB möglich;

= Absetzen von ASCII- und Hex-Zeichen

FA00	FA3A4D49	DB 0FA,3A,'MILCH ',0D,'KLARER',00
FA04	4C434820	
FA0B	0D4B4C41	
FA0C	52455200	
FA10		–

Übung:

Probieren Sie die gezeigten Beispiele aus!

A-Kommando

- Die END-Anweisung:

An der END-Anweisung erkennt der Assembler das Ende der Programmeingabe. Nach Abschluß dieser Anweisung mit CR fragt der Assembler mit dem Ausdruck

```
*** RESTART ? (JA/NEIN)
```

danach, ob er einen RST-1-Befehl ans Ende des Programms setzen soll (J- CR oder nicht (N- CR oder CR). Dieser Befehl bewirkt einen Sprung ins Betriebsprogramm.

Mit einem solchen Rücksprung ins Betriebsprogramm soll verhindert werden, daß durch unkontrollierten Lauf des Computers wichtige Speicherinhalte im Betriebsprogramm-RAM überschrieben werden. Abschluß eines "Endlos-Programms" mit RST1 bewirkt den Ausdruck:

```
***_USER ***
```

(Anwender, Benutzer)

und Rückkehr in die "KMD>-Routine".

Beispiel:

```
ASSEMBLER
START-ADR =E000
E000 DB 12      START:IN 12
E002 E6 04     ANI 04
E004          END
*** RESTART ? (JA/NEIN) J
```

-Eingabe eines Programms ohne ein Ende durch Rücksprung zum Anfang (Schleife).

-Restart-Frage mit "Ja" beantwortet.

```
KMD > DISASSEMBLER
START-ADR =E000
STOP -ADR =E007 E004
E000 DB 12  START: IN 12
E002 E6 04  ANI 04
E004 CF          RST 1
```

-Der Assembler hat einen RST-1-Befehl ans Programmende gesetzt.

```
KMD > GO
START-ADR =E0F5 E000

*** USER ***
```

-Start des Programms bewirkt Rücksprung ins Betriebsprogramm.

A-Kommando

Operations-Symbole + und -:

Dieser Assembler gestattet die Verwendung der Operations-Symbole "+" und "-" in Verbindung mit der Verarbeitung von Marken, Daten und Adressen. Addition und Subtraktion erfolgen dabei hexadezimal. Überläufe (etwa FE+3) dürfen nicht auftreten. Durch die Verwendung der Operations-Symbole lassen sich häufig Marken einsparen. Dies kann bei langen Programmen notwendig werden, da die Labeltabelle nur 57 Marken aufnehmen kann.

Beispiele:

- Einsparung einer Marke

```
KMD > ASSEMBLER
  START-ADR =E000 F800
F800          LC
F800 DB 12    START:IN 12
F802 06 07    MVI B,07
F804 4B       MOV C,B

F81B C3 04F8  JMP START+4
F81E
```

- In dieser Zeile wird eine Marke gespart

- Das "+" muß ohne Zwischenraum auf "START" folgen;
(Der Sprung muß auf eine Adresse zeigen, unter der ein Befehlsbyte steht).

- Operations-Symbole in Verbindung mit Assembler-Anweisungen:

```
KMD > ASSEMBLER
  START-ADR = F800
F800          LC
F800          EPORT EQU 12
F800          APORT EQU EPORT+1
F800          ;
F800 DB 12    START:IN EPORT
F802 2F       CMA
F803 D3 13    OUT APORT
F805          ORG START+F5
F805          ORG START+0F5
F8F5 C3 00F8  JMP START
F8F8          END
*** RESTART ? (JA/NEIN)
```


- Die APORT-Adresse ergibt sich aus der Addition.

- Die APORT-Adresse ist berechnet.
- Hier fehlt die 0 vor F.

- Richtige Eingabe.
- Neue Befehlsadresse

A-Kommando

Formatierte Programm-Eingabe:

Mit der Taste  kann der Cursor um je 8 Schreibstellen nach rechts versetzt werden.

Dadurch ist während der Eingabe des Operations-Codes eine übersichtlichere Darstellung aller Zeichen auf dem Bildschirm möglich.

Unabhängig vom Format der Programme im Assemblerbetrieb druckt der Disassembler die Programme jedoch formatiert aus.

Beispiele:

- Unformatiertes Assemblerprogramm

```
KMD > ASSEMBLER
  START-ADR =F800
F800          LC
F800          EPORT EQU 12
F800          APORT EQU 13
F800 DB 12    IN EPORT
F802 D3 13    OUT APORT
F804 C3 00F8  JMP START
F807          END
*** RESTART ? (JA/NEIN)
```

- Formatiertes Assemblerprogramm

```
KMD > ASSEMBLER
  START-ADR =F800
F800          LC
F800          EPORT EQU 12
F800          APORT EQU 13
F800 DB 12    START: IN EPORT
F802 D3 13    OUT APORT
F804 C3 00F8  JMP START
F807          END
*** RESTART ? (JA/NEIN)
```

R-Kommando

Mit dem Register-Kommando können die Inhalte der CPU-Register angezeigt und vor dem Start eines Anwender-Programms vorbelegt werden.

Aufruf und Handhabung:

KMD > REGISTER

R CR oder R SP eintippen
 "REGISTER" wird ergänzt

PC	LABEL:	OP	ADR.FELD	A	NZHPC	B	C	D	E	H	L	I	SP
1E09				00	00000	00	00	00	00	00	00	00	FC32
-													

Cursor zeigt auf die jeweils zu ändernde Stelle.
 Inhalte der Register zum Zeitpunkt des Aufrufs.
 Kopfzeile wie beim N-Kommando.

Zur Kommando-Ausführung:

- Es können nur die Inhalte der Register, auf die der Cursor zeigt, geändert werden.
- Korrekturen eingegebener Werte sind mit der DEL-Taste möglich, sofern noch nicht mit SP abgeschlossen wurde.
- Mit der SP-Taste kann der Cursor von Register zu Register bewegt werden. Mit ihr beendet man auch die Änderung eines Registerinhaltes.
- Es lassen sich nur Hex-Werte in die Register eingeben; nur die Stelle, unter der sich der Cursor befindet, kann geändert werden.
- In die einzelnen Bits des Status-Registers lassen sich nur Binärwerte (0,1) eingeben.
- Mit der CR-Taste beendet man alle Eingaben, das nächste Kommando wird erwartet.

Die Ausgedruckten bzw. eingegebenen Registerinhalte verbleiben zunächst im Schreib-Lese-Speicher. Diese Speicherstellen nennt man auch "Schattenregister". Bevor ein Anwender-Programm gestartet wird, werden die Inhalte der Schattenregister durch das Betriebsprogramm in die CPU-Register geladen.

Beim Experimentieren mit dem R-Kommando sollte man den Inhalt des "Stack-Pointers" (SP) nicht verändern!

- Wenn sich ein Anwender-Programm nicht starten läßt, obwohl es richtig eingegeben wurde (Prüfen z.B. mit dem D-Kommando), hat das Betriebsprogramm durch vorhergegangene Bedienungsfehler den Inhalt von SP geändert (meist um FC80H). Sehen Sie sich mit dem R-Kommando diesen Inhalt an und stellen Sie ihn gegebenenfalls wieder auf FC32. Danach läßt sich das Anwenderprogramm starten.

B-Kommando

Mit dem Breakpoint-Kommando (Breakpoint = Haltepunkt) wird das Einsetzen von Haltepunkten in Anwender-Programme freigegeben bzw. gesperrt.

Dieses Kommando ermöglicht es, bestimmte Programmteile (z.B. Zeitschleifen) in Echtzeit durchlaufen zu lassen und ab dem Haltepunkt die Programmausführung mit dem N-Kommando schrittweise zu beobachten. Die Eingabe der Haltepunkt-Adressen erfolgt innerhalb der Ausführung des Go-Kommandos nach der Eingabe der Programm-Startadresse.

Aufruf und Handhabung:

```
KMD > BREAKPOINT
```

```
BREAK-ADR1=X1X1
BREAK-ADR2=X2X2
BREAK-ADR3=X3X3
BREAK-ADR4=X4X4
```

```
EIN/AUS =X Y
```

B CR oder B SP eintippen
"REAKPOINT" wird ergänzt

X1X1 = Breakadresse 1 } Änderungen nur
 | } unter Go-
 | } Kommando
 | } möglich
X4X4 = Breakadresse 4 }

X = Vorgabe; Ein: Y = E CR oder E SP
 Aus: Y = A CR oder A SP
Unverändert: Y = CR oder SP

Zur Kommando-Ausführung:

Das Breakpoint-Kommando wird unter dem Go-Kommando ausgeführt, wenn...

- Breakpoints eingeschaltet sind und
- Breakadressen nicht alle 0 sind und
- das Anwenderprogramm eine Adresse erreicht, auf die ein Breakpoint gesetzt ist. Diese Adresse muß auf ein Befehlsbyte zeigen.

Übung:

Rufen Sie das B-Kommando auf und schalten Sie die Breakpoint-Routine ein bzw. aus.

Einsetzen der Break-Adressen:

Die Break-Adressen werden bei eingeschaltetem "Breakpoint" unter dem Go-Kommando wie folgt eingesetzt:

```

KMD > GO

START-ADR =XXXX YYYY

BREAK-ADR1=X1X1 Y1Y1
BREAK-ADR2=X2X2 Y2Y2
BREAK-ADR3=X3X3 Y3Y3
BREAK-ADR4=X4X4 Y4Y4
    
```

G CR oder G SP eintippen
 "0" wird ergänzt
 XXXX = Vorgabe; Neu: YYYY CR oder SP
 Vorgabe: CR oder SP
 X1X1 = Vorgabe; Neu: Y1Y1 SP *)
 Vorgabe: SP
 |
 X4X4 = Vorgabe; Neu: Y4Y4 CR oder SP
 Vorgabe: CR oder SP

- *) Wenn alle vier Break-Adressen gesetzt werden sollen, bei ADR1 - ADR3 mit SP abschließen!
- Wenn weniger als vier Break-Adressen gesetzt werden sollen, jeweils mit CR abschließen!

Breakpoint-Ausführung:

Wenn die CPU bei der Ausführung des Anwender-Programms eine Break-Adresse erreicht hat, wird die weitere Programmausführung gestoppt und in das Betriebsprogramm zurückgesprungen. Das Betriebsprogramm meldet sich mit folgendem Ausdruck (Beispiel):

```

*** BREAKPOINT ***
PC LABEL:   OP   ADR.FELD  A  NZHPC B  C  D  E  H  L  I  SP
              87 00000 00 00 00 00 00 F8 2A 80 FC34
F802           OUT  02
KMD > _
    
```

— Befehl, auf den die Break-Adresse zeigt.
 Dieser Befehl ist noch nicht ausgeführt worden!

— Break-Adresse

Der Rücksprung in das Betriebsprogramm nach dem Erreichen einer Haltepunkt-Adresse erfolgt dadurch, daß das Betriebsprogramm vor der Ausführung des Go-Kommandos einen Rücksprungbefehl (RST 4) in das Anwenderprogramm einbaut. Dazu wird das ursprünglich vorhandene Befehlsbyte aus dem Anwenderprogramm im RAM zwischengespeichert und nach dem Erreichen der Haltepunkt-Adresse wieder eingesetzt. Außerdem werden alle Register-Inhalte der CPU, die beim Erreichen des Haltepunktes vorlagen, in die Schattenregister gerettet.

B-Kommando

Bei Neuaufruf des Go-Kommandos wird die jeweils letzte Break-Adresse als Go-Start-Adresse vorgegeben. Jeweils nach Abschluß mit SP *) werden dann der Reihe nach wieder alle vorgewählten Break-Adressen angezeigt, ehe das Programm bis zur nächsten Break-Adresse abgearbeitet wird.

*) Um die Übersicht zu behalten, sollte man nach dem Aufruf des Go-Kommandos immer alle Break-Adressen mit SP aufrufen. So hat man stets die Anfangsadressen der bereits untersuchten Programmteile und die der noch zu untersuchenden vor Augen.

Fehlermeldungen:

Wenn im Anwenderprogramm ein RST4-Befehl (E7H) gefunden wird, erfolgt der Registerausdruck mit der Überschrift *** BREAKPOINT ERROR ***.

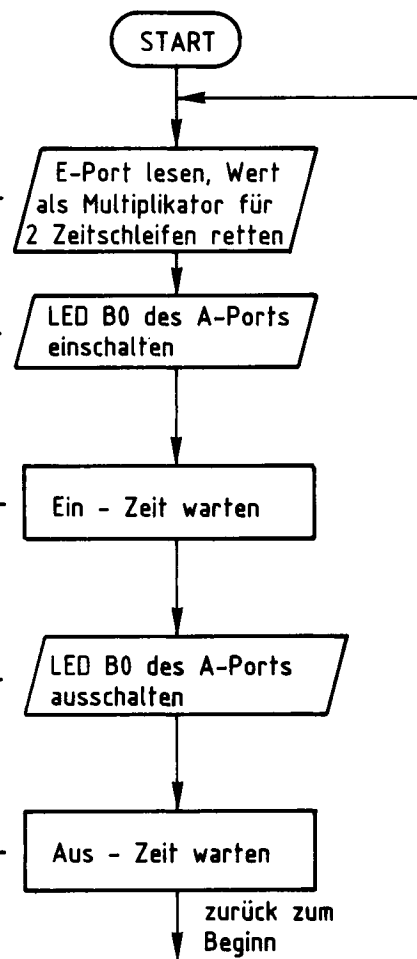
B4

Anhand des folgenden Programms wird der Einsatz des B-Kommandos in Verbindung mit dem N-Kommando demonstriert.

Das Programm hat die Aufgabe, die obere LED B0 des Ausgabe-Ports (Adresse 13H) periodisch blinken zu lassen. Die Periodendauer soll mit der Schalterstellung der Schalter des Eingabe-Ports (Adresse 12H) veränderbar sein (Rechteckgenerator).

1. Geben Sie folgendes (zunächst fehlerhafte) Programm ab Adresse F800 in den Speicher ein.

Adresse	Op- Code	Operand
F800	IN	12
F802	MOV	B,A
F803	MOV	D,A
F804	MVI	A,01
F806	OUT	13
F808	MVI	C,0FF
F80A	DCR	C
F80B	JNZ	0F80A
F80E	DCR	B
F80F	JNZ	0F808
F812	MVI	A,00
F814	OUT	13
F816	MVI	C,0FF
F818	DCR	C
F819	JNZ	0F816
F81C	DCR	D
F81D	JNZ	0F818
F820	JMP	0F800



2. Stellen Sie alle Schalter des E-Ports auf L-Pegel (LED's aus) und starten Sie das Programm bei ausgeschalteten "Breakpoints".

Wirkung: LED B0 des Ausgabeports leuchtet kurz auf und erlischt wieder. Ein Rücksprung ins Betriebsprogramm erfolgt nicht.

B5

Das Programm arbeitet in einer Schleife, die es wegen eines logischen Fehlers nicht mehr verlassen kann.

Anweisung	Wirkung/Kommentar																									
RESET betätigen	Rückkehr ins Betriebsprogramm																									
BREAKPOINT einschalten	In der Folge wird untersucht, ob die einzelnen Programmteile, die auch durch die Blöcke im Flußdiagramm dargestellt sind, funktionieren.																									
Mit R alle Register auf 0; Am E-Port 08 einstellen; Go aufrufen; START-ADR → F800 BREAK-ADR1 → F808 BREAK-ADR2...4 → 0000	<p>} Startbedingungen</p> <p>Programmbeginn Beginn der Zeitschleife für die Ein-Zeit. Es wird nur mit einem Haltepunkt gearbeitet (übersichtlich).</p> <table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td colspan="5">*** BREAKPOINT ***</td> </tr> <tr> <td>PC</td> <td>OP</td> <td>ADR.Feld</td> <td>A</td> <td>B D</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td>01</td> <td>08 08</td> </tr> <tr> <td colspan="5">F808 MVI C,FF</td> </tr> <tr> <td colspan="5">LED B0 leuchtet</td> </tr> </table> <p>Das am E-Port mit den Schaltern eingestellte Datum 08 wurde in die Register B und D geladen. Der Wert 01 wurde in den Akku geladen und zum A-Port ausgegeben.</p>	*** BREAKPOINT ***					PC	OP	ADR.Feld	A	B D				01	08 08	F808 MVI C,FF					LED B0 leuchtet				
*** BREAKPOINT ***																										
PC	OP	ADR.Feld	A	B D																						
			01	08 08																						
F808 MVI C,FF																										
LED B0 leuchtet																										
Go aufrufen; START-ADR → F800 BREAK-ADR1 → F812 BREAK-ADR2...4 → 0000	<p>Programmbeginn Beginn des Programmteils "LED B0 ausschalten".</p> <table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td colspan="5">*** BREAKPOINT ***</td> </tr> <tr> <td>PC</td> <td>OP</td> <td>ADR.FELD</td> <td>A</td> <td>B C D</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td>01</td> <td>00 00 08</td> </tr> <tr> <td colspan="5">F812 MVI A,00</td> </tr> <tr> <td colspan="5">LED B0 leuchtet</td> </tr> </table> <p>Die Ein-Zeit-Schleife wurde in Echtzeit durchlaufen (N-Kommando wäre hierzu nicht geeignet). Durch die DCR-Befehle in der Schleife enthalten die Register B und C den Wert Null.</p>	*** BREAKPOINT ***					PC	OP	ADR.FELD	A	B C D				01	00 00 08	F812 MVI A,00					LED B0 leuchtet				
*** BREAKPOINT ***																										
PC	OP	ADR.FELD	A	B C D																						
			01	00 00 08																						
F812 MVI A,00																										
LED B0 leuchtet																										

MAT 85

Name: _____

Fehlersuche mit B und N.

Datum: _____

B6

Anweisung	Wirkung/Kommentar
Go aufrufen START-ADR → F812 BREAK-ADR1 → F816 BREAK-ADR2...4 → 0000	<p>ab hier soll weitergeprüft werden. Beginn der Zeitschleife für die Aus-Zeit.</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <pre> *** BREAKPOINT *** PC OP ADR.FELD A B D 00 00 08 F816 MVI C,FF </pre> </div> <p>LED B0 dunkel</p> <p>Der Wert 00 wurde in den Akku geladen und zum A-Port ausgegeben.</p>
Go aufrufen START-ADR → F814 BREAK-ADR1 → F820 BREAK-ADR2...4 → 0000	<p>Die Startadresse muß außerhalb der zu prüfenden Zeitschleife liegen. Läge sie innerhalb, würde die Programmabarbeitung nach jedem Dekrementieren angehalten. Ende außerhalb der Schleife.</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>Haltepunkt F820 wird nicht erreicht. Das Programm "hängt fest". Der Fehler liegt in der Aus-Zeit-Schleife.</p> </div>
N aufrufen; START-ADR → F816 STEPS → 10	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <pre> PC OP ADR.FELD C D F816 MVI C,FF FF 08 F818 DCR C FE 08 F819 JNZ F816 FE 08 F816 MVI C,FF FF 08 F818 DCR C FE 08 F819 JNZ F816 FE 08 F816 MVI C,FF FF 08 </pre> </div> <p>Hier liegt der Fehler! Der Sprung nach dem Dekrementieren von Register C (wenn C≠0) führt wieder nach F816. Dort aber wird Register C wieder mit FF geladen. Diese Schleife wird nicht mehr verlassen.</p>

MAT 85

Name: _____

Fehlersuche mit B und N.

Datum: _____

B7

Anweisung	Wirkung/Kommentar
<p>JNZ F816 ändern in JNZ F818 Go aufrufen; START-ADR → F814 BREAK-ADR1 → F820 BREAK-ADR2...4 → 0000</p>	<p>mit dem M- oder A-Kommando</p> <p>Beginn vor die Aus-Zeit-Schleife gelegt. Ende der Zeitschleife</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px 0;"> <pre>*** BREAKPOINT *** PC OP ADR.FELD A B C D 00 00 00 00 F820 JMP F800</pre> </div> <p>Die Schleife ist in Echtzeit durchlaufen worden. Die Inhalte der Register C und D sind auf Null herabgezählt worden.</p>
<p>BREAKPOINT ausschalten Programm mit G starten</p> <p>Verändern Sie die Stellung der Schalter des E-Ports.</p>	<p>Das Programm arbeitet richtig. Die Blinkfrequenz verändert sich.</p>
<p>Bauen Sie eigene Fehler in das Programm ein und versuchen Sie, diese nach der gezeigten Methode zu finden. Setzen Sie später auch mehrere Breakpoints. Setzen Sie auch Breakpoints innerhalb einer Zeitschleife.</p>	

T-Kommando

Mit dem Trace-Interval-Kommando wird ...

- die Protokollierung der Registerinhalte für einen gewünschten Programmabschnitt eines Anwenderprogramms ein- oder ausgeschaltet und
- Start- und Stop-Adresse dieses Programmabschnittes eingegeben.

Aufruf und Handhabung:

```
KMD > TRACE INTERVAL
```

```
EIN/AUS =X Y
```

```
START-ADR =X1X1 Y1Y1
```

```
STOP -ADR =X2X2 Y2Y2
```

T CR oder T SP eintippen
"TRACE INTERVAL" wird ergänzt

X = Vorgabe; Ein: Y = E CR oder E SP
Aus: Y = A CR oder A SP
Unverändert: Y = CR oder SP

X1X1 = Vorgabe; Neu: Y1Y1 CR oder SP
Alt: CR oder SP

X2X2 = Vorgabe; Neu: Y2Y2 CR oder SP
Alt: CR oder SP

Y1Y1 und Y2Y2 müssen auf ein Befehlsbyte zeigen

Zur Kommando-Ausführung:

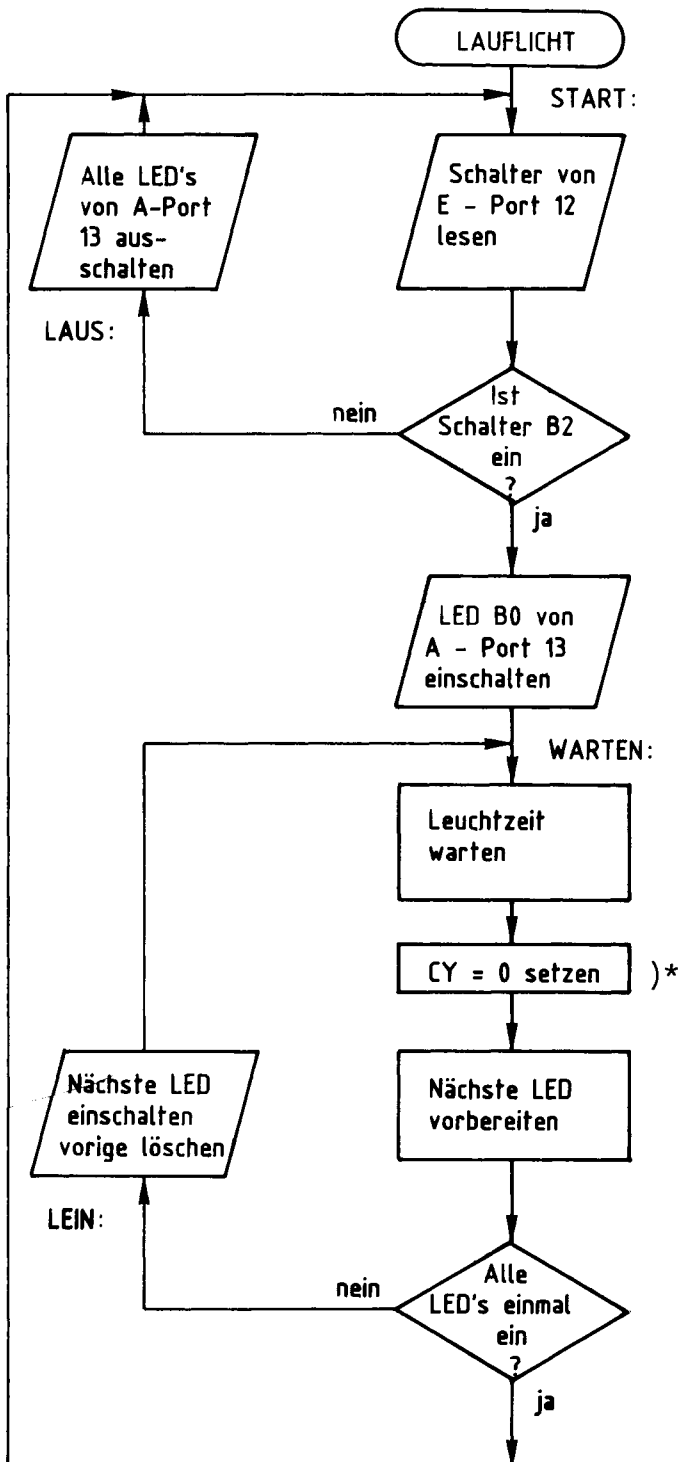
Nach dem Einschalten des "Trace-Interval" und Aufruf des G-Kommandos wird das Anwenderprogramm unter der Kontrolle des Tracers Befehl für Befehl durchlaufen (verlängerte Bearbeitungszeit!).

- Solange sich der Tracer außerhalb des angegebenen Trace-Intervalls aufhält, wird kein Bildschirmausdruck sichtbar.
- Gerät der Tracer in das angegebene Intervall (einschließlich Start- und Stop-Adresse), so werden nach Ausführung jedes Befehls in diesem Bereich alle Registerinhalte ausgedruckt.
- Breakpoints können ohne Einschränkung im gesamten Adreßbereich weiter verwendet werden.
- Im Trace-Betrieb werden der Halt-Befehl (76H) und illegale OP-Codes erkannt und führen zum Programmabbruch (ohne Trace-Betriebsart wird ein Halt-Befehl ohne eine Meldung ausgeführt).

T2

Laden Sie das folgende "Lauflicht-Programm" ab Adresse F800 in den Speicher.

Überprüfen Sie Ihre Eingabe mit dem D-Kommando.



Adresse	Label	Op-Code
F800	START:	IN 12
F802		ANI 04
F804		JZ LAUS
F807		NOP
F808		MVI A,01
F80A		OUT 13
F80C	WARTEN:	MVI B,33
F80E	ZA:	MVI C,99
F810	ZI:	DCR C
F811		JNZ ZI
F814		DCR B
F815		JNZ ZA
F818		ANA A
F819		RAL
F81A		CPI 00
F81C		JNZ LEIN
F81F		JMP START
F822	LAUS:	MVI A,00
F824		OUT 13
F826		JMP START
F829	LEIN:	OUT 13
F82B		JMP WARTEN
F82E	END	

T3

)* Der RAL-Befehl schiebt den Akku-Inhalt (hier 01) über das Carry-Bit um eine Bitstelle nach links. Sollte das Carry-Bit zufällig 1 sein, würde diese 1 in Bit 0 des Akkus geschoben, was nicht erwünscht ist. Daher wird hier vor RAL mit ANA A das Carry-Bit auf 0 gesetzt.

Anweisung	Wirkung/Kommentar																																								
Schalter B2 vom E-Port einschalten; Programm mit G bei F800 starten	Die CPU arbeitet das Anwender-Programm in "Echtzeit" ab . Die LED's am A-Port werden in schneller Folge von oben nach unten ein- und ausgeschaltet. Es entsteht der Eindruck eines "Laufenden Lichtes".																																								
<p>RESET betätigen</p> <p>Mit T "Trace Interval" einschalten; START-ADR → F800 STOP -ADR → F80A Schalter B2 → Aus Mit R die Register A,B, C und alle Flags auf 0 setzen; Mit G bei F800 starten;</p>	<p>Die CPU kehrt vom Anwender-Programm zum Betriebsprogramm zurück. Das Betriebsprogramm erwartet ein neues Kommando.</p> <p>Trace Interval liegt damit zwischen F800 und F80A.</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>PC</th> <th>LABEL</th> <th>OP</th> <th>ADR.FELD</th> <th>A</th> <th>..Z..</th> <th>B</th> <th>C</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>F800</td> <td>START:</td> <td>IN</td> <td>12</td> <td>00</td> <td>0</td> <td>00</td> <td>00</td> </tr> <tr> <td>F802</td> <td></td> <td>ANI</td> <td>04</td> <td>00</td> <td>1</td> <td>00</td> <td>00</td> </tr> <tr> <td>F804</td> <td></td> <td>JZ</td> <td>LAUS</td> <td>00</td> <td>1</td> <td>00</td> <td>00</td> </tr> <tr> <td>F822</td> <td>LAUS:</td> <td>MVI</td> <td>A,00</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p>————— Kopfzeile ————— Text wie oben, außer Zeile F800</p> <p>————— Kopfzeile ————— Text wie vorher</p> <p>==> SPACE</p> <p>Alle Programmteile, die im vorgegebenen Trace Intervall (Fenster) liegen, werden ausgeführt und ausgedruckt. Weil SB2 auf "AUS" steht, erfolgt ein Sprung zum Programmteil "LAUS". Da dieser Teil außerhalb des vorgegebenen "Fensters" liegt, wird die Zeile F822 nicht vollständig ausgedruckt.</p>	PC	LABEL	OP	ADR.FELD	A	..Z..	B	C	F800	START:	IN	12	00	0	00	00	F802		ANI	04	00	1	00	00	F804		JZ	LAUS	00	1	00	00	F822	LAUS:	MVI	A,00				
PC	LABEL	OP	ADR.FELD	A	..Z..	B	C																																		
F800	START:	IN	12	00	0	00	00																																		
F802		ANI	04	00	1	00	00																																		
F804		JZ	LAUS	00	1	00	00																																		
F822	LAUS:	MVI	A,00																																						

T4

Anweisung	Wirkung/Kommentar																																																																
	<p>Am Ende dieses Programmteils (bei Adr. F826) erfolgt der Rücksprung nach "START". Da der Tracer nun wieder innerhalb des "Fensters" arbeitet, werden die darin liegenden Programmteile erneut ausgedruckt. "=>SPACE" signalisiert, daß die weitere Programmbearbeitung durch den Tracer erst nach Betätigung der SPACE-Taste erfolgt. Bei dieser Meldung kann die Programmbearbeitung aber auch durch Betätigen von [ESC] abgebrochen werden.</p>																																																																
<p>Schalter B2 → Ein [SP] betätigen</p>	<table border="1" data-bbox="651 1003 1385 1574"> <thead> <tr> <th>PC</th> <th>LABEL</th> <th>OP</th> <th>ADR.Feld</th> <th>A</th> <th>..Z..</th> <th>B</th> <th>C</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>F800</td> <td>START:</td> <td>IN</td> <td>12</td> <td>04</td> <td>1</td> <td>00</td> <td>00</td> </tr> <tr> <td>F802</td> <td></td> <td>ANI</td> <td>04</td> <td>04</td> <td>0</td> <td>00</td> <td>00</td> </tr> <tr> <td>F804</td> <td></td> <td>JZ</td> <td>LAUS</td> <td>04</td> <td>0</td> <td>00</td> <td>00</td> </tr> <tr> <td>F807</td> <td></td> <td>NOP</td> <td></td> <td>04</td> <td>0</td> <td>00</td> <td>00</td> </tr> <tr> <td>F808</td> <td></td> <td>MVI</td> <td>A,01</td> <td>01</td> <td>0</td> <td>00</td> <td>00</td> </tr> <tr> <td>F80A</td> <td></td> <td>OUT</td> <td>13</td> <td>01</td> <td>0</td> <td>00</td> <td>00</td> </tr> <tr> <td>F80C</td> <td>WARTEN:</td> <td>MVI</td> <td>B,33</td> <td>-</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p>(Die LED's werden der Reihe nach ein- und nach ca. 11s ausgeschaltet. Nach ca. 90s erscheint:)</p> <p style="text-align: center;"> -----Kopfzeile----- </p> <p style="text-align: center;">Protokollanfang wie oben</p> <p>= => SPACE</p> <p>Weil SB2 eingeschaltet wurde, wird der Sprung zum Programmteil "LAUS" ignoriert (siehe Z-Flag) und bei F807 weitergemacht. Nach Bearbeitung der Zeile F80A verläßt der Tracer das "Fenster" und tritt in die Schleife ein, die mit "WARTEN:" beginnt. Innerhalb dieser Schleife müssen erst alle LED's einmal ein- bzw. ausgeschaltet worden sein, ehe der Tracer wieder in den vorgegebenen "Fensterbereich" eintritt (Sprung bei F81F). Da er die Befehle nicht in Echtzeit bearbeitet, erfolgt eine erneute Protokollierung erst nach ca. 90s. (Diese Zeit hängt vom Inhalt der Register B und C ab und vom Traceprogramm).</p>	PC	LABEL	OP	ADR.Feld	A	..Z..	B	C	F800	START:	IN	12	04	1	00	00	F802		ANI	04	04	0	00	00	F804		JZ	LAUS	04	0	00	00	F807		NOP		04	0	00	00	F808		MVI	A,01	01	0	00	00	F80A		OUT	13	01	0	00	00	F80C	WARTEN:	MVI	B,33	-			
PC	LABEL	OP	ADR.Feld	A	..Z..	B	C																																																										
F800	START:	IN	12	04	1	00	00																																																										
F802		ANI	04	04	0	00	00																																																										
F804		JZ	LAUS	04	0	00	00																																																										
F807		NOP		04	0	00	00																																																										
F808		MVI	A,01	01	0	00	00																																																										
F80A		OUT	13	01	0	00	00																																																										
F80C	WARTEN:	MVI	B,33	-																																																													

T5

Anweisung	Wirkung/Kommentar
<p>Legen Sie folgende Intervall-Adressen fest: START-ADR → F819 STOP -ADR → F81F</p>	<p>Das Protokoll zeigt Ihnen, unter welchen Bedingungen die Sprünge nach "LEIN" und "START" erfolgen.</p>
<p>Legen Sie folgende Intervall-Adressen fest: START-ADR → F80C STOP -ADR → F818</p>	<p>Das Protokoll zeigt Ihnen, wie die Warteschleife abgearbeitet wird. Wenn die Bearbeitungszeit verkürzt werden soll, müssen die Register B und C mit kleineren Zahlenwerten geladen werden. Hierzu müssen Sie das Programm entsprechend ändern.</p>
<p>Fügen Sie anstelle des NOP-Befehls einen HLT-Befehl ein. Starten Sie das Programm einmal bei ausgeschaltetem und bei eingeschaltetem Tracer.</p>	<p>Tracer aus: Der HLT-Befehl wird ausgeführt, ohne daß eine Meldung erfolgt. (Dabei sendet die CPU die nächst höhere Adresse F808 auf den Adreßbus und schaltet die Daten- und Steuersignale in den hochohmigen Zustand. Rückkehr ins Betriebsprogramm ist nur durch RESET möglich.</p> <p>Tracer ein: Es erfolgt Programmabbruch und die Meldung</p> <p>*** HALT ODER ILLEGALER OP CODE ***</p>
<p>Schalten Sie nach den Experimenten den Tracer aus.</p>	

I-Kommando

Mit dem In-Kommando (nicht zu verwechseln mit dem 8085-Befehl IN) können Daten von Eingabe-Baugruppen gelesen werden.

Aufruf und Handhabung:

```
KMD > IN
```

```
PORT-NR=X1 Y1
```

```
DATEN =X2 Y2
```

I oder I eintippen

"N" wird ergänzt

X1 = Vorgabe; Vorgabe - 1: eintippen

Vorgabe + 1: eintippen

Neu: Y1 oder

Vorgabe: oder

X2 = Gelesener Wert (Hex)

Y2 = : Fertig, nächstes Kommando

Y2 = : Nochmal lesen

Y2 = : Neue Port-Adresse

Übung:

Lesen Sie die Daten Ihres Eingabe-Ports.

Ändern Sie die Bitkombination mit Hilfe der Schalter und lesen Sie erneut.

Versuchen Sie auch Daten von Ports zu lesen, die gar nicht existieren.

0-Kommando

0

Mit dem Out-Kommando (nicht zu verwechseln mit dem 8085-Befehl OUT) lassen sich Daten zu Ausgabe-Baugruppen übertragen.

Aufruf und Handhabung:

```
KMD > OUT

PORT-NR=X1 Y1

DATEN =X2 Y2
```

0 oder 0 eintippen
"UT" wird ergänzt

X1 = Vorgabe; Vorgabe - 1: eintippen
Vorgabe + 1: eintippen
Neu: Y1 oder
Vorgabe: oder

X2 = Vorgabe; Neu: Y2 (Fertig)
Y2 (Nochmal)
Vorgabe:

Y2 = : Fertig (auch)
Y2 = : Neue Port-Adresse
Y2 = : Nochmal schreiben

Übung:

Schreiben Sie der Reihe nach die Datenbytes

01 - 10 - 00 - FF - 55 - AA in Ihr Ausgabe-Port.

Versuchen Sie auch Daten in ein Port zu schreiben, das gar nicht existiert.

S-Kommando

Mit dem Save-Kommando können Programme und Daten über einen Kassetten-Recorder auf Magnetband gespeichert werden. Die Verwendung des S-Kommandos erfordert zusätzlich die Baugruppe "Kassetten-Interface BFZ/MFA 4.4".

Aufruf und Handhabung:

```
KMD> SAVE
```

```
START-ADR =X1X1 Y1Y1
```

```
STOP -ADR =X2X2 Y2Y2
```

```
BAND EINSCHALTEN, DANN SPACE  
(Kommando-Ausführung)
```

```
KMD> _
```

S CR oder S SP eintippen
"AVE" wird ergänzt

X1X1 = Vorgabe; Neu: Y1Y1 CR oder SP
Vorgabe: CR oder SP

X2X2 = Vorgabe; Neu: Y2Y2 CR oder SP
Vorgabe: CR oder SP

Reihenfolge beachten!
Vorspann am Anfang
der Bänder kann nicht
beschrieben werden!

Zur Kommando-Ausführung:

- Die Startadresse (X1X1 oder Y1Y1) wird für den späteren Ladevorgang mit auf das Band übertragen.
- Zur Erkennung von Lesefehlern werden mit den Daten, die als ASCII-Zeichen übertragen werden, auch Prüfsummenbytes übertragen.
- Soll die Kommando-Ausführung abgebrochen werden, ist die RESET-Taste auf der CPU-Baugruppe zu betätigen.

L-Kommando

Mit dem Load-Kommando werden Daten vom Kassetten-Recorder in den Speicher zurückgelesen. Sollen die Daten nicht in den beim Save-Kommando angegebenen Speicherbereich übertragen werden, so kann eine neue Startadresse angegeben werden.

Aufruf und Handhabung:

```
KMD> LOAD TAPE
```

```
START-ADR =YYYY
```

```
SPACE, DANN BAND EINSCHALTEN  
(Kommando-Ausführung)
```

```
KMD> _
```

L CR oder L SP eintippen
"LOAD TAPE wird ergänzt

YYYY = 0: Startadresse, die auf der
Kassette gespeichert ist,
wird genommen.

Neu: YYYY CR oder YYYY SP
eintippen.

Reihenfolge beachten!

Zur Kommando-Ausführung:

- Die Daten vom Band werden eingelesen, eine Kontrollsummenbildung findet dabei statt.
- Ausdruck bei fehlerfreiem Empfang: READY
- Ausdruck bei fehlerbehaftetem Empfang: CHECKSUM ERROR
- Ausdruck, wenn ein empfangenes Zeichen nicht den Hex-Zeichen 0 bis F im ASCII-Code entspricht (z.B. 0 $\hat{=}$ 30, F $\hat{=}$ 46): *** NICHT HEX = XX, wobei die empfangene Bitkombination XX (z.B. 0A $\hat{=}$ LF) ausgegeben wird.
- Abbruch des L-Kommandos ist nur mit RESET möglich.

Anhang

1. Anschluß einer Datensichtstation

1.1. Bedingungen für eine fehlerfreie Datenübertragung

Um eine fehlerfreie Datenübertragung zwischen dem MFA-Mikrocomputer und der Datensichtstation zu gewährleisten, sind folgende Punkte zu beachten:

1. Arbeiten beide Geräte mit den gleichen Strom- oder Spannungspegeln?
2. Übertragen beide Geräte die gleiche Anzahl Daten-Bits?
3. Ist in beiden Geräten die Paritätsprüfung ein- oder ausgeschaltet?
4. Wird auf gerade oder ungerade Parität geprüft?
5. Stimmt die Anzahl der Stop-Bits in beiden Geräten überein?
6. Mit welcher Baudrate sendet die Datensichtstation?

Informationen hierzu für den MFA-Mikrocomputer:

Zu 1.: Es sind möglich eine 20-mA-Stromschnittstelle und eine V-24-Spannungsschnittstelle. Beide müssen zusätzlich verdrahtet werden (siehe Anschlußpläne auf den folgenden Seiten).

Pegel der 20-mA-Stromschnittstelle:

log. 1 = unterbrochener Stromkreis

log. 0 = Strom von 20 mA

Pegel der V-24-Spannungsschnittstelle:

log. 1 = -12 V

log. 0 = +12 V

Zu 2.-5.: Der MFA-Mikrocomputer sendet 1 Start-, 7 Daten-, 1 Paritäts- und 2 Stop-Bits aus. Die gleiche Bitfolge kann er auch empfangen. Die Paritätsbits werden nicht überprüft.

Zu 6.: Nach Einschalten des MFA-Mikrocomputers muß die Space-Taste der Datensichtstation betätigt werden. Aus dem empfangenen Datenwort bestimmt das Betriebsprogramm dann die Übertragungsgeschwindigkeit der Datensichtstation und paßt an diese die eigene Baudrate an.

Anhang

1.2. Anschlußplan

Die meisten Datensichtgeräte verwenden einen genormten Buchsenstecker mit 25 Anschlüssen (ITT-Cannon DB-25S oder Harting 09 67 025 2704). Die zugehörigen Stiftstecker haben die Bezeichnung DB-25P (Cannon) und 09 67 025 2604 (Harting). Die Steckerbelegung ist genormt, die wichtigsten Anschlüsse zeigt Bild 7.

Pin-Nr.	Funktion	Bemerkungen
1	Gehäusemasse	—
2	Transmit Data (TxD)	Sendeleitung
3	Receive Data (RxD)	Empfangsleitung
4	Request to Send (RTS)	Sendeaufforderung
5	Clear to Send (CTS)	Sender betriebsbereit log. 1 = Sender freigeben
6	Data Set Ready (DSR)	Empfänger bereit?
7	Signalmasse	—
8	Data Carrier detect (DCD)	Signal vorhanden
20	Data Terminal Ready (DTR)	Empfänger bereit

Bild 7: Anschlußbelegung V-24-Norm

In Bild 8 ist gezeigt, wie nun die Verbindungen zwischen einer Datensichtstation und dem MFA-Mikrocomputer herzustellen sind.

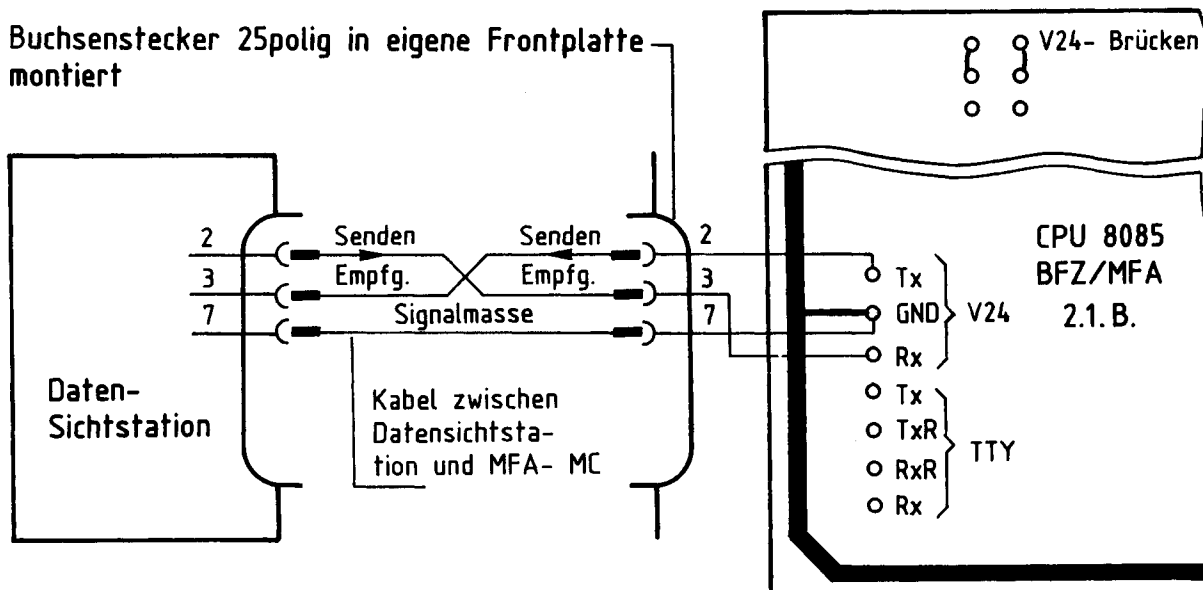


Bild 8: Anschluß Datensichtstation

Anhang

2. Druckermodus, TTY-Betrieb

Das Betriebsprogramm unterscheidet je nach gemessener Übertragungsgeschwindigkeit zwischen einem Bildschirm- und einem Drucker-Modus. Der Drucker-Modus stellt sich immer dann ein, wenn die gemessene Übertragungsgeschwindigkeit gleich oder kleiner 300 Baud ist.

Im Gegensatz zum Bildschirm-Modus können bei Betrieb mit einer TTY falsch gedruckte Zeichen nicht gelöscht werden. Bei Betätigung der Taste **DEL** nach einem falsch eingegebenen Zeichen wird ein "/" (Slash-Schrägstrich) ausgedruckt und das falsch an den Mikrocomputer gesendete Zeichen gelöscht. Außerdem erfolgt bei längeren Protokollen kein Zwischenstop.

Bild 9 zeigt, wie ein Fernschreiber an den MFA-Mikrocomputer anzuschließen ist. Auch hier wird die Baudrate wieder vom Betriebsprogramm gemessen, wenn nach dem Einschalten der Geräte die **SP** -Taste betätigt wird.

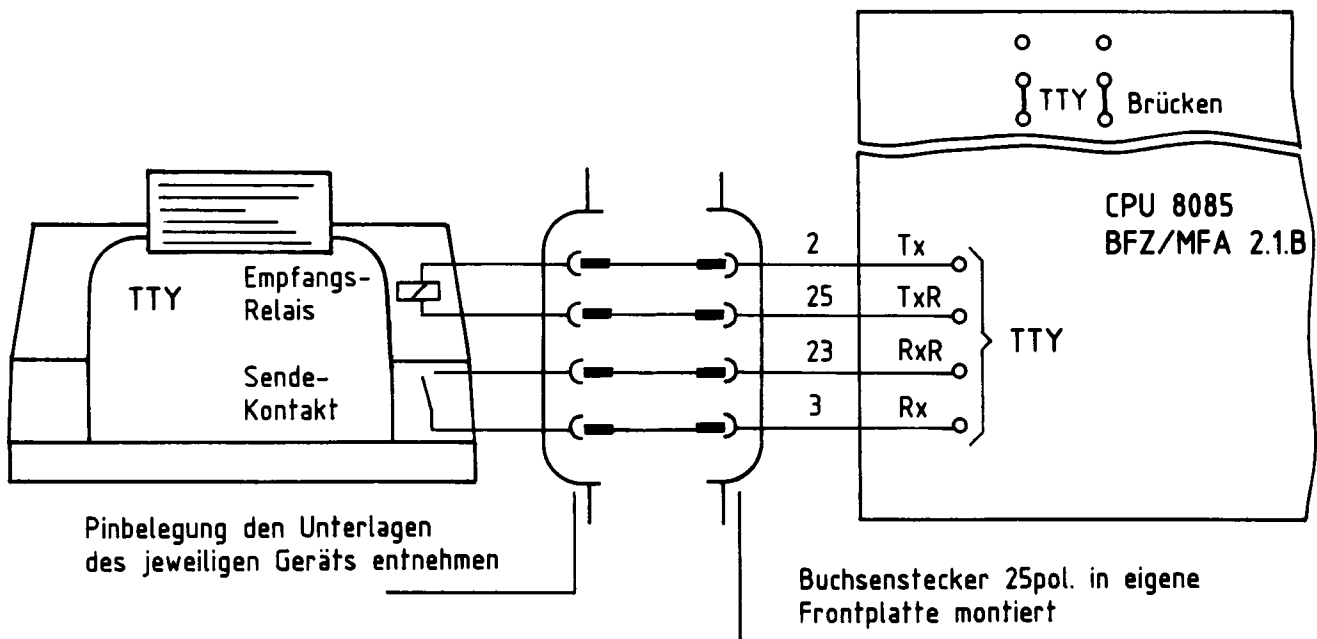


Bild 9: Anschluß TTY

3. Anschluß eines Matrix-Druckers

Matrix-Drucker arbeiten häufig mit paralleler Datenübertragung. Zum Anschluß solcher Drucker gibt es keine Norm. Der Druckerhersteller Centronics verwendete in seinen Druckern erstmals eine Steckerbelegung, die heute allgemeiner Standard ist und als "Centronics-Schnittstelle" bezeichnet wird. Für die parallele Daten-

Anhang

Übertragung zwischen MFA-Mikrocomputer und Drucker wird eine zusätzliche Baugruppe, die "Programmierbare parallele Schnittstelle BFZ/MFA 4.3." (Baugruppe mit Anschlußleitung) erforderlich. An diese Baugruppe wird der Drucker mit einem 25poligen Cannon-Stecker angeschlossen.

Das Betriebsprogramm enthält alle notwendigen Programmschritte, die zum Betrieb des Druckers erforderlich sind.

3.1. Betrieb des Matrix-Druckers

— Einschalten des Druckers

Drucker-Betriebsspannung einschalten!

```
KMD> GO

START-ADR =XXXX 1E00
*** PRINTER ON ***
```

G CR oder G SP eintippen
"0" wird ergänzt

XXXX = Vorgabe; Neu: 1E00 CR oder SP

Meldung auf dem Bildschirm, daß der Drucker eingeschaltet ist. Der Drucker erzeugt zwei Zeilenvorschübe und bringt den Druckkopf in die Ausgangsposition.

— Eingabe eines kleinen Programms mit dem Assembler und Ausdruck.

```
KMD> ASSEMBLER
START-ADR =0000 F800
F800 DB 12      START: IN 12
F802 2F          CMA
F803 D3 13      OUT 13
F805 C3 00F8    JMP START
F808           END
*** RESTART ? (JA/NEIN) N
```

Anhang

- Ausschalten des Druckers

```
KMD > GO
```

```
START-ADR =1E09 1E03
```

```
*** PRINTER OFF ***
```

G CR oder G SP eintippen
"0" wird ergänzt

1E09 = Vorgabe; Neu: 1E03 CR oder SP

Meldung auf dem Bildschirm, daß der Drucker abgeschaltet ist. Auf dem Druckerpapier erscheint diese Meldung nicht!

- Fehlermeldung

```
*** PRINTER NOT READY ***
```

Diese Meldung erscheint auf dem Bildschirm, wenn bei Aufruf des Druckers mit 1E00 die Betriebsspannung nicht eingeschaltet wurde, oder wenn bei eingeschalteter Betriebsspannung kein Papier eingespannt ist.

Anhang

4. ASCII-Code-Tabelle

Der ASCII-Code (American Standard Code for Information Interchange) ist ein in Amerika entwickelter Code für Fernschreiber, der heute allgemein für Datenübertragungseinrichtungen verwendet wird. Er setzt sich aus den Zeichengruppen Buchstaben, Ziffern, Sonderzeichen und Steuerzeichen zusammen.

Bild 10 zeigt eine Zuordnung der einzelnen Zeichen zu ihren hexadezimalen und binären Signalдарstellungen.

	B3 0 B0 0000	1 0001	2 0010	3 0011	4 0100	5 0101	6 0110	7 0111	8 1000	9 1001	A 1010	B 1011	C 1100	D 1101	E 1110	F 1111
B6 0 B4 000	NUL	SOH	STX	ETX	EOT	ENQ	ACK	BEL	BS	HT	LF	VT	FF	CR	SO	SI
1 001	DLE	DC1	DC2	DC3	DC4	NAK	SYN	ETB	CAN	EM	SUB	ESC	FS	GS	RS	VS
2 010	SPC	!	"	#	\$	%	&	'	()	*	+	,	-	.	/
3 011	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	:	;	<	=	>	?
4 100	@	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
5 101	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	[\]	^	_
6 110	\	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o
7 111	p	q	r	s	t	u	v	w	x	y	z	{		}	~	DEL

Bild 10: ASCII - Code - Tabelle

Das Code-Wort in hexadezimaler und binärer Darstellung ergibt sich aus Zeilen- und Spaltenwerten wie in folgenden Beispielen gezeigt:

Zeichen	Code in Hex.-Darstellung	Code in Binärdarst.
A	41 (Zeile 4, Spalte 1)	100 0001
e	65 (Zeile 6, Spalte 5)	110 0101
}	7D (Zeile 7, Spalte D)	111 1101
?	3F (Zeile 3, Spalte F)	011 1111
5	35 (Zeile 3, Spalte 5)	011 0101

Die Bedeutung der Steuerzeichen (00H-20H und 7FH) zeigt die folgende Tabelle in Bild 11.

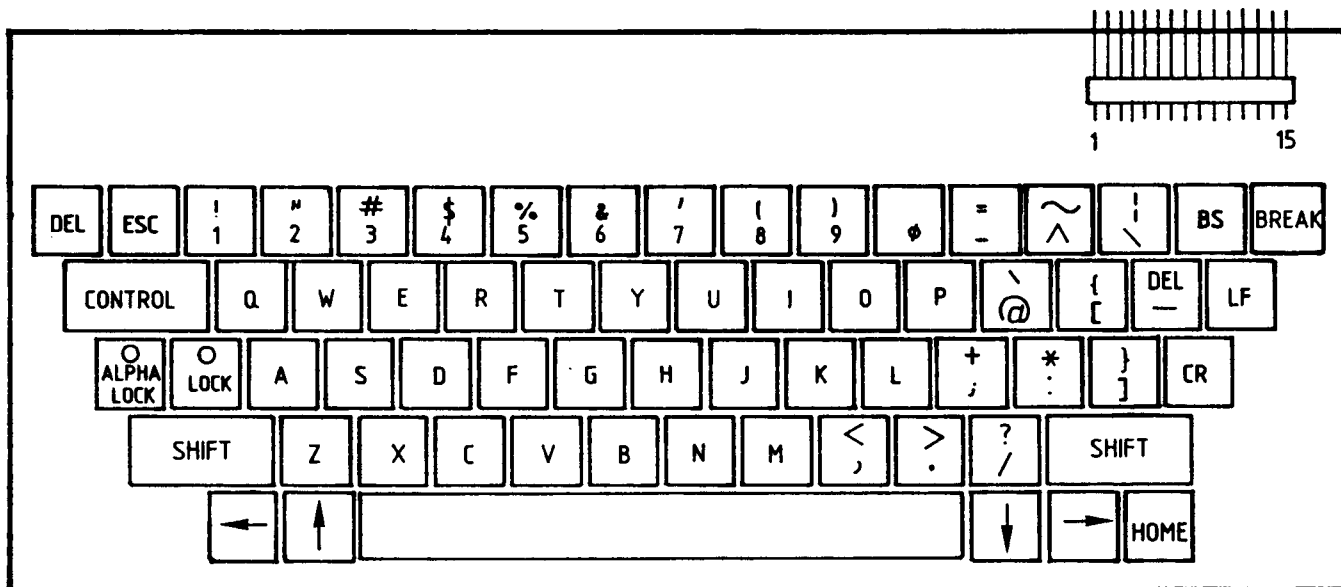
Anhang

Code		Bedeutung	Steuerung des Cursors im Video-Interface BFZ/MFA 8.2.
Hex	ASCII		
00	NUL	Null, Nichts	
01	SOH	Kopfzellenbeginn	
02	STX	Textanfangszeichen	
03	ETX	Textendezeichen	
04	EOT	Ende der Übertragung	
05	ENQ	Aufforderung zur Datenübertragung	
06	ACK	Positive Rückmeldung	
07	BEL	Klingelzeichen	
08	BS	Rückwärtsschritt, (←)	um 1 Stelle nach links
09	HT	Horizontal Tabulator, (→)	um 1 Stelle nach rechts
0A	LF	Zeilenvorschub, (↓)	um 1 Stelle nach unten
0B	VT	Vertikal Tabulator, (↑)	um 1 Stelle nach oben
0C	FF	Seitenvorschub	Bildschirm löschen und zurück nach links oben (Zeitdauer dazu ca. 150ms)
0D	CR	Wagenrücklauf	zurück zum Zeilenanfang und Löschen des Zeilenendes.
0E	SO	Dauerumschaltzeichen	
0F	SI	Rückschaltungszeichen	
10	DLE	Datenübertragungsumschaltung	
11	DC1	Gerätesteuerzeichen 1	
12	DC2	Gerätesteuerzeichen 2	
13	DC3	Gerätesteuerzeichen 3	
14	DC4	Gerätesteuerzeichen 4	
15	NAK	Negative Rückmeldung	
16	SYN	Synchronisierung	
17	ETB	Ende des Datenübertragungsblocks	
18	CAN	Ungültig	
19	EM	Ende der Aufzeichnung	
1A	SUB	Substitution	
1B	ESC	Umschaltung	um 1 Zeile nach unten ohne Löschen der letzten Zeile
1C	FS	Hauptgruppentrennzeichen	zurück nach links oben
1D	GS	Gruppentrennzeichen	zurück zum Zeilenanfang
1E	RS	Untergruppentrennzeichen	
1F	US	Teilgruppentrennzeichen	
20	SP	Leerzeichen	
7F	DEL	Löschen des vorhergehenden Zeichens	

Bild 11: Bedeutung der Steuerzeichen

Anhang

5. Die Tastatur Cherry G80-0177



7F	1B	31	32	33	34	35	36	37	38	39	30	2D	1E	1C	0B	BREAK	
7F	1B	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	3D	7E	7C	0B		
7F	1B	31	32	33	34	35	36	37	38	39	30	2D	5E	5C	0B		
CONTROL		11	17	05	12	14	19	15	09	0F	10	00	1B	1F	0A		
		51	57	45	52	54	59	55	49	4F	50	60	7B	7F	0A		
		71	77	65	72	74	79	75	69	6F	70	40	5B	5F	0A		
ALPHA LOCK	LOCK	01	13	04	06	07	08	0A	0B	0C	3B	3A	1D	0D	0D		
		41	53	44	46	47	48	4A	4B	4C	2B	2A	7D	0D	0D		
		61	73	64	66	67	68	6A	6B	6C	3B	3A	5D	0D	0D		
SHIFT		1A	18	03	16	02	0E	0D	2C	2E	2F	SHIFT					
		5A	58	43	56	42	4E	4D	3C	3E	3F						
		7A	78	63	76	62	6E	6D	2C	2E	2F						
		08	0B	20	CONTROL						0A	09	0F				
		08	0B	20	SHIFTED						0A	09	0F				
		08	0B	20	UNSHIFTED						0A	09	0F				

Bild 12: Beschriftung der Tasten und hexadezimale Verschlüsselung der Tastenfunktion

Anhang

6. Häufig verwendete Symbole für Flußdiagramme (DIN 66001)



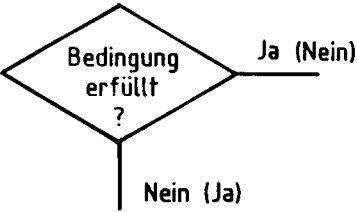
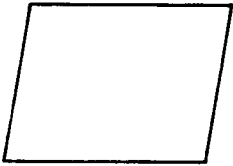



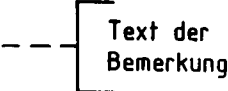

Symbole	Bedeutung
	Grenzstelle (Beginn, Ende ...)
	allgemeine Operation
	Verzweigung
	Ein-/Ausgabe- Operation
	Unterprogramm
	Flußlinie (Richtung der Abarbeitung)
	Zusammenführung
	Bemerkung
	Nahtstelle

Bild 13: Symbole für Flußdiagramme

Anhang

7. Unterprogramme des Betriebsprogramms

Die in folgender Tabelle aufgeführten Unterprogramme aus dem Betriebsprogramm können Sie in eigenen Programmen verwenden. Wenn Sie die in der Tabelle angegebenen Namen der Unterprogramme in Ihren Programmen mitbenutzen wollen, müssen Sie diese Namen mit Hilfe der EQU-Anweisung vorher den zugehörigen Adressen zuweisen (siehe Beispiele).

Unterpr. Name	Eingangs-Adresse	Veränd. Register	Funktion des Unterprogramms
KMD	0040		Rücksprung in die Kommandoroutine des Monitorprogramms und Ausdruck von KMD>.
RCHAR <i>imp 0HE0</i>	0043	A	Liest ein Zeichen von der Tastatur ein. Der ASCII-Code des Zeichens steht im Akku. Bei [ESC] Rückkehr in die Kommandoroutine und Klingeln.
WCHARI	0055		Gibt 1 Zeichen, das nach dem CALL-Befehl im Speicher steht, auf Bildschirm und Drucker (wenn Ein) aus. Das auszugebende Zeichen muß mit der DB-Anweisung in den Speicher geschrieben werden. Beispiel: CALL 0055 DB 'A' ; A wird ausgegeben
WAHEX	0058		Gibt den Akku-Inhalt (8Bit) als zwei Hexadezimalziffern auf dem Bildschirm/Drucker aus.
WHLHEX	005B	H,L	Gibt den HL-Registerinhalt (16Bit) als vier Hexadezimalziffern auf dem Bildschirm/Drucker aus.
WABIN	005E	A	Gibt den Akku-Inhalt (8Bit) als Binärzahl am Bildschirm/Drucker aus. Beispiel: MVI A,23 ; 23 Hexadezimal CALL 005E ; wird als 00100011 ausgegeben
WADEZ	0061	A	Gibt den Akku-Inhalt (8Bit) als Dezimalzahl auf dem Bildschirm/Drucker aus. MVI A,23 ;23 Hexadezimal wird CALL 0061 ;als 35 ausgegeben

Anhang

Fortsetzung Unterprogramme des Betriebsprogramms

Unterpr. Name	Eingangs-Adresse	Veränd. Register	Funktion des Unterprogramms
WAFOR	0064	A,C	<p>Gibt den Akku-Inhalt (8Bit) in einem der zu wählenden Formate ASCII-Binär-Dezimal-Hex auf dem Bildschirm/Drucker aus. Das Format wird durch den Inhalt des Registers C wie folgt gewählt:</p> <p style="margin-left: 40px;">0 → ASCII-Zeichen 1 → Binärzahl 2 → Dezimalzahl 3 → Hexadezimalzahl</p> <p>Beispiel:</p> <pre style="margin-left: 40px;">MVI A,23 ; 23 Hexadezimal wird MVI C,1 ; als 00100011 ausge- CALL 0064 ; geben</pre>
WBLANK	0067		Gibt ein Leerzeichen (Blank) auf dem Bildschirm/Drucker aus.
WBUFI	006D		<p>Gibt den hinter dem CALL-Befehl stehenden Text auf dem Bildschirm aus. Der Text muß mit der DB-Anweisung in den Speicher (Textpuffer) geladen werden. Am Ende des Textes muß als Enderkennung eine 0 stehen.</p> <p>Beispiel:</p> <pre style="margin-left: 40px;">CALL 006D DB ' DIES IST EINE UEBUNG', 0</pre> <p>Gibt den Text DIES IST EINE UEBUNG aus.</p>
WCRLF	0073		Gibt einen Wagenrücklauf (CR), eine Neue Zeile (LF, Line Feed) und Text in diese neue Zeile aus. Der Text muß wie bei "WBUFI" vorher eingegeben werden.
HADR	08DF		Liest eine 16-Bit-Adresse (4 Hex-Stellen) von der Tastatur ein und speichert sie im Doppelregister H ab. Dabei gelangt der höherwertige Teil der Adresse ins H-Register und der niederwertige Teil ins L-Register. Die Eingabe der Adresse muß mit <code>[CR]</code> oder <code>[SP]</code> abgeschlossen werden.
BSTIME	0895	A,D,E	Zeitverzögerung von 0,24 s. Damit die Inhalte der Register A,D und E vor Aufruf des Unterprogramms gerettet und nachher

Anhang

Fortsetzung Unterprogramme des Betriebsprogramms

Unterpr. Name	Eingangs-Adresse	Veränd. Register	Funktion des Unterprogramms
BSTIME			wiederhergestellt werden, muß die folgende Befehlsfolge eingehalten werden: PUSH PSW ;Registerinhalte A,D,E PUSH D ;retten CALL 0895 ;Zeitverzögerung POP D ;Registerinhalte wiederher- POP PSW ;stellen
CMP2	OEA8	A	Vergleicht die Inhalte der Register DE mit denen der Register HL. Wenn (HL) > (DE) ist, wird das Carry-Flag auf 1 gesetzt, sonst auf 0. Die zu vergleichenden Inhalte müssen vor Aufruf des Unterprogramms in die Doppelregister D und H geladen werden. Beispiel: LXI D, Zahl 1 LXI H, Zahl 2 CALL CMP2
SUB2	1039	A,HL, DE	Subtrahiert die 16-Bit-Zahl im Doppelregister D von der 16-Bit-Zahl im Doppelregister H. Das Ergebnis steht dann im Doppelregister H. $[(HL) = (HL) - (DE)]$
WBUF	OBA1		Gibt Text aus einem Textpuffer aus, dessen Anfangsadresse durch den Inhalt des HL-Registers adressiert ist. Der Text wird mit der DB-Anweisung ab dieser Adresse geladen, das Textende muß mit 0 gekennzeichnet sein. Nach der Ausgabe des Textes zeigt das HL-Register auf die Adresse nach dem Endezeichen.

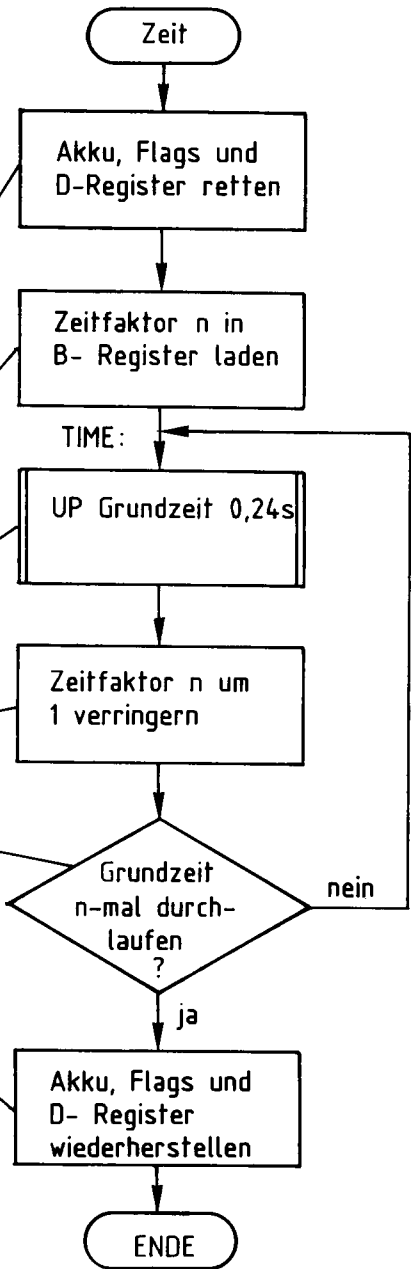
Anhang

8. Beispiele für den Gebrauch von Unterprogrammen aus dem Betriebsprogramm

8.1. Verzögerungszeit $n \times 0,24 \text{ s}$
 (Hier wurde $n = 10$ (0AH)
 gewählt)

```

KMD > ASSEMBLER
START-ADR =F800
F800          LC
F800          BSTIME EQU 0895
F800 F5       PUSH PSW
F801 D5       PUSH D
F802 06 0A    MVI B,0A
F804 CD 9508  TIME: CALL BSTIME
F807 05       DCR B
F808 C2 04F8  JNZ TIME
F80B D1       POP D
F80C F1       POP PSW
    
```



Das Retten der Register ist nur nötig, wenn die Inhalte dieser Register vor Aufruf des Unterprogramms "BSTIME" Werte enthalten, die nach Abarbeitung des Unterprogramms erst im weiteren Programmverlauf benötigt werden.

Anhang

8.2. Bildschirm löschen und Textausgabe

```

KMD > ASSEMBLER
START-ADR =F807 F800
F800 ; BILDSCHIRM LOESCHEN UND
F800 ; CURSOR NACH LINKS OBEN
F800 ; AUSGABE EINES TEXTES
F800 LC
F800 FF EQU 0C ; FF = SEITENVORSCHUB
F800 WCHARI EQU 55
F800 WCRLFI EQU 73
F800 BSTIME EQU 0895
F800 ;
F800 CD 5500 CALL WCHARI
F803 0C DB FF
F804 CD 9508 CALL BSTIME
F807 CD 7300 CALL WCRLFI
F80A 20444945 DB ' DIE WARTEZEIT "BSTIME" IST',0A,0D
F80E 20574152
F812 54455A45
F816 49542022
F81A 42535449
F81E 4D452220
F822 4953540A
F826 0D
F827 20455246 DB ' ERFORDERLICH ,WEIL DAS VIDEO-',0A,0D
F82B 4F524445
F82F 524C4943
F833 48202C57
F837 45494C20
F83B 44415320
F83F 56494445
F843 4F2D0A0D
F847 20494E54 DB ' INTERFACE CA. 150 MS ZUR LOE-',0A,0D
F84B 45524641
F84F 43452043
F853 412E2031
F857 3530204D
F85B 53205A55
F85F 52204C4F
F863 452D0A0D
F867 20534348 DB ' SCHUNG DES BILDSCHIRMS BRAUCHT',00
F86B 554E4720
F86F 44455320
F873 42494C44
F877 53434849
F87B 524D5320
F87F 42524155
F883 43485400
F887 CF RST 1
F888 END
    
```

Wagenrücklauf

Zeilenvorschub

Textende

Der ausgegebene Text:

DIE WARTEZEIT "BSTIME" IST
 ERFORDERLICH ,WEIL DAS VIDEO-
 INTERFACE CA. 150 MS ZUR LOE-
 SCHUNG DES BILDSCHIRMS BRAUCHT

Wenn man Wagenrücklauf und Zeilenvorschub am Ende der jeweiligen DB-Anweisungen wegläßt, wird jeweils die ganze Bildschirmzeile vollgeschrieben.

Anhang

8.3. Steuerung des Cursors per Programm

Zur Steuerung des Cursors auf dem Bildschirm muß man dem Video-Interface bestimmte Steuerzeichen senden, die dort als solche erkannt werden und unmittelbar zur Bewegung des Cursors in horizontaler oder vertikaler Richtung führen (siehe Bilder 11 u. 12).

Im folgenden Programmbeispiel soll dies demonstriert werden.

Aufgabe: In die Mitte des leeren Bildschirms soll ein Rechteck mit einer Seitenlänge von 30 Zeichen (-) und einer Höhe von 6 x Zeilenabstand (I) dargestellt werden.

In die Mitte des Rechtecks soll ein Text geschrieben werden; danach soll in die oberste Zeile des Bildschirms die Meldung zur Rückkehr ins Betriebsprogramm ausgegeben werden. Eine solche Rückkehr soll nur mit `ESC` möglich sein.

Bild 14 zeigt das zu programmierende Rechteck und seine Lage innerhalb des Bildschirms.

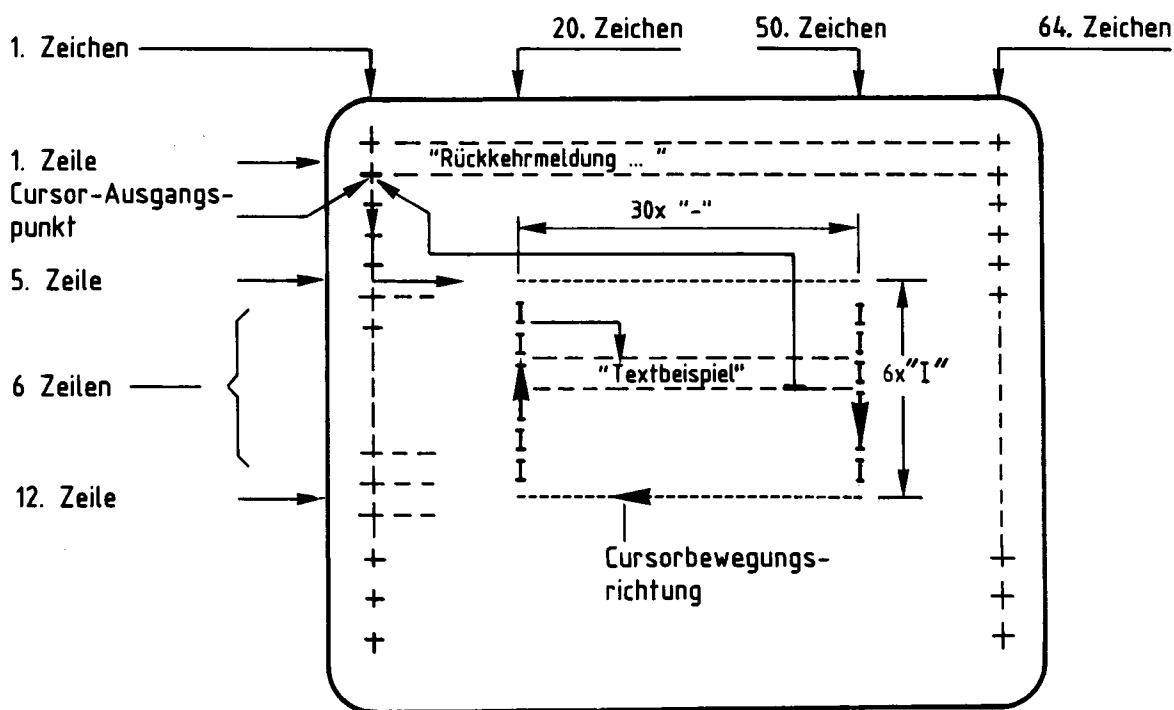


Bild 14: Einteilung des Bildschirms für das Programmierbeispiel

Bild 15 zeigt das Flußdiagramm zu dieser Aufgabe. Beachten Sie die Kommentare zu einzelnen Schritten und die Lösungen dazu im Programm-Listing.

Anhang

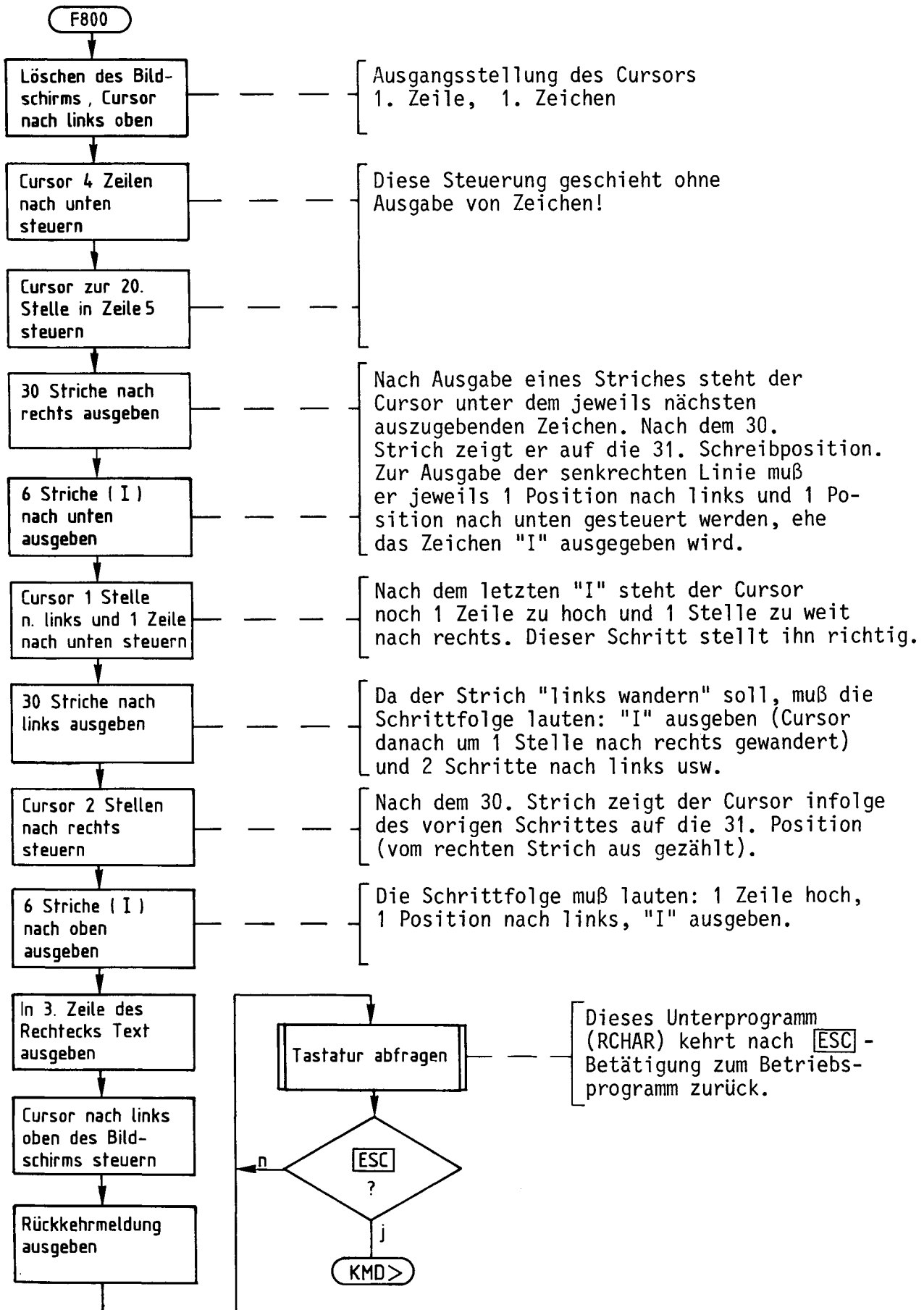


Bild 15: Flußdiagramm "Cursorsteuerung per Programm"

Anhang

Programm "Cursorsteuerung per Programm".

KMD > ASSEMBLER
START-ADR =F800

F800 ; CURSOR - STEUERUNG
F800 ;

F800 LC
F800 WBUFI EQU 6D
F800 WCHARI EQU 55
F800 BSTIME EQU 0895
F800 RCHAR EQU 43

Definition der verwendeten Unterprogramme

F800 ;
F800 ;

Zeilenabstand

F800 CD 5500 CALL WCHARI
F803 0C DB 0C
F804 CD 9508 CALL BSTIME

Bildschirm löschen und Cursor nach links oben

F807 0E 04 MVI C,04
F809 CD 5500 LF: CALL WCHARI
F80C 0A DB 0A
F80D 0D DCR C
F80E C2 09F8 JNZ LF

4 Zeilen nach unten

F811 0E 13 MVI C,13
F813 CD 5500 HT: CALL WCHARI
F816 20 DB 20
F817 0D DCR C
F818 C2 13F8 JNZ HT

zur 20. Schreibposition nach rechts

F81B 0E 1E MVI C,1E
F81D CD 5500 HZ: CALL WCHARI
F820 2D DB 2D
F821 0D DCR C
F822 C2 1DF8 JNZ HZ

30 Striche (Minuszeichen) nach rechts ausgeben

F825 0E 06 MVI C,06
F827 CD 6D00 VU: CALL WBUFI
F82A 080A4900 DB 08,0A,'I',00
F82E 0D DCR C
F82F C2 27F8 JNZ VU

6 Zeichen "I" nach unten ausgeben

F832 CD 6D00 CALL WBUFI
F835 080A00 DB 08,0A,00

1 Pos. nach links und 1 Zeile nach unten steuern.

F838 00 NOP
F839 0E 1E MVI C,1E
F83B CD 6D00 HL: CALL WBUFI
F83E 2D080800 DB '-',08,08,00
F842 0D DCR C
F843 C2 3BF8 JNZ HL

NOP kann entfallen; 30 Striche nach links ausgeben

F846 CD 6D00 CALL WBUFI
F849 090900 DB 09,09,00

Cursor 2 Stellen nach rechts

Anhang

Fortsetzung des Programms "Cursorsteuerung per Programm".

<pre>F84C 0E 06 MVI C,06 F84E CD 6D00 VO: CALL WBUFI F851 0B084900 DB 0B,08,'I',00 F855 0D DCR C F856 C2 4EF8 JNZ VO</pre>	}	6 Striche nach oben ausgeben
<pre>F859 CD 6D00 CALL WBUFI F85C 0A0A2020 DB 0A,0A,20,20,20,2A,20,41,4C F860 202A2041 F864 4C F865 4C455320 DB 4C,45,53,20,50,41,4C,45,54 F869 50414C45 F86D 54 F86E 5449203F DB 54,49,20,3F,20,2A,00 F872 202A00</pre>	}	Text innerhalb des Rechtecks
<pre>F875 CD 5500 CALL WCHARI F878 1C DB 1C</pre>	}	Cursor nach oben links auf Bildschirm
<pre>F879 CD 6D00 CALL WBUFI F87C 4D495420 DB 'MIT ECS KOENNEN SIE NACH KMD > ZURUECK',00 F880 45534320 F884 4B4F454E F888 4E454E20 F88C 53494520 F890 4E414348 F894 204B4D44 F898 203E205A F89C 55525545 F8A0 434B00</pre>	}	Text
<pre>F8A3 CD 4300 ENDE:CALL RCHAR F8A6 C3 A3F8 JMP ENDE F8A9 END *** RESTART ? (Ja/NEIN)</pre>	}	Ende mit ESC

Anhang, 8085-Befehlsliste

Bedeutung der Spalten Befehlsgruppe	Mnemonic	Maschinen Code	Taktzyklen	Bytes	Masch. Zyklus	Funktion des Befehls	Veränderte Flags				
							N	Z	P	C	H
Daten-Transport	MOV r1, r2		4	1	1	(r1) ← (r2)	X	X	X	X	X
	MOV M, r		7	1	2	(M) ← (r)	X	X	X	X	X
	MOV r, M		7	1	2	(r) ← (M)	X	X	X	X	X
	MVI r, n		7	2	2	(r) ← n	X	X	X	X	X
	MVI M, n	3 6	10	2	3	(M) ← n	X	X	X	X	X
	LXI B, m	0 1	10	3	3	(C) ← <B2> m= B3 B2 (B) ← <B3>	X	X	X	X	X
	LXI D, m	1 1	10	3	3	(E) ← <B2> m= B3 B2 (D) ← <B3>	X	X	X	X	X
	LXI H, m	2 1	10	3	3	(L) ← <B2> m= B3 B2 (H) ← <B3>	X	X	X	X	X
	LXI SP, m	3 1	10	3	3	(SP) ← m	X	X	X	X	X
	SPHL	F 9	6	1	1	(SP) ← (H) (L)	X	X	X	X	X
	STAX B	0 2	7	1	2	((B) (C)) ← (A)	X	X	X	X	X
	STAX D	1 2	7	1	2	((D) (E)) ← (A)	X	X	X	X	X
	LDAX B	0 A	7	1	2	(A) ← ((B) (C))	X	X	X	X	X
	LDAX D	1 A	7	1	2	(A) ← ((D) (E))	X	X	X	X	X
STA m	3 2	13	3	4	(m) ← (A)	X	X	X	X	X	
LDA m	3 A	13	3	4	(A) ← (m)	X	X	X	X	X	
SHLD m	2 2	16	3	5	(m) ← (L) (m+1) ← (H)	X	X	X	X	X	
LHLD m	2 A	16	3	5	(L) ← (m) (H) ← (m+1)	X	X	X	X	X	
XCHG	E B	4	1	1	(H) (L) ↔ (D) (E)	X	X	X	X	X	
XTHL	E 3	16	1	5	(H) (L) ↔ ((SP)+1) ((SP))	X	X	X	X	X	
Arithmetik, Logik Vergleich	ADD r		4	1	1	(A) ← (A)+(r)	•	•	•	•	•
	ADD M	8 6	7	1	2	(A) ← (A)+(M)	•	•	•	•	•
	ADI n	C 6	7	2	2	(A) ← (A)+n	•	•	•	•	•
	ADC r		4	1	1	(A) ← (A)+(r)+(C)	•	•	•	•	•
	ADC M	8 E	7	1	2	(A) ← (A)+(M)+(C)	•	•	•	•	•
	ACI n	C E	7	2	2	(A) ← (A)+n+(C)	•	•	•	•	•
	DAD B	0 9	10	1	3	(H) (L) ← (H) (L)+(B) (C)	X	X	X	•	X
	DAD D	1 9	10	1	3	(H) (L) ← (H) (L)+(D) (E)	X	X	X	•	X
	DAD H	2 9	10	1	3	(H) (L) ← (H) (L)+(H) (L)	X	X	X	•	X
	DAD SP	3 9	10	1	3	(H) (L) ← (H) (L)+(SP)	X	X	X	•	X
	SUB r		4	1	1	(A) ← (A)-(r)	•	•	•	•	•
	SUB M	9 6	7	1	2	(A) ← (A)-(M)	•	•	•	•	•
	SUI n	D 6	7	2	2	(A) ← (A)-n	•	•	•	•	•
	SBB r		4	1	1	(A) ← (A)-(r)-(C)	•	•	•	•	•
	SBB M	9 E	7	1	2	(A) ← (A)-(M)-(C)	•	•	•	•	•
	SBI n	D E	7	2	2	(A) ← (A)-n-(C)	•	•	•	•	•
	ANA r		4	1	1	(A) ← (A)∧(r)	•	•	•	•	0 1
ANA M	A 6	7	1	2	(A) ← (A)∧(M)	•	•	•	•	0 1	
ANI n	E 6	7	2	2	(A) ← (A)∧n	•	•	•	•	0 1	
XRA r		4	1	1	(A) ← (A)⊖(r)	•	•	•	•	0 0	
XRA M	A E	7	1	2	(A) ← (A)⊖(M)	•	•	•	•	0 0	
XRI n	E E	7	2	2	(A) ← (A)⊖n	•	•	•	•	0 0	
ORA r		4	1	1	(A) ← (A)∨(r)	•	•	•	•	0 0	
ORA M	B 6	7	1	2	(A) ← (A)∨(M)	•	•	•	•	0 0	
ORI n	F 6	7	2	2	(A) ← (A)∨n	•	•	•	•	0 0	
CMP r		4	1	1	(A) - (r)	•	•	•	•	•	
CMP M	B E	7	1	2	(A) - (M)	•	•	•	•	•	
CPI n	F E	7	2	2	(A) - n	•	•	•	•	•	
Register Inkrement Dekrement	INR r		4	1	1	(r) ← (r)+1	•	•	•	•	X
	INR M	3 4	10	1	3	(M) ← (M)+1	•	•	•	•	X
	DCR r		4	1	1	(r) ← (r)-1	•	•	•	•	X
	DCR M	3 5	10	1	3	(M) ← (M)-1	•	•	•	•	X
	INX B	0 3	6	1	1	(B) (C) ← (B) (C)+1	X	X	X	X	X
	INX D	1 3	6	1	1	(D) (E) ← (D) (E)+1	X	X	X	X	X
	INX H	2 3	6	1	1	(H) (L) ← (H) (L)+1	X	X	X	X	X
	INX SP	3 3	6	1	1	(SP) ← (SP)+1	X	X	X	X	X
DCX B	0 B	6	1	1	(B) (C) ← (B) (C)-1	X	X	X	X	X	
DCX D	1 B	6	1	1	(D) (E) ← (D) (E)-1	X	X	X	X	X	
DCX H	2 B	6	1	1	(H) (L) ← (H) (L)-1	X	X	X	X	X	
DCX SP	3 B	6	1	1	(SP) ← (SP)-1	X	X	X	X	X	
Akku rotieren	RLC	0 7	4	1	1	Links schieben	X	X	X	•	X
	RRC	0 F	4	1	1	Rechts schieben	X	X	X	•	X
	RAL	1 7	4	1	1	Links rotieren	X	X	X	•	X
	RAR	1 F	4	1	1	Rechts rotieren	X	X	X	•	X
Akku beeinfl.	CMA	2 F	4	1	1	(A) ← (A)	X	X	X	X	X
	DAA	2 7	4	1	1	(A) in BCD wandeln	•	•	•	•	•
Carry setzen	STC	3 7	4	1	1	(C) ← 1	X	X	X	1	X
	CMC	3 F	4	1	1	(C) ← (C)	X	X	X	•	X

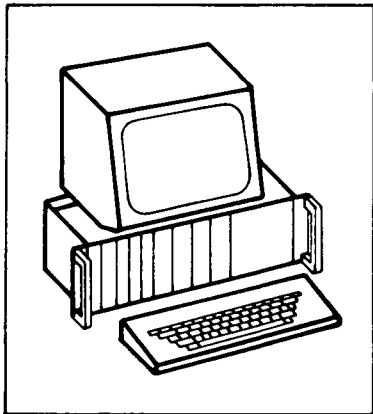
Anhang, 8085-Befehlsliste

Bedeutung der Spalten Befehls- gruppe	Mnemonic	Maschinen Code	Taktzyklen	Bytes	Masch. Zyklus	Funktion des Befehls	Veränderte Flags				
							N	Z	P	C	H
Sprünge	JMP m	C 3	10	3	3	(PC) ← m	X	X	X	X	X
	PCHL	E 9	6	1	1	(PC) ← (H) (L)	X	X	X	X	X
	JC m	D A	10/7	3	3/2	(C)= 1	Wenn Bedingung erfüllt (PC) ← m	X	X	X	X
	JNC m	D 2	10/7	3	3/2	(C)= 0		X	X	X	X
	JZ m	C A	10/7	3	3/2	(Z)= 1		X	X	X	X
	JNZ m	C 2	10/7	3	3/2	(Z)= 0		X	X	X	X
	JP m	F 2	10/7	3	3/2	(N)= 0	Wenn Bedingung nicht erfüllt (PC) ← (PC)+ 3	X	X	X	X
	JM m	F A	10/7	3	3/2	(N)= 1		X	X	X	X
JPE m	E A	10/7	3	3/2	(P)= 1	X		X	X	X	
JPO m	E 2	10/7	3	3/2	(P)= 0	X		X	X	X	
Unter- programm- aufrufe	CALL m	C D	18	3	5	((SP)- 1) ((SP)- 2) ← (PC)+ 3, (PC) ← m (SP) ← (SP)- 2	X	X	X	X	X
	RST n		12	1	3	((SP)- 1) ((SP)- 2) ← (PC)+ 1, (PC) ← n x 8 (SP) ← (SP)- 2 wobei 0 ≤ n ≤ 7	X	X	X	X	X
	CC m	D C	18/9	3	5/2	(C)= 1	Wenn Bedingung erfüllt ((SP)- 1) ((SP)- 2) ← (PC)+ 3 (PC) ← m, (SP) ← (SP)- 2	X	X	X	X
	CNC m	D 4	18/9	3	5/2	(C)= 0		X	X	X	X
	CZ m	C C	18/9	3	5/2	(Z)= 1		X	X	X	X
	CNZ m	C 4	18/9	3	5/2	(Z)= 0		X	X	X	X
	CP m	F 4	18/9	3	5/2	(N)= 0	Wenn Bedingung nicht erfüllt (PC) ← (PC)+ 3	X	X	X	X
	CM m	F C	18/9	3	5/2	(N)= 1		X	X	X	X
CPE m	E C	18/9	3	5/2	(P)= 1	X		X	X	X	
CPO m	E 4	18/9	3	5/2	(P)= 0	X		X	X	X	
Unter- programm- Rück- sprünge	RET	C 9	10	1	3	(PC) ← ((SP)+ 1) ((SP)), (SP) ← (SP)+ 2	X	X	X	X	X
	RC	D 8	12/6	1	3/1	(C)= 1	Wenn Bedingung erfüllt (PC) ← ((SP)+ 1) ((SP)), (SP) ← (SP)+ 2	X	X	X	X
	RNC	D 0	12/6	1	3/1	(C)= 0		X	X	X	X
	RZ	C 8	12/6	1	3/1	(Z)= 1		X	X	X	X
	RNZ	C 0	12/6	1	3/1	(Z)= 0		X	X	X	X
	RP	F 0	12/6	1	3/1	(N)= 0	Wenn Bedingung nicht erfüllt (PC) ← (PC)+ 1	X	X	X	X
	RM	F 8	12/6	1	3/1	(N)= 1		X	X	X	X
	RPE	E 8	12/6	1	3/1	(P)= 1		X	X	X	X
RPO	E 0	12/6	1	3/1	(P)= 0	X		X	X	X	
Ein- Ausgabe	IN n	D B	10	2	3	(A) ← (Eing. Puffer) ← (Eingang Daten von Gerät n)	X	X	X	X	X
	OUT n	D 3	10	2	3	(Ausgabe Gerät n) ← (A)	X	X	X	X	X
Unterbrech. Steuerung	EI	F B	4	1	1	(INTE) ← 1	X	X	X	X	X
	DI	F 3	4	1	1	(INTE) ← 0	X	X	X	X	X
Stapel- steuerung	PUSH PSW	F 5	12	1	3	((SP)- 1) ← (A), ((SP)- 2) ← (F), (SP) ← (SP)- 2	X	X	X	X	X
	PUSH B	C 5	12	1	3	((SP)- 1) ← (B), ((SP)- 2) ← (C), (SP) ← (SP)- 2	X	X	X	X	X
	PUSH D	D 5	12	1	3	((SP)- 1) ← (D), ((SP)- 2) ← (E), (SP) ← (SP)- 2	X	X	X	X	X
	PUSH H	E 5	12	1	3	((SP)- 1) ← (H), ((SP)- 2) ← (L), (SP) ← (SP)- 2	X	X	X	X	X
	POP PSW	F 1	10	1	3	(F) ← ((SP)), (A) ← ((SP)+ 1), (SP) ← (SP)+ 2	●	●	●	●	●
	POP B	C 1	10	1	3	(C) ← ((SP)), (B) ← ((SP)+ 1), (SP) ← (SP)+ 2	X	X	X	X	X
POP D	D 1	10	1	3	(E) ← ((SP)), (D) ← ((SP)+ 1), (SP) ← (SP)+ 2	X	X	X	X	X	
POP H	E 1	10	1	3	(L) ← ((SP)), (H) ← ((SP)+ 1), (SP) ← (SP)+ 2	X	X	X	X	X	
Sonstige	HLT	7 6	5	1	1	(PC) ← (PC)+ 1	X	X	X	X	X
	NOP	0 0	4	1	1	(PC) ← (PC)+ 1	X	X	X	X	X
8085 Befehle	RIM	2 0	4	1	1	Liest Unterbrechungsmaske und seriellen Eingang in Akku	X	X	X	X	X
	SIM	3 0	4	1	1	Setzt Unterbrechungsmaske und seriellen Ausgang	X	X	X	X	X

Symbol	Erklärung
r	Register (A, B, C, D, E, H, L, M)
m	Zwei- Byte Daten
n	Ein- Byte Daten
<B2>, <B3>	2. bzw. 3. Byte des Befehls
F	8- Bit- Daten-Wort aus N, Z, X, H, X, P, X, C
PC	Programm- Zähler
SP	Stapel- Zeiger
←	Datum in gezeichneter Richtung transportiert

Symbol	Erklärung
()	Inhalt eines Registers oder Speichers
∨, ∇	Inklusiv ODER, Exklusiv ODER
∧	Log. UND
—	1er Komplement
X	Flaginhalt bleibt unverändert
●	Flaginhalt wird gesetzt oder rückgesetzt
M	Inhalt der durch H und L adressierten Speicherzeile

FACHPRAKTISCHE ÜBUNG MIKROCOMPUTER-TECHNIK



Softwarepaket
SP 1

BFZ/MFA 7.2.



Diese Übung ist Bestandteil eines Mediensystems, das im Rahmen eines vom Bundesminister für Bildung und Wissenschaft, vom Bundesminister für Forschung und Technologie sowie der Bundesanstalt für Arbeit geförderten Modellversuches zum Einsatz der "Mikrocomputer-Technik in der Facharbeiterausbildung" vom BFZ-Essen e.V. entwickelt wurde.

Inhaltsverzeichnis

	Seite	
1.	Einleitung	1
2.	Aufbau des Systems	3
3.	Schaltungsergänzungen	3
4.	Beschreibung der Programme	4
4.1.	Die Monitorerweiterung MAT85+	4
4.1.1.	Einleitung	4
4.1.2.	Kommando-Eingabe	5
4.1.3.	Reset-Betätigung	6
4.1.4.	Bildschirm-Modus, Drucker-Modus	6
4.1.5.	Bediener-Führung	9
4.1.6.	Kommando-Kurzbeschreibung	8
4.1.7.	Hinweise zur Beschreibung der Kommandos	9
4.1.8.	Kommando-Beschreibung	12
4.1.8.1.	Das HELP-Kommando	12
4.1.8.2.	Das BASIC-Kommando	13
4.1.8.3.	Das COPY-Kommando	14
4.1.8.4.	Das FIND-Kommando	18
4.1.8.5.	Das INSERT-Kommando	23
4.1.8.6.	Das PROMMER-Kommando	28
4.1.8.7.	Das RAM-TEST-Kommando	29
4.1.8.8.	Das SPS-Kommando	32
4.1.8.9.	Das VERIFY-Kommando	33
4.1.8.10.	Das WRITE CONSTANT-Kommando	36
4.2.	Der EPROM-Programmer	41
4.2.1.	Kommando-Eingabe	44
4.2.2.	Bildschirm-Modus, Drucker-Modus	44
4.2.3.	Bediener-Führung	44
4.2.3.1.	RAM-START/STOP-Adresse, EPROM-START-Adresse	45
4.2.4.	Kommando-Kurzbeschreibung	46
4.2.5.	Beschreibung der Kommandos	47
4.2.5.1.	Das HELP-Kommando	47
4.2.5.2.	Das COMPARE-Kommando	48
4.2.5.3.	Das PROGRAM-Kommando	51
4.2.5.4.	Das QUIT-Kommando	54
4.2.5.5.	Das READ-Kommando	55
4.2.5.6.	Das TEST-Kommando	57

Inhaltsverzeichnis

	Seite	
4.3.	Das SPS-Programm	58
4.3.1.	Die SPS-Operanden	58
4.3.1.1.	Eingänge (E)	59
4.3.1.2.	Ausgänge (A)	59
4.3.1.3.	Merker (M)	60
4.3.1.4.	Hardware-Timer (T)	61
4.3.1.5.	Kennzahlen der Software-Timer (Z) und der Zähler (C)	62
4.3.1.6.	Software-Timer (Z)	62
4.3.1.7.	Zähler (C)	66
4.3.1.8.	Beispiele für die Kennzahlen	66
4.3.2.	Die Operationen	68
4.3.2.1.	Ein SPS-Ausdruck mit Bedingungs- und Zuweisungs-Teil	69
4.3.2.2.	Die GLEICH-Anweisung (=)	70
4.3.2.3.	Die UND-Verknüpfung (*)	70
4.3.2.4.	Die ODER-Verknüpfung (+)	70
4.3.2.5.	Die SETZ-Anweisung (=S)	71
4.3.2.6.	Die RÜCKSETZ-Anweisung (=R)	71
4.3.2.7.	Die LADE-Anweisung (=L)	72
4.3.2.8.	Die Negation (/)	72
4.3.2.9.	Das Syntax-Diagramm	73
4.3.3.	Grundzustand der Operanden	76
4.3.4.	Programm-Beispiele	76
4.3.4.1.	Blinklicht	76
4.3.4.2.	Zähler	77
4.3.5.	Aufruf des SPS-Programms	78
4.3.6.	Kommando-Eingabe	79
4.3.7.	Bildschirm-Modus, Drucker-Modus	79
4.3.8.	Bediener-Führung	79
4.3.9.	Beschreibung der Kommandos	80
4.3.9.1.	Das HELP-Kommando	80
4.3.9.2.	Das EDIT-Kommando	81
4.3.9.3.	Das GO-Kommando	90
4.3.9.4.	Das LIST-Kommando	92
4.3.9.5.	Das NEW-Kommando	93
4.3.9.6.	Das QUIT-Kommando	94
4.3.9.7.	Das READ-Kommando	95
4.3.9.8.	Das STEP-Kommando	96
4.3.9.9.	Das TRACE-Kommando	99
4.3.9.10.	Das WRITE-Kommando	102

Inhaltsverzeichnis

	Seite	
4.4.	Das BFZ-Steuer-BASIC	103
4.4.1.	Zahlenbereich, Zahlendarstellung	103
4.4.2.	Zulässige Variablen-Namen	106
4.4.3.	Die Eingabe von Befehlen	107
4.4.4.	Aufruf des BFZ-Steuer-BASIC	108
4.4.5.	Der Befehlssatz des BFZ-Steuer-BASIC	110
4.4.5.1.	Der ABS-Befehl	111
4.4.5.2.	Der AND-Befehl	111
4.4.5.3.	Der CLS-Befehl	112
4.4.5.4.	Der DATA-Befehl	112
4.4.5.5.	Der DEC-Befehl	113
4.4.5.6.	Der END-Befehl	113
4.4.5.7.	Der FOR-Befehl	114
4.4.5.8.	Der FREE-Befehl	115
4.4.5.9.	Der GOSUB-Befehl	115
4.4.5.10.	Der GOTO-Befehl	116
4.4.5.11.	Der IF-Befehl	116
4.4.5.12.	Der INP-Befehl	117
4.4.5.13.	Der INPUT-Befehl	117
4.4.5.14.	Der LET-Befehl	119
4.4.5.15.	Der LIST-Befehl	119
4.4.5.16.	Der LOAD-Befehl	120
4.4.5.17.	Der LPOFF-Befehl	120
4.4.5.18.	Der LPON-Befehl	120
4.4.5.19.	Der NEW-Befehl	121
4.4.5.20.	Der NEXT-Befehl	121
4.4.5.21.	Der NOT-Befehl	121
4.4.5.22.	Der OUT-Befehl	122
4.4.5.23.	Der OR-Befehl	122
4.4.5.24.	Der PEEK-Befehl	123
4.4.5.25.	Der POKE-Befehl	123
4.4.5.26.	Der PRINT-Befehl	124
4.4.5.27.	Das QUIT-Kommando	126
4.4.5.28.	Das READ-Kommando	127
4.4.5.29.	Das REM-Kommando	128
4.4.5.30.	Das RESTORE-Kommando	128
4.4.5.31.	Das RETURN-Kommando	129
4.4.5.32.	Das RND-Kommando	129
4.4.5.33.	Das RUN-Kommando	129
4.4.5.34.	Das SAVE-Kommando	130
4.4.5.35.	Das STEP-Kommando	130
4.4.5.36.	Das STOFF-Kommando	130
4.4.5.37.	Das STON-Kommando	131
4.4.5.38.	Die STOP-Anweisung	132
4.4.5.39.	Der THEN-Befehl	132
4.4.5.40.	Der TO-Befehl	132
4.4.5.41.	Der TROFF-Befehl	133
4.4.5.42.	Der TRON-Befehl	133
4.4.5.43.	Der USR-Befehl	134
4.4.5.44.	Der WAIT-Befehl	135
4.4.6.	Die vier Grundrechenarten	139
4.4.7.	Das \$-Symbol	140

⌋ Inhaltsverzeichnis

	Seite
5. Anhang	141
5.1. ROM-Bestückung	141
5.2. Schaltungserweiterungen	143
5.2.1. Programmabbruch durch Tastaturbetätigung	143
5.2.2. Zählimpuls für SPS-Software-Timer	144
5.3. Wichtige Unterprogramme	147
5.4. Systemadressen	152
5.4.1. SPS-Systemadressen	152
5.4.2. BASIC-Systemadressen	152

System-Informationen

1. Einleitung

Das Software-Paket "SP 1" enthält die Monitorerweiterung MAT 85+, die das Betriebsprogramm MAT 85 um 10 Kommandos ergänzt. Außerdem enthält das Softwarepaket ein Programm für einen EPROM-Programmierer, ein Programm "SPS" (Speicherprogrammierbare Steuerung) und einen BASIC-Interpreter.

Das Softwarepaket ist in vier 2-KByte-EPROMs vom Typ 2716 gespeichert und belegt den Adreßraum ab Adresse 2000 bis 3FFF. Zum Betrieb des Softwarepaketes "SP1" ist das Betriebsprogramm MAT 85 erforderlich.

Informationen darüber, wie die EPROMs bei Verwendung der 8-K-Speicherkarte BFZ/MFA 3.1. bzw. der 16-K-Speicherkarte BFZ/MFA 3.2. in die Sockel eingesteckt werden müssen, finden Sie im Anhang.

Abhängig von der Verwendung der oben genannten Programmteile werden bestimmte RAM-Mindestbestückungen vorausgesetzt. Um die Monitorerweiterung MAT 85+ zu betreiben, muß mindestens der Adreßbereich F800 bis FFFF mit RAM bestückt sein. Für den EPROM-Programmierer gilt die gleiche Mindestbestückung. Will man das SPS-Programm verwenden, so muß zusätzlich der Adreßbereich E000 bis E7FF mit RAM bestückt sein. Für die Arbeit mit dem BASIC-Interpreter muß außerdem der Adreßbereich 6000 bis 67FF mit RAM bestückt sein. Die Speicherbelegung ist in Bild 1 dargestellt.

System-Informationen

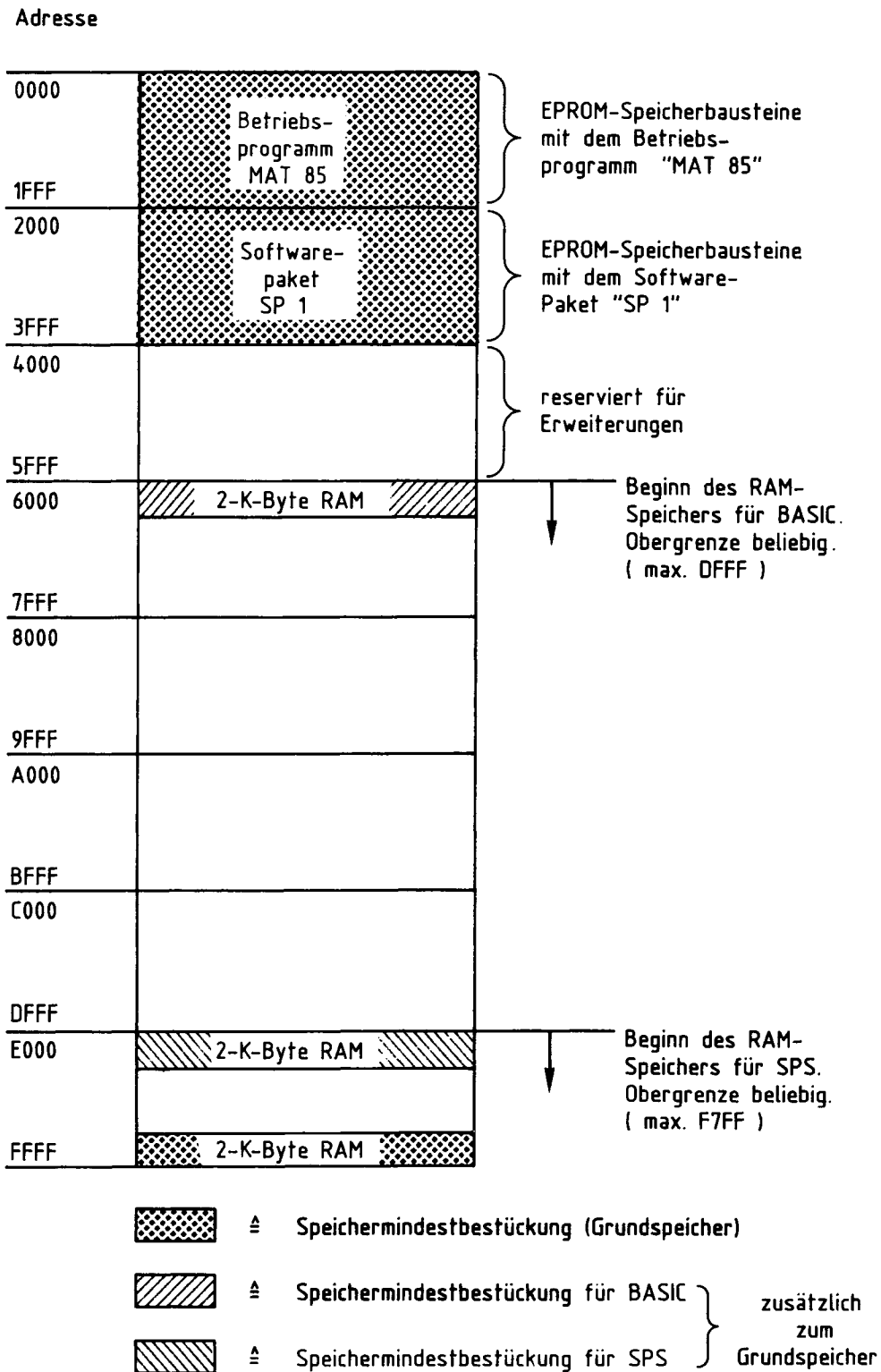


Bild 1: Speicherbelegung

System-Informationen

2. Aufbau des Systems

Für den Aufbau des Systems benötigen Sie die folgenden Baugruppen:

1. Baugruppenträger mit Busverdrahtung BFZ/MFA 0.1.
2. Busabschluß BFZ/MFA 0.2.
3. Trafo-Einschub BFZ/MFA 1.1.
4. Spannungsregelung BFZ/MFA 1.2.
5. Prozessor 8085 BFZ/MFA 2.1.
6. 8-K-RAM/EPROM BFZ/MFA 3.1. bestückt mit MAT 85
7. 8-K-RAM/EPROM BFZ/MFA 3.1. bestückt mit SP1
8. 8-K-RAM/EPROM BFZ/MFA 3.1. bestückt mit mindestens 2-K-RAM
9. Video-Interface BFZ/MFA 8.2.
10. ASCII-Tastatur BFZ/MFA 8.1.
11. Monitor mit Cinch-Anschluß

Hinweis: Die Positionen 6 und 7 können durch eine 16-K-RAM/EPROM-Karte BFZ/MFA 3.2. mit entsprechender Bestückung ersetzt werden.

Je nach Anwendung sind noch folgende Ergänzungen notwendig:

Für den Einsatz des EPROM-Programmiers:

- EPROM-Programmierer BFZ/MFA 4.3.a

Für den Einsatz der SPS:

- ein zusätzlicher 2-K-RAM-Baustein.
(BFZ/MFA 3.1. aus obiger Auflistung mit mindestens 4-K-RAM entsprechend Bild 1 bestückt)
- je nach Bedarf:
 - 8-Bit-Parallel-Eingabe BFZ/MFA 4.2.
 - 8-Bit-Parallel-Ausgabe BFZ/MFA 4.1.
 - Zeitwerk (4fach) BFZ/MFA 4.3.c
 - Kassetten-Interface BFZ/MFA 4.4.a

Für den Einsatz des Steuer-Basics:

- 8-K-RAM/EPROM BFZ/MFA 3.1. bestückt mit mindestens 2-K-RAM
- je nach Bedarf:
 - Kassetten-Interface BFZ/MFA 4.4.a

3. Schaltungs-Ergänzungen

Um den SPS- und den BASIC-Interpreter voll nutzen zu können, sind zwei Schaltungs-Ergänzungen notwendig. Diese können dem Anhang entnommen werden.

MAT 85+ / Gebrauch der Kommandos

4. Beschreibung der Programme

4.1. Die Monitorerweiterung MAT 85+

4.1.1. Einleitung

Die Erweiterung MAT 85+ ergänzt das Programm MAT 85 um die 10 Kommandos

- BASIC
- COPY
- FIND
- HELP (für MAT 85+)
- INSERT
- PROMMER
- RAM-TEST
- SPS
- VERIFY
- WRITE CONSTANT

MAT 85+ / Gebrauch der Kommandos

Um diese Kommandos ausführen zu können, muß erst die Erweiterung MAT 85+ aufgerufen werden:

Nach dem Einschalten des Mikrocomputers und dem Betätigen der Leertaste (Space) meldet sich das Betriebsprogramm MAT 85. Nachdem es eine Liste aller zur Verfügung stehenden Kommandos ausgegeben hat, erscheint die "Bereit"-Meldung (Prompt) von MAT 85:

KMD > _

Durch Betätigung der Leertaste kann nun die Monitor-Erweiterung MAT 85+ aufgerufen werden. Die Erweiterung meldet sich mit dem Prompt:

KMD+> _

Betätigt man die Leertaste erneut, so wird wieder MAT 85 aufgerufen:

KMD > _

Die beiden "Bereit"-Meldungen unterscheiden sich durch das "+"-Zeichen. Wenn der Mikrocomputer bereit ist, die Kommandos des Betriebsprogramms MAT 85 auszuführen, wird "KMD > " ausgegeben. Wenn er bereit ist, die Kommandos der Erweiterung MAT 85+ auszuführen, wird "KMD+>" ausgegeben. Durch Betätigen der Leertaste kann man zwischen MAT 85 und MAT 85+ wechseln.

4.1.2. Kommando-Eingabe

Die Bereitschaft zur Annahme eines Kommandos zeigt die Monitorerweiterung durch den Ausdruck "KMD+>" an. Jedes der oben aufgelisteten Kommandos kann durch die Eingabe seines ersten Buchstabens und durch anschließendes Betätigen der Taste "CR" (Carriage Return, Wagenrücklauf) aufgerufen werden. Daraufhin druckt das Programm den vollständigen Kommandonamen und fordert eventuell zusätzliche Informationen an. Falsch eingegebene Zeichen können durch die Betätigung der Taste "DEL" (Delete, Löschen) gelöscht werden. Soll das Kommando abgebrochen werden, so muß die Taste "ESC" (Escape, Flucht) betätigt werden. Man wechselt dann automatisch von der Monitorerweiterung MAT 85+ zum Betriebsprogramm MAT 85. Dieses quittiert die Eingabe von "ESC" durch ein akustisches Signal und fordert durch das Ausdrucken von "KMD > " ein neues Kommando an. Will man wieder die Erweiterung MAT 85+ aufrufen, muß die Leertaste erneut betätigt werden.

MAT 85+ / Gebrauch der Kommandos

4.1.3. Reset-Betätigung

Bei der Betätigung des RESET-Tasters bricht der Mikrocomputer augenblicklich alle Aktionen ab und meldet sich durch die Ausgabe von

```
*** RESET ***  
  
KMD >
```

Das Prompt zeigt, daß nun das Betriebsprogramm MAT 85 aktiv ist. Es erwartet die Eingabe eines neuen Kommandos. Will man die Erweiterung MAT 85+ aufrufen, muß die Leertaste erneut betätigt werden.

4.1.4. Bildschirm-Modus, Drucker-Modus

Die Erweiterung unterscheidet zwischen Bildschirm-Modus und Drucker-Modus.

Im Bildschirm-Modus wird der Ausdruck bei längeren Protokollen nach jeder Bildschirmseite gestoppt und der Text "=> SPACE" ausgegeben. Der Bediener erhält damit die Möglichkeit, die Protokollierung auch bei hohen Übertragungsgeschwindigkeiten zu verfolgen. Der Ausdruck wird fortgesetzt, wenn die SPACE-Taste (Leertaste) kurz betätigt wird. Durch das Betätigen der Taste "ESC" wird das Kommando abgebrochen und von der Erweiterung MAT 85+ zum Betriebsprogramm MAT 85 gewechselt.

Wenn sich das Programm im Drucker-Modus befindet, erfolgt ein kontinuierlicher Ausdruck aller Ausgaben auf dem Bildschirm und auf dem Drucker.

Immer dann, wenn das Programm sein Prompt "KMD+>" ausgibt und auf eine Kommando-Eingabe wartet, kann durch gleichzeitiges Betätigen der Taste "CONTROL" und der Taste "P" zwischen dem Bildschirm-Modus und dem Drucker-Modus gewechselt werden.

Der Bildschirm-Modus ist vorbelegt, d.h.: wird das System eingeschaltet, arbeitet es solange in diesem Modus, bis vom Bediener der Drucker-Modus gewählt wird. Nur wenn statt einer Datensichtstation beispielsweise ein Fernschreiber angeschlossen ist, wird von Anfang an im Drucker-Modus gearbeitet.

MAT 85+ / Gebrauch der Kommandos

4.1.5. Bediener-Führung

Unabhängig vom Bildschirm- bzw. Drucker-Modus wird der System-Bediener vom Programm geführt, indem es eventuell zusätzliche Informationen für die Kommando-Ausführung (z.B. Adressen) anfordert. Dabei erfolgt sofort eine Kontrolle, ob die Eingabedaten dem notwendigen Format entsprechen. Ist dies nicht der Fall, wird der Bediener durch ein akustisches Signal auf seinen Fehler aufmerksam gemacht. Die falsche Eingabe wird ignoriert.

MAT 85+ / Gebrauch der Kommandos

4.1.6. Kommando-Kurzbeschreibung

- BASIC _____ Mit dem Kommando BASIC kann der BASIC-Interpreter aufgerufen werden.
- COPY _____ Mit dem Kommando COPY ist es möglich, den Inhalt eines Speicherbereichs in einen anderen Speicherbereich zu kopieren. Quell- und Ziel-Speicherbereich dürfen sich überschneiden.
- FIND _____ Das FIND-Kommando ermöglicht das Suchen eines Zeichens oder einer Zeichenfolge im Speicher. Die Zeichen können in den Formaten ASCII, binär, dezimal und hexadezimal eingegeben werden. Die Zeichenfolgen, die mit diesem Kommando gesucht werden können, dürfen bis zu 16 Zeichen lang sein.
- HELP _____ Das HELP-Kommando listet alle Kommandos der Monitorerweiterung MAT 85+ auf.
- INSERT _____ Mit dem INSERT-Kommando kann in Programmen, die mit dem ASSEMBLER-Kommando von MAT 85 erstellt wurden, nachträglich Platz geschaffen werden. Mit dem ASSEMBLER-Kommando kann dieser Platz dann mit zusätzlichen Befehlen gefüllt werden.
- PROMMER _____ Durch das Kommando PROMMER wird das Programm für den EPROM-Programmierer aufgerufen.
- RAM-TEST _____ Mit dem RAM-TEST-Kommando kann ein RAM-Speicherbereich getestet werden. Der Inhalt des Speichers wird dabei nicht verändert.
- SPS _____ Das SPS-Kommando ruft das SPS-Programm auf.
- VERIFY _____ Mit dem VERIFY-Kommando können die Inhalte zweier Speicherbereiche miteinander verglichen werden. Alle Unterschiede werden angezeigt.
- WRITE CONSTANT _____ Mit diesem Kommando kann ein RAM-Speicherbereich mit einer Konstanten gefüllt werden. Diese kann in den Formaten ASCII, binär, dezimal und hexadezimal eingegeben werden.

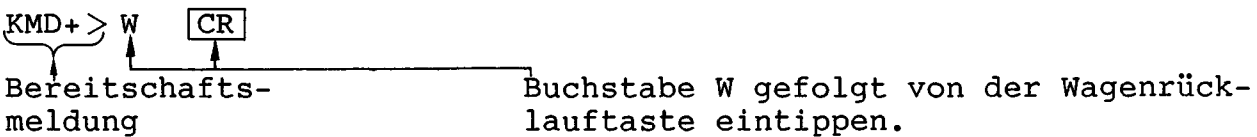
MAT 85+ / Gebrauch der Kommandos

4.1.7. Hinweise zur Beschreibung der Kommandos

Im folgenden werden Aufruf und Verwendung der einzelnen Kommandos ausführlich beschrieben. Anhand von Bildschirmausdrucken und Kommentaren kann die Anwendung eines jeden Kommandos nachvollzogen werden.

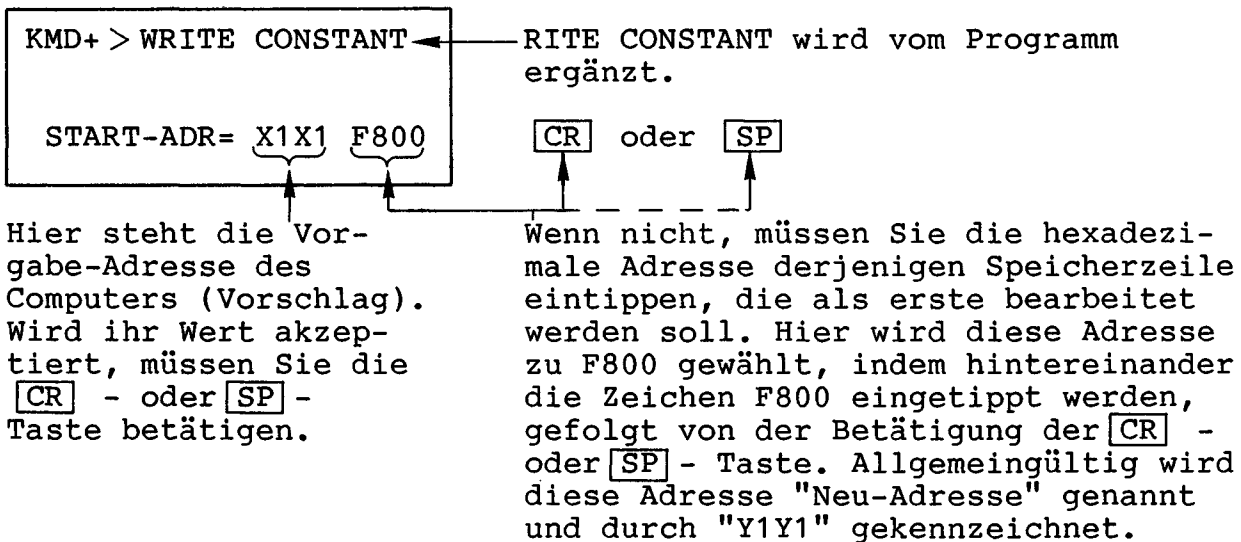
Um Tastatureingaben, Bildschirmausdrucke und Kommentare übersichtlich und allgemeingültig zu gestalten, werden einige Abkürzungen und Darstellungsweisen verwendet, die am Beispiel des WRITE CONSTANT-Kommandos erklärt werden sollen:

Aufruf des WRITE CONSTANT-Kommandos (wenn KMD+ > angezeigt wird):



Eingerahmte Zeichen stellen TASTEN mit einer Steuerfunktion dar! [CR] steht für die Taste Carriage-Return, [SP] steht für die Space-Taste (Leertaste).

Wirkung:



MAT 85+ / Gebrauch der Kommandos

Wirkung:

```

KMD+> WRITE CONSTANT
START-ADR= X1X1 F800
STOP -ADR= X2X2 F810
    
```

[CR] oder [SP]

Hier steht die Vor-
gabe-Adresse des
Computers (Vorschlag).
Wird ihr Wert akzep-
tiert, müssen Sie
die [CR] - oder [SP] -
Taste betätigen.

Wenn nicht, müssen Sie die hexadezi-
male Adresse derjenigen Speicherzeile
eintippen, die als letzte bearbeitet
werden soll. Hier wird diese Adresse
zu F810 gewählt, indem hintereinander
die Zeichen F810 eingetippt werden,
gefolgt von der Betätigung der [CR] -
oder [SP] - Taste. Allgemeingültig wird
diese Adresse "Neu-Adresse" genannt
und durch "Y2Y2" gekennzeichnet.

Wirkung:

```

KMD+> WRITE CONSTANT
START-ADR= X1X1 F800
STOP -ADR= X2X2 F810
FORMAT   = X H
    
```

[CR] oder [SP]

Das Betriebsprogramm
schlägt vor, die Daten
in dem angegebenen For-
mat darzustellen. Wird
die Vorgabe akzeptiert,
müssen Sie [CR] oder [SP]
betätigen.

Wenn nicht, müssen Sie einen der
Buchstaben A, B, D oder H gefolgt
von [CR] oder [SP] eintippen. Hier wird
H für hexadezimale Darstellung der
Daten eingegeben. Allgemeingültig
wird das Format "Neu-Format" genannt
und durch "Y" gekennzeichnet. Die
Bedeutung der verschiedenen Formate
wird bei der Beschreibung des
WRITE-CONSTANT-Kommandos erläutert.

MAT 85+ / Gebrauch der Kommandos

Wirkung:

```

KMD+ > WRITE CONSTANT

START-ADR= X1X1 F800
STOP -ADR= X2X2 F810
FORMAT   = X H
DATA     = -
    
```

Das Programm erwartet weitere Eingaben, die in der Beschreibung des WRITE-CONSTANT-Kommandos erläutert werden.

Im folgenden Bild sind die oben beschriebenen Schritte in gekürzter Form dargestellt. Diese Art der Darstellung wird bei der Beschreibung der Kommandos verwendet.

Schirmbild
(oft Ausschnitt)

Eingabe, Kommentar

```

KMD+ > WRITE CONSTANT

START-ADR= X1X1 Y1Y1

STOP -ADR= X2X2 Y2Y2

FORMAT   = X Y
    
```

W eintippen,
"RITE CONSTANT" wird ergänzt.

X1X1 = Vorgabe;
 Neu: Y1Y1 oder
 Vorgabe: oder

X2X2 = Vorgabe;
 Neu: Y2Y2 oder
 Vorgabe: oder

X = Vorgabe;
 Neu: Y oder
 Vorgabe: oder

Y = A: ASCII (druckb. Zeichen)
 B: Binär (0,1)
 D: Dezimal (0 ... 9)
 H: Hexadezimal (0 ... F)

MAT 85+ / HELP-Kommando

H MAT 85+

4.1.8. Kommando-Beschreibung

4.1.8.1 Das HELP-Kommando

Mit dem HELP-Kommando lassen sich die Namen der zulässigen Kommandos der Monitorerweiterung MAT 85+ in alphabetischer Reihenfolge ausdrucken.

Aufruf und Handhabung:

```
KMD+> HELP
```

```
(Kommando-Ausführung)
```

```
KMD+>_
```

H **CR** eintippen
"ELP" wird ergänzt

nächstes Kommando

Zur Kommando-Ausführung:

- Nach dem Ausdrucken aller Kommandonamen erfolgt ein Rücksprung in die Kommando-Routine, KMD+>_ wird ausgegeben.
- Zum Aufruf eines der Kommandos muß nur der 1. Buchstabe, gefolgt von der Taste **CR**, eingegeben werden.
- Eingaben, die vor Betätigung von **CR** erfolgen, können mit der Taste **DEL** gelöscht werden.

4.1.8.2. Das BASIC-Kommando

Mit dem BASIC-Kommando kann der BASIC-Interpreter aufgerufen werden. Zum Betrieb des Interpreters wird zusätzlich zur Speichermindestbestückung für MAT 85+ ab der Adresse 6000 RAM-Speicher benötigt (siehe auch Bild 1). Die Obergrenze dieses RAM-Speichers ist beliebig. Weitere Hinweise zum Betrieb des BASIC-Interpreters entnehmen Sie bitte dem Kapitel 4.4.

Aufruf und Handhabung:

```
KMD+> BASIC
```

```
BFZ-STEUER-BASIC V2.4
```

```
READY
```

```
>_
```

```
(Eingabe von Befehlen)
```

```
>QUIT
```

```
KMD+> _
```

B **[CR]** eintippen,
"ASIC" wird ergänzt

Basic meldet sich

und ist bereit, Befehle
entgegenzunehmen

QUIT **[CR]** eintippen

Rückkehr nach MAT 85+

Fehlermeldungen:

Ist ab Adresse 6000 kein RAM-Speicher vorhanden, so wird die Meldung

```
*** KEIN RAM ***
```

ausgegeben. MAT 85+ meldet sich mit seinem Prompt und ist bereit, weitere Kommandos entgegen zu nehmen.

4.1.8.3. Das COPY-Kommando

Mit dem Kommando COPY ist es möglich, den Inhalt eines Speicherbereiches in einen anderen Speicherbereich zu kopieren. Dabei dürfen sich Quell- und Ziel-Speicherbereich überschneiden. Der Quellspeicherbereich beginnt bei "START-ADR" und endet bei "STOP-ADR". Der Ziel-Speicherbereich beginnt bei "ZIEL-BER".

Aufruf und Handhabung:

```

KMD+> COPY

START-ADR = X1X1 Y1Y1

STOP -ADR = X2X2 Y2Y2

ZIEL -BER = X3X3 Y3Y3
    
```

C **CR** eintippen,
 "OPY" wird ergänzt

X1X1 = Vorgabe;
 Neu: Y1Y1 **CR** oder **SP**
 Vorgabe: **CR** oder **SP**

X2X2 = Vorgabe;
 Neu: Y2Y2 **CR** oder **SP**
 Vorgabe: **CR** oder **SP**

X3X3 = Vorgabe;
 Neu: Y3Y3 **CR** oder **SP**
 Vorgabe: **CR** oder **SP**

Schirmbild

Eingabe, Kommentar

```

KMD+> COPY
START-ADR =E000 0000
STOP -ADR =E7FF 0100
ZIEL -BER =0000 F800
    
```

C **CR**
 0000 **CR** oder **SP**
 0100 **CR** oder **SP**
 F800 **CR** oder **SP**

Es wird der Quellspeicherinhalt von 0000 (START) bis 0100 (STOP) in den Zielspeicher ab F800 (ZIEL) kopiert

Fehlermeldungen:

Die Fehlermeldung

*** KEIN RAM ***

wird ausgegeben, wenn der Ziel-Speicherbereich nicht vollständig mit RAM-Speicherbausteinen bestückt ist. Wenn die START-Adresse größer als die STOP-Adresse ist, wird die Fehlermeldung

*** START-ADR > STOP-ADR ***

ausgegeben. In diesem Fall kann die Eingabe der START-Adresse sofort wiederholt werden.

Hinweis: Kopieren Sie nicht in den Speicherbereich FC00 bis FFFF, da hier wichtige Daten gespeichert sind, die nicht verändert werden dürfen!

Softwarepaket SP 1

Name:

MAT 85+ / COPY-Kommando

Datum:

Drucken Sie den Inhalt des Speicherbereichs von 0000 bis 0006 mit Hilfe des PRINT-Kommandos von **C3** MAT 85+ MAT 85 in hexadezimaler Form auf dem Bildschirm aus und tragen Sie die Werte in die Tabelle 1 ein.

Drucken Sie anschließend den Inhalt des Speicherbereichs F800 bis F806 aus und tragen Sie die Werte in Tabelle 2 ein.

Kopieren Sie nun mit dem COPY-Kommando den Inhalt des Speicherbereichs 0000 bis 0006 in den Speicherbereich ab F800.

Drucken Sie den Inhalt des Speicherbereichs F800 bis F806 erneut aus, tragen Sie die Werte in Tabelle 3 ein und vergleichen Sie die ausgedruckten Werte mit den Tabellen 1 und 2.

4.1.8.4. Das FIND-Kommando

Das FIND-Kommando ermöglicht das Suchen eines Zeichens oder einer Zeichenfolge im Speicher. Die Zeichen können in den Formaten ASCII, Binär, Dezimal und Hexadezimal eingegeben werden. Da alle Eingabe-Zeichen in Großbuchstaben umgewandelt werden, können im ASCII-Format keine Kleinbuchstaben gesucht werden. Die Zeichenfolgen, die mit dem FIND-Kommando gesucht werden können, dürfen bis zu 16 Zeichen lang sein. Der Speicherbereich, in dem das Zeichen bzw. die Zeichenfolge gesucht wird, reicht von START- bis STOP-Adresse einschließlich. Die gesuchten Zeichenfolgen müssen vollständig innerhalb dieser Grenzen liegen. Wird ein Zeichen gefunden, so gibt MAT 85+ eine entsprechende Meldung aus. Wird die gesuchte Zeichenfolge nicht gefunden, so entfällt die Meldung "GEFUNDEN BEI ADRESSE" und MAT 85+ gibt seine "Bereit"-Meldung "KMD+>" aus.

Die eingegebenen Suchzeichen werden im RAM ab Adresse FD15 zwischengespeichert. Wenn der Zwischenspeicher im Suchbereich liegt, erfolgt die Meldung:

"GEFUNDEN BEI ADRESSE: FD15"

Aufruf und Handhabung:

```

KMD+> FIND

START-ADR = X1X1 Y1Y1

STOP -ADR = X2X2 Y2Y2

FORMAT      = X Y
    
```

F eintippen,
 "IND" wird ergänzt

X1X1 = Vorgabe;
 Neu: Y1Y1 oder
 Vorgabe: oder

X2X2 = Vorgabe;
 Neu: Y2Y2 oder
 Vorgabe: oder

X = Vorgabe;
 Neu: Y oder
 Vorgabe: oder

Y = A: ASCII (druckb. Zeichen)
 = B: Binär (0,1)
 = D: Dezimal (0...9)
 = H: Hexadezimal (0...F)

Beispiel für START-Adresse = 0000
 STOP -Adresse = 1FFF
 FORMAT = H (hexadezimal)

Schirmbild	Eingabe, Kommentar
<pre> KMD+ > FIND START-ADR =FF04 0000 STOP -ADR =FF00 1FFF FORMAT =H ZEICHENFOLGE: 42 46 5A GEFUNDEN BEI ADRESSE: 0092 GEFUNDEN BEI ADRESSE: 0190 </pre>	<pre> F [CR] 0000 [CR] oder [SP] 1FFF [CR] oder [SP] [CR] oder [SP] (Vorgabe) 42 [SP] 46 [SP] 5A [CR] Sollen weitere Zeichen eingegeben werden, so muß [SP] gedrückt werden. Die letzte Eingabe muß mit [CR] beendet werden. Bei diesen Adressen wurden die Zeichenfolgen gefunden. </pre>

Beispiel für START-Adresse = 0000
 STOP -Adresse = 1FFF
 FORMAT = D (dezimal)

Schirmbild	Eingabe, Kommentar
<pre> KMD+ > FIND START-ADR =0000 STOP -ADR =1FFF FORMAT =H D ZEICHENFOLGE: 66 70 90 GEFUNDEN BEI ADRESSE: 0092 GEFUNDEN BEI ADRESSE: 0190 </pre>	<pre> F [CR] [CR] oder [SP] (Vorgabe) [CR] oder [SP] (Vorgabe) D [CR] oder [SP] 66 [SP] 70 [SP] 90 [CR] Sollen weitere Zeichen eingegeben werden, so muß [SP] gedrückt werden. Die letzte Eingabe muß mit [CR] beendet werden. Bei diesen Adressen wurden die Zeichenfolgen gefunden </pre>

Beispiel für START-Adresse = 0000
 STOP -Adresse = 1FFF
 FORMAT = B (binär)

Schirmbild	Eingabe, Kommentar
<pre> KMD+> FIND START-ADR =0000 STOP -ADR =1FFF FORMAT =D B ZEICHENFOLGE: 01000010 01000110 01011010 GEFUNDEN BEI ADRESSE: 0092 GEFUNDEN BEI ADRESSE: 0190 </pre>	<pre> F <input type="checkbox"/> CR <input type="checkbox"/> CR oder <input type="checkbox"/> SP (Vorgabe) <input type="checkbox"/> CR oder <input type="checkbox"/> SP (Vorgabe) B <input type="checkbox"/> CR oder <input type="checkbox"/> SP 01000010 <input type="checkbox"/> SP 01000110 <input type="checkbox"/> SP 01011010 <input type="checkbox"/> CR </pre> <p>Sollen weitere Zeichen eingegeben werden, so muß <input type="checkbox"/> SP gedrückt werden. Die letzte Eingabe muß mit <input type="checkbox"/> CR beendet werden.</p> <p>Bei diesen Adressen wurden die Zeichenfolgen gefunden</p>

Beispiel für START-Adresse = 0000
 STOP -Adresse = 1FFF
 FORMAT = A (ASCII)

Schirmbild	Eingabe, Kommentar
<pre> KMD+> FIND START-ADR =0000 STOP -ADR =1FFF FORMAT =B A ZEICHENFOLGE: B F Z GEFUNDEN BEI ADRESSE: 0092 GEFUNDEN BEI ADRESSE: 0190 </pre>	<pre> F <input type="checkbox"/> CR <input type="checkbox"/> CR oder <input type="checkbox"/> SP (Vorgabe) <input type="checkbox"/> CR oder <input type="checkbox"/> SP (Vorgabe) A <input type="checkbox"/> CR oder <input type="checkbox"/> SP B <input type="checkbox"/> SP F <input type="checkbox"/> SP Z <input type="checkbox"/> CR </pre> <p>Sollen weitere Zeichen eingegeben werden, so muß <input type="checkbox"/> SP gedrückt werden. Die letzte Eingabe muß mit <input type="checkbox"/> CR beendet werden.</p> <p>Bei diesen Adressen wurden die Zeichenfolgen gefunden</p>

Fehlermeldungen:

Eine Fehlermeldung wird ausgegeben, wenn versucht wird, mehr als 16 Zeichen einzugeben. In diesem Fall wird die Meldung

*** BUFFER VOLL ***

ausgegeben und der Suchvorgang gestartet. Eine Fehlermeldung wird ebenfalls ausgegeben, wenn die Start-Adresse größer als die Stop-Adresse ist. In diesem Fall hat der Bediener die Möglichkeit, die Adressen neu einzugeben.

Softwarepaket SP 1

Name:

MAT 85+ / FIND-Kommando

Datum:

Suchen Sie die unten angegebenen Zeichenfolgen im Speicherbereich 2000 bis 3FFF und tragen Sie die Adressen, an denen die Zeichenfolgen gefunden wurden, in die Tabellen ein.

F5 MAT 85+

a) Zeichenfolge: 23 02 56 ,Format: hexadezimal

gefunden bei:

b) Zeichenfolge: F I N ,Format: ASCII

gefunden bei:

c) Zeichenfolge: 00101000 01000011 00101001 ,Format: binär

gefunden bei:

d) Zeichenfolge: 72 69 76 ,Format: dezimal

gefunden bei:

4.1.8.5 Das INSERT-Kommando

Mit dem INSERT-Kommando können nachträglich NOP-Befehle (NOP = no operation, Leerschritt) in Programme eingefügt werden, die mit dem ASSEMBLER des Betriebsprogramms MAT 85 erstellt wurden. Hierdurch wird in diesen Programmen Platz für das Einsetzen zusätzlicher Befehle geschaffen. Label- und Sprungadressen werden automatisch korrigiert. Die eingefügten NOP-Befehle können anschließend mit dem ASSEMBLER durch die gewünschten Befehle ersetzt werden.

Eingegeben werden muß:

- Start- und Stop-Adresse des zu ändernden Programms.
Bei der Stop-Adresse ist das letzte Byte des Programms anzugeben.
- die Adresse, an der das Befehls-Byte des ersten einzufügenden Befehls stehen soll. Die einzufügenden Befehle müssen lückenlos aufeinander folgen.
- die Länge der einzufügenden Befehle in Bytes (dezimal). Für jedes Byte wird ein NOP-Befehl eingefügt.

Sollen an verschiedenen Stellen eines Programms Befehle eingefügt werden, so muß das INSERT-Kommando mehrfach aufgerufen werden.

Aufruf und Handhabung:

```
KMD+> INSERT
```

```
PROGRAMM:
```

```
START-ADR = X1X1 Y1Y1
```

```
STOP -ADR = X2X2 Y2Y2
```

```
INSRT-ADR = X3X3 Y3Y3
```

```
BYTE -ANZ = Y
```

I eintippen,
"NSERT" wird ergänzt

X1X1 = Vorgabe;

Neu: Y1Y1 oder
Vorgabe: oder

X2X2 = Vorgabe;

Neu: Y2Y2 oder
Vorgabe: oder

Adresse, bei der der erste Befehl eingefügt werden soll:

X3X3 = Vorgabe;

Neu: Y3Y3 oder
Vorgabe: oder

Anzahl der Bytes, die eingefügt werden sollen (dezimal):

Eingabe: Y oder
Y = 0 ... 255

Beispiel:

Es soll das Programm

```
START: IN 01
        OUT 02
        JMP START
```

eingegeben werden:

```
KMD > ASSEMBLER

START-ADR = 0000 F800
F800 DB 01      START: IN 01
F802 C3 00F8    JMP START
F805           END
*** RESTART ? (JA/NEIN) N
```

A CR oder SP
 (Aufruf nur von MAT 85 aus.
 ASSEMBLER-Beschreibung
 siehe FPÜ 7.1.)

F800 CR oder SP
 START: IN 01 CR
 JMP START CR
 END CR
 N CR

Der Programmierer merkt, daß er die Anweisung "OUT 02" vergessen hat. Er kann zunächst mit dem INSERT-Kommando nachträglich Platz für die beiden vergessenen Bytes schaffen.

```
KMD > _

KMD+> INSERT
PROGRAMM:
START-ADR =AAAA F800
STOP -ADR =2000 F804
INSRT-ADR =F800 F802
BYTE -ANZ =2
```

SP (Auruf von MAT 85+)

I CR
 Programm-Adressen:
 F800 CR oder SP
 F804 CR oder SP
 F802 CR oder SP
 2 CR oder SP

Hierauf verschiebt MAT 85+ den Programmteil zwischen der INSRT- und der STOP-Adresse (hier C3 00 F8) um die angegebene BYTE-Anzahl (hier 2) und setzt in die freigewordenen Speicherstellen (hier F802, F803) jeweils einen NOP-Befehl ein.

Das Ergebnis kann mit dem DISASSEMBLER kontrolliert werden:

```

KMD+> _
KMD > DISASSEMBLER

START-ADR =F800
STOP -ADR =F806
F800 DB 01      START: IN  01
F802 00                NOP
F803 00                NOP
F804 C3 00F8        JMP START
                        END
  
```

SP (Aufruf von MAT 85)

D CR oder SP
 (Aufruf nur von MAT 85 aus.
 DISASSEMBLER-Beschreibung
 siehe FPÜ 7.1.)

CR oder SP (Vorgabe)
CR oder SP (Vorgabe)

NOPs wurden durch INSERT-
 Kommando eingefügt.

Nun sollen die NOPs mit dem vergessenen Befehl "OUT 02" überschrieben werden:

```

KMD > ASSEMBLER


START-ADR =F802
F802 D3 02          OUT  02
F804                END
*** RESTART ? (JA/NEIN) N
  
```

A CR oder SP

Einfügen des Befehls:
CR oder SP (Vorgabe)
 OUT 02 CR

END CR
 N CR

ACHTUNG: Hier muß die
 Restart-Abfrage mit N
 für NEIN beantwortet
 werden !



Kontrolle mit dem Disassembler:

```

KMD > DISASSEMBLER
START-ADR =F800
STOP -ADR =F806
F800 DB 01      START: IN  01
F802 D3 02      OUT  02
F804 C3 00F8    JMP  START
                END

```

D CR oder SP
 CR oder SP (Vorgabe)
 CR oder SP (Vorgabe)
OUT-Befehl ist eingefügt

Der Aufruf des DISASSEMBLERS diene hier nur Demonstrationszwecken. Er ist zur Durchführung des INSERT-Kommandos nicht erforderlich.

Fehlermeldungen:

Die Fehlermeldung

```

*** KEIN RAM ***

```

wird ausgegeben, wenn der um die BYTE-ANZ zu verschiebende Programmteil (zwischen INSRT-ADR und STOP-ADR einschließlich) nicht mehr in den zur Verfügung stehenden RAM-Speicher paßt.

Die Fehlermeldung

```

*** INSERT-ADR. LIEGT NICHT IM PGM-BEREICH ***

```

wird ausgegeben, wenn eine INSRT-ADR eingegeben wurde, die außerhalb des Programmbereichs (zwischen START- und STOP-ADR) liegt. Der Bediener wird anschließend aufgefordert, neue Adressen einzugeben.

Die Fehlermeldung

```

*** START-ADR > STOP-ADR ***

```

wird ausgegeben, wenn die Start-Adresse oberhalb der Stop-Adresse liegt. Auch in diesem Fall können die Adressen sofort neu eingegeben werden.

Vollziehen Sie das obige Beispiel nach.

I5 MAT 85+

Fügen Sie zwischen IN- und OUT-Befehl den 1-Byte-Befehl CMA (Complement Accu) ein.

Versuchen Sie anschließend den 2-Byte-Befehl ANI 07 nach dem CMA-Befehl einzufügen. Beantworten Sie dabei die Frage

*** RESTART ? (JA/NEIN)

des Assemblers falsch, indem Sie "J" für JA eingeben. Welches Programm zeigt der DISASSEMBLER an?

Programm: _____

Durch das Beantworten der Frage mit J wurde der Befehl "RST 1" an den eingefügten Befehl angehängt. Der OUT-Befehl wurde dadurch überschrieben.

Damit an den eingefügten Befehl kein RST-1-Befehl angehängt wird, muß die RESTART-Frage stets mit

N (NEIN)

beantwortet werden

4.1.8.6. Das PROMMER-Kommando

Mit dem PROMMER-Kommando kann das Programm für den EPROM-Programmierer aufgerufen werden. Weitere Hinweise zu diesem Programm entnehmen Sie bitte dem Abschnitt 4.2.

Aufruf und Handhabung:

```

KMD+ > PROMMER

BFZ-EPROM-PROGRAMMER V2.1

COMPARE
HELP
PROGRAM
QUIT
READ
TEST

P>_

P>QUIT

KMD+ > _
    
```

P CR eintippen,
"ROMMER" wird ergänzt

Das Programm meldet sich,
gibt eine Liste der
Kommandos aus

und ist bereit Kommandos
entgegenzunehmen.

Verlassen des Programms:
Q CR eintippen,
"UIT" wird ergänzt

Rückkehr nach MAT 85+

4.1.8.7. Das RAM-TEST-Kommando

Mit dem RAM-TEST-Kommando kann ein RAM-Speicherbereich (von START- bis STOP-Adresse einschließlich) getestet werden. Bei Fehlern werden die Adresse, der Soll-Wert und der Ist-Wert ausgegeben. Soll-Wert ist der Wert, der in der Speicherzelle stehen sollte. Ist-Wert ist der Wert, der in der Speicherzelle steht. Wird kein Fehler gefunden, so meldet sich MAT 85+ sofort mit seinem Prompt "KMD+>". Nach dem Test ist der Inhalt des getesteten Speicherbereichs unverändert.

Aufruf und Handhabung:

```
KMD+ > RAM-TEST

START-ADR = X1X1 Y1Y1

STOP -ADR = X2X2 Y2Y2
```

R eintippen,
 "AM-TEST" wird ergänzt

X1X1 = Vorgabe;
 Neu: Y1Y1 oder
 Vorgabe: oder

X2X2 = Vorgabe;
 Neu: Y2Y2 oder
 Vorgabe: oder

Beispiel 1:

Schirmbild	Eingabe, Kommentar
<pre>KMD+ > RAM-TEST START-ADR =2000 F800 STOP -ADR =FFFF F8FF KMD+ >_</pre>	<pre>R <input type="text" value="CR"/> F800 <input type="text" value="CR"/> oder <input type="text" value="SP"/> F8FF <input type="text" value="CR"/> oder <input type="text" value="SP"/> Teste Speicher F800 bis F8FF. Kein Fehler festgestellt</pre>

Beispiel 2:

Schirmbild	Eingabe, Kommentar
<pre>KMD+> RAM-TEST START-ADR =F800 0000 STOP -ADR =F8FF 0001</pre>	<pre>R <input type="checkbox"/> CR 0000 <input type="checkbox"/> CR oder <input type="checkbox"/> SP 0001 <input type="checkbox"/> CR oder <input type="checkbox"/> SP Versuch, den ROM-Speicher zu testen.</pre> <p>1. Fehler 2. Fehler erneute Fehlermeldungen bei den ersten Adressen, nun mit einem anderen Sollwert. (Jede Speicherzelle wird mit zwei Werten, 55 und AA, ge- testet.)</p>
<pre>ADR: 0000 SOLL: 55 IST: C3 ADR: 0001 SOLL: 55 IST: 49 ADR: 0000 SOLL: AA IST: C3 ADR: 0001 SOLL: AA IST: 49</pre>	
<pre>KMD+> _</pre>	

Fehlermeldungen:

Die Fehlermeldung

*** START-ADR > STOP-ADR ***

wird ausgegeben, wenn die Start-Adresse größer als die Stop-Adresse ist. Die Eingabe der Adressen kann dann sofort wiederholt werden.

4.1.8.8. Das SPS-Kommando

Mit dem SPS-Kommando kann das SPS-Programm (Speicherprogrammierbare Steuerung) aufgerufen werden. Zum Betrieb dieses Programms ist es erforderlich, daß (zusätzlich zur Mindestbestückung für MAT 85+) der Speicherbereich E000 bis E7FF mit RAM-Speicherbausteinen bestückt ist (siehe auch Bild 1).

Weitere Hinweise zum SPS-Programm entnehmen Sie bitte dem Abschnitt 4.3.

Aufruf und Handhabung:

```
KMD+ > SPS
```

S eintippen,
"PS" wird ergänzt

```
BFZ-SPS-PROGRAMM V2.1
```

Das Programm meldet sich,

```
EDIT
GO
HELP
LIST
NEW
READ
STEP
TRACE
WRITE
QUIT
```

listet seine Kommandos auf

```
SPS>_
```

und ist bereit, Befehle entgegenzunehmen.

```
SPS>QUIT
```

Verlassen des Programms:
Q eintippen,
"UIT" wird ergänzt

```
KMD+ > _
```

Rückkehr nach MAT 85+

Fehlermeldungen:

Ist ab Adresse E000 kein RAM-Speicher vorhanden, wird die Fehlermeldung

```
*** KEIN RAM ***
```

ausgegeben. MAT 85+ meldet sich dann mit seinem Prompt und ist bereit, weitere Kommandos entgegenzunehmen.

4.1.8.9. Das VERIFY-Kommando

Mit dem VERIFY-Kommando kann der Inhalt eines Speicherbereichs (von START- bis STOP-Adresse einschließlich) mit dem Inhalt eines anderen Speicherbereichs (ab VERGL-BER) verglichen werden. Treten bei dem Vergleich Unterschiede auf, so werden die jeweiligen Adressen der beiden Speicherbereiche zusammen mit den Speicherinhalten angezeigt. Sind die beiden Speicherinhalte völlig identisch, so meldet sich MAT 85+ sofort mit seinem Prompt "KMD+>".

Aufruf und Handhabung:

```
KMD+> VERIFY
```

```
START-ADR = X1X1 Y1Y1
```

```
STOP- ADR = X2X2 Y2Y2
```

```
VERGL-BER = X3X3 Y3Y3
```

V eintippen,
"ERIFY" wird ergänzt

X1X1 = Vorgabe;

Neu: Y1Y1 oder

Vorgabe: oder

X2X2 = Vorgabe;

Neu: Y2Y2 oder

Vorgabe: oder

X3X3 = Vorgabe;

Neu: Y3Y3 oder

Vorgabe: oder

Beispiel:

Schirmbild	Eingabe, Kommentar
<pre>KMD+> VERIFY START-ADR =0000 STOP -ADR =07FF 0002 VERGL-BER =0000 F800 0000 --> C3 F800 --> 6D 0001 --> 49 F801 --> FF 0002 --> 01 F802 --> EF KMD+> _</pre>	<pre>v <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> oder <input type="text"/> (Vorgabe) 0002 <input type="text"/> oder <input type="text"/> F800 <input type="text"/> oder <input type="text"/> (keine Übereinstimmung) (keine Übereinstimmung) (keine Übereinstimmung)</pre> <p>Auf Ihrem Bildschirm können auch andere Speicher-Inhalte erscheinen.</p>

Nun wird der Inhalt des Speicher-Bereichs von 0000 bis 0002 nach F800 bis F802 kopiert (siehe auch COPY-Kommando):

<pre>KMD+> COPY START-ADR =0000 STOP -ADR =0002 ZIEL -BER =F800</pre>	<pre>c <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> oder <input type="text"/> (Vorgabe) <input type="text"/> oder <input type="text"/> (Vorgabe) <input type="text"/> oder <input type="text"/> (Vorgabe)</pre>
--	---

Ein erneuter Vergleich der beiden Speicherbereiche wird durchgeführt:

<pre>KMD+> VERIFY START-ADR =0000 STOP -ADR =0002 VERGL-BER =F800 KMD+> _</pre>	<pre>v <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> oder <input type="text"/> (Vorgabe) <input type="text"/> oder <input type="text"/> (Vorgabe) <input type="text"/> oder <input type="text"/> (Vorgabe)</pre> <p>Stimmen die Inhalte der beiden Speicherbereiche überein, so meldet sich MAT 85+ sofort mit seinem Prompt "KMD+>"</p>
--	--

Fehlermeldungen:

Die Fehlermeldung

```
*** START-ADR > STOP-ADR ***
```

wird ausgegeben, wenn die Start-Adresse größer als die Stop-Adresse ist. In diesem Fall können die Adressen erneut eingegeben werden.

Arbeitsblatt

BFZ / MFA 7.2. - 35

Softwarepaket SP 1

Name: _____

MAT 85+ / VERIFY-Kommando

Datum: _____

Vollziehen Sie das obige Beispiel mit anderen Adressen nach.

V3 MAT 85+

Kopieren sie dabei nicht in den Speicherbereich FC00 bis FFFF, da dort wichtige Daten gespeichert sind, die nicht verändert werden dürfen.

4.1.8.10. Das WRITE CONSTANT-Kommando

Mit dem WRITE CONSTANT-Kommando ist es möglich, einen Speicherbereich (von START- bis STOP-Adresse einschließlich) mit einem konstanten Wert zu füllen. Der Wert, mit dem der Speicher gefüllt werden soll, kann in den Formaten ASCII, Binär, Dezimal oder Hexadezimal eingegeben werden.

Aufruf und Handhabung:

```
KMD+> WRITE CONSTANT
```

```
START-ADR = X1X1 Y1Y1
```

```
STOP -ADR = X2X2 Y2Y2
```

```
FORMAT    = X Y
```

```
DATA      = _
```

W eintippen,
"RITE CONSTANT" wird ergänzt

X1X1 = Vorgabe;
Neu: Y1Y1 oder
Vorgabe: oder

X2X2 = Vorgabe;
Neu: Y2Y2 oder
Vorgabe: oder

X = Vorgabe;
Neu: Y oder
Vorgabe: oder

Y = A: ASCII (druckb. Zeichen)
= B: Binär (0,1)
= D: Dezimal (0...9)
= H: Hexadezimal (0...F)

Eingabe der Konstanten,
mit der der Speicher ge-
füllt werden soll.

Hinweis: Füllen Sie den Speicherbereich FC00 bis FFFF nicht mit einer Konstanten, da hier Daten gespeichert sind, die nicht zerstört werden dürfen!

Beispiel für START-Adresse = F800
 STOP -Adresse = F80F
 FORMAT = H (hexadezimal)

Schirmbild	Eingabe, Kommentar
<pre>KMD+> WRITE CONSTANT START-ADR =FF04 F800 STOP -ADR =FF00 F80F FORMAT =H DATA =57</pre>	<pre>W <input type="text" value="CR"/> F800 <input type="text" value="CR"/> oder <input type="text" value="SP"/> F80F <input type="text" value="CR"/> oder <input type="text" value="SP"/> <input type="text" value="CR"/> oder <input type="text" value="SP"/> (Vorgabe) 57 <input type="text" value="CR"/> oder <input type="text" value="SP"/></pre> <p>Der Speicherbereich F800 bis F80F wird mit dem hexadezimalen Wert 57 gefüllt</p>

Beispiel für START-Adresse = F800
 STOP -Adresse = F80F
 FORMAT = D (dezimal)

Schirmbild	Eingabe, Kommentar
<pre>KMD+> WRITE CONSTANT START-ADR =F800 STOP -ADR =F80F FORMAT =H D DATA =88</pre>	<pre>W <input type="text" value="CR"/> <input type="text" value="CR"/> oder <input type="text" value="SP"/> (Vorgabe) <input type="text" value="CR"/> oder <input type="text" value="SP"/> (Vorgabe) D <input type="text" value="CR"/> oder <input type="text" value="SP"/> 88 <input type="text" value="CR"/> oder <input type="text" value="SP"/></pre> <p>Der Speicherbereich F800 bis F80F wird mit dem dezimalen Wert 88 gefüllt.</p>

Beispiel für START-Adresse = F800
 STOP -Adresse = F80F
 FORMAT = B (binär)

Schirmbild	Eingabe, Kommentar
<pre>KMD+> WRITE CONSTANT START-ADR =F800 STOP -ADR =F80F FORMAT =D B DATA =10001001</pre>	<pre>W <input type="checkbox"/>CR <input type="checkbox"/>CR oder <input type="checkbox"/>SP (Vorgabe) <input type="checkbox"/>CR oder <input type="checkbox"/>SP (Vorgabe) B <input type="checkbox"/>CR oder <input type="checkbox"/>SP 10001001 <input type="checkbox"/>CR oder <input type="checkbox"/>SP</pre> <p>Der Speicherbereich F800 bis F80F wird mit dem binären Wert 10001001 gefüllt</p>

Beispiel für START-Adresse = F800
 STOP -Adresse = F80F
 FORMAT = A (ASCII)

Schirmbild	Eingabe, Kommentar
<pre>KMD+> WRITE CONSTANT START-ADR =F800 STOP -ADR =F80F FORMAT =B A DATA =Z</pre>	<pre>W <input type="checkbox"/>CR <input type="checkbox"/>CR oder <input type="checkbox"/>SP (Vorgabe) <input type="checkbox"/>CR oder <input type="checkbox"/>SP (Vorgabe) A <input type="checkbox"/>CR oder <input type="checkbox"/>SP Z <input type="checkbox"/>CR oder <input type="checkbox"/>SP</pre> <p>Der Speicherbereich F800 bis F80F wird mit dem ASCII-Zeichen "z" gefüllt</p>

Fehlermeldungen:

Die Fehlermeldung

*** KEIN RAM ***

wird ausgegeben, wenn der zu füllende Speicherbereich nicht vollständig mit RAM-Speicherbausteinen bestückt ist.

Die Fehlermeldung

*** START-ADR > STOP-ADR ***

wird ausgegeben, wenn die START-Adresse größer als die STOP-Adresse ist. In diesem Fall kann die Eingabe der Adressen sofort wiederholt werden.

Arbeitsblatt

BFZ / MFA 7.2. - 40

Softwarepaket SP 1

Name:

MAT 85+ / WRITE-CONSTANT-Kommando

Datum:

Füllen Sie den Speicherbereich von F900 bis F9FF mit

W5 MAT 85+

FORMAT	DATA
hexadezimal	41
dezimal	66
binär	01000011
ASCII	D

und kontrollieren Sie das Ergebnis jeweils mit dem PRINT-Kommando des Betriebsprogramms MAT 85.

EPROM-PROGRAMMER

4.2. Der EPROM-Programmer

Das Softwarepaket SP 1 enthält das Programm "EPROM-PROGRAMMER" für einen EPROM-Programmierer mit dem EPROMs vom Typ 2716 programmiert werden können. Um dieses Programm einsetzen zu können, wird die Baugruppe EPROM-Programmierer BFZ/MFA 4.3.a benötigt. Die Adresse dieser Baugruppe muß auf DX (hexadezimal) eingestellt werden (siehe Bild 2).

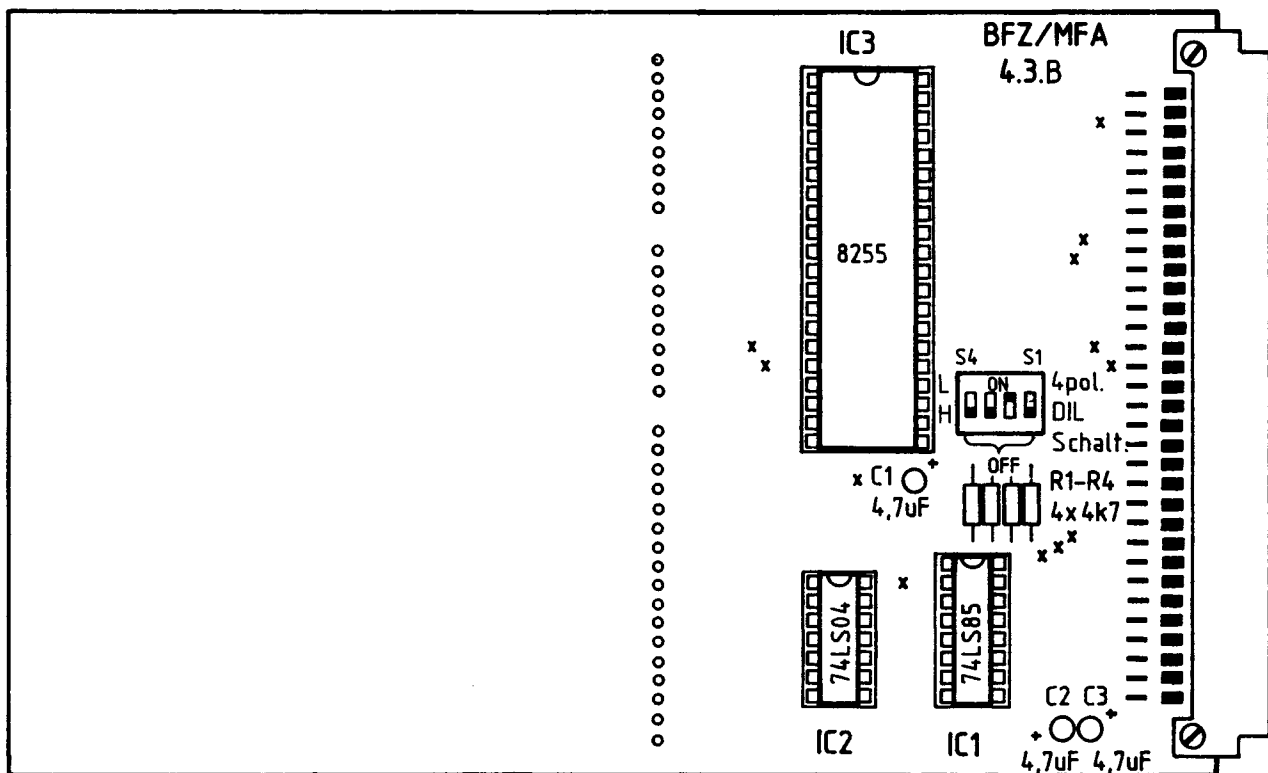


Bild 2: Adreßeinstellung der Baugruppe EPROM-Programmierer

EPROM-PROGRAMMIERER

Die Programmierspannung von 27 V wird von einer externen Spannungsquelle geliefert. Der Pluspol dieser Spannungsquelle wird mit der linken Buchse auf der Frontplatte des EPROM-Programmierers verbunden, der Minuspol mit der rechten. Das EPROM muß so in den Sockel auf der Frontplatte eingesetzt werden, daß Pin 1 links oben ist (Kerbe im EPROM-Gehäuse nach oben). Weitere Hinweise über die Hardware entnehmen Sie bitte der FPÜ 4.3.a.

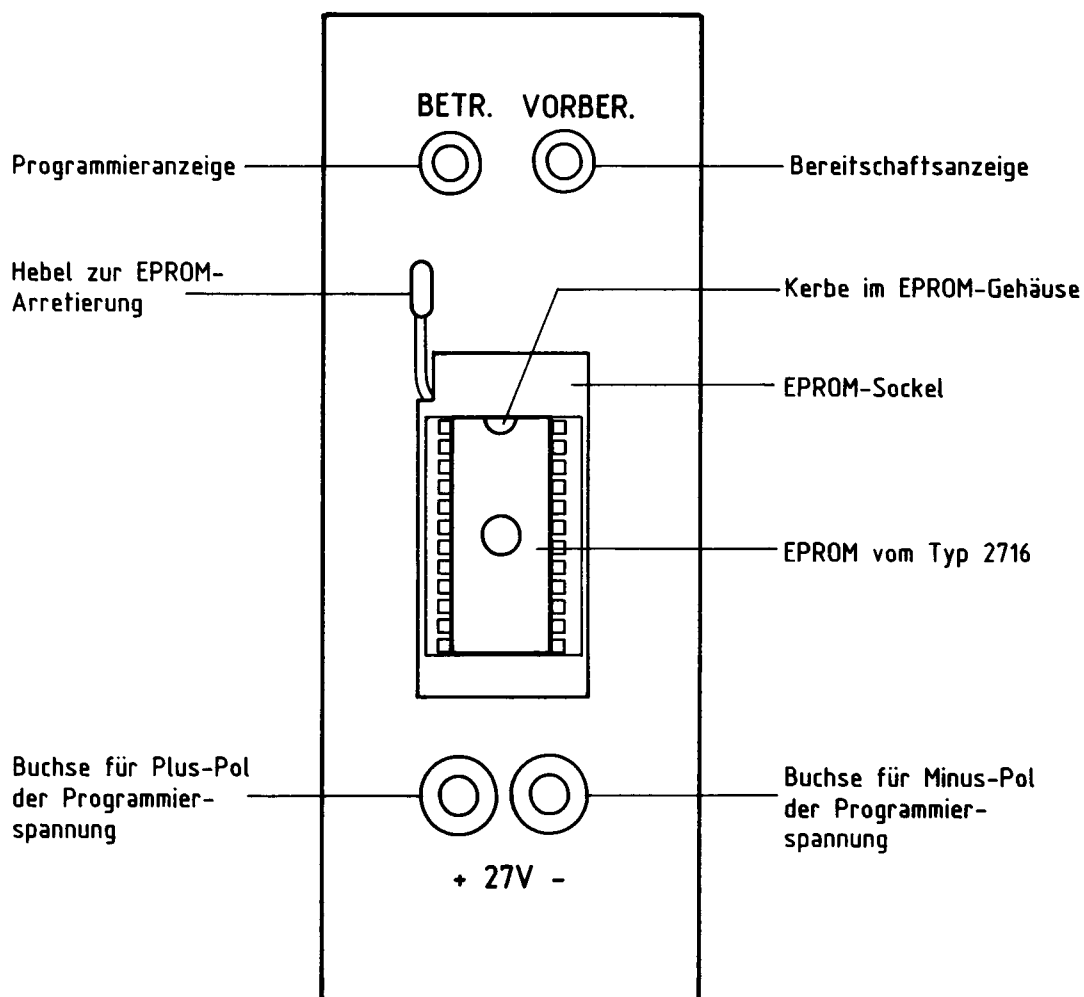


Bild 3: Frontplatte des EPROM-Programmierers

EPROM-PROGRAMMER / Aufruf

Um das Programm "EPROM-Programmer" starten zu können, muß erst die Monitor-Erweiterung MAT 85+ aufgerufen werden:

Nach dem Einschalten des Mikrocomputers und dem Betätigen der Leertaste (Space) meldet sich das Betriebsprogramm MAT 85. Nachdem es eine Liste aller zur Verfügung stehenden Kommandos ausgegeben hat, erscheint die "Bereit"-Meldung (Prompt) von MAT 85:

```
KMD >_
```

Durch Betätigen der Leertaste kann die Monitor-Erweiterung MAT 85+ aufgerufen werden. Die Erweiterung meldet sich mit dem Prompt:

```
KMD+>_
```

Zum Aufruf des Programms für den EPROM-Programmierer - im folgenden Text PROMMER genannt - muß nun die Taste "P", und anschließend die "CR"-Taste (Carriage Return, Wagenrücklauf), betätigt werden:

```
KMD+ > PROMMER
```

```
BFZ-EPROM-PROGRAMMER V2.1
```

```
COMPARE  
HELP  
PROGRAMM  
QUIT  
READ  
TEST
```

```
P>_
```

P CR eintippen,
"ROMMER" wird ergänzt

Das Programm meldet sich,
druckt eine Liste der
verfügbaren Kommandos aus

und ist bereit, Kommandos
entgegenzunehmen.

EPROM-PROGRAMMER / Gebrauch der Prommer-Kommandos

4.2.1. Kommando-Eingabe

Die Bereitschaft zur Annahme eines Kommandos zeigt der Prommer durch den Ausdruck "P>" an. Jedes der oben aufgelisteten Kommandos kann durch die Eingabe seines ersten Buchstabens und durch anschließendes Betätigen der Taste "CR" (Carriage Return, Wagenrücklauf) aufgerufen werden. Daraufhin druckt das Programm den vollständigen Kommandonamen und fordert eventuell zusätzliche Informationen an. Falsch eingegebene Zeichen können durch die Betätigung der Taste "DEL" (Delete, Löschen) gelöscht werden. Soll das Kommando abgebrochen werden, so muß die Taste "ESC" (Escape, Flucht) betätigt werden. Man wechselt dann automatisch vom Prommer zum Betriebsprogramm MAT 85. Dieses quittiert die Eingabe von "ESC" durch ein akustisches Signal und fordert durch das Ausdrucken von "KMD >" ein neues Kommando an. Will man wieder den Prommer aufrufen, so muß zuerst die Leertaste betätigt werden (Aufruf von MAT 85+) und anschließend das Zeichen "P" (gefolgt von CR) eingegeben werden.

4.2.2. Bildschirm-Modus, Drucker-Modus

Das Prommer-Programm unterscheidet zwischen Bildschirmmodus und Drucker-Modus. Immer dann, wenn das Programm sein Prompt "P>" ausgibt und auf eine neue Kommando-Eingabe wartet, kann durch gleichzeitiges Drücken der Tasten "CONTROL" und "P" zwischen dem Bildschirm- und dem Drucker-Modus gewechselt werden. Im Drucker-Modus erfolgen alle Ausgaben auf dem Bildschirm und auf dem Drucker.

4.2.3. Bediener-Führung

Unabhängig vom Bildschirm- bzw. Drucker-Modus wird der System-Bediener vom Programm geführt, indem es eventuell zusätzliche Informationen für die Kommando-Ausführung (z.B. Adressen) anfordert. Dabei erfolgt sofort eine Kontrolle, ob die Eingabedaten dem notwendigen Format entsprechen. Ist dies nicht der Fall, wird der Bediener durch ein akustisches Signal auf seinen Fehler aufmerksam gemacht.

EPROM-PROGRAMMER / Gebrauch der Prommer-Kommandos

4.2.3.1. RAM-START/STOP-Adresse, EPROM-START-Adresse

Bei fast allen Kommandos erfragt das Programm die Werte

RAM:
START-ADR =
STOP -ADR =
EPROM:
START-ADR =

Die Bedeutung dieser Werte ist vom jeweiligen Kommando abhängig und wird in der Beschreibung dieser Kommandos erläutert.

Generell gilt:

Die RAM-START-ADR ist frei wählbar. Der Vorgabe-Wert der RAM-STOP-Adresse wird vom Programm durch Addition von 07FF zur RAM-START-Adresse ermittelt. Der Speicherbereich, der durch die RAM-START-Adresse und die RAM-STOP-Adressen-Vorgabe begrenzt wird, hat dadurch automatisch die Größe von 2-K-Byte. Dies entspricht genau der Speichergröße eines EPROMs vom Typ 2716.

Wenn die RAM-START-Adresse größer als F7FF ist, dann wird als RAM-STOP-Adresse der Wert FFFF vorgeschlagen.

Eine Fehlermeldung wird ausgegeben, wenn die vom Bediener eingegebenen RAM-START- und RAM-STOP-Adressen um mehr als 07FF auseinanderliegen oder wenn die RAM-START-Adresse größer als die RAM-STOP-Adresse ist.

Der Wert für die EPROM-START-Adresse darf im Bereich von 0000 bis 07FF liegen. Der Vorschlagswert für die EPROM-START-ADR ist immer 0000.

Es wird eine Fehlermeldung ausgegeben, wenn der durch RAM-START- und RAM-STOP-Adresse eingegrenzte Speicherbereich größer ist als der Bereich von EPROM-START-Adresse bis 07FF (dem Maximalwert für die EPROM-Adresse).

EPROM-PROGRAMMER / Kommando-Kurzbeschreibung

4.2.4. Kommando-Kurzbeschreibung

COMPARE___ Mit dem COMPARE-Kommando kann der EPROM-Inhalt (oder ein Teil davon) mit dem Inhalt eines Speicherbereichs verglichen werden.

HELP_____ Das HELP-Kommando listet alle Kommandos des Prommers in alphabetischer Reihenfolge.

PROGRAM___ Mit dem PROGRAM-Kommando kann das EPROM (oder ein Teil davon) mit dem Inhalt eines Speicherbereichs programmiert werden.

QUIT_____ Durch das Kommando QUIT kann man das Prommer-Programm verlassen. Man gelangt dann zur Monitorerweiterung MAT 85+ zurück.

READ_____ Das READ-Kommando ermöglicht das Einlesen des EPROM-Inhaltes (oder eines Teils davon) in einen RAM-Speicherbereich.

TEST_____ Mit dem TEST-Kommando kann geprüft werden, ob das EPROM gelöscht (und damit für die Programmierung bereit) ist.

4.2.5. Beschreibung der Kommandos

4.2.5.1. Das HELP-Kommando

Mit dem HELP-Kommando lassen sich die Namen der zulässigen Kommandos des Prommers in alphabetischer Reihenfolge ausdrucken.

Aufruf und Handhabung:

```
P > HELP
```

```
(Kommando-Ausführung)
```

```
P > _
```

H CR eintippen,
"ELP" wird ergänzt

nächstes Kommando

Zur Kommando-Ausführung:

- Nach dem Ausdrucken aller Kommandonamen erfolgt ein Rücksprung in die Kommando-Routine (P>).
- Zum Aufruf eines der Kommandos muß nur der 1. Buchstabe, gefolgt von der Taste CR, eingegeben werden.
- Eingaben, die vor der Betätigung von CR erfolgen, können mit der Taste DEL gelöscht werden.

4.2.4.2. Das COMPARE-Kommando

Mit dem COMPARE-Kommando kann ein Speicherinhalt (von RAM-START- bis RAM-STOP-Adresse einschließlich) mit dem EPROM-Inhalt (oder einem Teilinhalt) ab EPROM-START-Adresse verglichen werden. Sind EPROM-Inhalt und Speicher-Inhalt völlig identisch, so meldet der Prommer: READY. Sind die Inhalte nicht völlig identisch, so meldet er: NOT READY.

Aufruf und Handhabung:

```
P > COMPARE
```

```
RAM:
```

```
START-ADR = X1X1 Y1Y1
```

```
STOP -ADR = X2X2 Y2Y2
```

```
EPROM:
```

```
START-ADR = X3X3 Y3Y3
```

C eintippen,
"OMPARE" wird ergänzt

zuerst werden die Adressen
für den Speicher angefordert

X1X1 = Vorgabe;
Neu: Y1Y1 oder
Vorgabe: oder

X2X2 = Vorgabe;
Neu: Y2Y2 oder
Vorgabe: oder

die Adresse für das EPROM wird
angefordert

X3X3 = Vorgabe;
Neu: Y3Y3 oder
Vorgabe: oder

Der Speicherinhalt von RAM-
START-ADR bis RAM-STOP-ADR wird
mit dem EPROM-Inhalt ab EPROM-
START-ADR verglichen.

Die EPROM-START-ADR ist bis
07FF wählbar.

Beispiel 1:

Schirmbild	Eingabe, Kommentar
<pre>P> COMPARE RAM: START-ADR =0000 F800 STOP -ADR =FFFF EPROM: START-ADR =0000 NOT READY READY</pre>	<pre>C [CR] F800 [CR] oder [SP] [CR] oder [SP] (Vorgabe) [CR] oder [SP] (Vorgabe) Der gesamte EPROM-Inhalt (EPROM-ADR 0000 bis 07FF) wird mit dem Inhalt des Speichers von F800 bis FFFF verglichen. } Je nach Vergleichsergebnis</pre>

Beispiel 2:

Schirmbild	Eingabe, Kommentar
<pre>P> COMPARE RAM: START-ADR =F800 STOP -ADR =FFFF F802 EPROM: START-ADR =0000 0100 NOT READY READY</pre>	<pre>C [CR] [CR] oder [SP] (Vorgabe) F802 [CR] oder [SP] 0100 [CR] oder [SP] Die Inhalte der RAM-Speicher- zellen F800, F801 und F802 werden mit den Inhalten der EPROM-Speicherzellen 0100, 0101 und 0102 verglichen } Je nach Vergleichsergebnis</pre>

Beispiel 3:

Schirmbild	Eingabe, Kommentar
<pre>P> COMPARE RAM: START-ADR = 0000 STOP -ADR = 07FF 0010 EPROM: START-ADR = 0000 07FE *** ADR ZU GROSS ***</pre>	<pre>C <input type="checkbox"/>CR <input type="checkbox"/>CR oder <input type="checkbox"/>SP (Vorgabe) 0010 <input type="checkbox"/>CR oder <input type="checkbox"/>SP 07FE <input type="checkbox"/>CR oder <input type="checkbox"/>SP Der zu vergleichende RAM- Speicherbereich umfaßt 17 Speicherstellen (0000 bis 0010), während das EPROM von der gewählten START- Adresse aus nur 2 Speicher- stellen enthält.</pre>

Beispiel: 4

Schirmbild	Eingabe, Kommanatar
<pre>P> COMPARE RAM: START-ADR =0000 STOP -ADR =07FF 0010 EPROM: START-ADR =0000 08FF *** ADR ZU GROSS ***</pre>	<pre>C <input type="checkbox"/>CR <input type="checkbox"/>CR oder <input type="checkbox"/>SP (Vorgabe) 0010 <input type="checkbox"/>CR oder <input type="checkbox"/>SP 08FF <input type="checkbox"/>CR oder <input type="checkbox"/>SP Die gewählte EPROM-START-ADR liegt außerhalb des Bereichs 0000 bis 07FF.</pre>

4.2.5.3. Das PROGRAM-Kommando

Mit dem PROGRAM-Kommando ist es möglich, den Inhalt eines Speicherbereiches in das EPROM zu programmieren. Für das Programmieren ist eine Spannung von 27 V erforderlich (Anschluß siehe Kapitel 4.2.).

Der Speicher, dessen Inhalt in das EPROM programmiert werden soll, wird durch die RAM-START- und die RAM-STOP-Adresse eingegrenzt und wird ab der EPROM-START-Adresse in das EPROM programmiert. Wenn das Programm während des Programmiervorganges feststellt, daß das EPROM nicht programmierbar ist, wird die Fehlermeldung

*** NICHT PROGRAMMIERBAR ***

ausgegeben.

Aufruf und Handhabung:

P > PROGRAMM

RAM:

START-ADR = X1X1 Y1Y1

STOP -ADR = X2X2 Y2Y2

EPROM:

START-ADR = X3X3 Y3Y3

P eintippen,
"PROGRAMM" wird ergänzt

Das Programm erfragt die Adressen des Speicherbereichs, dessen Inhalt in das EPROM programmiert werden soll:

X1X1 = Vorgabe;
Neu: Y1Y1 oder
Vorgabe: oder

X2X2 = Vorgabe;
Neu: Y2Y2 oder
Vorgabe: oder

Das Programm erfragt nun die EPROM-START-Adresse:

X3X3 = Vorgabe;
Neu: Y3Y3 oder
Vorgabe: oder

Der Speicher-Inhalt von RAM-START- bis RAM-STOP-Adresse wird ab EPROM-START-Adr. in das EPROM programmiert.

Beispiel 1:

Schirmbild	Eingabe, Kommentar
<pre>P > PROGRAM RAM: START-ADR =0000 F800 STOP -ADR =FFFF EPROM: START-ADR =0000</pre>	<pre>P [CR] F800 [CR] oder [SP] [CR] oder [SP] (Vorgabe) [CR] oder [SP] (Vorgabe) Der Speicher-Inhalt von F800 bis FFFF wird ab EPROM-Adresse 0000 in das EPROM programmiert.</pre>

Beispiel 2:

Schirmbild	Eingabe, Kommentar
<pre>P > PROGRAM RAM: START-ADR =F800 STOP -ADR =FFFF F802 EPROM: START-ADR =0000 0100</pre>	<pre>P [CR] [CR] oder [SP] (Vorgabe) F802 [CR] oder [SP] 0100 [CR] oder [SP] Der Inhalt der Speicher- Zellen F800, F801 und F802 wird in die EPROM-Speicher- zellen 0100, 0101 und 0102 programmiert.</pre>

Beispiel 3:

Schirmbild	Eingabe, Kommentar
<pre> P > PROGRAM RAM: START-ADR =0000 F800 STOP -ADR =FFFF FE00 EPROM: START-ADR =0000 *** NICHT PROGRAMMIERBAR *** </pre>	<pre> P <input type="text" value="CR"/> F800 <input type="text" value="CR"/> oder <input type="text" value="SP"/> FE00 <input type="text" value="CR"/> oder <input type="text" value="SP"/> <input type="text" value="CR"/> oder <input type="text" value="SP"/> (Vorgabe) Die Fehlermeldung kann mehrere Ursachen haben: 1. Es befindet sich kein EPROM-Programmiergerät unter der richtigen Adresse im Baugruppenträger. 2. Die Programmierspannung fehlt. 3. Das zu programmierende EPROM ist bereits programmiert. 4. Das EPROM ist defekt. </pre>

EPROM-PROGRAMMER / QUIT-Kommando

Q PROMMER

4.2.5.4. Das QUIT-Kommando

Mit dem QUIT-Kommando kann man das Programm für den EPROM-Programmierer verlassen. In diesem Fall wird automatisch die Monitorerweiterung MAT 85+ aufgerufen.

Aufruf und Handhabung:

```
P > QUIT
```

```
KMD+ > _
```

Q eintippen,
"UIT" wird ergänzt

Die Monitorerweiterung MAT85+ meldet sich mit ihrem Prompt ("Bereit"-Meldung) und ist bereit, Kommandos entgegenzunehmen.

4.2.5.5. Das READ-Kommando

Mit dem READ-Kommando kann ein EPROM-Inhalt (oder ein Teil davon) ab EPROM-START-Adresse in den RAM-Speicher (von RAM-START- bis RAM-STOP-Adresse einschließlich) eingelesen werden.

Aufruf und Handhabung:

P > READ

RAM:

START-ADR = X1X1 Y1Y1

STOP- ADR = X2X2 Y2Y2

EPROM:

START-ADR = X3X3 Y3Y3

R eintippen,
"EAD" wird ergänzt

Das Programm fragt nach der START- und STOP-Adresse des RAMs, in den der EPROM-Inhalt eingelesen werden soll.

X1X1 = Vorgabe;
Neu: Y1Y1 oder
Vorgabe: oder

X2X2 = Vorgabe;
Neu: Y2Y2 oder
Vorgabe: oder

Das Programm erfragt nun die EPROM-START-Adresse:

X3X3 = Vorgabe;
Neu: Y3Y3 oder
Vorgabe: oder

Der EPROM-Inhalt ab EPROM-START-Adresse wird in den RAM-Speicher von RAM-START- bis RAM-STOP-Adresse eingelesen

Beispiel 1:

Schirmbild	Eingabe, Kommentar
<pre>P > READ RAM: START-ADR =0000 E000 STOP -ADR =E7FF EPROM: START-ADR =0000</pre>	<pre>R <input type="text"/> <input type="text"/> E000 <input type="text"/> oder <input type="text"/> <input type="text"/> oder <input type="text"/> (Vorgabe) <input type="text"/> oder <input type="text"/> (Vorgabe) Der EPROM-Inhalt ab EPROM- START-Adresse 0000 wird in den RAM-Speicher von E000 bis E7FF eingelesen.</pre>

Beispiel 2:

Schirmbild	Eingabe, Kommentar
<pre>P > READ RAM: START-ADR =E000 STOP -ADR =E7FF E002 EPROM: START-ADR =0000 0100</pre>	<pre>R <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> oder <input type="text"/> (Vorgabe) E002 <input type="text"/> oder <input type="text"/> 0100 <input type="text"/> oder <input type="text"/> Der Inhalt der EPROM-Zellen 0100, 0101 und 0102 wird in die Speicherzellen E000, E001 und E002 eingelesen.</pre>

Fehlermeldungen:

Eine Fehlermeldung wird ausgegeben, wenn der Speicherbereich von RAM-START- bis RAM-STOP-Adresse nicht mit RAM-Speicherbausteinen bestückt ist. Weitere mögliche Fehlermeldungen sind dem Abschnitt 4.2.3.1. zu entnehmen.

Hinweis:

Lesen Sie keine Daten in den Speicherbereich FC00 bis FFFF ein, da dort wichtige Daten gespeichert sind, die nicht verändert werden dürfen!

4.2.5.6. Das TEST-Kommando

Mit dem TEST-Kommando kann geprüft werden, ob ein EPROM vollständig gelöscht ist. Dies ist dann der Fall, wenn alle Speicherzellen des EPROMs den Inhalt FF haben. Wenn das EPROM vollständig gelöscht ist, gibt das Programm die Meldung "READY" aus, andernfalls die Meldung "NOT READY".

Aufruf und Handhabung:

P > TEST

READY

NOT READY

T CR eintippen,
"EST" wird ergänzt

Das EPROM wird getestet und es erscheint entweder die Meldung

wenn das EPROM vollständig gelöscht ist, oder es erscheint die Meldung

wenn das EPROM nicht vollständig gelöscht ist.

SPS-Programm / Einführung, SPS-Operanden

4.3. Das SPS-Programm

Im Gegensatz zu einer klassischen Schützsteuerung, bei der die Verknüpfung zwischen den Eingangssignalen (-Kontakten) und den Ausgangssignalen (-Kontakten) der Steuerung durch die Verdrahtung der Kontakte und Schütze hergestellt wird, erfolgt diese Verknüpfung bei einer Speicherprogrammierbaren Steuerung (SPS) durch ein Programm. Dieses Programm ist zyklisch, das heißt: sind alle Anweisungen abgearbeitet, so wird erneut mit der ersten Anweisung begonnen.

Das SPS-Programm ermöglicht die Programmierung des Mikrocomputers mit Hilfe von Anweisungen und Befehlen, die dem Problem "Steuerungstechnik" angepaßt sind. Häufige Verknüpfungen in der Steuerungstechnik sind die UND- und ODER-Verknüpfungen von Signalen, die der Reihen- und Parallelschaltung von Kontakten entsprechen. Für die Realisierung solcher Verknüpfungen bietet das SPS-Programm einfache symbolische Anweisungen.

Zum Betrieb des SPS-Programms wird zusätzlich zur Speichermindestbestückung für MAT 85+ ab der Adresse E000 RAM-Speicher benötigt. Für die Ein- und Ausgabe wird mindestens je eine 8-Bit-Parallel-Eingabe-Karte bzw. Parallel-Ausgabe-Karte (BFZ/MFA 4.1. bzw. BFZ/MFA 4.2.) benötigt. Weitere Ein- und Ausgabe-Karten können je nach Bedarf eingesetzt werden. Für die Hardware-Timer und für die Anzeige der Merker-Zustände ist als Mindestbestückung die Baugruppe "Zeitwerk (4fach)" BFZ/MFA 4.3.c notwendig. Diese Karte kann entfallen, wenn statt der Hardware-Timer die Software-Timer verwendet werden und auf die Anzeige der Merker-Zustände verzichtet wird.

4.3.1. Die SPS-Operanden

Eingänge, Ausgänge usw. nennt man allgemein Operanden, da mit ihnen etwas gemacht (operiert) wird. Das BFZ-SPS-Programm kennt folgende Operanden:

- Eingänge	abgekürzt: E
- Ausgänge	abgekürzt: A
- Merker	abgekürzt: M
- Hardware-Timer	abgekürzt: T
- Software-Timer	abgekürzt: Z
- Zähler	abgekürzt: C

Da von allen Operanden je 32 verschiedene vorkommen können, müssen sie durch eine Kennzahl unterschieden werden. Die Kennzahlen, die das SPS-Programm akzeptiert, sind zweistellig. Die erste Ziffer darf die Werte 0 bis 3, die zweite Ziffer darf die Werte 0 bis 7 annehmen. Durch diese Ziffern ist eine Zuordnung der einzelnen Operanden zu den Baugruppen gegeben.

SPS-Programm / SPS-Operanden

4.3.1.1. Eingänge (E)

Durch die Eingangs-Operanden können über die Eingabe-Baugruppe externe Signale (z.B. Schalter, Temperatur-Sensoren ...) abgefragt werden. Eingänge dürfen nur auf der Bedingungsseite eines Ausdrucks vorkommen.

Für je acht Eingänge ist eine 8-Bit-Parallel-Eingabe-Baugruppe (BFZ/MFA 4.1.) erforderlich. Die erste Ziffer der Kennzahl eines Eingangs entspricht der Port-Nummer (Adresse) der verwendeten Baugruppe:

```
E00 - E07  ———> Port 00
E10 - E17  ———> Port 01
E20 - E27  ———> Port 02
E30 - E37  ———> Port 03
```

Die zweite Ziffer der Kennzahl entspricht der Bit-Nummer:

```
Ex0  ———> Bit 0
Ex1  ———> Bit 1
Ex2  ———> Bit 2
Ex3  ———> Bit 3
Ex4  ———> Bit 4
Ex5  ———> Bit 5
Ex6  ———> Bit 6
Ex7  ———> Bit 7
```

Einige Beispiele:

```
E00  ———> Port 00, Bit 0
E12  ———> Port 01, Bit 2
E34  ———> Port 03, Bit 4
```

Die Zuordnung der Operanden-Kennzahlen zu den Port-Nummern kann der Tabelle 1 entnommen werden.

4.3.1.2. Ausgänge (A)

Durch die Ausgangs-Operanden können über die Ausgabe-Baugruppe Signale an externe Geräte (z.B. Motoren, Heizungen ...) gegeben werden. Ausgänge dürfen auf der Bedingungs- und auf der Zuweisungsseite eines Ausdrucks vorkommen.

Für je acht Ausgänge ist eine 8-Bit-Parallel-Ausgabe-Baugruppe (BFZ/MFA 4.2.) erforderlich. Die Kennzahl eines Ausganges hat die gleiche Bedeutung wie bei den Eingängen (siehe Abschnitt 4.3.1.1.). Die Zuordnung der Operanden-Kennzahlen zu den Port-Nummern kann der Tabelle 1 entnommen werden.

SPS-Programm / SPS-Operanden

4.3.1.3. Merker (M)

Merker werden verwendet, um Zwischenergebnisse für die spätere Verwendung in anderen Verknüpfungen zu speichern.

Sollen die Merker-Zustände nicht angezeigt werden, so ist für die Merker keine Hardware erforderlich. Wird aber die Anzeige der Merker-Zustände gewünscht, dann ist für je acht Merker eine Baugruppe "Zeitwerk (4fach)" BFZ/MFA 4.3.c erforderlich. Die erste Kennziffer der Merker gibt die Zuordnung zum Port an:

M00 - M07	→	Port 1x	
M10 - M17	→	Port 2x	alle Portnummern in hexa-
M20 - M27	→	Port 3x	dezimaler Schreibweise
M30 - M37	→	Port 4x	

Beachten Sie bitte den Unterschied zu den Ein- und Ausgängen:

Bei den Ein- und Ausgängen gab die erste Ziffer direkt die Port-Nummer an. Bei den Merkern muß zur ersten Ziffer eine Eins addiert werden. Das Ergebnis gibt dann die erste Ziffer der Port-Nummer (in hexadezimaler Schreibweise) an. Auf den Zeitwerk-Baugruppen wird nur die erste Ziffer der Port-Nummer eingestellt. Die zweite Kennziffer der Merker gibt, wie schon bei den Ein- und Ausgängen, die Bit-Nummer an:

Mx0	→	Bit 0
Mx1	→	Bit 1
Mx2	→	Bit 2
Mx3	→	Bit 3
Mx4	→	Bit 4
Mx5	→	Bit 5
Mx6	→	Bit 6
Mx7	→	Bit 7

Einige Beispiele:

M00	→	Port 1x, Bit 0
M23	→	Port 3x, Bit 3
M33	→	Port 4x, Bit 3

Die Zuordnung der Operanden-Kennzahlen zu den Port-Nummern kann der Tabelle 1 entnommen werden.

SPS-Programm / SPS-Operanden

4.3.1.4. Die Hardware-Timer (T)

Mit Hilfe der Timer lassen sich Verzögerungszeiten realisieren. Die Timer können durch die einfache Zuweisung

$$\dots = T_{xx}$$

oder durch die SETZ-Anweisung

$$\dots = ST_{xx}$$

gestartet werden. Wenn der Timer abgelaufen ist, liefert er das Zustands-Signal "1". Der Timer-Zustand kann in Verknüpfungen auf der Bedingungsseite benutzt werden:

Bedingungs-Seite	Zuweisungsseite
*T _{xx}	= A00
schalte den Ausgang A00 ein, wenn der Timer T _{xx} abgelaufen ist	

Startet man Timer mit der SETZ-Anweisung, werden die Timer nicht gestoppt, wenn die SETZ-Bedingung bei einem späteren Programm-Durchlauf nicht mehr erfüllt ist. Der Zustand "1" (abgelaufen) wird in diesem Fall gespeichert und kann nur mit dem RÜCKSETZ-Befehl gelöscht werden.

Startet man Timer mit einer einfachen Zuweisung, wird der Timer angehalten - bzw. der Zustand "abgelaufen" gelöscht - wenn die Start-Bedingung nicht mehr erfüllt ist.

Dieses Verhalten wird durch Bild 4a und Bild 4b verdeutlicht.

Hardware-Timer dürfen auf der Bedingungs- und auf der Zuweisungsseite eines Ausdrucks vorkommen.

Zum Betrieb der Hardware-Timer wird die Baugruppe "Zeitwerk (4fach)" BFZ/MFA 4.3.c benötigt. Die Laufzeiten der Timer (etwa 1 bis 57 Sekunden) lassen sich mit den auf der Karte befindlichen Spindeltrimmern einstellen. Auf jeder Baugruppe sind vier Zeitwerke (Tx0 - Tx3) vorhanden. Die Baugruppe kann jedoch bis auf acht Zeitwerke ausgebaut werden. Die Kennzahl der Hardware-Timer hat die gleiche Bedeutung wie bei den Merkern. Die Zuordnung der Operanden-Kennzahlen zu den Port-Nummern kann der Tabelle 1 entnommen werden.

SPS-Programm / SPS-Operanden

4.3.1.5. Kennzahlen der Software-Timer (Z) und der Zähler (C)

Um die Software-Timer und die Zähler verwenden zu können, werden keine zusätzlichen Baugruppen benötigt. Obwohl die Kennzahlen der Software-Timer und der Zähler daher keinen Bezug zur Hardware haben, gilt auch für diese Kennzahlen:

gültige Werte für die erste Ziffer : 0 ... 3

gültige Werte für die zweite Ziffer: 0 ... 7

4.3.1.6. Die Software-Timer (Z)

Mit Hilfe der Timer lassen sich Verzögerungszeiten realisieren. Die Timer können durch die einfache Zuweisung

...=Zxx

oder durch die SETZ-Anweisung

...=SZxx

gestartet werden. Wenn der Timer abgelaufen ist, liefert er das Zustands-Signal "1". Der Timer-Zustand kann in Verknüpfungen auf der Bedingungsseite benutzt werden:

Bedingungsseite	Zuweisungsseite
*Zxx	= A00
schalte den Ausgang A00 ein, wenn der Timer Zxx abgelaufen ist	

Startet man Timer mit der SETZ-Anweisung, werden die Timer nicht gestoppt, wenn die SETZ-Bedingung bei einem späteren Programm-Durchlauf nicht mehr erfüllt ist. Der Zustand "1" (abgelaufen) wird in diesem Fall gespeichert und kann nur mit dem RÜCKSETZ-Befehl gelöscht werden.

Startet man Timer mit einer einfachen Zuweisung, wird der Timer angehalten - bzw. der Zustand "abgelaufen" gelöscht - wenn die Start-Bedingung nicht mehr erfüllt ist.

Dieses Verhalten wird durch Bild 4a und Bild 4b verdeutlicht.

SPS-Programm / SPS-Operanden

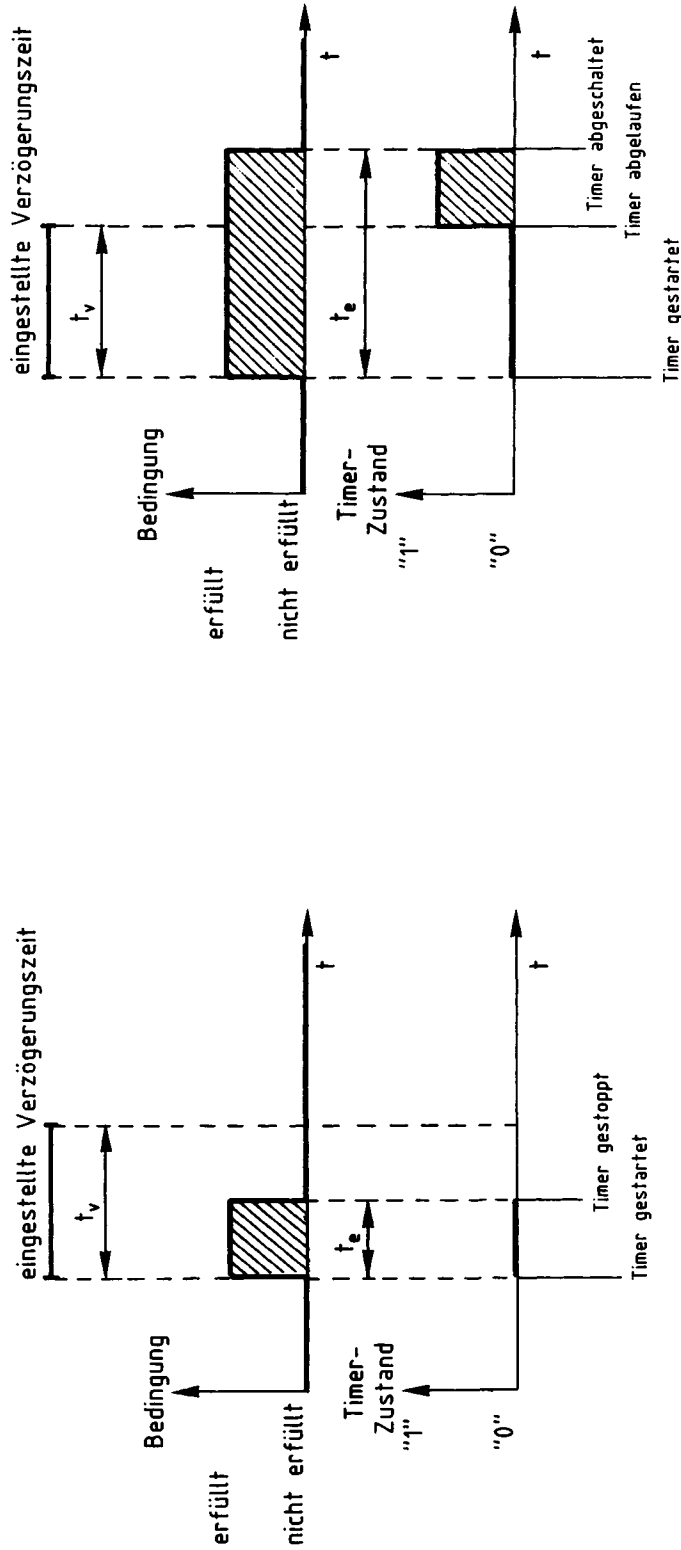
Die Laufzeiten der Software-Timer müssen per Programm mit dem Lade-Befehl eingestellt werden. Die Ausführung dieses Befehls verändert den augenblicklichen Timer-Wert und -Zustand nicht. Die Laufzeiten können mit dem Lade-Befehl in Schritten von Zehntel-Sekunden (von 1/10 Sekunde bis ca. 2 Stunden) eingestellt werden. Der Lade-Wert gibt die Laufzeit in Zehntel-Sekunden an:

....=LZ00,100

entspricht: Lade den Software-Timer Z00 mit der Laufzeit 10 Sekunden (100/10 Sekunden). Der Ladewert wird gespeichert und durch die Aktivität des Timers nicht verändert. Dies hat zur Folge, daß die einmal abgespeicherte Laufzeit mehrfach im Programm verwendet werden kann. Eine Änderung des Wertes ist durch einen neuen Ladebefehl möglich. Software-Timer dürfen auf der Bedingungs- und auf der Zuweisungsseite eines Ausdrucks vorkommen.

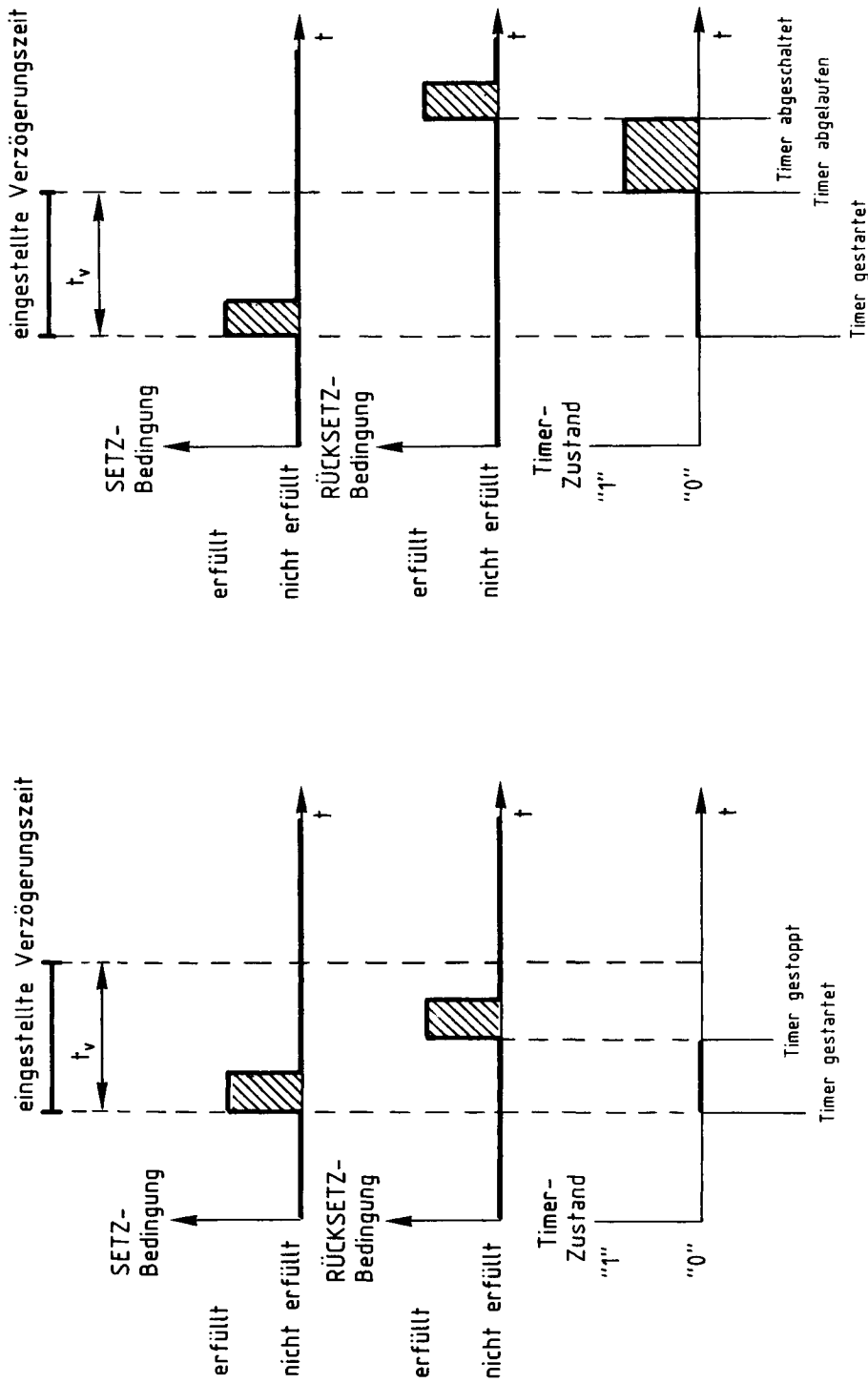
Hinweis: Zum Betrieb der Software-Timer ist die im Anhang beschriebene Schaltungserweiterung erforderlich.

SPS-Programm / SPS-Operanden



Bei der einfachen Zuweisung "... = Txx" bzw. "... = Zxx liefert der Timer nur dann einen logischen "1"-Zustand, wenn t_e größer als t_v ist.

Bild 4a: Timerverhalten bei der einfachen Zuweisung



Ein Timer, der über die SETZ-Anweisung "... = STxx" bzw. "... = SZxx" gestartet wird, liefert nur dann einen logischen "1"-Zustand, wenn ein möglicher RÜCKSETZ-Impuls erst nach Ablauf der eingestellten Laufzeit erzeugt wird. Der logische "1"-Zustand bleibt erhalten, bis er durch eine RÜCKSETZ-Anweisung gelöscht wird.

Bild 4b: Timerverhalten bei den SETZ- und RÜCKSETZ-Anweisungen

SPS-Programm / SPS-Operanden

4.3.1.7. Die Zähler (C)

Die Zähler dienen zum Zählen von Ereignissen. Alle Zähler zählen vom Ausgangswert, der mit der Lade-Anweisung geladen wurde, abwärts. Wird der Wert Null erreicht, so wird der logische Zustand "1" angenommen. Dieser Zustand bleibt gespeichert bis ein neuer Lade-Befehl erfolgt. Der Lade-Befehl ändert den Zähler-Wert auf den Lade-Wert und ändert den Zähler-Zustand auf "nicht abgelaufen" (logisch "0"). Zähler dürfen auf der Bedingungs- und auf der Zuweisungsseite eines Ausdrucks vorkommen.

Beispiel:

"Bedingung"=C00

Wenn "Bedingung" erfüllt, dann zähle den Zähler C00 um Eins herab.

4.3.1.8. Beispiele für die Kennzahlen

E00 --- gültige Kennzahl, Port 00, Bit 0
E13 --- gültige Kennzahl, Port 01, Bit 3
E42 --- ungültige Kennzahl, erste Ziffer größer als 3
E18 --- ungültige Kennzahl, zweite Ziffer größer als 7

A00 --- gültige Kennzahl, Port 00, Bit 0
A13 --- gültige Kennzahl, Port 01, Bit 3
A42 --- ungültige Kennzahl, erste Ziffer größer als 3
A18 --- ungültige Kennzahl, zweite Ziffer größer als 7

M00 --- gültige Kennzahl, Port 1x, Bit 0
M13 --- gültige Kennzahl, Port 2x, Bit 3
M42 --- ungültige Kennzahl, erste Ziffer größer als 3
M18 --- ungültige Kennzahl, zweite Ziffer größer als 7

T00 --- gültige Kennzahl, Port 1x, Bit 0
T13 --- gültige Kennzahl, Port 2x, Bit 3
T42 --- ungültige Kennzahl, erste Ziffer größer als 3
T18 --- ungültige Kennzahl, zweite Ziffer größer als 7

Z00 --- gültige Kennzahl, keine Hardware-Zuordnung
Z13 --- gültige Kennzahl, keine Hardware-Zuordnung
Z42 --- ungültige Kennzahl, erste Ziffer größer als 3
Z18 --- ungültige Kennzahl, zweite Ziffer größer als 7

C00 --- gültige Kennzahl, keine Hardware-Zuordnung
C13 --- gültige Kennzahl, keine Hardware-Zuordnung
C42 --- ungültige Kennzahl, erste Ziffer größer als 3
C18 --- ungültige Kennzahl, zweite Ziffer größer als 7

Port-Nr. (Adresse)	Kennzahlen			
	Eingänge	Ausgänge	Merker	Hardware-Timer
00	00 - 07	00 - 07	—	—
01	10 - 17	10 - 17	—	—
02	20 - 27	20 - 27	—	—
03	30 - 37	30 - 37	—	—
1X	—	—	00 - 07	00 - 07
2X	—	—	10 - 17	10 - 17
3X	—	—	20 - 27	20 - 27
4X	—	—	30 - 37	30 - 37

X = wird nicht eingestellt

Tabelle 1: Zuordnung der Operanden-Kennzahlen zu den Port-Nummern

SPS-Programm / SPS-Operationen

4.3.2. Die Operationen

Um mit den Operanden arbeiten zu können, muß man sie verknüpfen. So soll z.B. eine Lampe nur dann leuchten, wenn die Eingangsschalter in einer bestimmten Stellung stehen. Neben diesen Verknüpfungen sind aber noch andere Befehle notwendig. So muß man zum Beispiel einen Zähler auf einen bestimmten Wert setzen können. Die Verknüpfungen und die zusätzlichen Befehle nennt man im allgemeinen Operationen, da sie mit den Operanden (Eingänge, Ausgänge, Merker usw.) etwas machen. Das BFZ-SPS-Programm kennt folgende Operationen:

Operation	Symbol
UND	*
UND NICHT	*/
ODER	+
ODER NICHT	+/
GLEICH	=
GLEICH NICHT	=/
SETZEN	=S
NICHT SETZEN	=/S
RÜCKSETZEN	=R
NICHT RÜCKSETZEN	=/R
LADEN	=L
NICHT LADEN	=/L

SPS-Programm / SPS-Operationen

4.3.2.1. Ein SPS-Ausdruck mit Bedingungs- und Zuweisungs-Teil

Ein Ausdruck enthält mindestens ein Gleichheitszeichen. Den Teil links vom Gleichheitszeichen nennt man Bedingungsteil, den Teil rechts vom Gleichheitszeichen nennt man Zuweisungsteil.

..... =
Bedingungs-Teil Zuweisungs-Teil

Der Bedingungsteil besteht aus einer logischen Verknüpfung (die im Sonderfall nur aus einem Operanden besteht). Die Bedingung ist dann erfüllt (wahr, true), wenn das Verknüpfungsergebnis den logischen Wert "1" annimmt. Um das Verknüpfungsergebnis berechnen zu können, muß man die Zustände der einzelnen Operanden kennen:

Eingänge sind dann logisch "1", wenn die entsprechende LED auf der Frontplatte der Eingabe-Baugruppe leuchtet.

Ausgänge sind dann logisch "1", wenn die entsprechende LED auf der Ausgabe-Baugruppe leuchtet. Die Ausgangsbuchse führt dann H-Pegel.

Merker sind logisch "1", wenn die entsprechende LED auf der Zeitwerk-Baugruppe leuchtet. Der Merker ist dann gesetzt.

Software-Timer, Hardware-Timer und Zähler sind dann logisch "1", wenn sie "abgelaufen" sind.

Das Ergebnis der Verknüpfung im Bedingungsteil wird, wie in der Digitaltechnik, nach den Regeln der boolschen Algebra bestimmt. Die SETZ-, RÜCKSETZ- und LADE-Anweisungen im Zuweisungsteil des Ausdrucks werden nur dann ausgeführt, wenn die Bedingung den Wert "1" hat. Das Gleiche gilt für die Anweisung ".....=Cxx" (zähle Zähler xx um Eins herab). In allen anderen Fällen nimmt der Operand im Zuweisungs-Teil das Ergebnis der Bedingung an (ihm wird das Ergebnis zugewiesen).

Manche Ausdrücke haben mehrere Zuweisungen, aber nur eine Bedingung. In diesem Fall ist die Bedingung für alle Zuweisungen gültig.

SPS-Programm / SPS-Operationen

4.3.2.2. Die GLEICH-Anweisung (=)

Soll eine Lampe, die am Ausgang A00 angeschlossen ist, immer dann leuchten, wenn der Schalter am Eingang E00 betätigt wird, so kann man in einem SPS-Programm schreiben:

$$*E00=A00$$

Am Anfang einer Anweisung muß in einem BFZ-SPS-Programm entweder das Symbol "*" oder das Symbol "+" stehen. Durch diese Symbole können die Anweisungen vom SPS-Programm leichter interpretiert werden.

Wie in der Mathematik, so sind auch hier die Ausdruck-Teile rechts und links vom Gleichheitszeichen gleichwertig.

Immer wenn der Schalter E00 (im linken Teil des Ausdrucks) in der EIN-Stellung ist, ist auch die Lampe A00 eingeschaltet.

Das BFZ-SPS-Programm erlaubt Mehrfach-Zuweisungen:

$$*E00=A00=A01$$

Bei diesem Ausdruck wurde die Anweisung "=A01" angefügt. Wenn der Schalter E00 in EIN-Stellung ist, so wird neben Ausgang A00 auch der Ausgang A01 eingeschaltet. Das Ergebnis des Bedingungsteils wird beiden Ausgängen zugewiesen.

4.3.2.3. Die UND-Verknüpfung (*)

Will man, daß die Lampe am Ausgang nur dann leuchtet, wenn der Schalter am Eingang E00 und der Schalter am Eingang E01 betätigt sind, so muß man schreiben:

$$*E00*E01=A00$$

Das "*" -Symbol steht für die UND-Verknüpfung.

4.3.2.4. Die ODER-Verknüpfung (+)

Eine andere mögliche Forderung wäre, daß die Lampe am Ausgang A00 nur dann leuchten soll, wenn entweder der Schalter am Eingang E00 oder der Schalter am Eingang E01 oder beide Schalter betätigt werden. Diese Forderung kann man durch folgende SPS-Anweisung beschreiben:

$$*E00+E01=A00$$

Die ODER-Verknüpfung wird durch das "+" -Symbol dargestellt.

SPS-Programm / SPS-Operationen

4.3.2.5. Die SETZ-Anweisung (=S)

Manchmal muß ein Impuls gespeichert werden. Dies ist z.B. dann notwendig, wenn eine Lampe durch die kurzzeitige Betätigung eines Tasters eingeschaltet werden soll. Ist die Lampe am Ausgang A00 angeschlossen und der Taster am Eingang E00, dann würde die Lampe bei dem Ausdruck

$$*E00=A00$$

nur solange leuchten, wie der Taster betätigt wird.

Die Forderung wird erfüllt, wenn man die folgende Anweisung verwendet:

$$*E00=SA00$$

Der Buchstabe "S" steht für die SETZ-Anweisung. Der Ein-Zustand wird gespeichert, wie bei einem Schütz mit Selbsthaltung oder einem bistabilen Kippglied. Dieser gespeicherte Zustand muß durch eine RÜCKSETZ-Anweisung gelöscht werden.

4.3.2.6. Die RÜCKSETZ-Anweisung (=R)

Mit der RÜCKSETZ-Anweisung kann eine SETZ-Anweisung rückgängig gemacht werden.

Ein Beispiel:

$$\begin{aligned} *E00=SA00 \\ *E01=RA00 \end{aligned}$$

Der erste Ausdruck wurde bereits im Abschnitt 4.3.2.5. (SETZ-Anweisung) erläutert: wird der Taster am Eingang E00 kurzzeitig betätigt, so wird der Ein-Zustand gespeichert und die Lampe am Ausgang A00 leuchtet auch dann noch, wenn man den Taster los läßt. Diese Speicherung des Ein-Zustandes wird durch den zweiten Ausdruck erst dann aufgehoben, wenn der Taster (oder Schalter) am Eingang E01 betätigt wird. Ist die Bedingung "Taster E01 betätigt" erfüllt, so wird die RÜCKSETZ-Anweisung ausgeführt und der Ausgang A00 wird ausgeschaltet (der gespeicherte Zustand wird gelöscht). In diesem Beispiel wird davon ausgegangen, daß nie beide Schalter (E00, E01) gleichzeitig betätigt sind.

SPS-Programm / SPS-Operationen

4.3.2.7. Die LADE-Anweisung (=L)

Im BFZ-SPS-Programm können auch Software-Timer (Z) und Zähler (C, Counter) verwendet werden. Will man mit diesen Timern und Zählern arbeiten, so müssen sie mit einem bestimmten Wert geladen werden. Die Software-Timer zählen von diesem Wert im 1/10-Sekunden-Takt abwärts. Die Zähler zählen, abhängig von bestimmten Bedingungen, ebenfalls abwärts. Eine Lade-Anweisung hat die Form:

"Bedingung"=LZ00,12345

In diesem Beispiel wird der Software-Timer Z00 mit dem dezimalen Wert 12345 geladen, wenn die Bedingung erfüllt ist. Die Lade-Anweisung für einen Zähler sieht entsprechend aus:

"Bedingung"=LC00,12345

Der Zähler (Counter) C00 wird dann mit dem dezimalen Wert 12345 geladen, wenn die Bedingung erfüllt ist.

Der Lade-Wert darf zwischen 0 und 65535 (dezimal) liegen.

4.3.2.8. Die Negation (/)

Durch das Symbol "/" kann ein Operanden-Zustand negiert (umgekehrt) werden. Es ist ebenso möglich, das gesamte Verknüpfungsergebnis zu negieren:

* /E00=A00

Der Ausgang A00 wird immer dann auf "Ein" geschaltet, wenn der Eingang E00 nicht "Ein" ist. Sonst wird der Ausgang auf "Aus" geschaltet.

E00/E01=SA00

Der Ausgang A00 wird nur dann gesetzt (Speicherung des "Ein"-Zustands), wenn E00 logisch "1" ist und E01 nicht logisch "1" ist.

E00/E01=/SA00

Der Ausgang A00 wird nur dann gesetzt, wenn E00 nicht logisch "1" ist und E01 logisch "1" ist.
(Beachten Sie den Unterschied zum vorhergehenden Beispiel).

4.3.2.8. Syntax-Diagramm

Aus dem folgenden Syntax-Diagramm für SPS-Anweisungen (Bild 6) kann man die richtige Schreibweise aller Programmbefehle ablesen. Um die Handhabung zu verdeutlichen, soll ein Syntax-Diagramm erläutert werden, das die Bildung von Zahlen darstellt:

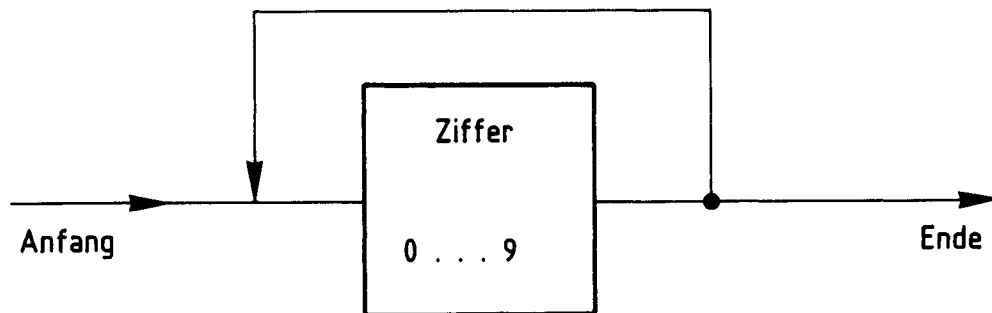
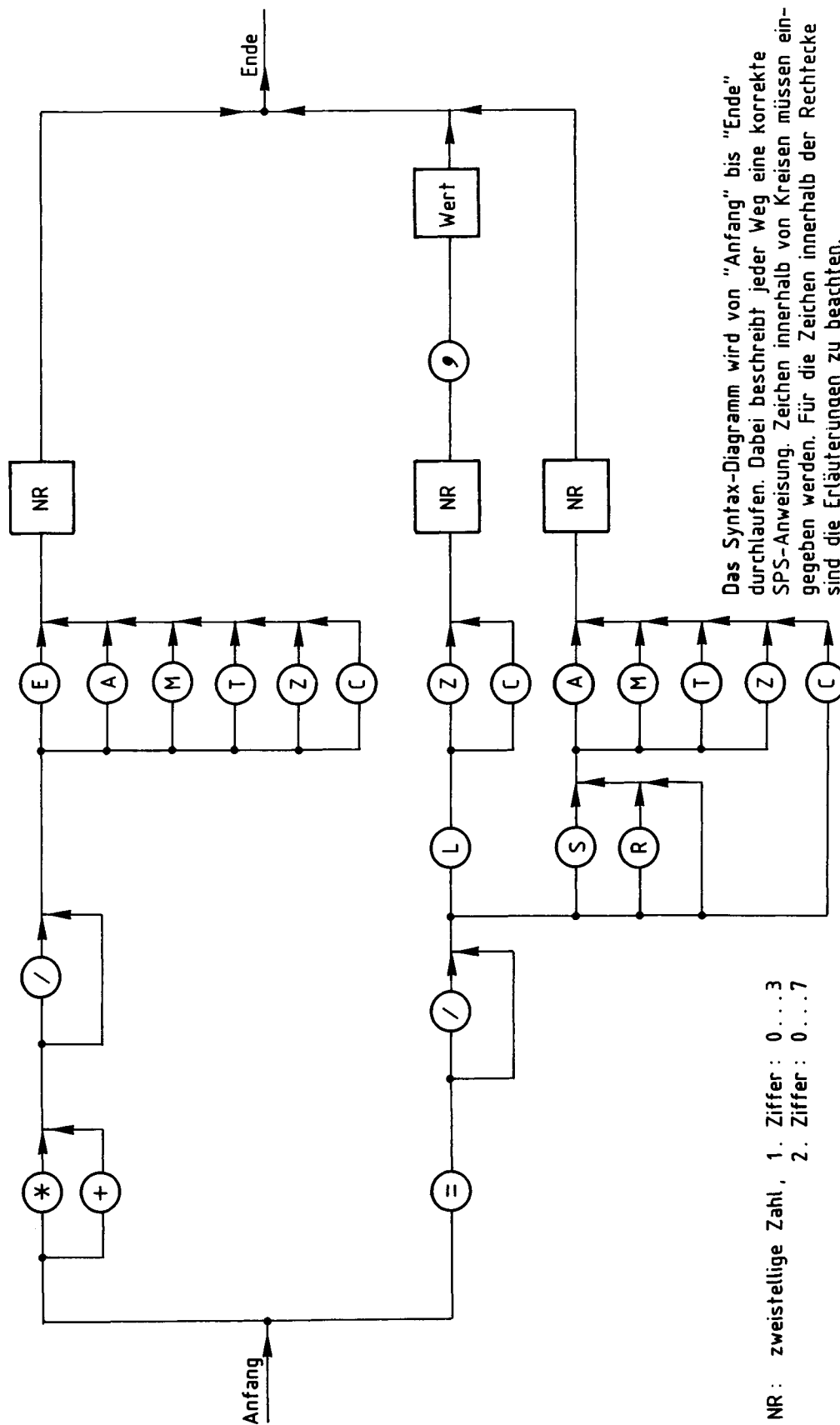


Bild 5: Syntax-Diagramm zur Bildung von Zahlen

Das Syntax-Diagramm besteht aus mehreren Linien, die Wege darstellen. Um eine Zahl zu bilden, muß das Diagramm von "Anfang" bis "Ende" durchlaufen werden. Dabei darf man sich nie gegen die Pfeilrichtung bewegen.

Der erste Weg führt auf ein Rechteck. Der Text im Rechteck besagt, daß zur Bildung einer Zahl eine Ziffer (0 ... 9) geschrieben werden muß. Nach dem Rechteck verzweigt der Weg. Man kann entweder direkt zum "Ende" gehen, oder man geht zurück zur linken Seite des Rechtecks. Im ersten Fall ist die Zahl gebildet. Sie besteht dann nur aus einer Ziffer. Im zweiten Fall kann man der ersten Ziffer eine weitere anfügen. Nachdem man eine Ziffer angefügt hat, besteht erneut die Möglichkeit sich zu entscheiden, ob eine weitere Ziffer angehängt werden soll oder nicht.

SPS-Programm / Syntax-Diagramm



Das Syntax-Diagramm wird von "Anfang" bis "Ende" durchlaufen. Dabei beschreibt jeder Weg eine korrekte SPS-Anweisung. Zeichen innerhalb von Kreisen müssen eingegeben werden. Für die Zeichen innerhalb der Rechtecke sind die Erläuterungen zu beachten.

NR: zweistellige Zahl, 1. Ziffer: 0...3
2. Ziffer: 0...7

Wert: Zahl von 0 bis 65535

Bild 6: Syntax-Diagramm für SPS-Anweisungen

SPS-Programm

	Kontaktschaltung	Logikplan	Sprachliche Beschreibung	SPS-Programm
UND			(UND) E00 UND E01 GLEICH A00	* E00 * E01 = A00
ODER			(UND) ODER E00 E01 GLEICH A00	* E00 + E01 = A00
NICHT			(UND) NICHT E00 GLEICH A00 oder UND E00 GLEICH NICHT A00	*/E00 = A00 oder * E00 =/A00
SETZE/RÜCKSETZE			(UND) E00 UND NICHT E01 SETZE A00 (UND) E01 RÜCKSETZE A00	* E00 */ E01 = SA00 * E01 = RA00
ZEITWERK			(UND) E00 GLEICH T00 (UND) E00 GLEICH A00	* E00 = T00 * T00 = A00

Bild 7: Vergleich: Kontaktschaltung, Logikplan, SPS-Programm

SPS-Programm / Grundzustand der Operanden, Programm-Beispiele

4.3.3. Grundzustand der Operanden

Immer wenn das Programm sein Prompt "SPS>" ausgibt und auf die Eingabe eines Befehls wartet, nehmen die Operanden folgende Zustände ein:

Eingänge	entsprechend den Eingangssignalen
Ausgänge	logisch "0" (L-Pegel)
Merker	logisch "0"
Hardware-Timer	logisch "0"
Software-Timer	logisch "0"
Zähler	logisch "0"

Diese Zustände werden auch beim Start eines SPS-Programms eingenommen und können nur durch entsprechende Anweisungen bzw. äußere Signale verändert werden.

4.3.4. Programm-Beispiele

4.3.4.1. Blinklicht

Ausgang A00 blinkt:

Programm	Kommentar
*M00=LZ00,10=LZ01,10	Wenn der Merker M00 nicht logisch "1" ist (alle Operanden sind beim Programm-Start logisch "0"), dann lade die Software-Timer Z00 und Z01 mit dem Wert 10 (Laufzeit 1 Sekunde).
*/A00=SZ00	Wenn Ausgang A00 nicht logisch "1" (Bedingung ist beim Programm-Start erfüllt), dann setze (starte) Timer Z00.
*Z00=SA00=SZ01=RZ00	Wenn Timer Z00 abgelaufen, dann setze Ausgang A00, setze (starte) Timer Z01 und setze Timer Z00 zurück.
*Z01=RA00=RZ01	Wenn Timer Z01 abgelaufen, dann setze Ausgang A00 und setze Timer Z01 zurück.

SPS-Programm / Programm-Beispiele

4.3.4.2. Zähler

Der Zähler zählt die Häufigkeit der "EIN"-Zustände von E00. Nach 5 mal "EIN" wird über A00 ein Signal ausgegeben. Dieses Signal (und der Zähler) kann mit einem "Ein"-Signal von E01 rückgesetzt werden.

Programm	Kommentar
*/M01=LC00,5=SM01	Wenn Merker M01 nicht logisch "1" ist (dies ist beim Programm-Start der Fall), dann lade den Zähler C00 mit dem Wert 5 und setze den Merker M01. Da M01 nun gesetzt ist, ist die Bedingung beim nächsten Programm-Durchlauf nicht erfüllt und der Zähler-Wert wird nicht durch den LADE-Befehl verändert.
*/M00*E00=C00=SM00	Wenn der Merker M00 nicht logisch "1" ist (beim Programm-Start erfüllt) und wenn der Eingang E00 logisch "1" ist, dann ziehe vom augenblicklichen C00-Zählerstand Eins ab und setze M00. Durch das Setzen des Merkers wird der Zähler gesperrt.
*/E00=RM00	Wenn E00 nicht mehr auf logisch "1" ist, dann setze M00 zurück und gebe so den Zähler frei.
*C00=SA00	Wenn der Zähler abgelaufen ist, dann setze den Ausgang A00 (Signal).
*E01=RM01=RA00	Wenn E01 logisch "1" ist, dann setze M01 (gebe Lade-Befehl frei) und A00 (lösche Signal) zurück.

SPS-Programm / Aufruf des SPS-Programms

4.3.5. Aufruf des SPS-Programms

Um mit dem SPS-Programm arbeiten zu können, muß erst die Monitor-Erweiterung MAT 85+ aufgerufen werden:

Nach dem Einschalten des Mikrocomputers und dem Betätigen der Leertaste (Space) meldet sich das Betriebsprogramm MAT 85. Nachdem es eine Liste aller zur Verfügung stehenden Kommandos ausgegeben hat, erscheint die "Bereit"-Meldung (Prompt) von MAT 85:

KMD >_

Durch Betätigen der Leertaste kann nun die Monitor-Erweiterung MAT 85+ aufgerufen werden. Die Erweiterung meldet sich mit dem Prompt:

KMD+>_

Zum Aufruf des SPS-Programms muß nun die Taste "S" und anschließend die "CR"-Taste (Carriage Return, Wagenrücklauf), gedrückt werden:

KMD+ > SPS

BFZ-SPS-PROGRAMM V2.1

EDIT
GO
HELP
LIST
NEW
READ
STEP
TRACE
WRITE
QUIT

SPS >_

S CR eintippen,
"PS" wird ergänzt

Das Programm meldet
sich, listet seine
Kommandos auf

und ist bereit, Be-
fehle entgegenzu-
nehmen.

Wurde das SPS-Programm bereits zuvor aufgerufen, so meldet es sich mit:

BFZ-SPS-PROGRAMM V2.1 RESTART

Durch das Wort "RESTART" und ein akustisches Signal zeigt das Programm, daß es schon einmal aufgerufen wurde. Der Programmspeicher-Inhalt entspricht dem Zustand vor der Ausführung des letzten QUIT-Kommandos.

SPS-Programm / Kommando-Eingabe

4.3.6. Kommando-Eingabe

Die Bereitschaft zur Annahme eines Kommandos zeigt das Programm durch den Ausdruck "SPS>" an.

Jedes der oben aufgelisteten Kommandos kann durch die Eingabe seines ersten Buchstabens und durch anschließendes Betätigen der Taste "CR" (Carriage Return, Wagenrücklauf) aufgerufen werden. Daraufhin druckt das Programm den vollständigen Kommandonamen und fordert eventuell zusätzliche Informationen an. Falsch eingegebene Zeichen können durch die Betätigung der Taste "DEL" (Delete, Löschen) oder "BS" (Backspace, Rückwärtsschritt) gelöscht werden. Soll das Kommando abgebrochen werden, muß die Taste "ESC" (Escape, Flucht) betätigt werden. Man wechselt dann automatisch vom SPS-Programm zum Betriebsprogramm MAT 85. Dieses quittiert die Eingabe von "ESC" durch ein akustisches Signal und fordert durch das Ausdrucken von "KMD >" ein neues Kommando an.

4.3.7. Bildschirm-Modus, Drucker-Modus

Das SPS-Programm unterscheidet zwischen Bildschirm-Modus und Drucker-Modus. Immer dann, wenn das Programm auf eine neue Eingabe wartet, kann durch gleichzeitiges Betätigen der Tasten "CONTROL" und "P" zwischen dem Bildschirm- und dem Drucker-Modus gewechselt werden. Im Drucker-Modus erfolgen alle Ausgaben gleichzeitig auf dem Bildschirm und auf dem Drucker

4.3.8. Bediener-Führung

Bei allen Eingaben prüft das Programm, ob die Eingabedaten dem notwendigen Format entsprechen. Ist dies nicht der Fall, wird der Bediener durch ein akustisches Signal auf seinen Fehler aufmerksam gemacht.

4.3.9. Beschreibung der Kommandos

4.3.9.1. Das HELP-Kommando

Mit dem HELP-Kommando lassen sich die Namen der zulässigen Kommandos in alphabetischer Reihenfolge ausdrucken.

Aufruf und Handhabung:

```
SPS > HELP
```

```
(Kommando-Ausführung)
```

```
SPS > _
```

H CR eintippen,
"ELP" wird ergänzt

nächstes Kommando

Zur Kommando-Ausführung:

- Nach dem Ausdrucken aller Kommandonamen erfolgt ein Rücksprung in die Kommando-Routine (SPS>).
- Zum Aufruf eines der Kommandos muß nur der 1. Buchstabe, gefolgt von der Taste CR, eingegeben werden.
- Eingaben, die vor der Betätigung von CR erfolgen, können mit den Tasten DEL (Delete, löschen) und BS (Backspace, Rückwärtsschritt) gelöscht werden.

4.3.9.2. Das EDIT-Kommando

Mit dem Kommando EDIT wird ein Unterprogramm, der Editor, aufgerufen. Mit ihm können die einzelnen Programmschritte des SPS-Programms eingegeben werden. Außerdem ermöglicht er das Einfügen, Löschen, Verändern und Suchen einzelner Programmschritte. Der Editor überprüft alle Eingaben die der Bediener macht. Fehler werden durch ein akustisches Signal angezeigt und in einem Großteil der Fälle durch eine Meldung erläutert.

Aufruf:

```
SPS > EDIT
```

E eintippen,
"DIT" wird ergänzt

Steht noch kein Programm im Speicher, meldet der EDITOR:

```
ANF: <ENDE>
```

"ANF:" zeigt an, daß man sich am Programm-Anfang befindet. <ENDE> bedeutet, daß hier das Programm-Ende ist. Da kein Programm im Speicher ist, fallen Anfang und Ende zusammen. Wenn ein Programm im Speicher ist, wird statt <ENDE> die erste Anweisung angezeigt.

Zum Beispiel:

```
ANF: *E00
```

Die Ausdrücke, die man mit Hilfe des Editors eingeben kann, bestehen nur aus kleinen Teilausdrücken. So muß z.B. der Ausdruck "*E00*/E01+E02=SA00=LZ03,44" in die fünf Teilausdrücke "*E00", "*/E01", "+E02", "=SA00" und "=LZ03,44" zerlegt werden. Die Teilausdrücke, die einer Anweisung entsprechen, dürfen maximal ein Verknüpfungs-Symbol ("+" oder "*") bzw. ein Gleichheitszeichen enthalten. Beim Eingeben eines SPS-Programms muß die Eingabe eines solchen Teilausdrucks durch die Betätigung der - Taste abgeschlossen werden.

Um die Bedienung des Editors näher zu erläutern, soll das SPS-Programm aus Abschnitt 4.3.2.3. eingegeben werden:

*E00*E01=A00

Schirmbild	Eingabe, Kommentar
SPS > EDIT	E <input type="checkbox"/> eintippen, "DIT" wird ergänzt
ANF: <ENDE> *E00	noch keine Anweisungen im Speicher. Eingabe: *E00 <input type="checkbox"/>
<ENDE> *E01	Anfang nun nicht mehr gleich Ende, da bereits eine Anweisung (*E00) eingegeben wurde. Eingabe: *E01 <input type="checkbox"/>
<ENDE> =A00	Eingabe der letzten Anweisung: =A00 <input type="checkbox"/>
<ENDE>	Beenden der Programmeingabe durch Betätigung von <input type="checkbox"/>
SPS > _	

Jede Eingabe muß durch die Betätigung von abgeschlossen werden. Um den Editor zu verlassen, muß als erstes Zeichen eingegeben werden. Wurden Eingaben noch nicht durch abgeschlossen, so ist die Korrektur von Tippfehlern durch Betätigen der Tasten , oder möglich.

ANZEIGEN der Anweisungen:

Mit SP kann man zur nächsten Anweisung im Programmspeicher gehen, mit - kann man zur vorherigen Anweisung im Programmspeicher zurück gelangen:

Schirmbild	Eingabe, Kommentar
SPS > EDIT	E <input type="checkbox"/> CR eintippen "DIT" wird ergänzt
ANF: *E00	Anzeige der ersten Anweisung. Eingabe: <input type="checkbox"/> SP
*E01	Anzeige der nächsten Anweisung. Eingabe: <input type="checkbox"/> SP
=A00	Anzeige der nächsten Anweisung. Eingabe: <input type="checkbox"/> SP
< ENDE >	Ende des SPS-Programms. Eingabe: <input type="checkbox"/> -
=A00	Anzeige der vorherigen Anweisung. Eingabe: <input type="checkbox"/> -
*E01	Anzeige der vorherigen Anweisung. Eingabe: <input type="checkbox"/> -
ANF: *E00	Anzeige der vorherigen Anweisung (Programm-Anfang)

Wird statt SP oder - aus Versehen CR betätigt, wird der Editor wieder verlassen.

ANZEIGEN von Programm-Anfang und -Ende:

Durch Drücken von kann man an das Programm-Ende springen:

ANF: *E00
< ENDE >

Eingabe:

Durch Drücken von kann man an den Programm-Anfang springen:

< ENDE >
ANF: *E00

Eingabe:

ANWEISUNGEN EINFÜGEN:

```
*E01 <*E02
```

```
*E01
```

```
*E02
```

Eingabe: <*E02 CR
Füge vor der angezeigten Anweisung (*E01) die Anweisung *E02 ein.
"<" ist das Einfügezeichen.

Es wird die gleiche Anweisung angezeigt wie vor der Einfügung.
Die neue Anweisung (*E02) steht vor der angezeigten Anweisung.
Eingabe: - (zeige die vorhergehende Anweisung an)

Diese Anweisung wurde eingefügt.

ANWEISUNGEN LÖSCHEN:

```
*E02 >
```

```
*E01
```

Eingabe: > CR
Lösche die angezeigte Anweisung.
">" ist das Symbol zum Löschen der angezeigten Anweisung.

Es wird die Anweisung angezeigt, die der gelöschten Anweisung folgt.

ÜBERSCHREIBEN falscher Anweisungen:

```

    *E01  *E02

    =A00

    *E02  *E01

    =A00

SPS > _

```

Eingabe: *E02
 (Überschreibe *E01
 mit *E02)

Es wird die folgende
 Anweisung angezeigt.
 Eingabe:
 (Zeige die vorher-
 gehende Anweisung an)

Diese Anweisung
 (*E02) hat die Anwei-
 sung *E01 ersetzt.
 Eingabe: *E01
 (Überschreibe *E02
 mit *E01)

Es wird die folgende
 Anweisung angezeigt.
 Eingabe:
 (Beende den Editor)

Der Editor akzeptiert keine fehlerhaften Eingaben. Die Fehler-
 stelle wird vom Editor durch ein Fragezeichen markiert:

```

SPS > EDIT

ANF: *E00  E02

ANF: *E00  E02
        ?

SPS > _

```

E eintippen
 "DIT" wird ergänzt

Anzeige der ersten
 Anweisung *E00

Versuch die Anweisung
 *E00 zu überschrei-
 ben:

Eingabe: E02
 (Eingabe fehlerhaft,
 da Verknüpfungssymbol
 fehlt)

Anzeige der alten An-
 weisung (*E00).
 Die Fehlerstelle wird
 durch ein Fragezeichen
 markiert.

Eingabe:
 (Beenden des Editors)

Die SUCHFUNKTION:

ANF: *E00 ?0

*E01 ?0

=A00 ?0

=A00 ?0 NICHT GEFUNDEN

=A00

ANF: *E00 ?E01

*E01

Eingabe: ?0
Suche nächste Anweisung, die eine Null enthält.

Die nächste Anweisung, die eine Null enthält, wird angezeigt.

Eingabe: ?
Suche das zuletzt gesuchte Zeichen (im Beispiel "0") erneut. Die Eingabe von "0" kann entfallen, da das Programm sich das Zeichen "gemerkt" hat. Das Zeichen wird auf dem Bildschirm ergänzt.

Die nächste Anweisung, die eine Null enthält, wird angezeigt.

Eingabe: ?
Suche das gesuchte Zeichen ("0") erneut.

Keine weiteren Anweisungen mit "0". Es wird die gleiche Anweisung angezeigt wie vor dem Suchbefehl.

Eingabe: (Sprung an den Programmanfang)

Eingabe: ?E01
Suche nächste Anweisung mit dem Operanden E01.

Anzeige der nächsten Anweisung mit dem Operanden E01

SPS-Programm / EDIT-Kommando

Die folgende Tabelle zeigt eine Zusammenfassung aller EDIT-Kommandos:

Eingabe	Wirkung
xxxx <input type="text" value="CR"/>	ÜBERSCHREIBEN der angezeigten Programmzeile mit xxxx. Wird <ENDE> angezeigt, so wird xxxx vor <ENDE> eingefügt
> <input type="text" value="CR"/>	LÖSCHEN der angezeigten Programmzeile
< xxxx <input type="text" value="CR"/>	EINFÜGEN von xxxx vor der angezeigten Programmzeile
<input type="text" value="SP"/>	ANZEIGEN der nächsten Programmzeile
<input type="text" value="←"/>	ANZEIGEN der vorhergehenden Programmzeile
<input type="text" value="↑"/>	ANZEIGEN von <ENDE>. Vorbereitung zum Anfügen von Programmzeilen
<input type="text" value="↑"/>	ANZEIGEN der ersten Programmzeile
<input type="text" value="?"/> y <input type="text" value="CR"/>	SUCHEN von y in den folgenden Programmzeilen
<input type="text" value="CR"/>	BEENDEN des Edit-Modus

xxxx = vollständige SPS-Anweisung
 y = zu suchendes Zeichen

Tabelle 2: EDIT-Kommandos

Geben Sie das folgende SPS-Programm ein:

E9 SPS

*E00=M00
*M00=A00

Fügen Sie die Anweisungen

*M00
=/M00


in der Programm-Mitte ein.

Ändern Sie die zweite Anweisung (=M00) in:

=/A00

Löschen Sie die Anweisungen

*M00
=/M00

Gehen Sie mit  an den Programm-Anfang und suchen Sie die nächste Anweisung, die einen Merker enthält.

Löschen Sie die Anweisungen

*M00
=A00

Das Programm sollte nun aus folgenden Anweisungen bestehen:

*E00
=/A00

4.3.9.3. Das GO-Kommando

Durch das GO-Kommando kann ein im Programm-Speicher befindliches SPS-Programm gestartet werden. Zu Beginn haben alle Ausgänge, Merker, Timer und Zähler den Zustand logisch "0".

Aufruf:

```
SPS > GO
```

G CR eintippen
"O" wird ergänzt

```
*** SPS-PROGRAMM GESTARTET ***
```

Ein laufendes SPS-Programm kann durch Drücken einer beliebigen Taste der Tastatur (außer CONTROL, BREAK und SHIFT) abgebrochen werden, wenn die im Anhang beschriebene Schaltungsergänzung durchgeführt wurde.

Wenn die erste Anweisung im SPS-Programm keine Bedingung ist, oder wenn die letzte Anweisung im SPS-Programm keine Zuweisung ist, wird die Fehlermeldung

```
*** PROGRAMM-FEHLER ***
```

ausgegeben. Das Programm meldet sich dann mit seinem Prompt "SPS " und ist bereit, ein neues Kommando entgegenzunehmen.

Softwarepaket SP 1

Name: _____

SPS-Programm / GO-Kommando

Datum: _____

Geben Sie folgendes Programm ein:

G2 SPS

*E00=/A00

Starten Sie das Programm und protokollieren Sie den Signalzustand des Ausgangssignals A00 in Abhängigkeit vom Eingangssignal E00:

Eingang E00	Ausgang A00
logisch "0"	
logisch "1"	

Was bewirkt dieses Programm ?

Antwort: _____

Verlassen Sie das SPS-Anwenderprogramm

- a) bei erfolgter Umrüstung, wie im Anhang beschrieben, durch die Betätigung einer Taste der Tastatur.
- b) durch Betätigung des RESET-Tasters.

Zu a) In welchem Programmteil befinden Sie sich ?

Antwort: _____

Zu b) In welchem Programmteil befinden sie sich ?

Antwort: _____

4.3.9.4. Das LIST-Kommando

Mit dem LIST-Kommando kann das im Programm-Speicher befindliche SPS-Programm aufgelistet werden.

Aufruf:

```
SPS> LIST
```

```
(Auflistung des Programms)
```

```
SPS> _
```

L CR eintippen
"IST" wird ergänzt

Das Programm ist
bereit, weitere
Kommandos entgegen-
zunehmen.

Bei der Auflistung des Programms steht jeder SPS-Ausdruck in einer eigenen Zeile. Wenn der Bildschirm voll ist, erscheint die Meldung "=> SPACE". Die Auflistung wird fortgesetzt, wenn die Space-Taste betätigt wird.

Wenn der Drucker eingeschaltet ist, erfolgt ein kontinuierlicher Ausdruck.

4.3.9.5. Das NEW-Kommando

Mit dem NEW-Kommando kann ein im Programmspeicher befindliches SPS-Anwender-Programm komplett gelöscht werden.

Aufruf:

```
SPS > NEW
```

N CR eintippen
"EW" wird ergänzt

Anzeige:

```
SPS > _
```

Das Programm ist
bereit, weitere
Kommandos entgegen-
zunehmen.

4.3.9.6. Das QUIT-Kommando

Mit dem QUIT-Kommando kann das SPS-Programm verlassen werden. Man gelangt dann automatisch zur Monitorerweiterung MAT 85+ zurück.

Aufruf:

```
SPS> QUIT
```

```
KMD+> _
```

Q CR eintippen
"UIT" wird ergänzt

Die Monitorerweiterung MAT 85+ meldet sich und ist bereit, Kommandos entgegen zu nehmen.

Wird SPS nun erneut aufgerufen, so meldet es sich mit:

```
BFZ-SPS-PROGRAMM V2.1 RESTART
```

Durch den Zusatz "RESTART" und ein akustisches Signal zeigt das Programm an, daß es schon einmal aufgerufen wurde. Der Programmspeicher-Inhalt ist gegenüber dem letzten Aufruf unverändert, wenn er nicht durch andere Kommandos (z.B. "ASSEMBLER") verändert wurde.

4.3.9.7. Das READ-Kommando

Mit dem READ-Kommando kann ein SPS-Programm, das zuvor mit dem WRITE-Kommando auf Kassette abgespeichert wurde, in den Programmspeicher geladen werden. Dazu wird das Kassetten-Interface BFZ/MFA 4.4. benötigt.

Aufruf:

```
SPS > READ
```

```
SPACE, DANN BAND EINSCHALTEN
```

R CR eintippen
"EAD" wird ergänzt

Um das Programm von einer Kassette in den Programmspeicher zu laden, muß erst die Space-Taste betätigt werden. Anschließend ist der Recorder einzuschalten.

Nach erfolgreichem Einlesen meldet sich das Programm mit "SPS>" und ist bereit, weitere Befehle entgegenzunehmen. Wenn ein Lade-Fehler auftritt, wird eine entsprechende Fehlermeldung ausgegeben. Das Programm meldet sich anschließend mit "SPS>" und ist bereit, weitere Befehle entgegenzunehmen. Trat ein Lesefehler auf, so ist der Programmspeicher leer.

4.3.9.8. Das STEP-Kommando

Das SPS-Programm kann schrittweise abgearbeitet werden. Dazu muß vor dem Starten des Programms mit dem GO-Kommando der Einzelschritt-Modus mit dem STEP-Kommando eingeschaltet werden. Das Abschalten des Einzelschritt-Betriebes erfolgt ebenfalls mit dem STEP-Kommando.

Aufruf:

```

SPS > STEP

EIN/AUS = X

SPS > _
    
```

S CR eintippen
 "TEP" wird ergänzt

X = aktueller Modus

X: A = Aus
 E = Ein

Mögliche Eingaben:
 A = STEP-Modus aus
 E = STEP-Modus ein
CR oder SP = STEP-Modus unverändert

Das Programm ist bereit, weitere Kommandos entgegenzunehmen.

Das SPS-Programm kann bei eingeschaltetem STEP-Modus, wie im Abschnitt 4.3.9.3. beschrieben, mit dem GO-Kommando gestartet werden. Es wird dann jede Anweisung vor der Ausführung angezeigt. Die Anweisung wird erst ausgeführt, wenn die Space-Taste betätigt wird. In diesem Fall wird das Ergebnis einer Anweisung (logisch Null oder logisch Eins) angezeigt. Bei SETZ- und RÜCKSETZ-Anweisungen, sowie bei den Anweisungen "=Zxx", "=Txx", "=L..." und "=Cxx", entspricht das angezeigte Ergebnis nicht dem logischen Zustand, sondern gibt an, ob die Anweisung ausgeführt wurde <1> oder nicht <0>. Bei der Anzeige des Ergebnisses, das innerhalb von spitzen Klammern steht, wird eine eventuelle Negation ("/") berücksichtigt. Betätigt man statt der Space-Taste die CR-Taste, so wird das Programm abgebrochen und es erscheint "SPS>". Der STEP-Modus kann entweder durch gezieltes Ausschalten, wie oben beschrieben, oder durch Verlassen des SPS-Programms ausgeschaltet werden.

Beispiel für die Anzeige im Einzelschritt-Modus bei dem Programm

*E00
*E01
=A00

*** SPS-PROGRAMM GESTARTET ***

*E00<0>

*E01<1>

=A00<0>

*E00 wird angezeigt.
Die Anweisung, den
Eingabekanal E00 zu
lesen, wird erst
ausgeführt, wenn SP
betätigt wird. Das
Ergebnis, hier "0",
wird dann ergänzt.

*E01 wird angezeigt.
Die Anweisung, den
Eingabekanal E01 zu
lesen, wird erst
ausgeführt, wenn SP
betätigt wird. Das
Ergebnis, hier "1",
wird dann ergänzt.

=A00 wird angezeigt.
Die Anweisung, das
Verknüpfungsergebnis
"E00*E01" dem Ausgang
A00 zuzuweisen, wird
erst ausgeführt, wenn
 SP betätigt wird. Das
Ergebnis, hier "0",
wird dann ergänzt.

Softwarepaket SP 1

Name:

SPS-Programm / STEP-Kommando

Datum:

Geben Sie folgendes Programm ein:

S3 SPS***E00=/A00**

- Stellen Sie den Schalter für E00 auf "AUS" (LED aus).
- Schalten Sie den STEP-Modus ein und starten Sie das Programm.
- Füllen sie die nachstehende Tabelle für drei Schritte aus:

Schritt	Anweisung	Ergebnis
1		
2		
3		

- Schalten Sie nun E00 auf "EIN"
- Protokollieren Sie die nächsten Schritte:

Schritt	Anweisung	Ergebnis
4		
5		
6		

4.3.9.9. Das TRACE-Kommando

Das TRACE-Kommando ähnelt dem STEP-Kommando (siehe Abschnitt 4.3.9.7.). Bei der Bearbeitung eines SPS-Programms in der Betriebsart "TRACE" hinterläßt jede Anweisung eine Spur (Trace=Spur), indem sie zusammen mit dem jeweiligen Ergebnis angezeigt wird. Bei SETZ- und RÜCKSETZ-Anweisungen, sowie bei den Anweisungen "=Zxx", "=Txx", "...=L" und "=Cxx", entspricht das angezeigte Ergebnis nicht dem logischen Zustand, sondern gibt an, ob die Anweisung ausgeführt wurde <1> oder nicht <0>. Bei der Anzeige der Ergebnisse sind eventuelle Negationen ("/") berücksichtigt. Der Programmablauf wird unterbrochen, wenn der Bildschirm voll ist, oder wenn das SPS-Programm einmal vollständig durchlaufen wurde. In diesem Fall wird "=> SPACE" angezeigt. Durch Druck auf die Space-Taste wird der Programmablauf fortgesetzt. Wird statt der SPACE-Taste CR betätigt, wird das Programm abgebrochen. Wenn der Drucker angeschlossen ist, erfolgt ein kontinuierlicher Programmablauf.

Das Programm kann, wenn die im Anhang beschriebene Schaltungserweiterung durchgeführt wurde, durch die Betätigung einer beliebigen Taste (außer CONTROL, BREAK und SHIFT) abgebrochen werden.

Aufruf:

```
SPS > TRACE
```

```
EIN/AUS = X
```

```
SPS > _
```

T CR eintippen
"RACE" wird ergänzt

X = aktueller Modus

X: A = Aus
E = Ein

Mögliche Eingaben:

A = Aus

E = Ein

CR oder SP = TRACE-Modus unverändert.

Das Programm ist bereit, weitere Kommandos entgegenzunehmen.

Beispiel für die Ausgabe im TRACE-Modus für das Programm

```
*E00  
*E01  
=A00
```

```
*** SPS-PROGRAM GESTARTET ***
```

```
*E00<0>
```

```
*E01<1>
```

```
=A00<0>
```

```
<ENDE>
```

```
== > SPACE
```

Anzeige der Anweisung
"Lese Eingabe-Kanal
E00" mit Ergebnis "0"

Anzeige der Anweisung
"Lese Eingabe-Kanal
E01" mit Ergebnis "1"

Anzeige der Anweisung
"Weise das Verknüp-
fungsergebnis dem Aus-
gang A00 zu" mit Er-
gebnis "0"

Ein vollständiger
Durchlauf ist abge-
schlossen.

Nur bei ausgeschal-
tetem Drucker:
Weiterlauf erst bei
Betätigung der Space-
Taste

CR bricht das Pro-
gramm ab.

Geben Sie folgendes Programm ein:

T3

 SPS

*E00=/A00

- Stellen Sie den Schalter für E00 auf "AUS" (LED aus).
- Schalten Sie den TRACE-Modus ein und starten Sie das Programm.
- Füllen sie die nachstehende Tabelle aus:

Zeile	Anweisung	Ergebnis
1		
2		
3		

- Schalten Sie nun E00 auf "EIN".
- Starten Sie den nächsten Durchlauf durch Betätigen der SP - Taste.
- Vervollständigen Sie die folgende Tabelle:

Zeile	Anweisung	Ergebnis
4		
5		
6		

4.3.9.10. Das WRITE-Kommando

Mit dem WRITE-Kommando kann das im Programmspeicher befindliche Programm auf einer Magnetband-Kassette abgespeichert werden. Dazu ist das Kassetteninterface BFZ/MFA 4.4. erforderlich.

Aufruf:

```
SPS > WRITE
```

```
BAND EINSCHALTEN, DANN SPACE
```

```
SPS > _
```

W CR eintippen
"RITE" wird ergänzt

Erst den Recorder
einschalten, dann SP
drücken

Nach dem Abspeichern
des Programms ist die
SPS bereit, neue
Kommandos entgegen-
zunehmen.

BASIC / Einleitung, Zahlenbereich, interne Zahlendarstellung

4.4. Das BFZ-Steuer-BASIC

Zum Betrieb des BFZ-Steuer-BASIC ist zusätzlich zur RAM-Mindestbestückung für MAT 85+ RAM-Speicher ab Adresse 6000 notwendig. Die Obergrenze des RAM-Speichers ist beliebig. Um laufende BASIC-Programme durch Betätigen einer Taste der Tastatur (außer CONTROL, BREAK und SHIFT) abbrechen zu können, ist die im Anhang beschriebene Schaltungsergänzung notwendig. Es wird empfohlen, die gezeigten Beispiele jeweils unmittelbar mit Hilfe des BFZ/MFA-Mikrocomputers nachzuvollziehen.

4.4.1. Zulässiger Zahlenbereich, interne Zahlendarstellung

Das BFZ-Steuer-BASIC arbeitet nur mit ganzen Zahlen (Integer) ohne Nachkommastellen. Es sind positive und negative Werte erlaubt. Dabei gelten die Grenzen:

maximaler positiver Wert: 32767 maximaler negativer Wert: -32768

Jeder Zahlenwert wird intern in zwei Bytes gespeichert. Diese zwei Bytes lassen einen Zahlenbereich von 0 bis 65535 zu. Da das BFZ-Steuer-BASIC mit positiven und negativen Zahlen arbeitet, muß dieser Bereich geteilt werden. Eine Hälfte repräsentiert den positiven Zahlenbereich, die andere repräsentiert den negativen Zahlenbereich.

BASIC / Zahlenbereich, interne Zahlendarstellung

Die getroffene Einteilung teilt den Zahlenbereich wie folgt auf:

dezimal	hexadezimal	binär
0	0000	0000000000000000
1	0001	0000000000000001
2	0002	0000000000000010
3	0003	0000000000000011
.	.	.
.	.	.
.	.	.
32765	7FFD	0111111111111101
32766	7FFE	0111111111111110
32767	7FFF	0111111111111111
-32768	8000	1000000000000000
-32767	8001	1000000000000001
-32766	8002	1000000000000010
-32765	8003	1000000000000011
.	.	.
.	.	.
.	.	.
-3	FFFD	1111111111111101
-2	FFFE	1111111111111110
-1	FFFF	1111111111111111

Aufgrund dieser Definition ergibt die Umwandlung der Hexadezimalzahl FFFF in eine Dezimalzahl nicht 65535 sondern -1. Grundsätzlich gilt: bei allen negativen Dezimalzahlen ist das höchstwertige Bit in der internen Darstellung gleich Eins.

Diese interne Zahlendarstellung hat zur Folge, daß bei den Befehlen PEEK und POKE alle Speicheradressen oberhalb 7FFF als negative Dezimalzahlen angegeben werden müssen. Es wird deshalb die hexadezimale Schreibweise "DEC(.....)" empfohlen.

BASIC / Interne Zahlendarstellung

Bei den logischen Befehlen AND, OR und NOT ist die interne Zahlendarstellung ebenso zu berücksichtigen:

So ist z.B. NOT(0) = -1 (NOT (0000) = FFFF)
oder NOT(3) = -4 (NOT (0003) = FFFC)

Die logischen Befehle AND, OR und NOT finden ihre Anwendung allerdings nicht in mathematischen Ausdrücken, sondern werden zur Bitmanipulation bei Steuerungsaufgaben (in Zusammenhang mit den INP- und OUT-Befehlen) benutzt.

1. Beispiel:

Es soll geprüft werden, ob der Schalter B0 der Eingabebaugruppe 02 betätigt ist. Alle anderen Schalter sollen dabei unberücksichtigt bleiben:

```
10 I=INP(2): REM WERT VON EINGABE-BAUGRUPPE EINLESEN
20 A=I AND 1: REM DIE BITS B1 BIS B15 WERDEN AUF NULL GESETZT
30 IF A=0 THEN GOTO 10: REM WENN ALLE BITS AUF NULL, DANN GOTO 10
40 PRINT "SCHALTER BETAETIGT": REM SONST DRUCKE TEXT
```

2. Beispiel:

Die Daten am Eingabe-Port 01 sollen negiert am Ausgabe-Port 02 ausgegeben werden:

```
10 I=INP(1): REM LESE EINGABE-WERT
20 N=NOT(I): REM NEGIERE EINGABE-WERT
30 REM ES KOENNEN NUR WERTE VON 0 BIS 255 EINGELESEN WERDEN.
40 REM DAHER SIND NACH DER NEGATION DIE BITS B8 BIS B15,
50 REM DIE VORHER NULL WAREN, AUF EINS GESETZT.
60 REM ES KOENNEN NUR WERTE VON 0 BIS 255 AUSGEGEBEN WERDEN.
70 REM DAHER MUESSEN DIE BITS B8 BIS B15 AUF NULL GESETZT WERDEN:
80 A=N AND DEC(00FF): REM BITS B8 BIS B15 AUF NULL
90 OUT 2,A: REM WERT AUSGEBEN
```

BASIC / Zulässige Variablen-Namen

4.4.2. Zulässige Variablen-Namen

Das BFZ-Steuer-BASIC kennt 26 einfache Variablen. Diese haben die Namen: A, B, C, ... , X, Y, Z.

Zusätzlich gibt es eine Feldvariable: @

Die Anzahl der möglichen Feldelemente wird durch den zur Verfügung stehenden Programmspeicher bestimmt, da der ungenutzte Programmspeicherplatz für die Speicherung der einzelnen Elemente benutzt wird.

Beispiel für die Anwendung der Feldvariablen:

```
10 FOR M=1 TO 12
20 PRINT "ANZAHL DER KURSTEILNEHMER IM MONAT";M
30 INPUT @ (M)
40 NEXT M
50 PRINT "BITTE GEBEN SIE EINE MONATS-ZAHL (1-12) EIN:"
60 INPUT M
70 PRINT "ANZAHL DER KURSTEILNEHMER IM MONAT";M;"="; @ (M)
80 GOTO 50
```

Das Programm-Beispiel "erfragt" für die Monate Januar bis Dezember die Anzahl der Kursteilnehmer. Dabei dient die Variable M als Index. Wenn die Anzahl für den Monat Januar erfragt wird, hat M den Wert 1. Bei der Frage nach der Anzahl für den Februar hat M den Wert 2 usw. Der Eingabe-Wert für Januar wird im ersten Element der Feldvariablen @ gespeichert (@(1)), der Wert für Februar wird im zweiten Element der Feldvariablen gespeichert (@(2)). Wenn alle Werte eingegeben sind, können die einzelnen Werte durch Angabe der Monats-Nummer abgefragt werden.

Eine Feldvariable kann mit einem Regal verglichen werden. Die einzelnen Elemente entsprechen dann den einzelnen Fächern. Auf den Fachinhalt kann durch Angabe des Regalnamens "@" und der Fachnummer (Index) zugegriffen werden.

Innerhalb der Klammern darf beim BFZ-Steuer-BASIC nur ein Index-Wert stehen.

BASIC / Befehlseingabe

4.4.3. Die Eingabe von Befehlen

BEFEHLSEINGABE:

Grundsätzlich gilt: Befehle, denen keine Nummer vorangestellt ist, werden sofort ausgeführt (Direkt-Modus). Befehle, denen eine Nummer vorangestellt ist, werden in den Programmspeicher übernommen. Die Befehle im Programmspeicher werden nach den vorangestellten Nummern geordnet. Als Zeilennummer sind Werte von 1 bis 32767 erlaubt. Die Zeilennummer 0 wird ignoriert, d. h. der Mikrocomputer behandelt diese Zeile, als ob sie keine Zeilennummer hätte.

Jede Eingabezeile muß mit `CR` abgeschlossen werden!

Eine Programmzeile darf mehrere Befehle enthalten.
Diese sind durch einen Doppelpunkt zu trennen:

```
FOR I=1 TO 10 : PRINT I : NEXT I
```

Die maximale Länge einer Zeile beträgt 80 Zeichen.

Um die Lesbarkeit zu erhöhen, können beliebig viele Leerzeichen in den Programmtext eingefügt werden. Leerzeichen am Zeilenanfang (nach der Zeilennummer) werden nicht in den Programmspeicher übernommen.

KORREKTUR VON EINGABEFEBHLERN:

Eingabefehler können, wenn die Eingabe noch nicht mit `CR` abgeschlossen wurde, mit den Tasten `DEL`, `BS` und `←` korrigiert werden.

LÖSCHEN VON PROGRAMMZEILEN:

Komplette BASIC-Programmzeilen können gelöscht werden, indem man die Nummer der zu löschenden Zeile eingibt:

```
20 CR (Löscht Zeile 20)
```

DRUCKER-BETRIEB:

Immer wenn das BASIC eine Eingabe erwartet, kann durch gleichzeitiges Betätigen der Tasten "CONTROL" und "P" der Drucker ein- bzw. ausgeschaltet werden.

BASIC / Aufruf des BFZ-Steuer-Basic

4.4.4. Aufruf des BFZ-Steuer-BASIC

Um das BASIC starten zu können, muß erst die Monitor-Erweiterung MAT 85+ aufgerufen werden:

Nach dem Einschalten des Mikrocomputers und dem Drücken der Leertaste (Space) meldet sich das Betriebsprogramm MAT 85. Nachdem es eine Liste aller zur Verfügung stehenden Kommandos ausgegeben hat, erscheint die "Bereit"-Meldung (Prompt) von MAT 85:

KMD >_

Durch Betätigen der Leertaste kann nun die Monitor-Erweiterung MAT 85+ aufgerufen werden. Die Erweiterung meldet sich mit dem Prompt:

KMD+>_

Zum Aufruf des BASIC muß nun die Taste "B", gefolgt von der "CR"-Taste (Carriage Return, Wagenrücklauf), gedrückt werden:

```

KMD+ > BASIC

BFZ-STEUER-BASIC V2.4

READY
>_
    
```

B CR eintippen
 "ASIC" wird ergänzt
 Das Programm meldet sich.
 Es ist bereit,
 Befehle entgegenzunehmen.

Durch die Ausgabe von ">_" zeigt der BASIC-Interpreter an, daß er bereit ist, Befehle entgegenzunehmen.

Handelt es sich nicht um den ersten Aufruf des BASIC-Interpreters, so meldet er sich mit:

```

BFZ-STEUER-BASIC V2.4 RESTART
    
```

Durch den Zusatz "RESTART" und ein akustisches Signal zeigt der BASIC-Interpreter an, daß es sich nicht um den ersten Aufruf handelt. Der Programmspeicher-Inhalt ist gegenüber dem letzten Aufruf unverändert, wenn er nicht durch andere Befehle verändert wurde.

Softwarepaket SP 1

Name: _____

BASIC

Datum: _____

Geben Sie folgende Befehle ein:

```
PRINT "AAA" CR
PRINT "BBB" CR
```

Der Rechner führt die Befehle sofort aus (er druckt "AAA" bzw. "BBB"), da den Befehlen keine Zeilen-Nummer vorangestellt ist. Man spricht hier vom Direkt-Modus.

Geben Sie nun die gleichen Befehle erneut ein. Stellen Sie diesmal die angegebene Zeilennummer vor die Befehle:

```
20 PRINT "BBB" CR
10 PRINT "AAA" CR
```

Der Rechner führt die Befehle diesmal nicht sofort aus, sondern speichert sie im Programm-Speicher. Der Programmspeicher-Inhalt kann mit dem Befehl

```
LIST CR
```

ausgedruckt werden. Lassen Sie sich den Programmspeicher-Inhalt ausdrucken und achten Sie auf die Reihenfolge der Zeilen. Der Rechner hat die Zeilen nach den einzelnen Zeilennummern sortiert!

Das Programm im Speicher kann mit dem Befehl

```
RUN CR
```

gestartet werden. Wenn Sie das Programm starten, werden die Buchstabenfolgen "AAA" und "BBB" ausgedruckt.

Löschen Sie nun Zeile 20, indem Sie

```
20 CR
```

eingeben. Kontrollieren Sie das Ergebnis mit dem LIST-Befehl.

Man kann mehrere Befehle in einer Zeile zusammenfassen, wenn man sie durch einen Doppelpunkt trennt. Geben Sie nun Zeile 10 neu ein ohne die alte Zeile vorher zu löschen:

```
10 PRINT "AAA" : PRINT "BBB" CR
```

Drucken Sie den Programmspeicher-Inhalt mit dem LIST-Befehl aus. Die alte Zeile 10 wurde durch die neue Zeile 10 überschrieben!

Starten Sie das Programm mit dem RUN-Befehl. Der Rechner gibt wieder die Buchstabenfolgen "AAA" und "BBB" aus.

BASIC / Befehlssatz

4.4.5. Der Befehlssatz des BFZ-Steuer-BASICs

Das BFZ-Steuer-BASIC "kennt" folgende Befehle und Befehlssymbole:

ABS	AND	CLS	DATA
DEC	END	FOR	FREE
GOSUB	GOTO	IF	INP
INPUT	LET	LIST	LOAD
LPOFF	LPON	NEW	NEXT
NOT	OUT	OR	PEEK
POKE	PRINT	QUIT	READ
REM	RESTORE	RETURN	RND
RUN	SAVE	STEP	STOFF
STON	STOP	THEN	TO
TROFF	TRON	USR	WAIT
+	-	*	/
>=	<>	>	=
<=	<	\$	#

BASIC / Befehle: ABS, AND

4.4.5.1. Der ABS-Befehl

Der ABS-Befehl dient zur Berechnung des Absolutwertes.

Beispiele:

```
X=ABS(-4)
```

Weise der Variablen X den Absolutwert (Betrag) von -4 zu.

```
Y=ABS(Z)
```

Weise der Variablen Y den Absolutwert der Variablen Z zu.

```
Z=ABS(3*X+1)
```

Weise der Variablen Z den Absolutwert des Ausdrucks $3*X+1$ zu.

```
PRINT ABS(22+Z/Y*X)
```

Drucke den Absolutwert des Ausdrucks $22+Z/Y*X$.

ACHTUNG:
Es gilt: Punkt- vor
Strichrechnung



4.4.5.2. Der AND-Befehl

Mit dem AND-Befehl kann eine logische UND-Verknüpfung durchgeführt werden. Bitte beachten Sie hierzu den Abschnitt 4.4.1.

Beispiele:

```
X = 11 AND 88
```

Weise der Variablen X das Ergebnis der UND-Verknüpfung der Werte 11 und 88 zu.

```
PRINT 123 AND 55
```

Drucke das Ergebnis der UND-Verknüpfung der Werte 123 und 55.

```
IF (X<33) AND (Y=7) THEN GOTO 123
```

Wenn der Wert von X kleiner als 33 ist und wenn der Wert von Y gleich 7 ist, dann setze die Programmausführung mit der Zeile 123 fort.

Bitte beachten Sie, daß die VERGLEICHSAUSDRÜCKE "X<33" und "Y=7" im BFZ-Steuer-Basic IN KLAMMERN gesetzt werden müssen.

BASIC / Befehle: CLS, DATA

4.4.5.3. Der CLS-Befehl

Mit dem CLS-Befehl kann der Bildschirm gelöscht werden.

Beispiel:

```
CLS
```

Lösche den Bildschirm.
(Clear Screen)

4.4.5.4. Der DATA-Befehl

Der DATA-Befehl ermöglicht das Ablegen von Daten im Programm. Diese Daten können mit dem READ-Befehl gelesen werden. Der DATA-Befehl darf nur am Anfang einer Programmzeile stehen. Datentabellen (DATA-Zeilen) können überall im Programm stehen. Jede Datenzeile muß mit dem Befehl "DATA" beginnen. Eine DATA-Zeile wird bei der Programm-Abarbeitung übersprungen. Daraus folgt, daß einem DATA-Befehl in der gleichen Zeile kein anderer Befehl (außer REM (Kommentar)) folgen darf. Siehe auch Abschnitt 4.4.5.28. (READ) und Abschnitt 4.4.5.30. (RESTORE).

Beispiele:

```
DATA 1,2,3,4,5,6
```

Lege die Werte 1,2,3,4,5,6
als Daten im Programm ab.

```
DATA 5,7 : REM DIES SIND DATEN
```

Lege die Werte 5 und 7 als
Daten im Programm ab.
Zusätzlich Kommentar:
"Dies sind Daten".

Beispiels-Programm:

```
10 DATA 11,22,33,44,55
```

In der Zeile 10 werden 5
Datenwerte abgelegt.

```
20 FOR I=1 TO 5  
30 READ D
```

Mit der READ-Anweisung in
Zeile 30 wird je ein Wert
gelesen.

```
40 PRINT D
```

Der gelesene Wert wird mit
der PRINT-Anweisung in Zeile
40 gedruckt.

```
50 NEXT I
```

Die beiden Anweisungen
"READ" und "PRINT" werden
durch die FOR-NEXT-Schleife
je fünf mal abgearbeitet.
Dadurch werden alle Daten
gelesen.

BASIC / Befehle: DEC, END

4.4.5.5. Der DEC-Befehl

Mit dem DEC-Befehl kann eine Hexadezimal-Konstante in einen Dezimal-Wert gewandelt werden.

Beispiele:

```
PRINT DEC(FF)
```

Wandle den Hexadezimal-Wert FF in einen Dezimal-Wert und drucke ihn.

```
X = DEC(3C00)+22
```

Wandle den Hexadezimal-Wert 3C00 in den entsprechenden Dezimal-Wert. Addiere 22 und weise das Ergebnis der Variablen X zu.

Hexadezimal-Konstanten können überall dort verwendet werden, wo auch Dezimal-Konstante erlaubt sind. Die Hexadezimal-Konstanten müssen in Klammern eingeschlossen sein und vor den Klammern muß das Befehls-Wort "DEC" stehen.

4.4.5.6. Der END-Befehl

Dieser Befehl kennzeichnet das logische Programmende. Er beendet die Programm-Ausführung. Das logische Programmende muß nicht mit dem tatsächlichen (physischen) Programmende übereinstimmen. Stimmen logisches und physisches Programmende überein, so kann der Befehl "END" entfallen.

Beispiele:

```
END
```

Beende die Programmausführung.

```
IF X=33 THEN END
```

Beende die Programmausführung, wenn die Variable X den Wert 33 hat.

BASIC / FOR-Befehl

4.4.5.7. Der FOR-Befehl

Der FOR-Befehl bildet zusammen mit dem NEXT-Befehl eine Programmschleife.

Allgemeine Form:

```
FOR Schleifenvariable = Anfangswert TO Endwert STEP Schrittweite
```

Beim ersten Schleifendurchlauf ist der Wert der Schleifenvariablen gleich dem Anfangswert. Nach jedem Durchlauf wird die Schrittweite zum aktuellen Wert der Schleifenvariablen addiert. Die Schrittweite kann mit der STEP-Anweisung festgelegt werden. Ist sie gleich Eins, so kann der STEP-Befehl entfallen. Wenn das Additionsergebnis von Schleifenvariable und Schrittweite größer als der Endwert ist, wird die Schleife abgebrochen. Da die Addition der Schrittweite und der Vergleich mit dem Endwert erst nach einem Schleifendurchlauf stattfinden, wird jede FOR-NEXT-Schleife mindestens einmal durchlaufen.

Beispiel:

```
10 FOR I=1 TO 10
20 PRINT I
30 NEXT I
```

Für die I-Werte von 1 bis 10 ...
... drucke den I-Wert ...
... nächster I-Wert.

Das obige Beispiels-Programm druckt die Zahlen 1,2,3,4,5,6,7,8,9 und 10 aus. Bei jedem Durchlauf durch die Schleife wird der Wert der Zahl I um Eins erhöht.

Soll die Schrittweite ungleich Eins sein, so muß sie mit Hilfe der STEP-Anweisung angegeben werden:

```
10 FOR I=1 TO 10 STEP 2
20 PRINT I,
30 NEXT I
```

Für die I-Werte von 1 bis 10 ...
... drucke den I-Wert ...
... nächster I-Wert.
Der nächste I-Wert ergibt sich aus dem alten I-Wert plus der Schrittweite (hier: 2). Der maximale I-Wert ist in diesem Beispiel in Zeile 10 auf den Wert 10 (TO 10) festgelegt worden.

Dieses Programm druckt die ungeraden Zahlen von 1 bis 9 aus.

BASIC / Befehle: FREE, GOSUB

4.4.5.8. Der FREE-Befehl

Mit dem FREE-Befehl kann man den freien Programmspeicherplatz abfragen.

Beispiele:

```
PRINT FREE
```

Drucke die Anzahl der freien Bytes im Programmspeicher.

```
F = FREE
```

Weise der Variablen F die Anzahl der freien Bytes im Programm-Speicher als Wert zu.

4.4.5.9. Der GOSUB-Befehl

Mit dem GOSUB-Befehl kann ein BASIC-Unterprogramm aufgerufen werden.

Beispiele:

unbedingter Aufruf:

```
GOSUB 123
```

Rufe das Unterprogramm auf, das bei der Zeile 123 beginnt.

bedingter Aufruf:

```
IF Z>7 THEN GOSUB 800
```

Wenn der Wert der Variablen Z größer als 7 ist, dann rufe das Unterprogramm auf, das bei der Zeile 800 beginnt.

Unterprogramme müssen mit dem Befehl "RETURN" abgeschlossen sein. Der Befehl "RETURN" bewirkt, daß die Programmausführung mit dem Befehl fortgesetzt wird, der dem "GOSUB"-Befehl folgt. Dieser Befehl kann in der gleichen Programm-Zeile wie der GOSUB-Befehl stehen.

BASIC / Befehle: GOTO, IF

4.4.5.10. Der GOTO-Befehl

Mit dem GOTO-Befehl kann der Rechner angewiesen werden, die Programmausführung bei einer anderen Programmzeile fortzusetzen.

Beispiele:

unbedingter Sprung:

```
GOTO 123
```

Setze die Programmausführung bei der Zeile 123 fort.

bedingter Sprung:

```
IF Z>7 THEN GOTO 800
```

Wenn der Wert der Variablen Z größer als 7 ist, dann setze die Programmausführung bei der Zeile 800 fort.

4.4.5.11. Der IF-Befehl

Mit dem IF-Befehl können Bedingungen abgefragt werden. Ist die Bedingung erfüllt, soll der Rechner eine bestimmte Anweisung oder Anweisungsfolge durchführen. Diese Anweisungsfolge muß durch das Schlüsselwort THEN eingeleitet werden. Ist die Bedingung nicht erfüllt, so wird der Rest der Programmzeile übersprungen. Die Programmausführung wird dann mit der nächsten Zeile fortgesetzt.

Grundaufbau:

```
IF ..... THEN .....
wenn          dann
```

Beispiele:

```
IF Z<5 THEN PRINT "Z<5"
```

Wenn der Wert der Variablen Z kleiner als fünf ist, dann drucke "Z<5".

```
IF X+Y=7 THEN GOTO 10
```

Wenn die Summe der Variablen X und Y den Wert 7 ergibt, dann setze die Programmausführung bei der Zeile 10 fort.

Gültige Vergleichsoperatoren sind:

<	kleiner
<=	kleiner gleich
=	gleich
>=	größer gleich
>	größer
<>	ungleich

BASIC / Befehle: INP, INPUT

4.4.5.12 Der INP-Befehl

Mit dem INP-Befehl können Werte von Eingabe-Baugruppen gelesen werden.

Beispiele:

```
X = INP(5)
```

Lese einen Wert von der Eingabebaugruppe mit der Adresse 5 (dezimal) und weise den gelesenen Wert der Variablen X zu.

```
PRINT INP( DEC(1A) )
```

Lese einen Wert von der Eingabebaugruppe mit der Adresse 1A (hexadezimal) und drucke den gelesenen Wert.

Der Adress-Wert darf zwischen 0 und 255 (dezimal) bzw. 0 und FF (hexadezimal) liegen.

4.4.5.13. Der INPUT-Befehl

Mit dem INPUT-Befehl können dezimale und hexadezimale Werte von der Tastatur eingelesen werden. Eine Eingabe muß durch CR abgeschlossen werden. Jeder Eingabe-Wert wird einer Variablen zugewiesen. Der Name der Variablen erscheint als Eingabeaufforderung auf dem Bildschirm.

Wenn vom Programm speziell die Eingabe eines hexadezimalen Wertes erwartet wird, so erscheint vor dem Variablen-Namen das Zeichen "#" auf dem Bildschirm. Hexadezimale Eingaben müssen in Klammern eingeschlossen sein.

Beispiel:

```
INPUT A,B,C
```

Lese drei Werte von der Tastatur. Weise diese Werte den Variablen A, B und C zu.

Auf dem Bildschirm erscheint:

```
A=
```

Das Programm fordert den Wert für die Variable A an. Nach der Eingabe des Wertes erfolgen entsprechende Eingabeaufforderungen für die zwei anderen Variablen.

BASIC / INPUT-Befehl

Eine INPUT-Anweisung kann auch Texte enthalten, die erläutern, welche Eingabe vom Programm gefordert wird:

Beispiel:

```
INPUT "WERT 1 ",A,"WERT 2 ",B
```

Das Programm erwartet die Eingabe von zwei Werten. Die Eingabe-Werte werden den Variablen A und B zugewiesen.

Auf dem Bildschirm erscheint:

```
WERT 1 A=
```

Der erste Text wird ausgedruckt und die Eingabe für die Variable A wird angefordert. Nach der Eingabe des Wertes erfolgt ein entsprechender Ausdruck für die Variable B.

Durch die INPUT-Anweisung kann auch die Eingabe eines hexadezimalen Wertes angefordert werden.

Beispiel:

```
INPUT #A
```

Das Zeichen "#" vor dem Variablennamen gibt an, daß ein hexadezimaler Wert eingegeben werden muß.

Auf dem Bildschirm erscheint:

```
#A=
```

Das Zeichen "#", das in der INPUT-Anweisung enthalten ist, wird als Information für den Benutzer auf dem Bildschirm ausgegeben. Der hexadezimale Eingabe-Wert muß in Klammern eingeschlossen sein.

Das BFZ-Steuer-BASIC erlaubt nicht nur Konstante wie 3, 1234 und 455 als Eingabewerte. Es können auch Ausdrücke wie 4096/1024, 2*DEC(3C00) und 88+X eingegeben werden. Enthalten diese Ausdrücke Variable, so wird der augenblickliche Variablen-Wert zur Berechnung verwendet.

BASIC / Befehle: LET, LIST

4.4.5.14. Die LET-Anweisung

Bei der Zuweisung von Variablenwerten erfordern manche BASIC-Versionen die Anweisung LET. Diese Anweisung kann im BFZ-Steuer-BASIC entfallen.

Beispiele:

LET X=3*Z (oder X=3*Z)

Weise der Variablen X den Wert des Ausdrucks 3*Z zu.

LET A=B (oder A=B)

Weise der Variablen A den Wert der Variablen B zu.

4.4.5.15. Der LIST-Befehl (Nur im Direkt-Modus)

Der LIST-Befehl bewirkt das Auflisten der Programmzeilen auf dem Bildschirm. Wenn der Bildschirm voll ist, wird die Meldung "=>SPACE" ausgegeben. Durch Druck auf die Space-Taste kann die Auflistung fortgesetzt werden. Bei eingeschaltetem Drucker erfolgt eine kontinuierliche Auflistung.

Beispiele:

LIST

Liste alle Programmzeilen.

LIST 20

Liste nur die Programmzeile mit der Zeilennummer 20.

BASIC / Befehle: LOAD, LPOFF, LPON

4.4.5.16. Der LOAD-Befehl (Nur im Direkt-Modus)

Mit dem LOAD-Befehl kann ein BASIC-Programm von einer Kassette in den Programmspeicher geladen werden. Hierzu wird das Kassetten-Interface BFZ/MFA 4.4.a benötigt. Sollte beim Laden ein Fehler auftreten, so wird eine entsprechende Meldung ausgegeben. Der Programmspeicher ist dann leer.

Beispiel:

Anzeige:

```
READY
>LOAD
```

```
SPACE, DANN BAND EINSCHALTEN
```

```
READY
>_
```

Eingabe: LOAD

Space-Taste drücken, dann Recorder einschalten.

Der Rechner ist bereit, weitere Befehle entgegenzunehmen.

4.4.5.17. Der LPOFF-Befehl

Mit dem Befehl LPOFF kann der Drucker ausgeschaltet werden. Das Einschalten des Druckers erfolgt mit dem LPON-Befehl. Wenn der Drucker ausgeschaltet ist, erfolgt die Ausgabe nur noch auf dem Bildschirm.

Dieser Befehl darf auch in einem Programm enthalten sein.

Beispiel:

```
LPOFF
```

Drucker aus.

4.4.5.18. Der LPON-Befehl

Mit dem Befehl LPON kann der Drucker eingeschaltet werden. Das Ausschalten des Druckers erfolgt mit dem LPOFF-Befehl. Wenn der Drucker eingeschaltet ist, erfolgt die Ausgabe auf dem Bildschirm und auf dem Drucker.

Dieser Befehl darf auch in einem Programm enthalten sein.

Beispiel:

```
LPON
```

Drucker ein.

BASIC / Befehle: NEW, NEXT, NOT

4.4.5.19. Der NEW-Befehl (Nur im Direkt-Modus)

Mit dem Befehl NEW kann der gesamte Programm- und Variablenspeicher gelöscht werden. Nach der Befehlsausführung haben alle Variablen den Wert Null.

Beispiel:

```
NEW
```

Lösche Programm- und Variablenspeicher.

4.4.5.20. Der NEXT-Befehl

Der NEXT-Befehl schließt eine FOR-NEXT-Schleife ab. Näheres entnehmen Sie bitte dem Abschnitt 4.4.5.7. (FOR).

4.4.5.21. Der NOT-Befehl

Mit dem NOT-Befehl kann eine logische Negation durchgeführt werden. Bitte beachten Sie hierzu auch den Abschnitt 4.4.1.

Beispiele:

```
X = NOT ( DEC(AAAA) )
```

Negiere den hexadezimalen Wert AAAA und weise das Ergebnis (5555 hexadezimal) der Variablen X zu.

```
IF NOT (X=5) THEN PRINT "X IST UNGLEICH 5"
```

Wenn X nicht gleich 5, dann drucke "X IST UNGLEICH 5". Dieses Beispiel zeigt die Negation eines Vergleichs (X=5).

BASIC / Befehle: OUT, OR

4.4.5.22. Der OUT-Befehl

Mit dem OUT-Befehl können Werte auf Ausgabe-Baugruppen ausgegeben werden.

Beispiele:

```
OUT 32,4
```

Gebe den dezimalen Wert 4 auf der Ausgabebaugruppe mit der Adresse 32 (dezimal) aus.

```
OUT DEC(1A),X
```

Gebe den Wert der Variablen X auf der Ausgabebaugruppe mit der Adresse 1A (hexadezimal) aus.

Der Adress-Wert darf zwischen 0 und 255 liegen.
Der Ausgabe-Wert darf zwischen 0 und 255 liegen.

4.4.5.23. Der OR-Befehl

Mit dem OR-Befehl kann eine logische ODER-Verknüpfung durchgeführt werden. Bitte beachten Sie hierzu auch Abschnitt 4.4.1.

Beispiele:

```
X = A OR B
```

Weise der Variablen X das Ergebnis der ODER-Verknüpfung der Variablen A und B zu.

```
Z = 4 OR Y
```

Weise der Variablen Z das Ergebnis der ODER-Verknüpfung zwischen der Zahl 4 und der Variablen Y zu.

```
IF (X=5) OR (X=10) THEN GOTO 10
```

Wenn der Wert von X gleich 5 ist oder wenn der Wert von X gleich 10 ist, dann setze die Programmausführung mit der Zeile 10 fort.

Bitte beachten Sie hier die KLAMMERN UM DIE VERGLEICHSAUSDRÜCKE "X=5" und "X=10".

BASIC / Befehle: PEEK, POKE

4.4.5.24. Der PEEK-Befehl

Mit dem PEEK-Befehl können die Inhalte von Speicherzeilen gelesen werden. Bitte beachten Sie hierzu auch den Abschnitt 4.4.1.

Beispiele:

```
PRINT PEEK( DEC(3C00) )
```

Lese den Inhalt der Speicherzeile mit der Adresse 3C00 (hexadezimal) und drucke den gelesenen Wert.

```
M = PEEK(123)
```

Lese den Inhalt der Speicherzeile mit der Adresse 123 (dezimal) und weise der Variablen M den gelesenen Wert zu.

4.4.5.25. Der POKE-Befehl

Mit dem POKE-Befehl ist es möglich, Werte in RAM-Speicherzeilen zu schreiben. Bitte lesen Sie hierzu auch den Abschnitt 4.4.1.

Beispiele:

```
POKE DEC(E000),DEC(FF)
```

Schreibe in die Speicherzeile mit der Adresse E000 (hexadezimal) den hexadezimalen Wert FF.

```
POKE 1234,56
```

Schreibe in die Speicherzeile mit der Adresse 1234 (dezimal) den dezimalen Wert 56.

Der Wert, der in eine Speicherzeile geschrieben werden soll, darf zwischen 0 und 255 liegen.

BASIC / PRINT-Befehl

4.4.5.26. Der PRINT-Befehl

Mit dem PRINT-Befehl können Werte von Variablen, Rechenergebnisse und Texte auf dem Bildschirm ausgegeben werden.

Beispiele:

```
PRINT A
```

Drucke den Wert der Variablen A.

```
PRINT A+1
```

Drucke das Ergebnis des Ausdrucks A+1.

```
PRINT "TEST"
```

Drucke den Text "TEST". Texte müssen in Anführungsstriche eingeschlossen sein.

Endet die PRINT-Anweisung nicht mit einem Komma oder einem Semikolon, so wird bei der Abarbeitung der PRINT-Anweisung zum Abschluß ein Zeilenvorschub ausgegeben. Dies hat zur Folge, daß die nächste Ausgabe in der nächsten Zeile erfolgt.

Endet die PRINT-Anweisung mit einem Komma, so erfolgt die nächste Ausgabe bei der nächsten Tabulator-Marke. Die Tabulator-Marken stehen fest bei jeder 8-ten Spalte.

Beispiel:

```
PRINT "AAA", : PRINT "BBB"
```

Gebe AAA aus. Drucke BBB an der nächsten Tabulator-Position.

Ausgabe:

```
AAA    BBB
```

Soll die nächste Ausgabe direkt an die letzte Ausgabe anschließen, so muß der PRINT-Befehl mit einem Semikolon abgeschlossen werden.

Beispiel:

```
PRINT "AAA"; : PRINT "BBB"
```

Drucke AAA und direkt anschließend BBB.

Ausgabe:

```
AAABBB
```

BASIC / PRINT-Befehl

Bei der Ausgabe von Zahlen-Werten gelten folgende Besonderheiten:

- Nach jeder Zahl wird ein Leerzeichen ausgegeben
- Vor positiven Zahlen-Werten steht ein Leerzeichen
- Vor negativen Zahlen-Werten steht ein Minuszeichen

Will man mehrere Zahlen oder Texte ausgeben (z.B. "AAA" und "BBB" im obigen Beispiel), so kann man dies mit EINER PRINT-Anweisung machen. Dazu müssen die einzelnen Ausdrücke, Variablen, Zahlen oder Texte durch ein Komma oder ein Semikolon getrennt werden. Das Ausgabeformat richtet sich nach dem Trennzeichen:

Befehl:

```
PRINT "AAA","BBB"
```

Ausgabe:

```
AAA   BBB
```

Befehl:

```
PRINT "AAA";"BBB"
```

Ausgabe:

```
AAABBB
```

Zahlen-Werte werden normalerweise in der dezimalen Schreibweise ausgegeben. Sollen die Werte hexadezimal ausgegeben werden, so muß der Ziffer, der Variablen oder dem Ausdruck das Zeichen "#" vorangestellt werden. Bitte beachten Sie hierzu auch den Abschnitt 4.4.1.

Beispiele:

```
PRINT #255,255
```

Ausgabe:

```
00FF   255
```

Hexadezimal-Werte werden immer 4-stellig ausgegeben. Das "#" -Zeichen bezieht sich nur auf eine Zahl, bzw. eine Variable oder einen Ausdruck.

BASIC / Befehle: PRINT, QUIT

Ein weiteres Beispiel:

```

10 A=10
20 B=DEC(0F)

30 PRINT #A,#B,#A+B
40 PRINT A, B, A+B
    
```

Wertzuweisung (Dezimalzahl).
 Wertzuweisung (Hexadezimal-
 Zahl)
 Drucke Hexadezimal-Werte.
 Drucke Dezimal-Werte.

Ausgabe:

```

000A    000F    0019
  10      15      25
    
```

Hexadezimal-Werte
 Dezimal-Werte

4.4.5.27. Das QUIT-Kommando (Nur im Direkt-Modus)

Mit dem QUIT-Kommando kann zur Monitorerweiterung MAT 85+ zurück-
 gekehrt werden. Sie ist dann bereit, weitere Kommandos entgegen-
 zunehmen.

Beispiel:

```

READY
>QUIT

KMD+>
    
```

QUIT eingeben

MAT 85+ meldet sich und ist
 bereit, weitere Kommandos
 entgegenzunehmen.

BASIC / READ-Befehl

4.4.5.28. Das READ-Kommando

Mit dem READ-Kommando können Daten gelesen werden, die mit dem DATA-Befehl im Programm abgelegt wurden. Weitere Informationen entnehmen Sie bitte dem Abschnitt 4.4.5.4.

Beispiele:

1.

```
10 READ A
20 READ B
30 PRINT A;B

40 DATA 11,22
```

Lese den 1. Wert (11).
Lese den 2. Wert (22).
Drucke die Werte von A
und B.
Werte, die gelesen werden.

Ausgabe:

```
11 22
```

Ausgabe der Werte von A
und B. Die Werte wurden
mit den READ-Anweisungen
gelesen.

2.

Mit einer READ-Anweisung können auch mehrere Daten-Werte gleichzeitig gelesen werden:

```
10 READ A,B
20 PRINT A;B

30 DATA 11,22
```

Lese 1. und 2. Wert.
Drucke die Werte von A
und B.
Werte, die gelesen werden.

Ausgabe:

```
11 22
```

Ausgabe der Werte von A
und B. Die Werte wurden
mit der READ-Anweisung
gelesen.

Hinweis: Die beiden Beispiele sind gleichwertig.

BASIC / Befehle: REM, RESTORE

4.4.5.29. Das REM-Kommando (REMARK)

Mit dem REM-Kommando können Kommentare in das Programm eingefügt werden. Wenn der Rechner das REM-Kommando erkennt, ignoriert er den Rest der Programmzeile. Die Abarbeitung des Programms wird bei der nächsten Zeile fortgesetzt. Aus diesem Grund darf dem REM-Kommando in der gleichen Zeile kein Befehl folgen.

Beispiel:

```
REM DIES IST EIN KOMMENTAR
```

```
X=3*X:REM MULTIPLIZIERE X MIT 3
```

Ein Kommentar kann auch einer anderen Anweisung folgen.

4.4.5.30. Der RESTORE-Befehl

Wenn mit dem READ-Befehl Daten gelesen werden sollen, beginnt der Rechner normalerweise mit dem Datum nach dem ersten DATA-Befehl. Es werden der Reihe nach alle Daten bis zum letzten Datum gelesen. Soll die Reihenfolge geändert oder sollen einige Daten erneut gelesen werden, kann dies mit dem RESTORE-Kommando erreicht werden. Dem RESTORE-Kommando folgt eine Zeilennummer, die angibt, ab welcher Zeile die nächsten Daten gelesen werden sollen. Bitte lesen Sie auch Abschnitt 4.4.5.4. (DATA).

Beispiel:

```
RESTORE 10
```

Lese beim nächsten READ ab Zeile 10.

Programm-Beispiel:

```
10 READ X,Y,Z
20 PRINT X;Y;Z
30 RESTORE 70
```

```
40 READ X
50 PRINT X
60 DATA 10
70 DATA 20
80 DATA 30
```

Lese drei Werte.
 Drucke die gelesenen Werte.
 Lese beim nächsten READ ab Zeile 70.
 Lese einen Wert.
 Drucke den Wert.
 1. Wert.
 2. Wert.
 3. Wert.

Ausgabe:

```
10 20 30
20
```

Die ersten drei Werte.
 Der vierte Wert (nach RESTORE).

BASIC / Befehle: RETURN, RND, RUN

4.4.5.31. Das RETURN-Kommando

Der letzte Befehl eines Unterprogramms muß RETURN lauten. Die Programmabarbeitung wird bei dem Befehl fortgesetzt, der dem GOSUB-Befehl folgt. Weitere Informationen entnehmen Sie bitte dem Abschnitt 4.4.5.9. (GOSUB).

4.4.5.32. Das RND-Kommando

Mit diesem Kommando lassen sich Zufallszahlen erzeugen. Die erzeugte Zufallszahl liegt zwischen 1 und dem Wert, der in Klammern angegeben wird.

Beispiele:

```
PRINT RND(49)
```

Drucke eine Zufallszahl zwischen 1 und 49.

```
X=RND(Z*3)/5
```

Erzeuge eine Zufallszahl zwischen 1 und dem Ergebnis des Ausdrucks $Z*3$. Teile diese Zufallszahl durch 5 und weise das Ergebnis der Variablen X zu.

4.4.5.33. Das RUN-Kommando (Nur im Direkt-Modus)

Mit dem RUN-Kommando kann ein BASIC-Programm gestartet werden. Die Programmabarbeitung beginnt mit der ersten Programmzeile. Beim Programmstart werden alle Variablenwerte auf Null gesetzt.

Beispiel:

```
READY  
>RUN
```

RUN CR eintippen.

Das BASIC-Programm wird gestartet.

BASIC / Befehle: SAVE, STEP, STOFF

4.4.5.34. Das SAVE-Kommando (Nur im Direkt-Modus)

Mit dem SAVE-Kommando ist es möglich, ein im Programmspeicher befindliches Basic-Programm auf eine Kassette abzuspeichern. Dazu ist das Kassetten-Interface BFZ/MFA 4.4.a erforderlich.

Beispiel:

```
READY
>SAVE

    BAND EINSCHALTEN, DANN SPACE

READY
>_
```

SAVE CR eintippen.

Erst muß der Recorder eingeschaltet werden, dann ist die Space-Taste zu drücken. Das Programm wird dann aufgezeichnet.

Der Rechner ist anschließend bereit, weitere Kommandos entgegenzunehmen.

4.4.5.35. Das STEP-Kommando

Mit dem STEP-Kommando kann die Schrittweite bei FOR-NEXT-Schleifen festgelegt werden. Weitere Informationen entnehmen Sie bitte dem Abschnitt 4.4.5.7. (FOR).

4.4.5.36. Das STOFF-Kommando

Mit dem STOFF-Kommando kann der Einzelschritt-Modus abgeschaltet werden. Dieser Befehl ist auch innerhalb eines Programms zulässig. Dadurch ist es im Zusammenhang mit STON möglich, einzelne Programmteile im Einzelschritt-Betrieb bearbeiten zu lassen. Weitere Informationen entnehmen Sie bitte dem Abschnitt 4.4.5.37. (STON).

Beispiel:

```
STOFF
```

Einzelschritt-Modus aus.

BASIC / STON-Befehl

4.5.37. Das STON-Kommando

Mit dem STON-Kommando kann der Einzelschritt-Modus eingeschaltet werden. Dieser Befehl ist auch innerhalb eines Programms zulässig. Dadurch ist es möglich, einzelne Programmteile im Einzelschritt-Betrieb bearbeiten zu lassen. In diesem Modus wird jeder Programm-Befehl vor seiner Ausführung angezeigt.

Der Befehl wird erst ausgeführt, wenn die Space-Taste betätigt wird. Drückt man statt dessen `CR`, so wird das Programm abgebrochen.

Im STEP-Modus wird außerdem angezeigt, daß eine neue Programmzeile abgearbeitet wird oder daß sich ein Variablenwert ändert. Diese Angaben sind zur besseren Unterscheidung von PRINT-Ausgaben in spitze Klammern eingeschlossen. Wenn der Bildschirm voll ist, erscheint die Meldung "=> SPACE". Der Programm-Ablauf wird fortgesetzt, wenn die Space-Taste betätigt wird. Betätigt man `CR`, so wird das Programm abgebrochen. Bei eingeschaltetem Drucker erfolgt ein kontinuierlicher Ausdruck.

Beispiel:

```
STON
```

Einzelschritt-Modus ein.

Ausgabe bei eingeschaltetem Einzelschritt-Modus:

Programm:

```
10 PRINT "START"
20 I=I+1
30 PRINT I
40 PRINT "ENDE"
```

Dieses Programm kann auch bei eingeschaltetem Einzelschritt-Modus eingegeben werden.

Ausgabe nach RUN `CR` :

```
<10> <PRINT "START">START
```

Zeile 10.
Anweisung: PRINT "START".

```
<20> <I=I+1><I= 0 , 1>
```

Zeile 20.
Anweisung: I=I+1.
Alter I-WERT: 0,
neuer I-Wert: 1.

```
<30><PRINT I> 1
```

Zeile 30.
Anweisung: PRINT I.

```
<40> <PRINT "ENDE">ENDE
```

Zeile 40.
Anweisung: PRINT "ENDE".

Alle Ausgaben, die nicht in spitze Klammern eingeschlossen sind, sind normale PRINT-Ausgaben.

BASIC / Befehle: STOP, THEN, TO

4.4.5.38. Die STOP-Anweisung

Die STOP-Anweisung bricht die Programmausführung ab. Der Rechner druckt dann die Nummer der Zeile aus, in der der Abbruch erfolgte. Enthält ein Programm mehrere STOP-Befehle, so wird die Programm-Bearbeitung gestoppt, sobald einer der STOP-Befehle erreicht wird. Dies ist beim Testen von Verzweigungen nützlich. Durch die Eingabe von PRINT-Befehlen in Verbindung mit der Angabe von Variablen können dann Variablen-Werte abgefragt werden. Dieser Befehl ist bei der Programm-Entwicklung nützlich.

Geben Sie folgendes Programm ein und starten Sie es mit RUN:

```
10 FOR I=1 TO 10
20 A=I*2
30 B=A-1

35 STOP

40 PRINT A,B
50 NEXT I
```

Dieser Befehl wurde zu Testzwecken eingefügt.

Ausgabe nach dem Start mit RUN:

```
STOP IN ZEILE 35
```

Die Variablen-Werte können nun abgefragt werden:

```
PRINT I,A,B
```

```
CR
```

Anzeige der Werte:

```
1      2      1
```

4.4.5.39. Der THEN-Befehl

Der THEN-Befehl wird im Zusammenhang mit dem IF-Befehl verwendet. Nähere Informationen entnehmen Sie bitte dem Abschnitt 4.4.5.11. (IF).

4.4.5.40. Der TO-Befehl

Mit dem TO-Befehl wird der Endwert der Schleifenvariablen einer FOR-NEXT-Schleife festgelegt. Nähere Informationen entnehmen Sie bitte dem Abschnitt 4.4.5.7. (FOR).

BASIC / Befehle: TROFF, TRON

4.4.5.41. Der TROFF-Befehl

Mit dem TROFF-Befehl kann der TRACE-Modus ausgeschaltet werden. Das Einschalten erfolgt mit dem TRON-Befehl. Dieser Befehl kann auch innerhalb eines Programms vorkommen. Dadurch ist es möglich, einzelne Programmteile im TRACE-Modus auszuführen. Nähere Informationen entnehmen Sie bitte dem Abschnitt 4.4.5.42. (TRON).

4.4.5.42. Der TRON-Befehl

Mit dem TRON-Kommando kann der TRACE-Modus eingeschaltet werden (trace = Spur). Dieser Befehl ist auch innerhalb eines Programms zulässig. Dadurch ist es möglich, einzelne Programmteile im TRACE-Betrieb durchzuführen. In diesem Modus wird jeder Programm-Befehl und das Ergebnis seiner Bearbeitung angezeigt. Die Änderung von Variablen-Werten wird dadurch sichtbar, daß ihre alten und neuen Werte ausgegeben werden. Diese Angaben sind, zur besseren Unterscheidung von PRINT-Ausgaben, in spitze Klammern eingeschlossen. Wenn der Bildschirm voll ist, erscheint die Meldung "=> SPACE". Der Programm-Ablauf wird fortgesetzt, wenn die Space-Taste betätigt wird. Betätigt man CR, wird das Programm abgebrochen. Bei eingeschaltetem Drucker erfolgt ein kontinuierlicher Ausdruck.

Beispiel:

```
TRON
```

TRACE-Modus ein

Ausgabe bei eingeschaltetem TRACE-Modus:

Programm:

```
10 PRINT "START"
20 I=I+1
30 PRINT I
40 PRINT "ENDE"
```

Dieses Programm kann auch bei eingeschaltetem TRACE-Modus eingegeben werden.

Ausgabe:

```
<10><PRINT "START">START
```

Zeile 10.
Anweisung: PRINT "START".

```
<20><I=I+1><I= 0 , 1>
```

Zeile 20.
Anweisung: I=I+1.
Alter I-WERT: 0, neuer Wert: 1

```
<30><PRINT I> 1
```

Zeile 30.
Anweisung: PRINT I.

```
<40><PRINT "ENDE">ENDE
```

Zeile 40.
Anweisung: PRINT "ENDE".

BASIC / USR-Befehl

4.4.5.43. Der USR-Befehl

Mit dem Befehl USR ist es möglich, Unterprogramme aufzurufen, die in 8085 Maschinensprache im Speicher des BFZ/MFA-Mikrocomputers abgelegt sind.

Die Anfangsadresse des Unterprogramms wird innerhalb der Klammern des USR-Befehls angegeben. Außerdem kann ein zweiter Wert folgen, der vom ersten durch ein Komma abgetrennt wird. Dieser zweite Wert steht beim Start des Unterprogramms im HL-Registerpaar der CPU 8085 zur Verfügung und kann vom Unterprogramm bearbeitet werden. Wird beim USR-Befehl kein zweiter Wert angegeben, so enthält das HL-Registerpaar beim Start des Unterprogramms dessen Anfangsadresse.

Das Unterprogramm wird mit einem Return-Befehl (RET, RZ, ...) beendet. Der Wert, der dann im HL-Registerpaar der CPU steht, kann vom BASIC-Programm weiter verwendet werden.

Da der USR-Befehl immer einen Wert als Ergebnis liefert, darf er nur

in Wertzuweisungen rechts vom Gleichheitszeichen

und

als Argument von PRINT-Befehlen

verwendet werden (siehe auch Beispiele).

Beispiele:

X=USR(1234)

Rufe das Unterprogramm auf, das ab der Adresse 1234 (dezimal) im Speicher steht.

Der Wert, der bei der Rückkehr vom Unterprogramm im HL-Registerpaar steht, wird der Variablen X zugewiesen.

X=USR(5678,44)*2

Rufe das Unterprogramm auf, das ab der Adresse 5678 (dezimal) im Speicher steht.

Der Wert 44 (dezimal) steht beim Start des Unterprogramms im HL-Registerpaar der CPU.

Der Wert, der bei der Rückkehr vom Unterprogramm im HL-Registerpaar steht, wird mit 2 multipliziert und der Variablen X zugewiesen.

BASIC / Befehle: USR, WAIT

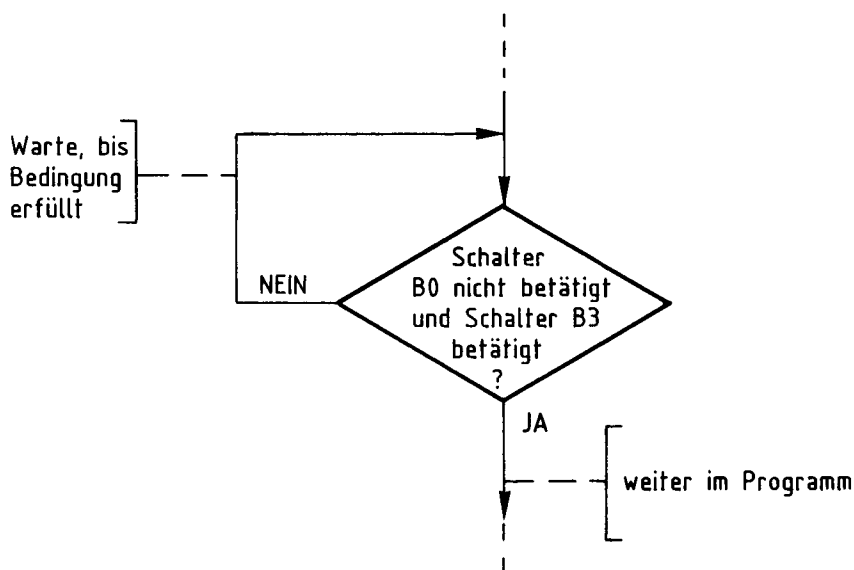
```
PRINT USR( DEC(E000) )
```

Rufe das Unterprogramm auf, das ab der Adresse E000 (hexadezimal) im Speicher steht. Der Wert, der bei der Rückkehr vom Unterprogramm im HL-Registerpaar steht, wird ausgedruckt.

4.4.5.44. Der WAIT-Befehl

Der WAIT-Befehl soll an einem Beispiel erläutert werden:

In Steuerungsanlagen kann es vorkommen, das die weitere Abarbeitung des Steuerprogramms solange gestoppt werden soll, bis ein bestimmtes Eingangssignal an einer der Eingabebaugruppen anliegt. Das unten dargestellte Flußdiagramm zeigt einen solchen Fall.



Im dargestellten Diagramm soll das Programm solange in einer Warteschleife verharren, bis an der 8-Bit-Parallel-Eingabebaugruppe (BFZ/MFA 4.2.) der Schalter B0 nicht betätigt und der Schalter B3 betätigt wird. Die Stellungen der anderen Schalter sollen ohne Einfluß auf den Programmablauf bleiben. Die Adresse der Eingabebaugruppe sei 03.

BASIC / WAIT-Befehl

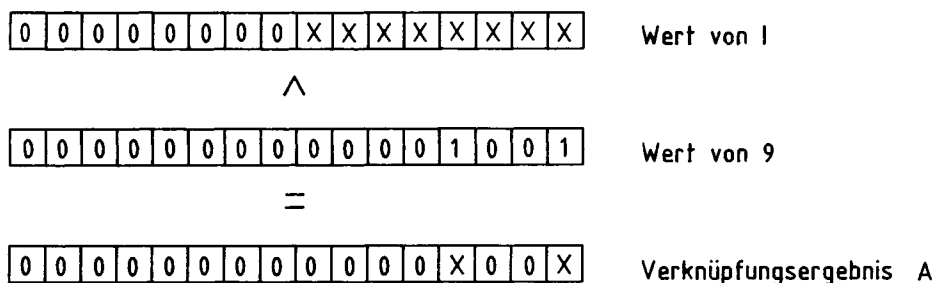
Mit dem INP-Befehl des Steuer-Basics kann der Zustand aller Schalter der Eingabebaugruppe abgefragt werden:

```
10 I=INP(3)
```

Der eingelesene Wert muß nun mit dem Soll-Wert verglichen werden. Ist der eingelesene Wert nicht gleich dem Soll-Wert, so wird der INP-Befehl erneut durchgeführt. Andernfalls wird die Programmabarbeitung mit den folgenden Befehlen fortgesetzt. Da die Schalter B1, B2, B4, B5, B6 und B7 ohne Einfluß auf den Programmablauf sein sollen, müssen die entsprechenden Bits vor dem Vergleich mit dem Soll-Wert auf einen festen Wert ("0" oder "1") gesetzt werden. Mit einer logischen UND-Verknüpfung können einzelne Bits auf "0" gesetzt werden:

```
20 A=I AND 9
```

In der oben dargestellten Programm-Zeile wird der eingelesene Wert (I) mit dem Dezimalwert 9 Bit für Bit UND-verknüpft. Da in der binären Schreibweise der Dezimalzahl 9 nur die Bits B0 und B3 auf "1" gesetzt sind, werden im Verknüpfungsergebnis (A) alle anderen Bits auf "0" gesetzt.



X ≙ unbestimmt. Von der Schalterstellung abhängig.

Die Bits B0 und B3 des Verknüpfungsergebnisses (Variable A) entsprechen den Bits im eingelesenen Wert (I). Alle anderen Bits sind "0".

Wenn der Schalter B0 nicht betätigt und der Schalter B3 betätigt werden, ist Bit B0 gleich "0" und Bit B3 gleich "1". Die Variable A hat dann den Wert 8.

Dieser Wert ist der Soll-Wert. Wenn A ungleich 8 ist, muß der INP-Befehl in Zeile 10 erneut ausgeführt werden. Der Vergleich mit dem Soll-Wert und der eventuelle Rücksprung nach Zeile 10 kann mit einer IF-Anweisung erreicht werden:

```
30 IF A <> 8 THEN GOTO 10
```

BASIC / WAIT-Befehl

Die drei Programmzeilen

```
10 I=INP(3)
20 A=I AND 9
30 IF A <> 8 THEN GOTO 10
```

können durch einen einzigen Befehl ersetzt werden:

```
10 WAIT 3,9,8
```

Dieser Befehl wird in drei Schritten abgearbeitet:

1. Lese einen Wert von der Eingabe-Baugruppe mit der Adresse 3.
2. Verknüpfe den eingelesenen Wert logisch UND mit 9.
3. Vergleiche das Ergebnis mit dem Wert 8. Wenn beide Werte unterschiedlich sind, dann beginne erneut bei Schritt 1. Sonst führe den nächsten Befehl aus.

Beispiele:

```
WAIT DEC(1A),DEC(5F),DEC(1D)
```

Lese einen Wert von der Eingabebaugruppe mit der Adresse 1A (hexadezimal). Führe eine UND-Verknüpfung mit dem hexadezimalen Wert 5F durch. Vergleiche das Ergebnis mit dem hexadezimalen Wert 1D. Wenn das Ergebnis nicht dem Wert 1D entspricht, dann beginne den Zyklus erneut. Sonst führe den nächsten Befehl aus.

BASIC / WAIT-Befehl

```
WAIT  A,B,C
```

Lese einen Wert von der Eingabebaugruppe, deren Adresse dem Wert der Variablen A entspricht. Führe eine UND-Verknüpfung des eingelesenen Wertes mit dem Wert der Variablen B durch. Vergleiche das Ergebnis mit dem Wert der Variablen C. Wenn das Ergebnis nicht dem Wert von C entspricht, dann beginne den Zyklus neu. Sonst führe den nächsten Befehl aus.

Die Adresse der Eingabe-Baugruppe darf zwischen 0 und 255 liegen.

Achten Sie auch besonders darauf, daß das Ergebnis der UND-Verknüpfung der Vergleichsgröße (Variable C im zweiten Beispiel) entsprechen kann! Sonst wird die Warteschleife endlos durchlaufen.

BASIC / Die vier Grundrechenarten

4.4.6. Die vier Grundrechenarten

Die vier Grundrechenarten werden im BASIC durch die Symbole +, -, * und / dargestellt.

Addition:	+
Subtraktion:	-
Multiplikation:	*
Division:	/

Beispiele:

X=12+3

Weise der Variablen X das Ergebnis der Addition 12+3 zu.

X=12-3

Weise der Variablen X das Ergebnis der Subtraktion 12-3 zu.

X=12*3

Weise der Variablen X das Ergebnis der Multiplikation 12*3 zu.

X=12/3

Weise der Variablen X das Ergebnis der Division 12/3 zu.

Als Grundregel für gemischte Ausdrücke gilt: Punkt- vor Strichrechnung. Soll die Reihenfolge geändert werden, so sind Klammern zu setzen:

$\frac{A + B}{C + D}$ muß als $(A+B)/(C+D)$ programmiert werden

BASIC / Symbole

4.4.7. Das \$-Symbol

Mit dem \$-Symbol kann die Tastatur direkt abgefragt werden, ohne das `CR` betätigt werden muß:

```
PRINT $
```

Lese Tastatur-Eingabe, drucke den Dezimalwert des entsprechenden ASCII-Codes.

```
Y=$
```

Lese Tastatur-Eingabe, weise der Variablen Y den entsprechenden Dezimalwert des ASCII-Codes zu.

```
Y=$-DEC(30)
```

Lese Tastatur-Eingabe, subtrahiere von dem entsprechenden Dezimalwert des ASCII-Codes den hexadezimalen Wert 30 und weise das Ergebnis der Variablen Y zu.

Beachten Sie die UNTERSCHIEDLICHEN Codes für Groß- und Kleinschreibung!

4.4.8. Das #-Symbol

Das #-Symbol wird in Zusammenhang mit dem INPUT- bzw. PRINT-Befehl verwendet. Bitte entnehmen Sie weitere Informationen den Abschnitten 4.4.5.13. (INPUT) bzw. 4.4.5.26. (PRINT).

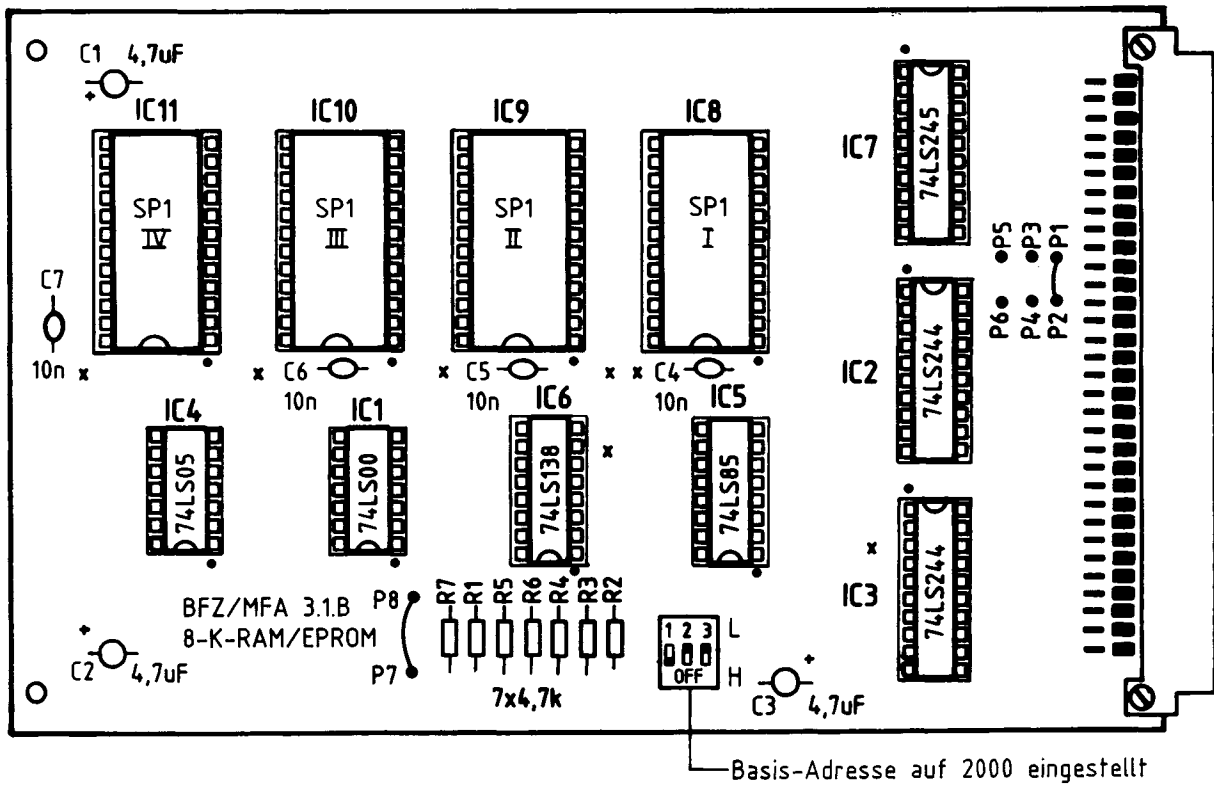
Anhang

5. Anhang

5.1. ROM-Bestückung

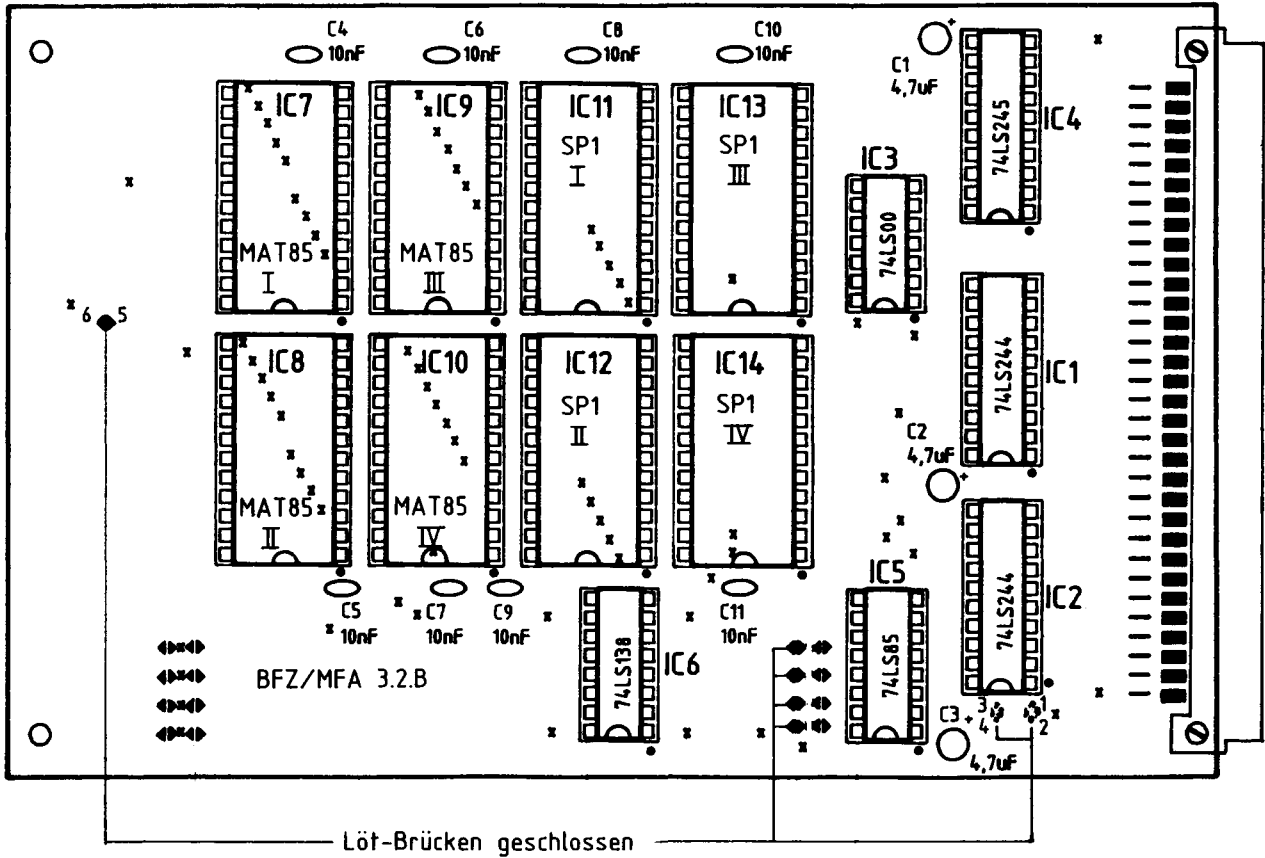
Das Software-Paket SP 1 ist in vier EPROMs vom Typ 2716 gespeichert. Es belegt den Speicherplatz von 2000 bis 3FFF. Die vier EPROMs können entweder zusammen mit dem Betriebsprogramm MAT 85 auf eine 16-K-RAM/EPROM-Baugruppe BFZ/MFA 3.2. oder alleine auf eine 8-K-RAM/EPROM-Baugruppe BFZ/MFA 3.1. gesteckt werden. Die beiden folgenden Abbildungen zeigen die richtige Anordnung der Speicherbausteine.

Beachten Sie, daß das Software-Paket SP 1 nur im Zusammenhang mit MAT 85 lauffähig ist !



8-K-RAM/EPROM-Baugruppe bestückt mit SP 1

Anhang



(Lötbrücken 1-2 und 3-4 auf der Leiterbahnseite)

16-K-RAM/EPROM-Baugruppe bestückt mit MAT 85 und SP 1

Anhang

5.2. Schaltungserweiterungen

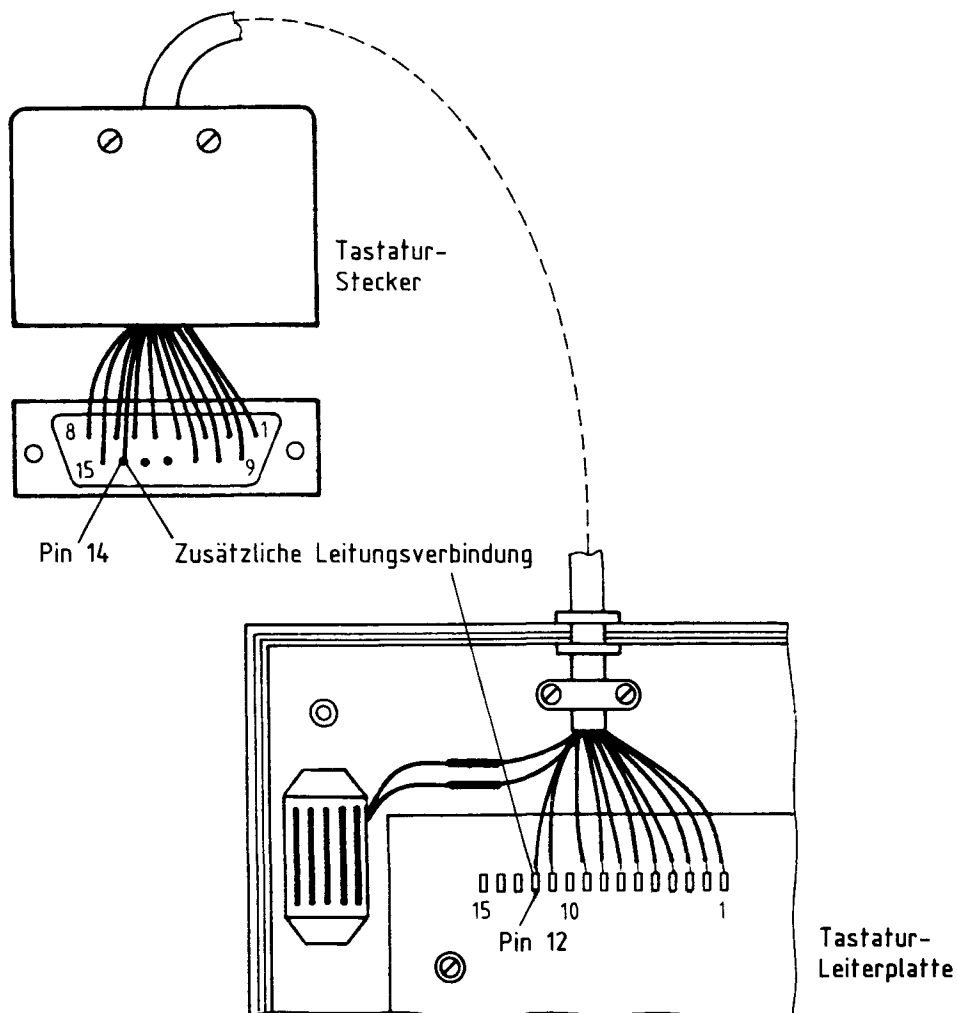
Um den SPS- und den BASIC-Interpreter voll nutzen zu können, sind zwei Schaltungs-Ergänzungen notwendig:

5.2.1. Programm-Abbruch durch Tastaturbetätigung

Ein laufendes SPS- bzw. BASIC-Programm kann durch Betätigung einer beliebigen Taste der Tastatur (außer CONTROL, BREAK und SHIFT) abgebrochen werden. Hierzu sind folgende Verdrahtungen durchzuführen:

1. Der Anschlußpin 14 des Tastatursteckers muß über eine freie Ader des Tastaturkabels mit Pin 12 der Tastaturplatine verbunden werden (siehe Abbildung). An diesem Platinenanschluß steht das Signal AKD (Any Key Down) zur Verfügung. Solange eine Taste (außer BREAK, CONTROL oder SHIFT) betätigt wird, ist AKD auf High-Pegel.

Verdrahtungsplan Tastatur- Stecker und -Leiterplatte



Anhang

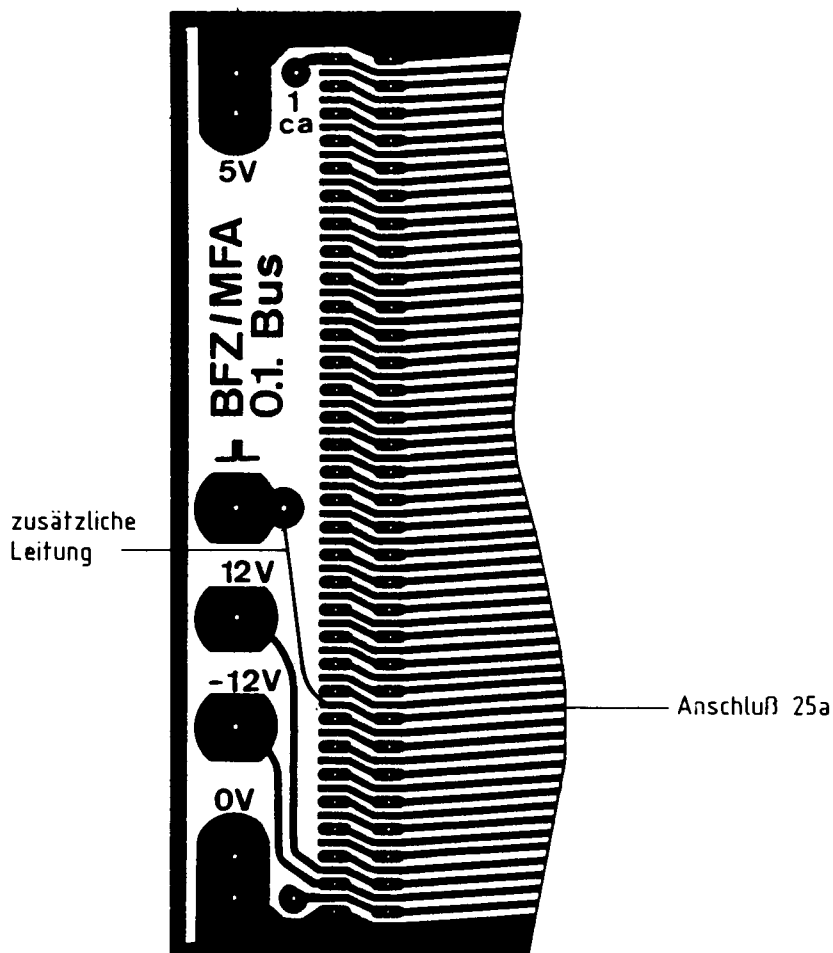
2. Der Anschlußpin 14 der Tastaturbuchse auf der Videokarte muß mit dem Anschluß-Stift 27c der 64-poligen Steckerleiste verbunden werden.

Durch diese Schaltungserweiterung erhält die CPU bei jedem Tastendruck eine Interrupt-Anforderung (RST 6.5). Dadurch kann ein laufendes Programm durch Druck auf eine Taste abgebrochen werden. Ohne diese Schaltungsergänzung ist ein Abbruch nur durch die Betätigung des RESET-Tasters möglich.

5.2.2. Zählimpuls für SPS-Software-Timer

Diese Schaltungserweiterung ist nur erforderlich, wenn die Software-Timer im SPS-Programm eingesetzt werden sollen. Dazu muß das Rechteck-Signal, das am Anschluß 23 der Spannungsregelung (BFZ/MFA 1.2.) zur Verfügung steht, auf den RST-7.5-Eingang der CPU geschaltet werden. Verbinden Sie dazu den Anschluß der Busplatine, der durch ein Rechtecksignal gekennzeichnet ist, mit der Leitung 25a der Busplatine. Will man auch andere Interrupt-Signale (z.B. bei Verwendung des Zähler- und Zeitgebers BFZ/MFA 4.6.) auf den RST-7.5-Eingang legen, so empfiehlt es sich, diese Verbindung steckbar auszuführen.

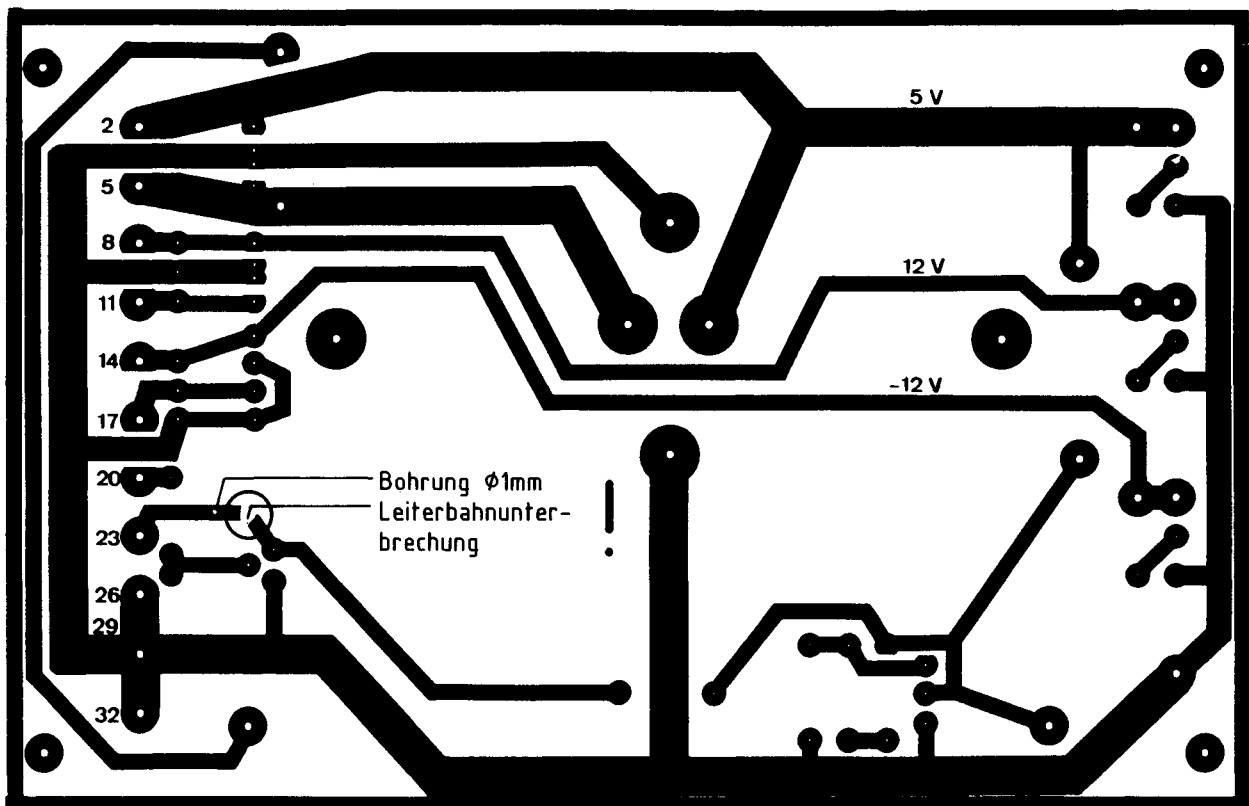
Verdrahtung der Bus-Platine



Anhang

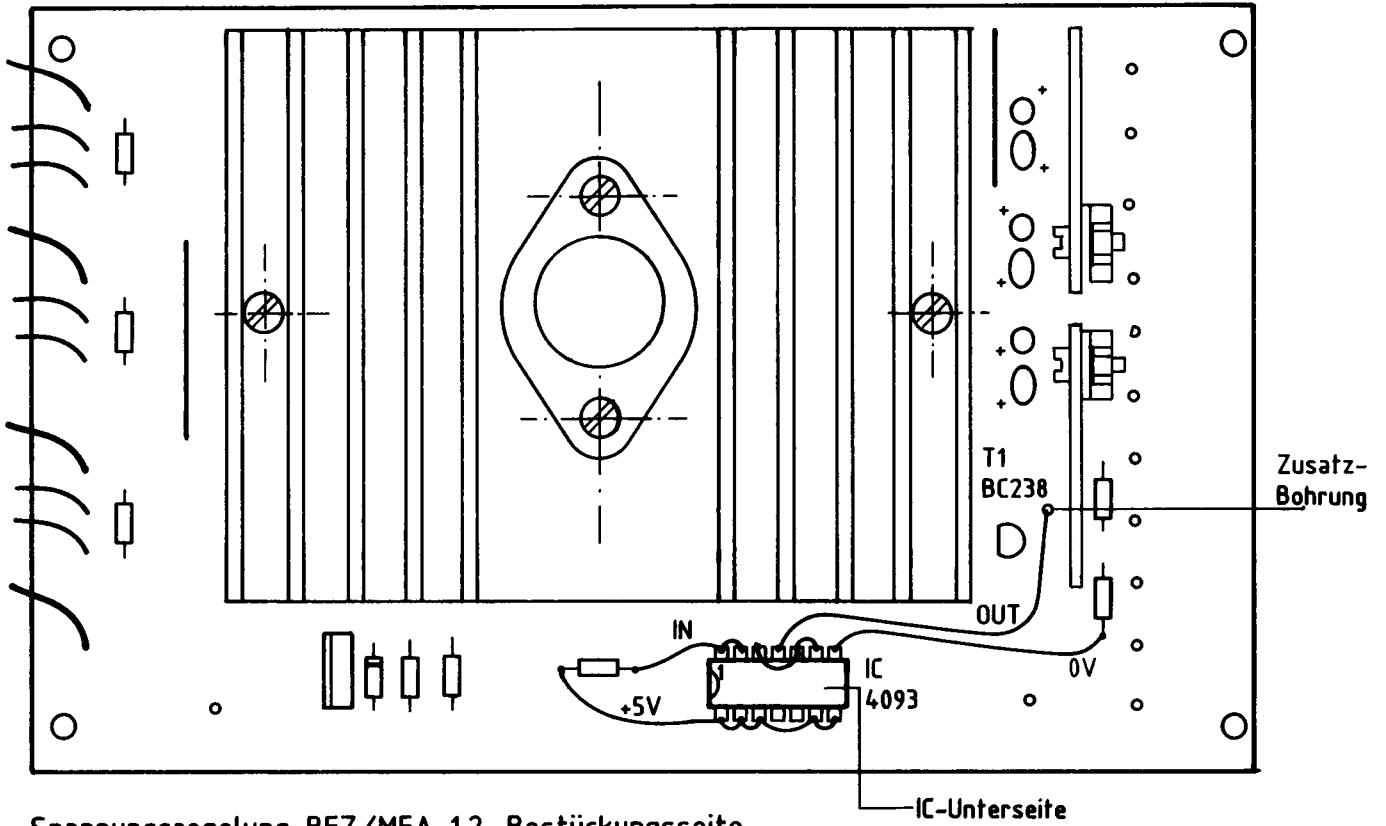
Aufgrund von Bauteilstreuungen kann es vorkommen, daß der Rechteckimpuls verformt ist. In diesem Fall sollte die Schaltung der Spannungsregelung folgendermaßen ergänzt werden:

1. Trennen Sie die im Layout gekennzeichnete Leiterbahn auf und bohren Sie an der gekennzeichneten Stelle ein Loch von 1mm-Durchmesser.
2. Kleben Sie ein CMOS-IC 4093 (4-fach NAND mit Schmitt-Trigger) mit dessen Oberseite auf die Leiterplatte wie im Bestückungsplan auf der folgenden Seite dargestellt.
3. Verdrahten Sie das IC entsprechend dem Schaltbild.

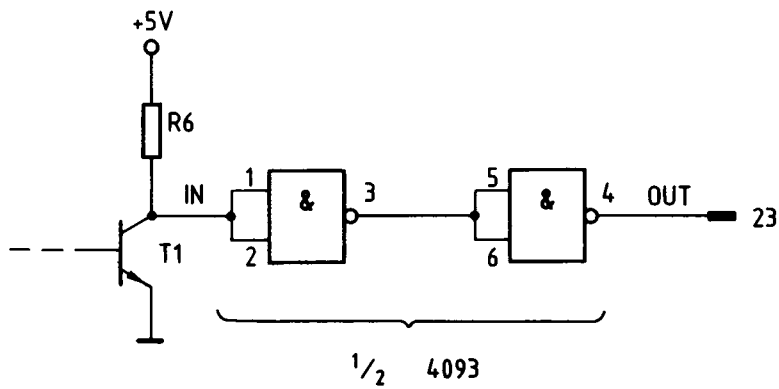


Spannungsregelung BFZ/MFA 1.2. Leiterbahnseite

Anhang



Spannungsregelung BFZ/MFA 1.2. Bestückungsseite



+5V: Anschlüsse 8, 9, 12, 13, 14
 0V: Anschluß 7

Schaltbild

Anhang

5.3. Unterprogramme im Software-Paket SP 1

Unterpr. Name	Eingangs-Adresse	veränd. Register	Funktion des Unterprogramms
COPY	219E	A,B,C,D, E,H,L	Kopiert einen Speicherinhalt. Anfangsadr. d. Quellber. in HL Endadresse d. Quellber. in DE Anfangsadr. d. Zielber. in BC. Fehlermeldung, wenn Zielbereich nicht vollständig mit RAM be- stückt und Rücksprung zur Kommando-Eingabe von MAT 85+
COPY0	219F	A,B,C,D, E,H,L	Wie COPY, nur Bedeutung der Registerpaare DE und HL ver- tauscht.
COPY1	21A8	A,B,C,D, E,H,L	Kopiert einen Speicherinhalt. Anfangsadr. d. Quellber. in DE Länge d. Quellber. in BC Anfangsadr. d. Zielber. in HL. Fehlermeldungen: wie COPY
FLOOP	2371	A,B,D,H,L	Liest EINEN Wert von der Tastatur im Format ASCII, binär, dezimal, hexadezimal entsprechend dem Format-Code im C-Register (0,1,2,3) in die Speicherzelle ein, deren Adresse im HL-Registerpaar steht. Die Eingabe kann mit <input type="checkbox"/> SP oder <input type="checkbox"/> CR beendet werden. Nach dem RETURN steht das Abschlußzeichen (<input type="checkbox"/> SP oder <input type="checkbox"/> CR) im Akku. Der Inhalt des HL- Registerpaares ist dann um Eins erhöht und das eingelesene Zeichen steht im D-Register.

Anhang

Unterpr. Name	Eingangs-Adresse	veränd. Register	Funktion des Unterprogramms
INCHAR	2815	A	Liest ein Zeichen von der Tastatur. Falls CONTROL-P eingelesen wird, wird der Drucker umgeschaltet (EIN/AUS). Kleinbuchstaben werden in Großbuchstaben gewandelt. Nach dem Rücksprung von diesem Unterprogramm steht das eingelesene Zeichen im Akku.
TSTINP	2823	A,D,H,L	Prüft, ob das Zeichen im Akku in einer Wertetabelle enthalten ist. Die Anfangsadresse der Tabelle muß im HL-Registerpaar stehen. Die Tabelle muß mit einem Null-Byte (00) abgeschlossen sein. Wenn das Zeichen in der Tabelle steht, ist das Zero-Flag beim Rücksprung aus dem Unterprogramm gesetzt.
TSTBS	2878		Prüft, ob das Zeichen im Akku 08H (BS) oder 7FH (DEL) ist. Beim Rücksprung ist das Zero-Flag gesetzt, wenn einer der beiden Werte im Akku steht.
R4	31F4	A	Vergleicht die Inhalte der Registerpaare HL und DE. Zero-Flag , Carry-Flag HL < DE 0 1 HL = DE 1 0 HL > DE 0 0
CMPDH	31FA	A	Vergleicht die Inhalte der Registerpaare HL und DE. Zero-Flag , Carry-Flag HL < DE 0 0 HL = DE 1 0 HL > DE 0 1

Anhang

Unterpr. Name	Eingangs-Adresse	veränd. Register	Funktion des Unterprogramms								
TSTNUM	326F	A,B,C,D,E, H,L	<p>Wandelt eine Dezimalzahl, die in ASCII vorliegt, in eine Binärzahl um. Die ASCII-Zahl muß im Speicher stehen. Wobei die höherwertigen Stellen die niedrigeren Speicherzellen belegen. Beispiel für die Zahl 123:</p> <table style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td style="padding: 0 10px;">1</td> <td style="padding: 0 10px;">2</td> <td style="padding: 0 10px;">3</td> <td style="padding: 0 10px;">nicht-numerisches Abschlußzeichen</td> </tr> <tr> <td style="border: 1px solid black; text-align: center;">31</td> <td style="border: 1px solid black; text-align: center;">32</td> <td style="border: 1px solid black; text-align: center;">33</td> <td style="border: 1px solid black; text-align: center;">00</td> </tr> </table> <p>Adresse: E000 E001 E002 E003</p> <p>Der erlaubte Wertebereich reicht von 0 bis +65535. Führende Leerzeichen sind erlaubt. Die Adresse der ersten Ziffer muß beim Unterprogramm-Aufruf im DE-Registerpaar stehen. Die ASCII-Zahl muß mit einem nicht-numerischen Zeichen abgeschlossen sein. Die Binärzahl, die der ASCII-Zahl entspricht, befindet sich nach der Rückkehr im HL-Registerpaar. Die Anzahl der Ziffern steht im B-Register.</p> <p><u>Fehler:</u> Wird keine Ziffer gefunden, so enthält das B-Register den Wert 00. Wird der zulässige Zahlenbereich überschritten, so enthält das B-Register den Wert FF. Nach dem Rücksprung wird daher folgender Fehler-Test empfohlen:</p> <pre> INR B JZ UEBERLAUF DCR B JZ KEINE-ZIFFER . </pre>	1	2	3	nicht-numerisches Abschlußzeichen	31	32	33	00
1	2	3	nicht-numerisches Abschlußzeichen								
31	32	33	00								

Anhang

Unterpr. Name	Eingangs-Adresse	veränd. Register	Funktion des Unterprogramms
TNO	3272	A,B,C,D,E, H,L	Wie TSTNUM, aber keine führenden Leerzeichen erlaubt.
DIVIDE:	3AFE	A,B,C,D,E, H,L	Dividiert den Inhalt des HL-Registerpaares durch den Inhalt des DE-Registerpaares. Das Ergebnis steht im BC-Registerpaar, der Rest im HL-Registerpaar. Keine Fehlermeldung bei Division durch Null.
PRTNUM	3C43	A,B,C,D,E, H,L	Druckt eine Zahl in der dezimalen Schreibweise. Die Zahl muß beim Unterprogrammaufruf als Zweierkomplement im HL-Registerpaar stehen (FFFF = -1) Vor positiven Zahlen wird ein Leerzeichen ausgegeben, vor negativen Zahlen wird ein "-" ausgegeben. Nach jeder Zahl wird ein Leerzeichen ausgegeben. Zahlenbereich: -32768 bis +32767.
PRTLNN	3C46	A,B,C,D,E, H,L	Wie PRTNUM. Die Zahl im HL-Registerpaar muß jedoch in normaler Binärcodierung vorliegen (FFFF = 65535). Ist beim Aufruf von PRTLNN das Sign-Bit im Flag-Register gleich Null, so wird eine positive Zahl ausgegeben. Ist das Sign-Bit gleich Eins, so wird eine negative Zahl (mit vorangestelltem "-") ausgegeben. Beim Aufruf PRTLNN+1 wird das Sign-Bit automatisch auf Null (positiv) gesetzt.
DRUSWP	3ECE		Drucker umschalten (Ein/Aus).

Anhang

Unterpr. Name	Eingangs- Adresse	veränd. Register	Funktion des Unterprogramms
DROFF	3EDA		Drucker aus.
DRON	3EF3		Drucker ein.
BCLEAR	3FD6		Löscht den Bildschirm.

Anhang

5.4. Systemadressen

5.4.1. SPS-Systemadressen

Die Adresse des letzten SPS-Programm-Bytes ist in den Speicherzellen E003 (LSB) und E004 (MSB) gespeichert.

Der SPS-Programmspeicher beginnt bei der Adresse E0ED.

5.4.2. BASIC-Systemadressen

Die Adresse des ersten FREIEN Bytes im BASIC-Programmspeicher ist in den Speicherzellen 6064 (LSB) und 6065 (MSB) gespeichert.

Das Ende des Programm-Speichers ist in den Speicherzellen 6066 (LSB) und 6067 (MSB) gespeichert.

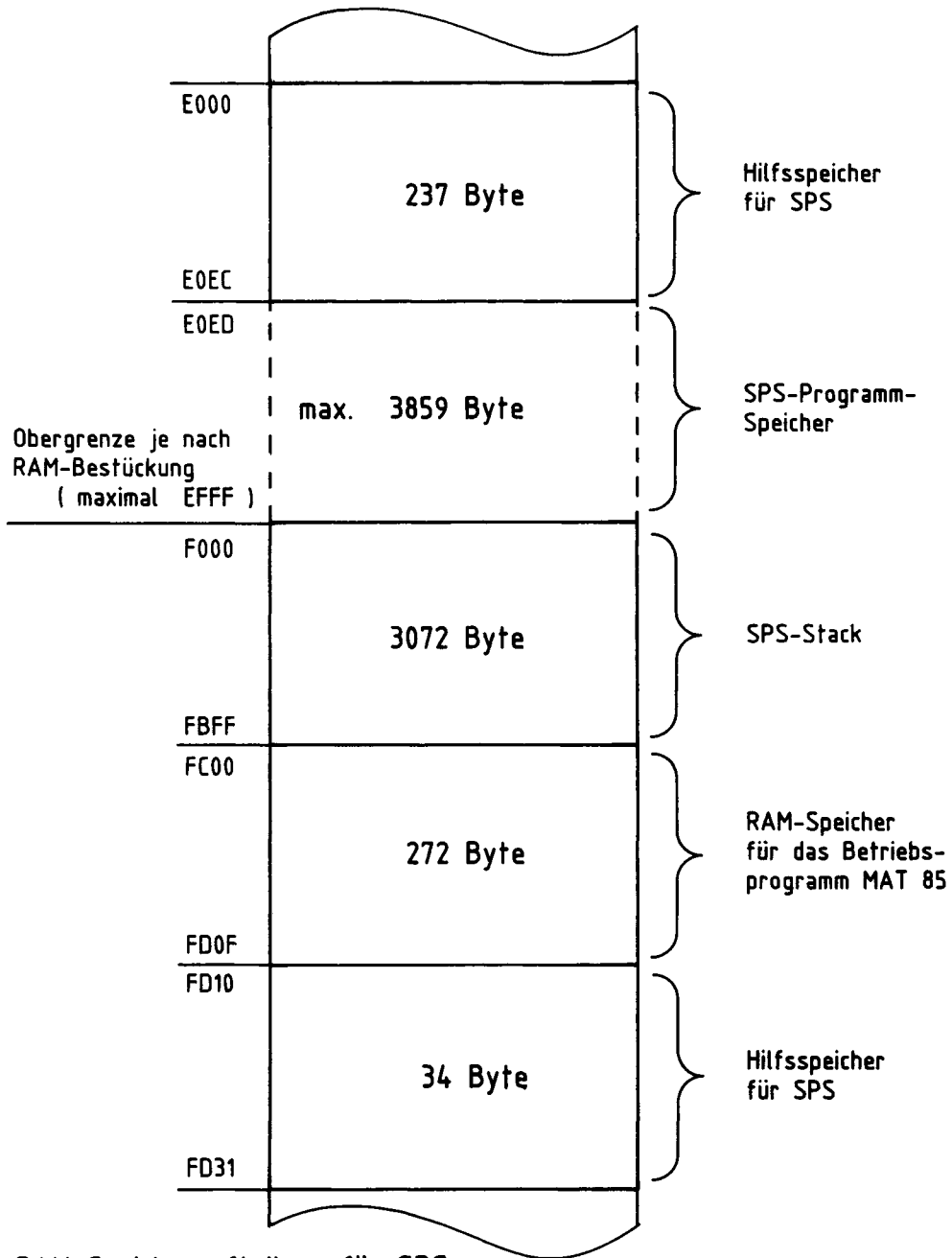
Die Adresse der obersten RAM-Speicheradresse plus Eins, die von BASIC genutzt wird, ist in den Speicherzellen 606C (LSB) und 606D (MSB) gespeichert.

Speicheradressen für BASIC-Variable:

LSB	MSB
A: Ende d. Programmsp. + 2	Ende d. Programmsp. + 3
B: Ende d. Programmsp. + 4	Ende d. Programmsp. + 5
C: Ende d. Programmsp. + 6	Ende d. Programmsp. + 7
·	·
·	·
·	·
Z: Ende d. Programmsp. + 52	Ende d. Programmsp. + 53

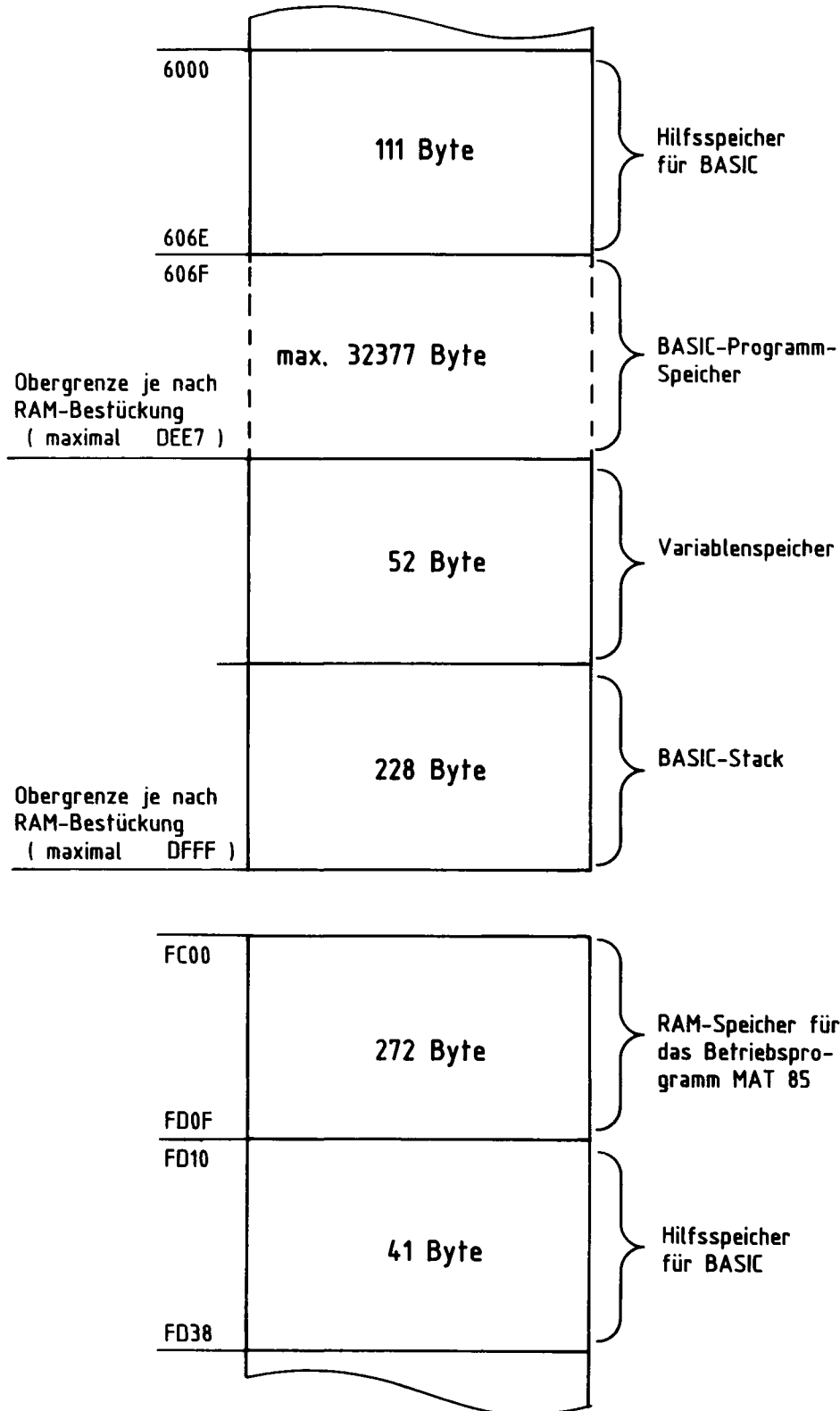
Zahlendarstellung siehe Abschnitt 4.4.1.

Anhang



RAM-Speicheraufteilung für SPS

Anhang



RAM-Speicheraufteilung für BASIC

1

2

3

4

MAT 85 - MONITOR
VERSION 1.8

LOC	OBJ	LINE	SOURCE STATEMENT
-----	-----	------	------------------

1	;	*****	*****
2	;	*	*
3	;	*	*
4	;	****	****
5	;	****	****
6	;	****	****
7	;	****	****
8	;	*	*
9	;	*****	*****
10	;	*	*
11	;	DEZEMBER	1981, SORENSEN SOFTWARE, SEEHEIM
12	;	*	*
13	;	*****	*****
14	;		
15	;	INHALT:	
16	;		
17	;	1	GLEICHSETZUNGEN (EQU), ROM-RESERVIERUNGEN, KONSTANTEN
18	;	2	KOMMANDOTABELLE
19	;	3	RESET, PROGRAMM-ABORTS, KOMMANDODEKODIERER
20	;	4	ROUTINEN BEI PROGRAMMABBRUCH (TRAP, RST 1, RST 7 ...)
21	;	5	MONITOR-KOMMANDOS (ALPHABETISCH)
22	;	6	I/O-TREIBER: CASSETTE, SERIELLE EIN-/AUSGABE
23	;	7	LISTE ALLER HILFSROUTINEN
24	;	8	EIN-/AUSGABEROUTINEN
25	;	9	ALLGEMEINE HILFSROUTINEN
26	;	10	RAM-RESERVIERUNG
27	;		
28	;		

LOC	OBJ	LINE	SOURCE STATEMENT
		29	
		30	;EXTERNE PROGRAMME
		31	
10E4		32	TRINIT EQU 10E4H ;PROGRAMM TRACER INITIALISIEREN
10F6		33	TRACE EQU 10F6H ;PROGRAMM TRACER
127D		34	INKLB EQU 127DH ;PROGRAMM INKREMENTALASSEMBLER LABELVERWALTUNG
19F9		35	DISA1 EQU 19F9H ;PROGRAMM DISASSEMBLER INSTRUKTION AUSGEBEN
19AE		36	DISASM EQU 19AEH ;PROGRAMM DISASSEMBLIERE SPEICHERBEREICH
18B8		37	LBINIT EQU 18B8H ;PROGRAMM INITIALISIERE LABEL U. LINKTABELLE
		38	
		39	; 1. MONITOR-KONSTANTEN
		40	
0004		41	BFTANZ EQU 4 ;ANZAHL DER MOEGLICHEN BREAKPOINTS
FFFF		42	LEER EQU OFFFHH ;"LEER" Z.B. ALS SPRUNGADRESSE
		43	; ZWISCHEN 300 UND 600 BAUD
		44	
		45	
		46	; 2. KONTROLLZEICHEN
		47	
0007		48	BEL EQU 7 ;KLINGEL (BELL)
0008		49	BS EQU 8 ;RUECKSCHRITT (BACKSPACE)
000A		50	LF EQU 0AH ;ZEILENVORSCHUB (LINE FEED)
000D		51	CR EQU 0DH ;WAGENRUECKLAUF (CARRIAGE RETURN)
001B		52	ESC EQU 1BH ;ABBRUCH (ESCAPE)
007F		53	RUBOUT EQU 7FH ;LOESCHEN (RUB OUT/DELETE)
		54	
0001		55	FBIN EQU 1 ;BINAER
0003		56	FHEX EQU 3 ;HEXADEZIMAL
		57	
		58	

LOC	OBJ	LINE	SOURCE STATEMENT
		59	
		60	
		61	; *
		62	; **
		63	; ***
		64	; *****
0000		65	DRG 0000 ; ***** MONITOR-ANFANGS-ADRESSE ***
		66	; *****
		67	; ***
		68	; **
		69	; *
		70	
		71	
0000	C34901	72	BFZ: JMP RESET ;***** MONITOR START *****
0003	FF	73	DB OFFH
0004	90FD	74	LBANF: DW LBRAM ; ANFANG DER LABELTABELLE (ASSEMBLER)
0006	FF	75	DB OFFH
0007	FF	76	DB OFFH
0008	C33F02	77	JMP CMDUSER ;RST 1: ANWENDER-EINSPRUNG IN MONITOR
000E	FF	78	DB OFFH
000C	FF	79	DB OFFH
000D	FF	80	DB OFFH
000E	FF	81	DB OFFH
000F	FF	82	DB OFFH
0010	C38CFC	83	JMP RST2 ;RST 2: ANWENDER-RESTART
0013	FF	84	DB OFFH
0014	FF	85	DB OFFH
0015	FF	86	DB OFFH
0016	FF	87	DB OFFH
0017	FF	88	DB OFFH
0018	C38FFC	89	JMP RST3 ;RST 3: ANWENDER RESTART
001B	FF	90	DB OFFH
001C	FF	91	DB OFFH
001D	FF	92	DB OFFH
001E	FF	93	DB OFFH
001F	FF	94	DB OFFH
0020	C3DF02	95	JMP BREAK ;RST 4: BRAEKPOINT
0023	FF	96	DB OFFH
0024	C38602	97	JMP TRAP ;NICHT-MASKIERBARER INTERRUPT (TASTER)
0027	FF	98	DB OFFH
0028	C392FC	99	JMP RST5 ;ANWENDER-RESTART
002E	FF	100	DB OFFH
002C	C395FC	101	JMP RST55 ;RST 5.5: ANWENDER-INTERRUPT
002F	FF	102	DB OFFH
0030	C398FC	103	JMP RST6 ;RST 6: ANWENDER-RESTART
0033	FF	104	DB OFFH
0034	C39BFC	105	JMP RST65 ;RST 6.5: ANWENDER-INTERRUPT
0037	FF	106	DB OFFH
0038	C34D02	107	JMP ABORT ;PROGRAMM ABORT
003E	FF	108	DB OFFH
003C	C39EFC	109	JMP RST75 ;RST 7.5: ANWENDER-INTERRUPT
003F	FF	110	DB OFFH
		111	

LOC	OBJ	LINE	SOURCE STATEMENT
		112	; JUMP-TABELLE (ZU SYSTEM-E/A-UNTERPROGRAMMEN
		113	
0040	C3AC01	114	JMP CMD
0043	C3E00A	115	JMP RCHAR ;1 ZEICHEN LESEN
		116	
0046	C3FFFF	117	JMP LEER ;RESERVE
0049	C3FFFF	118	JMP LEER ;RESERVE
004C	C3FFFF	119	JMP LEER ;RESERVE
004F	C3FFFF	120	JMP LEER ;RESERVE
		121	
0052	C3B60B	122	JMP WCHAR ;1 ZEICHEN AUSGEBEN
0055	C3F70B	123	JMP WCHARI ;1 ZEICHEN NACH CALL AUSGEBEN
0058	C36F0B	124	JMP WAHEX ;2 HEX.STELLEN ASCII AUSGEBEN (A)
005B	C31C0C	125	JMP WHLHEX ;4 HEX.STELLEN ASCII AUSGEBEN (HL)
005E	C3040B	126	JMP WABIN ;8 BIN.WERTE ASCII AUSGEBEN (A)
0061	C3190B	127	JMP WADEZ ;3 DEZ.STELLEN ASCII AUSGEBEN (A)
0064	C34F0B	128	JMP WAFOR ;(ASCII/BIN/DEZ/HEX)--STELLEN ASCII AUSGEBEN (A)
0067	C38E0B	129	JMP WBLANK ;SPACE AUSGEBEN
006A	C3A10B	130	JMP WBUF ;TEXT AUSGEBEN
006D	C3B00B	131	JMP WBUFI ;TEXT NACH CALL AUSGEBEN
0070	C3010C	132	JMP WCRLF ;CR+LF AUSGEBEN
0073	C3130C	133	JMP WCRLF ;CR+LF UND TEXT NACH CALL AUSGEBEN
0076	C3FFFF	134	JMP LEER
0079	C3FFFF	135	JMP LEER
007C	C3FFFF	136	JMP LEER
		137	
		138	; COPYRIGHT NOTICE
007F	2B432920	139	DB '(C) COPYRIGHT 1982 BFZ/MFA, ESSEN, W. GERMANY
0083	434F5059		
0087	52494748		
008B	54203139		
008F	38322042		
0093	465A2F4D		
0097	46412C20		
009B	45535345		
009F	4E2C2057		
00A3	2E204745		
00A7	524D414E		
00AB	59202020		
00AF	20202020		
00B3	202020		

2. KOMMANDOTABELLE

LOC	OBJ	LINE	SOURCE STATEMENT	
		141		
		142	;KOMMANDO-TABELLE	
		143		
00B6	41535345	144	CMDTAB: IB	'ASSEMBLER',0
00BA	4D424C45			
00BE	52			
00BF	00			
00C0	A202	145	DW	ASSEMBLER ;INKREMENTAL-ASSEMBLER
		146		
00C2	42524541	147	DB	'BREAKPOINT',0
00C6	4B504F49			
00CA	4E54			
00CC	00			
00CD	CB02	148	DW	BREAKPOINT ;BREAKPOINTS EIN-/AUSSCHALTEN
		149		
00CF	44495341	150	DB	'DISASSEMBLER',0
00D3	5353454D			
00D7	424C4552			
00DB	00			
00DC	4A03	151	DW	DISASSEMBLER ;MASCHINENCODE DISASSEMBLIEREN
		152		
00DE	474F	153	DB	'GO',0
00E0	00			
00E1	7403	154	DW	GO ;ANWENDERPROGRAMM AUSFUEHREN
		155		
00E3	4B454C50	156	DB	'HELP',0
00E7	00			
00E8	B503	157	DW	HELP ;HILFE: ALLE KOMMANDOS AUSDRUCKEN
		158		
00EA	494E	159	DB	'IN',0
00EC	00			
00ED	D103	160	DW	INPORT ;DATEN VON EINGABE-PORT LESEN
		161		
00EF	4C4F4144	162	DB	'LOAD TAPE',0
00F3	20544150			
00F7	45			
00FB	00			
00F9	F403	163	DW	LOAD ;DATEN VON BANDKASSETTE LADEN
		164		
		165		
00FB	4D454D4F	166	DB	'MEMORY',0
00FF	5259			
0101	00			
0102	9904	167	DW	MEMORI ;SPEICHER DRUCKEN UND AENDERN
		168		
0104	4E455854	169	DB	'NEXT INSTRUCTION',0
0108	20494E53			
010C	54525543			
0110	54494F4E			
0114	00			
0115	0105	170	DW	NEXTINSTRUCTION ;ANWENDERPROGRAMM SCHRITTWEISE AUSFUEHREN
		171		
0117	4F5554	172	DB	'OUT',0
011A	00			
011B	1505	173	DW	OUTPUT ;DATEN ZUM AUSGABE-PORT AUSGEBEN

2. KOMMANDOTABELLE

PAGE 6

BFZ/MFA Monitorlisting
MAT 85 Version 1.8-12/81

LOC	OBJ	LINE	SOURCE STATEMENT
		174	
011D	5052494E	175	DB 'PRINT',0
0121	54		
0122	00		
0123	4105	176	DW PRINT ;SPEICHERBEREICH AUSGEBEN
		177	
0125	52454749	178	DB 'REGISTER',0
0129	53544552		
012D	00		
012E	8405	179	DW REGISTER ;REGISTER DRUCKEN UND AENDERN
		180	
0130	53415645	181	DB 'SAVE',0
0134	00		
0135	7F06	182	DW SAVE ;DATEN AUF BANDCASSETTE SPEICHERN TAPE
		183	
0137	54524143	184	DB 'TRACE INTERVAL',0
013B	4520494E		
013F	54455256		
0143	414C		
0145	00		
0146	1607	185	DW TRACEINTERVAL ;INTERVALL-TRACE EIN-/AUSSCHALTEN
		186	
0148	00	187	DB 0 ;ENDE KOMMANDO-TABELLE
		188	
		189	

LOC	OBJ	LINE	SOURCE STATEMENT
		190	
0149	3180FC	191	RESET: LXI SP,MONSTK ;STACK INITIALISIEREN
014C	CD0COE	192	CALL BPTREM
014F	CD1907	193	CALL CASINIT ;CASSETTEN I/O INITIALISIEREN
0152	3EC3	194	MVI A,0C3H
0154	3280FC	195	STA SERIN ;ADRESSEN DER SERIELLEN ROUTINEN VORBESETZEN
0157	3283FC	196	STA SEROUT ;MIT DEN NORMALEN ROUTINEN
015A	212D08	197	LXI H,SERI
015D	2281FC	198	SHLD SERIN+1
0160	219F08	199	LXI H,SERO
0163	2284FC	200	SHLD SEROUT+1
		201	;POWER UP ODER WARMSTART ?
0166	21DEFC	202	LXI H,RESEUF
0169	3E5A	203	MVI A,5AH
016B	BE	204	CMF M
016C	CA6502	205	JZ TASTERRESET ;WARMSTART, RAM IST SCHON INITIALISIERT
016F	77	206	MOV M,A ;POWER UP, BZW. KALTSTART
0170	21A1FC	207	LXI H,BRAM ;RAM INITIALISIEREN (=0 SETZEN)
0173	0E3D	208	MVI C,ERAM-BRAM
0175	3600	209	RESET2: MVI M,0
0177	23	210	INX H
0178	0D	211	DCR C
0179	C27501	212	JNZ RESET2
017C	2132FC	213	LXI H,USRSTK ;ANWENDER-STACK INITIALISIEREN
017F	22D9FC	214	SHLD SPWERT
0182	3E48	215	MVI A,'H'
0184	32A1FC	216	STA FORMAT ;FORMAT = HEX
0187	CD6008	217	CALL SERINIT ;SERIELLEN I/O INITIALISIEREN
018A	CD8818	218	CALL LBINIT ;LABELTABELLE LOESCHEN
018D	CD130C	219	CALL WCRLFI
		220	;
0190	42465A2D	221	DB 'BFZ-MONITOR VERSION 1.8',LF,0
0194	4D4F4E49		
0198	544F5220		
019C	56455253		
01A0	494F4E20		
01A4	312E38		
01A7	0A		
01AB	00		
		222	
01A9	CD8503	223	CALL HELP ;ALLE KOMMANDOS AUSDRUCKEN
		224	;
		225	;KOMMANDO-DEKODIERER
		226	
01AC	3180FC	227	CMD: LXI SP,MONSTK ;STACK INITIALISIEREN
01AF	CDE410	228	CALL TRINIT ;TRACE INITIALISIEREN
01B2	CD6008	229	CALL LCLR ;ZEILENZAEHLER AUSSCHALTEN
01B5	AF	230	XRA A ;AKKU = 0
01B6	32C7FC	231	STA BCKFLG ;"+, -" ARSCHALTEN
01B9	32CAFC	232	STA RUBFLG ;RUBOUT EINSCHALTEN
01BC	32C9FC	233	STA GROFLG ;NUR GROSSBUCHSTABEN
01BF	CDAA0C	234	CALL BCLR ;EINGABEPUFFER LOESCHEN
01C2	CD130C	235	CALL WCRLFI
01C5	0A	236	DB LF,0
01C6	00		

3. RESET, PROGRAMM-ABORTS, KOMMANDO-DEKODIERER

LOC	OBJ	LINE	SOURCE STATEMENT	
01C7	CDB00B	237	CMD1: CALL	WBUFI
01CA	0D	238	DB	CR, ' ,
01CB	20202020			
01CF	202020			
01D2	0D	239	DB	CR, 'KMD > ', 0
01D3	4B4D4420			
01D7	3E20			
01D9	00			
01DA	0601	240	MVI	R, 1 ; ANZAHL DER ZEICHEN IN
01DC	0E00	241	MVI	C, 0 ; ASCII-FORMAT
01DE	CD0A0D	242	CALL	BREAD ; ZEICHEN EINLESEN UND PUFFERN
01E1	CD0C0C	243	CALL	BGETF ; ZEICHEN HOLEN; WELCHE DA ?
01E4	IAF001	244	JC	CMDEX2 ; NEIN
01E7	21B600	245	LXI	H, CMDTAB ; JA, KOMMANDO AUSFUEHREN
01EA	4F	246	MOV	C, A
01EB	7E	247	CMDEX1: MOV	A, M
01EC	B7	248	ORA	A
01ED	C20502	249	JNZ	CMDEX3
01F0	210020	250	CMDEX2: LXI	H, 2000H ; BEI NICHT VORGESEHENEM KOMMANDO
01F3	3EC3	251	MVI	A, 0C3H ; WIRD BEI ADR. 2000HEX GEPRUEFT,
01F5	BE	252	CMF	M ; OB DORT EIN JMP-BEFEHL (C3) STEHT;
01F6	CC740E	253	CZ	CALLHL ; WENN J A: SPRUNG DORTHIN
01F9	CD890B	254	CALL	WBELL ; FALSCHES KOMMANDO
01FC	CD020E	255	CALL	CRITST ; TTY ?
01FF	D2C701	256	JNC	CMD1 ; NEIN, KDO IN GLEICHER ZEILE
0202	C3AC01	257	JMP	CMD ; JA, IN NAECHSTER ZEILE
0205	23	258	CMDEX3: INX	H
0206	B9	259	CMF	C ; ZEICHEN ERKANNT ?
0207	CA1502	260	JZ	CMDEX5 ; JA, ERKANNT
020A	7E	261	CMDEX4: MOV	A, M ; NEIN, RESTTEXT UEBERGEHEN
020B	23	262	INX	H
020C	B7	263	ORA	A ; ENDE RESTTEXT ?
020D	C20A02	264	JNZ	CMDEX4 ; NEIN
0210	23	265	INX	H ; JA, ADRESSE UEBERGEHEN
0211	23	266	INX	H
0212	C3ER01	267	JMP	CMDEX1
0215	CD1A10B	268	CMDEX5: CALL	WBUF ; RESTTEXT AUSGEBEN
0218	5E	269	MOV	E, M ; KOMMANDOADRESSE --> (DE)
0219	23	270	INX	H
021A	56	271	MOV	D, M
021B	EB	272	XCHG	
021C	CD740E	273	CALL	CALLHL ; KOMMANDO AUSFUEHREN
021F	DC890B	274	CC	WBELL
0222	C3AC01	275	JMP	CMD
		276 ;		
		277		

LOC	OBJ	LINE	SOURCE STATEMENT
		278	;
		279	;*****
		280	;* CMDABORT - GRUND DES PROGRAMMABBRUCHS AUSIRUCKEN
		281	;* CALL CMDABORT
		282	;* DB 'GRUND DES ABRUCHS',0
		283	;*****
		284	CMDABORT:
		285	
0225	CD0COE	286	CALL BFTREM
0228	CD130C	287	CALL WCRLFI
022B	202A2A2A	288	DB ' *** ',0
022F	20		
0230	00		
0231	E3	289	XTHL
0232	CD1A10B	290	CALL WBUF
0235	E3	291	XTHL
0236	CD800B	292	CALL WBUF1
0239	202A2A2A	293	DB ' *** ',0
023D	00		
023E	C9	294	RET
		295	;*****
		296	;* CMDUSER - ANWENDERPROGRAMM KEHRT MIT RST 1 ODER CALL 8 ZURUECK
		297	;*****
		298	CMDUSER: ;*** RST 1 ***
023F	CD1610	299	CALL REGSAV
0242	CD2502	300	CALL CMDABORT
0245	55534552	301	DB 'USER',0
0249	00		
024A	C3AC01	302	JMP CMD
		303	;*****
		304	;* ABORT - PROGRAMM-ABSTURZ DURCH FF ALS OPCODE
		305	;*****
		306	ABORT: ;*** RST 7 ***
024D	CD1610	307	CALL REGSAV
0250	CD2502	308	CALL CMDABORT
0253	50524F47	309	DB 'PROGRAMM ABORT',0
0257	52414D4D		
025B	2041424F		
025F	5254		
0261	00		
0262	C3AC01	310	JMP CMD
		311	;*****
		312	;* TASTERRESET - RESET-TASTER BETAETIGT
		313	;*****
		314	TASTERRESET: ;*** TASTE RESET ***
0265	3180FC	315	LXI SP,MONSTK
0268	CD1A0C	316	CALL BCLR
026B	CD2502	317	CALL CMDABORT
026E	52455345	318	DB 'RESET',0
0272	54		
0273	00		
0274	2A1FFC	319	LHLI STIME ; BESTIMME OB TTY ODER CRT BAUD RATE
0277	3EEB	320	MVI A,LOW B300
0279	95	321	SUB L
027A	3E03	322	MVI A,HIGH B300

LOC	OBJ	LINE	SOURCE STATEMENT
027C	9C	323	SBB H ; KLEINER GLEICH 300 BAUD BEDEUTET TTY
027D	3E00	324	MVI A,0
027F	8F	325	ADC A ; =1 TTY, =0 CRT
0280	32C8FC	326	STA CRTFLG
0283	C3AC01	327	JMP CMD
		328	*****
		329	;* TRAP - NICHT-MASKIERBARER INTERRUPT (TRAP)
		330	*****
		331	TRAP: ;*** TRAP ***
0286	CD1610	332	CALL REGSAV
0289	CD6008	333	CALL SERINIT
028C	CD2502	334	CALL CMDABORT
028F	4D4F4E49	335	DB 'MONITOR RESTART',0
0293	544F5220		
0297	52455354		
029B	415254		
029E	00		
029F	C3AC01	336	JMP CMD
		337	
		338	

LOC	OBJ	LINE	SOURCE STATEMENT
		339	;
		340	; ASSEMBLER - INKREMENTALASSEMBLER
		341	;*****
		342	* KMD > "A"ASSEMBLER" A-CR ODER A-SPACE TIPPEN,
		343	* "SSEMBLER" WIRD ERGAENZT
		344	* "START-ADR =XXXX" YYYY XXXX=ALT, NEU: YYYY-CR ODER YYYY-SPACE
		345	* ALT: CR ODER SPACE
		346	* (PROGRAMM EINTIPPEN, SIEHE ASSEMBLERBESCHREIBUNG)
		347	* ENDI CR
		348	* "KMD > "NAECHSTES KOMMANDO
		349	;*****
		350	ASSEMBLER:
02A2	2AB4FC	351	LHLD ABADR
02A5	CI740A	352	CALL HSTARD ;STARTADR. HOLEN
02A8	22B4FC	353	SHLD ABADR
02AB	CI7D12	354	CALL INKLB ; (HL)=ANF.ADRASSE
02AE	EB	355	XCHG ; (HL)=LWA+1
02AF	CI130C	356	CALL WCRLF1
02B2	202A2A2A	357	DB ' *** ',0
02B6	20		
02B7	00		
02B8	CI0C0A	358	CALL HJANEIN
02BB	52455354	359	DB 'RESTART ?',0
02BF	41525420		
02C3	3F		
02C4	00		
02C5	37	360	STC
02C6	3F	361	CMC
02C7	C0	362	RNZ ;NICHT "JA"
02C8	36CF	363	MVI M,OCFH ;"JA": RST 1 DANACH
02CA	C9	364	RET
		365	
		366	;*****
		367	* BREAKPOINT - BREAKPOINTS AUSDRUCKEN UND EIN-/AUSSCHALTEN
		368	* "KMD > "B"REAKPOINT" B-CR ODER B-SPACE EINTIPPEN,
		369	* "REAKPOINT" WIRD ERGAENZT
		370	;
		371	* "BREAK-ADR1=X1X1" X1X1=BREAKPOINTADRESSE 1
		372	* "BREAK-ADR2=X2X2" X2X2=BREAKPOINTADRESSE 2
		373	* "EIN/AUS =X" Y X=ALT, EIN: Y=E-CR ODER E-SPACE
		374	* AUS: Y=A-CR ODER E-SPACE
		375	* Y=CR ODER SPACE: UNVERAENDERT
		376	;*****
		377	BREAKPOINT:
02CB	0600	378	MVI B,0 ;ALLE BREAKPOINTADR. AUSDRUCKEN
02CD	CI090E	379	CALL BPTNUM ; (C) <-- ANZAHL BREAKPOINTS
02D0	CI1409	380	BREAK1: CALL HBPTD1
02D3	04	381	INR B
02D4	0D	382	DCR C
02D5	C2D002	383	JNZ BREAK1
02D8	21C6FC	384	LXI H,BPTFLG ;BREAKPOINTS EIN-/AUSSCHALTEN
02DB	CI7B09	385	CALL HEINAUS ;E=EIN, A=AUS
02DE	C9	386	RET
		387	
		388	

LOC	OBJ	LINE	SOURCE STATEMENT
		389	
		390	
		391	*****
		392	;* BREAK - BREAKPOINT-AUSFUEHRUNGSRoutine
		393	;* DIE ROUTINE WIRD AUSGEFUEHRT, WENN
		394	;* (1) BREAKPOINTS EINGESCHALTET SIND U N D
		395	;* BREAKPOINTS NICHT ALLE =0 SIND U N D
		396	;* DAS PROGRAMM EINE ADRESSE ERREICHT, AUF DIE EIN
		397	;* BREAKPOINT GESETZT IST:
		398	;* *** BREAKPOINT ***
		399	;* REGISTERAUSDRUCK
		400	;* (2) EIN RST 4 IM DURCHLAUFENEN PROGRAMMCODE STEHT:
		401	;* *** BREAKPOINT ERROR ***
		402	;* REGISTERAUSDRUCK
		403	;* DIE INSTRUKTION, BEI DER SICH EIN BREAKPOINT EREIGNET HAT,
		404	;* IST NOCH NICHT AUSGEFUEHRT, D.H., DASS DER REGISTERAUSDRUCK
		405	;* DAS RESULTAT DER VORANGEHENDEN INSTRUKTION ANZEIGT.
		406	*****
		407	BREAK:
02DF	CD1610	408	CALL REGSAV ;REGISTER RETTEN; (HL)=PCWERT
02E2	CD608	409	CALL LCLR ;ZEILENZAEHLER AUSSCHALTEN
02E5	2B	410	ICX H ;(PC)-1, DA INSTRUKTION NICHT AUSGEFUEHRT
02E6	22D7FC	411	SHLD PCWERT
02E9	3AC6FC	412	LDA BPTFLG
02EC	B7	413	ORA A ;BREAKPOINTS EINGESCHALTET ?
02ED	CA1603	414	JZ BO ; NEIN, RST 4 IM CODE
02F0	32C5FC	415	STA BPTACT ; JA
02F3	06FF	416	MVI B,OFFH
02F5	CD370E	417	CALL BPTSET ;(PC)-1=BREAK-ADR ?
02F8	D21603	418	JNC BO ; NEIN, BREAKPOINT FEHLER
02FB	CD130C	419	CALL WCRLFI ; JA
02FE	0A	420	DB LF
02FF	202A2A2A	421	DB ' *** BREAKPOINT ***',0
0303	20425245		
0307	414B504F		
030B	494E5420		
030F	2A2A2A		
0312	00		
0313	C33B03	422	JMP B1
0316	2AD7FC	423	BO: LHLD PCWERT ;BREAKPOINT FEHLER:
0319	23	424	INX H ; (PC)-1 UNGLEICH BREAK-ADR
031A	22D7FC	425	SHLD PCWERT ; ODER BREAKPOINTS NICHT EINGESCHALTET
031D	CD130C	426	CALL WCRLFI
0320	0A	427	DB LF
0321	202A2A2A	428	DB ' *** BREAKPOINT ERROR ***',0
0325	20425245		
0329	414B504F		
032D	494E5420		
0331	4552524F		
0335	52202A2A		
0339	2A		
033A	00		
033B	CD0C0E	429	B1: CALL BPTREM ;BREAKPOINTS ENTFERNEN
033E	CDAE0F	430	CALL PREGT ;REGISTERINHALTE AUSDRUCKEN
0341	CD0A0F	431	CALL PREGP

LOC	OBJ	LINE	SOURCE STATEMENT
0344	CD120F	432	CALL PREGS
0347	CDAC01	433	CALL CMD ;ACHTUNG! KOMMT NIE ZURUECK
		434	
		435	;*****
		436	* DISASSEMBLER - DISASSEMBLER MASCHINENCODE
		437	* "KMD" > "D" ISASSEMBLER D-CR ODER D-SPACE EINTIPPEN,
		438	* "ISASSEMBLER" WIRD ERGAENZT
		439	* "START-ADR =X1X1 "Y1Y1 X1X1=ALT, NEU: Y1Y1-CR ODER Y1Y1-SPACE
		440	* ALT: CR ODER SPACE
		441	* "STOP -ADR =X2X2 "Y2Y2 X2X2=ALT, NEU: Y2Y2-CR ODER Y2Y2-SPACE
		442	* ALT: CR ODER SPACE
		443	;*****
		444	
		445	DISASSEMBLER:
034A	2AB6FC	446	LHLD IBADR
034D	CD740A	447	CALL HSTARD ;START-ADR HOLEN
0350	22B6FC	448	SHLD IBADR
0353	EB	449	XCHG
0354	2AB8FC	450	LHLD DEADR
0357	CD9C0A	451	CALL HSTOP'D ;STOP-ADR HOLEN
035A	22B8FC	452	SHLD DEADR
035D	EB	453	XCHG
035E	CD0D08	454	CALL LINIT ;ZEILENZAEHLER EINSCHALTEN
0361	CDAE19	455	CALL DISASM ;DISASSEMBLIEREN: (HL)=START, (DE)=STOP
0364	CD010C	456	CALL WCRLF
0367	CD930B	457	CALL WBLNKI
036A	15	458	DB 21
036B	CD800B	459	CALL WBUFI
036E	45E44	460	DB 'END',0
0371	00		
0372	B7	461	DRA A
0373	C9	462	RET
		463	

LOC	OBJ	LINE	SOURCE STATEMENT
		464	*****
		465	;* GO - PROGRAMM AUSFUEHREN, ZUVOR GGF. BREAKPOINTS EINSETZEN
		466	;* "KMD > "G"O" G-CR ODER G-SPACE EINTIPPEN,
		467	;* "O" WIRD ERGAENZT
		468	;* "START-ADR =XXXX" YYYY XXXX=ALT, NEU: YYYY-CR ODER YYYY-SPACE
		469	;* ALT: CR ODER SPACE
		470	;* "BREAK-ADR1=X1X1" Y1Y1 X1X1=ALT, NEU: Y1Y1-SPACE
		471	;* ALT: SPACE
		472	;* "BREAK-ADR2=X2X2" Y2Y2 X2X2=ALT, NEU: Y2Y2-CR ODER Y2Y2-SPACE
		473	;* ALT: CR ODER SPACE
		474	;* O D E R
		475	;* "KMD > "G"O"
		476	;* "START-ADR =XXXX" YYYY
		477	;* "BREAK-ADR1=X1X1" Y1Y1 X1X1=ALT, NEU: Y1Y1-CR
		478	;* ALT: CR
		479	;* O D E R (NUR, WENN BREAKPOINTS AUSGESCHALTET !)
		480	;* "KMD > "G"O"
		481	;* "START-ADR =XXXX" YYYY
		482	*****
		483	GO:
0374	2AI7FC	484	LHLD FCWERT
0377	CI740A	485	CALL HSTARD ;PROGRAMMSTARTADR HOLEN
037A	22I7FC	486	SHLD FCWERT
037D	3AC6FC	487	LDA BPTFLG
0380	B7	488	ORA A ;BREAKPOINTS EINGESCHALTET ?
0381	CA9403	489	JZ GO2 ; NEIN
0384	CI090E	490	CALL BPTNUM ; JA, BREAK-ADRESSEN ANFORDERN
0387	0600	491	MVI B,0
0389	CI0809	492	GO1: CALL HBPTD ;BREAK-ADR HOLEN
038C	C29403	493	JNZ GO2 ; NZ: KEINE WEITEREN BREAK-ADR.S
038F	04	494	INR B
0390	0D	495	ICR C
0391	C28903	496	JNZ GO1
0394	CD010C	497	GO2: CALL WCRLF
0397	3AC4FC	498	LDA TRCFLG
039A	B7	499	ORA A ;TRACE EINGESCHALTET ?
039B	C2AE03	500	JNZ GO3 ; JA
039E	32C5FC	501	STA BPTACT ; NEIN
03A1	CD610	502	CALL TRACE ;EINE INSTRUKTION TRACEN,
03A4	ICCA07	503	CC TRHALT
03A7	CD50D	504	CALL BPTINS ; DANN BREAKPOINTS EINFUEGEN,
03AA	CD20F	505	CALL REGRES ; REGISTER WIEDERHERSTELLEN
03AD	C9	506	RET ; UND KONTROLLE AN ANWENDIERPROGRAMM
03AE	CD108	507	GO3: CALL LINIT ;TRACE: ZEILENZAEHLER EINSCHALTEN
03B1	CD5607	508	CALL TRINT ;TRACE MODUS
03B4	C9	509	RET
		510	

LOC	OBJ	LINE	SOURCE STATEMENT
		511	*****
		512	;* HELP - ALLE KOMMANDIOS AUSDRUCKEN
		513	*****
		514	HELP:
03B5	21B600	515	LXI H,CMITAB ;(HL) = ANF.ADR DER KOMMANDIOTABELLE
03B8	7E	516	HELP1: MOV A,M
03B9	B7	517	ORA A ;TABELLENENDE ?
03BA	C8	518	RZ ; JA, EXIT
03BB	CD130C	519	CALL WCRLF1 ; NEIN, TEXT IN NEUER ZEILE AUSGEBEN
03BE	20	520	DB ' ',0
03BF	00		
03C0	7E	521	HELP2: MOV A,M
03C1	23	522	INX H
03C2	B7	523	ORA A ;TEXT ENDE ?
03C3	CACC03	524	JZ HELP3 ; JA
03C6	CDB60B	525	CALL WCHAR ; NEIN, ZEICHEN AUSGEBEN
03C9	C3C003	526	JMP HELP2
03CC	23	527	HELP3: INX H ;KOMMANDIADR UEBERGEHEN
03CD	23	528	INX H
03CE	C3B803	529	JMP HELP1
		530	
		531	*****
		532	;* INPORT - EINGABEPORST LESEN
		533	;* "KMD > "I"N" I-CR ODER I-SPACE EINTIPPEN,
		534	;* "N" WIRD ERGAENZT
		535	;* "PORT-NR=X1 "Y1 X1=ALT, ALT-1: "-"
		536	;* ALT+1: "+"
		537	;* NEU : Y1-CR ODER Y1-SPACE
		538	;* ALT : CR ODER SPACE
		539	;* "DATEN =X2 "Y2 X2=GELESENER WERT, Y2=CR : FERTIG
		540	;* Y2=SPACE: NOCHMAL LESEN
		541	;* Y2=+/- : NEUE PORT-ADRESSE
		542	*****
		543	INPORT:
03D1	3E01	544	MVI A,1
03D3	32C7FC	545	STA BCKFLG ;"/"- ZUSAETZLICH ALS ABSCHLUSS
03D6	CD2C0A	546	CALL HPORTD ;HOLE PORTADR.
03D9	C5	547	I2: PUSH B
03DA	0EDB	548	MVI C,0DBH ;"IN"-BEFEHL
03DC	CD3205	549	CALL EXPORT ; AUSFUEHREN (S. ROUT. EXPORT)
03DF	CDA30A	550	CALL PDATA
03E2	0600	551	MVI B,0 ;0 ZEICHEN (NUR SCHLUSSZEICHEN VON INTEREESSE)
03E4	0E03	552	MVI C,FHEX ;HEX.FORMAT
03E6	CD0A0D	553	CALL BREAD
03E9	C1	554	POP B
03EA	FE20	555	CFI ' ' ;SCHLUSSZEICHEN IST SPACE ?
03EC	CAD903	556	JZ I2 ; JA, NOCHMAL DATEN LESEN UND AUSGEBEN
03EF	D2D603	557	JNC I1 ; NEIN; "+" ODER "-": NEUE PORTADR HOLEN
03F2	B7	558	ORA A ;CR: EXIT MIT CY=0
03F3	C9	559	RET
		560	
		561	

LOC	OBJ	LINE	SOURCE STATEMENT
		562	*****
		563	* LOAD - PROGRAMM ODER DATEN VON CASSETTE LADEN
		564	* "KMD = "L"OAD" L-CR ODER L-SPACE EINTIPPEN,
		565	* "OAD" WIRD ERGAENZT
		566	* "START-ADR ="YYYY" NEU: YYYY-CR ODER YYYY-SPACE MIT
		567	* YYYY NICHT 0 !
		568	* YYYY=0: START-ADR VON CASSETTE
		569	* "SPACE, DANN BAND EINSCHALTEN" LOS GEHT'S, WENN SPACE EINGETIPPT !
		570	* "ZZZZ" ZZZZ=READY: FEHLERFREI EINGELESEN
		571	* ZZZZ=ERROR: FEHLER BEIM EINLESEN
		572	* CHECKSUM ODER TIME-OUT
		573	*****
		574	
		575	LOAD:
03F4	210000	576	LXI H,0
03F7	CD6D0A	577	CALL HSTART ;LADEADR HOLEN
03FA	CD130C	578	CALL WCRLF
03FD	20535041	579	DB ' SPACE, DANN BAND EINSCHALTEN',0
0401	43452C20		
0405	44414E4E		
0409	2042414E		
040D	44204549		
0411	4E534348		
0415	414C5445		
0419	4E		
041A	00		
041B	CDE00A	580	LSPACE: CALL RCHAR ;AUF SPACE WARTEN
041E	FE20	581	CPI ' '
0420	C21B04	582	JNZ LSPACE
0423	CD010C	583	CALL WCRLF
0426	7C	584	MOV A,H
0427	B5	585	ORA L ;LADEADR = 0 ?
0428	F5	586	PUSH PSW ; (FLAGS RETTEN)
0429	CA2F04	587	JZ L1 ; JA, LADEADR VON CASSETTE LESEN
042C	22BEFC	588	SHLD LBAIR ; NEIN, LADEADR. ABSPEICHERN
042F	CD2E0C	589	L1: CALL RCAS ;RECORD MARK SUCHEN
0432	DA7604	590	JC L5 ; TIME-OUT
0435	FE3A	591	CPI ':' ;RECORD MARK ?
0437	C22F04	592	JNZ L1 ; NEIN, WEITER SUCHEN
043A	0600	593	MVI B,0 ; JA; CHECKSUM=0 ANFANGS
043C	CD340C	594	CALL RCASAHEX ;ANZAHL BYTES LESEN
043F	CA6A04	595	JZ L3 ;LAENGE=0: ENDE-RECORD
0442	4F	596	MOV C,A ;ANZAHL DATENBYTES
0443	CD340C	597	CALL RCASAHEX ;LADEADR LESEN (2 BYTES)
0446	57	598	MOV D,A
0447	CD340C	599	CALL RCASAHEX
044A	5F	600	MOV E,A ; (DE)=LADEADR
044B	F1	601	POP PSW ;LADEADR VON CASSETTE VERWENDEN ?
044C	F5	602	PUSH PSW
044D	C25104	603	JNZ L11 ; NEIN
0450	EB	604	XCHG ; JA, ADR. VON CASSETTE NACH (HL)
0451	CD340C	605	L11: CALL RCASAHEX ;RECORD TYP EINLESEN
0454	B7	606	ORA A
0455	C27604	607	JNZ L5 ;NZ: TYP UNGLEICH 0
0458	CD340C	608	L2: CALL RCASAHEX ;DATENBYTES EINLESEN

5. MONITOR-KOMMANDOS (ALPHABETISCH)

LOC	OBJ	LINE	SOURCE	STATEMENT
045B	77	609	MOV	M,A ; UND AB LADEADR ABSPEICHERN
045C	23	610	INX	H ; SOLANGE, BIS
045D	0D	611	ICR	C ; ALLE IM RECORD ERFASST
045E	C25804	612	JNZ	L2
0461	CD340C	613	CALL	RCASAHEX ;CHECKSUM EINLESEN
0464	D22F04	614	JNC	L1 ; NC: CHECKSUM O.K., NAECHSTER RECORD
0467	C37604	615	JMP	L5 ; CHECKSUM FEHLER !
046A	0E04	616 L3:	MVI	C,4 ;ENDE RECORD OHNE WEITERE
046C	CD340C	617 L4:	CALL	RCASAHEX ; KONTROLLE EINLESEN (BIS AUF CHECKSUM!)
046F	0D	618	ICR	C
0470	C26C04	619	JNZ	L4
0473	D28C04	620	JNC	L6 ; NC: CHECKSUM O.K.
0476	CD130C	621 L5:	CALL	WCRLF1 ; FEHLERNACHRICHT
0479	20434845	622	DB	' CHECKSUM ERROR',0
047D	434B5355			
0481	4D204552			
0485	524F52			
0488	00			
0489	F1	623	POP	PSW
048A	37	624	STC	
048B	C9	625	RET	
048C	CD130C	626 L6:	CALL	WCRLF1 ;ALLES KORREKT EINGELESEN
048F	20524541	627	DB	' READY',0
0493	4459			
0495	00			
0496	F1	628	POP	PSW
0497	E7	629	ORA	A
0498	C9	630	RET	
		631		

5. MONITOR-KOMMANDIOS (ALPHABETISCH)

LOC	OBJ	LINE	SOURCE STATEMENT
		632	*****
		633	;* MEMORI - SPEICHERINHALTE ANZEIGEN UND AENDERN
		634	;* "KMD) "M"EMORY" ;M-CR ODER M-SPACE EINTIPPEN
		635	;* "EMORY" WIRD ERGAENZT
		636	;* "START-ADR =XXXX "YYYY XXXX=ALT, NEU: YYYY-CR ODER YYYY-SPACE
		637	;* ALT: CR ODER SPACE
		638	;* "FORMAT =X "Y X=ALT, NEU: Y-CR ODER Y-SPACE
		639	;* ALT: CR ODER SPACE
		640	;* Y=A: ASCII (DRUCKBARE ZEICHEN)
		641	;* =B: BINAER (0,1)
		642	;* =D: DEZIMAL (0...9)
		643	;* =H: HEXADEZIMAL (0...9,A...F)
		644	;* BEISPIELHAFT WEITER FUER YYYY=1000
		645	;* "1000 C3 " SPACE: UNVERAENDERT, ADR+1
		646	;* "1001 20 "22 22-SPACE: VERAENDERT, ADR+1
		647	;* "1002 44 SPACE: UNVERAENDERT, ADR+1
		648	;* "1003 55 "- -: UNVERAENDERT, ADR-1
		649	;* "1002 44 "54- 54-: VERAENDERT, ADR-1
		650	;* "1001 22 " +: UNVERAENDERT, ADR+1
		651	;* "1002 44 " CR: UNVERAENDERT, FERTIG
		652	;* "KMD) "NAECHSTES KOMMANDO
		653	*****
		654	MEMORI:
0499	2AAEFC	656	LHLD MBAIR
049C	CD740A	657	CALL HSTARD ;STARTADR HOLEN
049F	CDC509	658	CALL HFORMD ;DATENFORMAT (A,B,D,H) HOLEN
04A2	3E01	659	MVI A,1
04A4	32C7FC	660	STA BCKFLG ;ADR VORWAERTS/RUECKWAERTS DURCH "+"/"-"
04A7	32C9FC	661	STA GROFLG ;KLEINBUCHSTABEN BEI ASCII-FORMAT ZULASSEN
04AA	22AEFC	662	MO: SHLD MBAIR
04AD	CD130C	663	CALL WCRLFI
04E0	20	664	IB ' ',0
04E1	00		
04E2	CD270C	665	CALL WHLHXB
04E5	7E	666	MOV A,M ;SPEICHERWERT ENTSPRECHEND
04E6	CD680B	667	CALL WAFORB ; DATENFORMAT AUSDRUCKEN
04E9	E5	668	PUSH H
04BA	59	669	MOV E,C
04BB	21321B	670	LXI H,1832H ;ANZAHL ZIFFERN: 1=A, 8=B, 3=D, 2=H
04BE	29	671	M1: DAD H
04BF	17	672	RAL
04C0	29	673	DAD H
04C1	17	674	RAL
04C2	29	675	DAD H
04C3	17	676	RAL
04C4	29	677	DAD H
04C5	17	678	RAL
04C6	1D	679	ICR E
04C7	F2BE04	680	JP M1
04CA	E60F	681	ANI OFH
04CC	47	682	MOV B,A ;(B)=ANZAHL DER ZIFFERN ENTSPRECHENDI FORMAT
04CD	E1	683	POP H
04CE	CD0A0D	684	CALL BREADI ;ZIFFERN EINLESEN
04D1	F5	685	PUSH PSW

5. MONITOR-KOMMANDIOS (ALPHABETISCH)

LOC	OBJ	LINE	SOURCE STATEMENT
04D2	CDDBOC	686	CALL BGETL
04D5	IAEBO4	687	JC M4 ; C: NUR SCHLUSSZEICHEN, SPEICHERINHALT BLEIBT
04D8	110000	688	LXI D,0 ; SPEICHERINHALT AENDERN
04DB	CD7110	689	CALL ZUFOR ; ZIFFERN ENTSPR. FORMAT WANDELN
04DE	CDDBOC	690 M2:	CALL BGETL ; ENSPRECHEND FORMAT UMWANDELN
04E1	IAEA04	691	JC M3 ; UND ABSPEICHERN
04E4	CD7110	692	CALL ZUFOR
04E7	C3DE04	693	JMP M2
04EA	72	694 M3:	MOV M,D
04EB	F1	695 M4:	POP PSW
04EC	FE0D	696	CPI CR ; SCHLUSSZEICHEN = CR ?
04EE	CAFF04	697	JZ M5 ; JA, FERTIG
04F1	FE2C	698	CPI '+' +1 ; NEIN; ZEICHEN = "-" ?
04F3	23	699	INX H
04F4	FAAA04	700	JM MO ; NEIN, ADR = ADR+1
04F7	2B	701	ICX H ; JA, ADR = ADR-1
04F8	2B	702	ICX H
04F9	CDB60B	703	CALL WCHAR ; "-" MARKIERT ADR. RUECKWAERTS
04FC	C3AA04	704	JMP MO
04FF	B7	705 M5:	ORA A
0500	C9	706	RET
		707	
		708	*****
		709	;* NEXTINSTRUCTION - ANZAHL VON INSTRUKTIONEN AUSFUEHREN
		710	;* "KMD > "N"EXT INSTRUCTIONS" N-CR ODER N-SPACE EINTIPPEN,
		711	;* "EXT INSTRUCTIONS" WIRD ERGAENZT
		712	;* "START-ADR =XXXX "YYYY XXXX=ALT, NEU: YYYY-CR ODER YYYY-SPACE
		713	;* ALT: CR ODER SPACE
		714	;* "STEPS =XX "YY XX=ALT, NEU: YY-CR ODER YY-SPACE
		715	;* ALT: CR ODER SPACE
		716	;* DANACH WERDEN DIE XX BZW. YY NACHFOLGENDEN INSTRUKTIONEN
		717	;* AUSGEFUEHRT. NACH JEDER INSTRUKTION WERDEN ALLE REGISTER
		718	;* AUSGEDRUCKT. DANACH:
		719	;* "KMD > "NAECHSTES KOMMANDIO
		720	*****
		721	
		722	NEXTINSTRUCTION:
0501	2AD7FC	723	LHLD PCWERT
0504	CD740A	724	CALL HSTARD ; START-ADR HOLEN
0507	22D7FC	725	SHLD PCWERT
050A	CD7B0A	726	CALL HSTEPD ; ANZAHL DER SCHRITTE HOLEN
050D	CDCD0B	727	CALL LINIT ; ZEILENZAEHLER EINSCHALTEN
0510	CD3207	728	CALL TRSTEP ; ANGEGEBENE ZAHL VON INSTRUKTIONEN AUSFUEHREN
0513	B7	729	ORA A
0514	C9	730	RET
		731	

LOC	OBJ	LINE	SOURCE STATEMENT
		732	*****
		733	* OUTPORT - DATEN UEBER I/O-PORT AUSGEBEN
		734	* "KMD > "O"UT" ;O-CR ODER O-SPACE EINTIPPEN,
		735	* "UT" WIRD ERGAENZT
		736	* "PORT-NR=X1 "Y1 X1=ALT, ALT-1: "--
		737	* ALT+1: "+"
		738	* NEU : Y1-CR ODER Y1-SPACE
		739	* ALT : CR ODER SPACE
		740	* "DATEN =X2 "Y2 X2=ALT, NEU: Y2-CR (FERTIG)
		741	* Y2-SPACE (NOCHMAL)
		742	* ALT: SPACE
		743	* Y2=CR : FERTIG
		744	* Y2=+/- : NEUE PORT-ADR
		745	* Y2=SPACE: NOCHMAL SCHREIBEN
		746	*****
		747	OUTPORT:
0515	3E01	748	MVI A,1
0517	32C7FC	749	STA BCKFLG ;ADR VORWAERTS/RUECKWAERTS DURCH "+"/"-"
051A	CD2C0A	750	01: CALL HPORTD ;PORT-ADR HOLEN
051D	CD6E09	751	02: CALL HDATAD ;DATEN HOLEN
0520	F5	752	PUSH PSW ;ENDEZEICHEN RETTEN
0521	7A	753	MOV A,D
0522	0ED3	754	MVI C,0D3H ;"OUT"-BEFEHL
0524	CD3205	755	CALL EXPORT
0527	F1	756	POP PSW
0528	FE20	757	CPI ' ' ;SPACE ?
052A	CA1D05	758	JZ 02 ; JA, NEUE DATEN
052D	D21A05	759	JNC 01 ; NEIN, "+" ODER "--", NEUE PORT-ADR
0530	B7	760	ORA A ; NEIN, CR, FERTIG
0531	C9	761	RET
		762	
		763	EXPORT:
0532	E5	764	PUSH H ;PORT-BEFEHL AUSFUEHREN
0533	21C900	765	LXI H,00C9H ;PORT-BEFEHL (IN/OUT ADR) AUF STACK
0536	E5	766	PUSH H ;RET-BEFEHL AUF STACK
0537	C5	767	PUSH B
0538	6C	768	MOV L,H ;(L) = 0
0539	39	769	DIAD SP
053A	CD740E	770	CALL CALLHL ;IN/OUT-BEFEHL WIRD AUF STACK AUSGEFUEHRT !
053D	E1	771	POP H
053E	E1	772	POP H
053F	E1	773	POP H
0540	C9	774	RET
		775	

LOC	OBJ	LINE	SOURCE STATEMENT
		827	*****
		828	* REGISTER - REGISTERINHALTE DRUCKEN UND AENDERN
		829	* "KMD > "REGISTER" R-CR ODER R-SPACE EINTIPPEN,
		830	* "REGISTER WIRD ERGAENZT
		831	* "PC LABEL: OP ADR.FELD A NZHPC B C D E H L I SP
		832	* 1022 L1: LXI H,WERT 12 10110 22 FF 23 AA 12 34 00 F000
		833	* AENDERUNGEN DER REGISTER WERDEN SO VORGENOMMEN:
		834	* (1) SPACE BEENDET AENDERUNG EINES REGISTERS
		835	* (2) CR BEENDET ALLE EINGABEN: NAECHSTES KOMMANDO FOLGT
		836	* (3) EINGEGEBENE HEZ.ZIFFERN AENDERN NUR DIE STELLE, AN DER
		837	* DIE ZIFFER EINGEGEBEN WURDE.
		838	* BEISPIEL:
		839	* PC LABEL: OP ADR.FELD A NZHPC B C D E H L I SP
		840	* 1022 L1: LXI H,WERT 12 10110 22 FF 23 AA 12 34 00 F000
		841	* 2000 0 0001 1 55 B F1
		842	* KMD > REGISTER
		843	* PC LABEL: OP ADR.FELD A NZHPC B C D E H L I SP
		844	* 2000 L1: LXI H,WERT 02 00010 22 1F 55 BA 12 34 00 F100
		845	*****
		846	REGISTER:
0584	3E01	848	MVI A,1
0586	32CAFC	849	STA RUBFLG ;RUBOUT FUER TTY AUSSCHALTEN
0589	CDAE0F	850	CALL PREGT ;TITEL DRUCKEN
058C	217306	851	LXI H,REGTAB ;REGISTER-TABELLE
058F	E5	852	PUSH H
0590	CD180F	853	CALL PREGSO ;ALLE REGISTER AUSDRUCKEN
0593	E1	854	POP H
0594	7E	855	MOV A,M ;(A) = REGISTER TYP (S. REGTAB)
0595	23	856	INX H
0596	B7	857	ORA A ;REGISTER TYP = 0 ?
0597	CB	858	RZ ; JA, FERTIG
0598	E5	859	PUSH H ; NEIN
0599	21CFFC	860	LXI H,REGW ;(HL)=ADR. DER AKTUELLEN REGISTERLISTE
059C	5F	861	MOV E,A ;TABELLENINDEX ERRECHNEN FUER
059D	E60F	862	ANI 0FH ; DIE FAELLE:
059F	4F	863	MOV C,A ; (1) 8BIT REGISTER (A,B,C,...)
05A0	0600	864	MVI B,0 ; (2) FLAG REGISTER 8BIT BINAER
05A2	09	865	DAD B ; (3) 16BIT REGISTER
05A3	7B	866	MOV A,E ; (4) 16BIT REGISTER AM ZEILENANFANG
05A4	EB	867	XCHG
05A5	07	868	RLC
05A6	07	869	RLC
05A7	E603	870	ANI 3
05A9	21BA05	871	LXI H,RTAB ;ENTSPRECHEND REG.TYP UEBER TABELLE SPRINGEN
05AC	4F	872	MOV C,A
05AD	CD750E	873	CALL CALLTB
05B0	E1	874	POP H
05B1	FE0D	875	CFI CR ;CR = SCHLUSSEZEICHEN ?
05B3	CB	876	RZ ; JA, FERTIG
05B4	CD8E0B	877	CALL WBLANK ; NEIN
05B7	C39405	878	JMP REG1
05BA	C205	879	DW RTAB: DW R2HEX ; 8BIT HEX
05BC	I005	880	DW R5CC ; 5BIT BIN; FLAGS
05BE	1A06	881	DW R4HEX ;16BIT HEX

LOC	OBJ	LINE	SOURCE	STATEMENT	
05C0	6606	882	DW	R4HEXFC	;16BIT HEX FC
		883			
		884	R?HEX:		;ZWEI HEX.BYTES EINLESEN
05C2	0602	885	MVI	B,2	;2 BYTES
05C4	0E03	886	MVI	C,FHEX	;HEX.FORMAT
05C6	CD2D06	887	CALL	R4HEX0	;NEUEN WERT EINLESEN
05C9	F5	888	PUSH	PSW	
05CA	0A	889	LDAX	B	;NUR DIE EINGEGEBENEN STELLEN
05CB	A3	890	ANA	E	; AENDERN, UND ZWAR LINKSBUENDIG
05CC	B5	891	DRA	L	
05CD	02	892	STAX	B	
05CE	F1	893	POP	PSW	
05CF	C9	894	RET		
		895			
		896	R5CC:		;FUENF BIN.BYTES EINLESEN
05D0	0605	897	MVI	B,5	;5 BYTES
05D2	0E01	898	MVI	C,FBIN	;BIN.FORMAT
05D4	CD0A0D	899	CALL	BREAD	
05D7	F5	900	PUSH	PSW	
05D8	CDDB0C	901	CALL	BGETL	;ZIFFER EINGEGEBEN ?
05DB	3F	902	CMC		
05DC	D21406	903	JNC	R5CC4	; NEIN, FERTIG (WERT UNVERAENDERT)
05DF	E601	904	ANI	1	; JA
05E1	6F	905	MOV	L,A	; (L) = ZIFFERN WERT (0 ODER 1)
05E2	06AB	906	MVI	B,10101011B	;FLAG-REG. MASKE
05E4	0E04	907	MVI	C,4	;NOCH MAX. 4 EINGEGEBENE BYTES
05E6	CDDB0C	908	R5CC1: CALL	BGETL	;ZIFFER AUS PUFFER HOLEN; WAR NOCH WAS DA ?
05E9	D2F405	909	JNC	R5CC2	; JA
05EC	CD8E0B	910	CALL	WBLANK	; NEIN, SPACE AUSGEBEN, DAMIT
05EF	78	911	MOV	A,B	; CURSOR RICHTIG STEHT
05F0	E67F	912	ANI	7FH	; OBERSTES MASKENBIT IN (B) LOESCHEN
05F2	47	913	MOV	B,A	
05F3	AF	914	XRA	A	;BIT WERT = 0
05F4	E601	915	R5CC2: ANI	1	
05F6	29	916	DAD	H	;BITWERT (=0/1) DURCH LINKSSCHIFT
05F7	CAF805	917	JZ	R5CC3	; IN (L) REINSCHIEBEN
05FA	2C	918	INR	L	
05FB	29	919	R5CC3: DAD	H	
05FC	78	920	MOV	A,B	
05FD	07	921	RLC		
05FE	07	922	RLC		
05FF	47	923	MOV	B,A	
0600	0D	924	ICR	C	;FERTIG ?
0601	C2E605	925	JNZ	R5CC1	; NEIN, WEITERE STELLEN
0604	0F	926	RRC		; JA, BIT-MASKEN ARRANGIEREN
0605	47	927	MOV	B,A	
0606	7C	928	MOV	A,H	
0607	0F	929	RRC		
0608	7D	930	MOV	A,L	
0609	1F	931	RAR		
060A	EB	932	XCHG		
060B	A0	933	ANA	B	
060C	4F	934	MOV	C,A	
060D	78	935	MOV	A,B	
060E	2F	936	CMA		

5. MONITOR-KOMMANDOS (ALPHABETISCH)

LOC	OBJ	LINE	SOURCE	STATEMENT	
060F	A6	937	ANA	M	;VON LINKS BEGINNEND WERDEN NUR SO VIELE
0610	B1	938	ORA	C	; FLAGS GEÄNDERT, WIE BINÄRE STELLEN
0611	77	939	MOV	M,A	; EINGEGEBEN WURDEN
0612	F1	940	POP	PSW	
0613	C9	941	RET		
0614	CD930B	942	R5CC4:	CALL	WBLNKI ;CURSOR RICHTIG POSITIONIEREN
0617	05	943	DB	5	
0618	F1	944	POP	PSW	
0619	C9	945	RET		
		946	R4HEX:		;4 HEX.BYTES EINLESEN
061A	0604	947	MVI	B,4	;4 BYTES
061C	0E03	948	MVI	C,FHEX	;HEX.FORMAT
061E	CD2D06	949	CALL	R4HEX0	;HEX.WERT EINLESEN
0621	F5	950	PUSH	PSW	; (HL)=HEX.WERT, (DE)=MASKE FUER
0622	0A	951	LDAX	B	; GEÄNDERTE STELLEN
0623	A3	952	ANA	E	
0624	B5	953	ORA	L	;ALTEN WERT HOLEN, ZU ÄNDERENDE
0625	02	954	STAX	B	; STELLEN ZU 0 MASKIEREN,
0626	03	955	INX	B	; NEUEN WERT DRAUF ODERN UND
0627	0A	956	LDAX	B	; DIESEN WERT WEGSPEICHERN
0628	A2	957	ANA	D	
0629	B4	958	ORA	H	
062A	02	959	STAX	B	
062B	F1	960	POP	PSW	
062C	C9	961	RET		
		962			
062D	CD0A0D	963	R4HEX0:	CALL	BREAD ;NEUEN WERT EINLESEN
0630	F5	964	PUSH	PSW	
0631	D5	965	PUSH	D	
0632	210000	966	LXI	H,0	
0635	54	967	MOV	D,H	
0636	5C	968	MOV	E,H	
0637	CDDB0C	969	R4HEX1:	CALL	BGETL ;ENTSPRECHEND DER EINGEGEBENEN
063A	D24C06	970	JNC	R4HEX3	; STELLEN WIRD DER NEUE WERT
063D	CD8E0B	971	CALL	WBLANK	; LINKSBUENDIG IN (HL) GEBILDET;
0640	EB	972	XCHG		; IN (DE) WIRD PARALLEL EINE
0641	0E04	973	MVI	C,4	; MASKE GEBILDET;
0643	29	974	R4HEX2:	LDI	H
0644	2C	975	INR	L	; 1111 = GEÄNDERTE STELLE
0645	0D	976	DCR	C	; 0000 = UNGEÄNDERTE STELLE
0646	C24306	977	JNZ	R4HEX2	
0649	EB	978	XCHG		
064A	3E30	979	MVI	A,'0'	
064C	CD8410	980	R4HEX3:	CALL	ZUHEX
064F	87	981	ADD	A	
0650	87	982	ADD	A	
0651	87	983	ADD	A	
0652	87	984	ADD	A	
0653	0E04	985	MVI	C,4	
0655	29	986	R4HEX4:	LDI	H
0656	87	987	ADD	A	
0657	D25B06	988	JNC	R4HEX5	
065A	2C	989	INR	L	
065B	0D	990	R4HEX5:	DCR	C
065C	C25506	991	JNZ	R4HEX4	

LOC	OBJ	LINE	SOURCE	STATEMENT
065F	05	992	ICR	B
0660	C23706	993	JNZ	R4HEX1
0663	C1	994	POP	B ; (HL)=NEUER WERT LINKSBUENDIG
0664	F1	995	POP	PSW ; (DE)=MASKE GEAEANDERTER STELLEN
0665	C9	996	RET	
		997		
		998	R4HEXPC:	;VIER HEX.BYTES LESEN; VORHER CR+LF
0666	CD130C	999	CALL	WCRLF1
0669	20	1000	DB	' ',0
066A	00			
066B	CD1A06	1001	CALL	R4HEX ;SONST WIE R3-ROUTINE
066E	CD930B	1002	CALL	WBLNK1 ;OPCODE UEBERSPRINGEN
0671	17	1003	DB	23
0672	C9	1004	RET	
		1005		
0001		1006	AREG	EQU 1 ;ZAHLEN GEBEN POSITION IN REGISTER-
0000		1007	FREG	EQU 0 ; SPEICHER AN
0003		1008	BREG	EQU 3
0002		1009	CREG	EQU 2
0005		1010	IREG	EQU 5
0004		1011	EREG	EQU 4
0007		1012	HREG	EQU 7
0006		1013	LREG	EQU 6
000C		1014	IREG	EQU 12
000B		1015	FREG	EQU 8
000A		1016	SREG	EQU 10
		1017		
0673	DB	1018	REGTAB:	DB FREG+010H ;HEX, 4 BYTES (PC); CR+LF+SPACE VORHER
0674	01	1019	DB	AREG+0 ;HEX, 2 BYTES
0675	40	1020	DB	FREG+040H ;BINAER, 5BIT
0676	03	1021	DB	BREG+0 ;HEX, 2 BYTES
0677	02	1022	DB	CREG+0 ;HEX, 2 BYTES
067B	05	1023	DB	IREG+0 ;HEX, 2 BYTES
0679	04	1024	DB	EREG+0 ;HEX, 2 BYTES
067A	07	1025	DB	HREG+0 ;HEX, 2 BYTES
067B	06	1026	DB	LREG+0 ;HEX, 2 BYTES
067C	0C	1027	DB	IREG+0 ;HEX, 2 BYTES
067D	8A	1028	DB	SREG+080H ;HEX, 4 BYTES
067E	00	1029	DB	0 ;***TABELLENENDE
		1030		

LOC	OBJ	LINE	SOURCE STATEMENT
		1031	*****;
		1032	;* SAVE - SPEICHERINHALT AUF CASSETTE AUSGEBEN
		1033	;* "KMD > "S"AVE" S-CR ODER S-SPACE EINTIPPEN,
		1034	;* "AVE" WIRD ERGAENZT
		1035	;* "START-ADR = X1X1" Y1Y1 X1X1=ALT, NEU: Y1Y1-CR ODER Y1Y1-SPACE
		1036	;* ALT: CR ODER SPACE
		1037	;* "STOP -ADR = X2X2" Y2Y2 X2X2=ALT,NEU: Y2Y2-CR ODER Y2Y2-SPACE
		1038	;* ALT: CR ODER SPACE
		1039	;* "BAND EINSCHALTEN, DANN SPACE" NACH SPACE GEHTS LOS
		1040	*****
		1041	
		1042	SAVE:
067F	2AC0FC	1043	LHLD SBADR
0682	CD740A	1044	CALL HSTARD ;START-ADR HOLEN
0685	22C0FC	1045	SHLD SBADR
0688	EB	1046	XCHG
0689	2AC2FC	1047	LHLD SEADR
068C	CD9C0A	1048	CALL HSTOFD ;STOP-ADR HOLEN
068F	22C2FC	1049	SHLD SEADR
0692	CD010C	1050	CALL WCRLF
0695	CD3910	1051	CALL SUB2 ;ANZAHL DATENBYTES = STOP-START+1
0698	DB	1052	RC ;C: START < STOP ! (FEHLER)
0699	CD130C	1053	CALL WCRLF
069C	2042414E	1054	DB ' BAND EINSCHALTEN, DANN SPACE',0
06A0	44204549		
06A4	4E534348		
06A8	414C5445		
06AC	4E2C2044		
06B0	414E4E20		
06B4	53504143		
06B8	45		
06B9	00		
06BA	CDE00A	1055	SSPACE: CALL RCHAR ;AUF SPACE WARTEN
06BD	FE20	1056	CPI ' '
06BF	C2BA06	1057	JNZ SSPACE
06C2	CD010C	1058	CALL WCRLF
06C5	EB	1059	XCHG
06C6	13	1060	INX ;(DE)=ANZAHL DATENBYTES
06C7	CD910C	1061	CALL WCASBUFI
06CA	0A	1062	DB LF,CR,0
06CB	0D		
06CC	00		
06CD	7B	1063	MOV A,E
06CE	E60F	1064	ANI OFH ;ANZAHL DATENBYTES = 16 ?
06D0	C2D506	1065	JNZ S11 ; NEIN, KLEINER 16
06D3	3E10	1066	S11: MVI A,16 ; JA, =16 !
06D5	CD910C	1067	S11: CALL WCASBUFI ;RECORD MARK AUSGEBEN
06D8	3A	1068	DB ' ',0 ;RECORD MARK " ":
06D9	00		
06DA	CD7C0C	1069	CALL WCASAHEX ;ANZAHL DER RECORDS
06DI	4F	1070	MOV C,A
06DE	CD9F0C	1071	CALL WCASHLHEX ;ANF.ADR. DER FOLGENDEN BYTES
06E1	85	1072	ADD L ;CHECKSUM BILDEN
06E2	84	1073	ADD H
06E3	47	1074	MOV B,A

5. MONITOR-KOMMANDOS (ALPHABETISCH)

LOC	OBJ	LINE	SOURCE STATEMENT
06E4	AF	1075	XRA A
06E5	CD7C0C	1076	CALL WCASAHEX ;RECORD TYP AUSGEBEN
06E8	7E	1077 S2:	MOV A,M ;SPEICHERWERTE AUSGEBEN
06E9	CD7C0C	1078	CALL WCASAHEX
06EC	80	1079	ADD B
06ED	47	1080	MOV B,A ;CHECKSUM BILDEN
06EE	23	1081	INX H ;SPEICHERADR + 1
06EF	1B	1082	ICX D ;ANZAHL DATENBYTES - 1
06F0	0D	1083	ICR C ;RECORD AUSGEBEN ?
06F1	C2E806	1084	JNZ S2 ; NEIN, WEITER
06F4	AF	1085	XRA A ; JA
06F5	90	1086	SUB B
06F6	CD7C0C	1087	CALL WCASAHEX ;CHECKSUM AUSGEBEN
06F9	CD910C	1088	CALL WCASBUFI
06FC	0D	1089	DB CR,LF,0
06FD	0A		
06FE	00		
06FF	7A	1090	MOV A,D
0700	E3	1091	DRA E ;WEITERE DATENBYTES ?
0701	C2D306	1092	JNZ S1 ; JA, NAECHSTER RECORD
0704	CD910C	1093	CALL WCASBUFI ; NEIN, ENDE-RECORD AUSGEBEN
0707	3A	1094	DB ' ','00','0000','01','FF',0AH,0DH,0
0708	3030		
070A	30303030		
070E	3031		
0710	4646		
0712	0A		
0713	0D		
0714	00		
0715	C9	1095	RET
		1096	

5. MONITOR-KOMMANDOS (ALPHABETISCH)

LOC	OBJ	LINE	SOURCE STATEMENT
		1097	*****
		1098	;* TRACEINTERVAL - INTERVALL-TRACE EIN-/AUSSCHALTEN
		1099	;* "KMD) "T"RACE INTERVAL" T-CR ODER T-SPACE EINTIPPEN,
		1100	;* "RACE INTERVAL" WIRD ERGAENZT
		1101	;* "EIN/AUS =X "Y X=ALT, EIN: Y=E-CR ODER Y=E-SPACE
		1102	;* AUS: Y=A-CR ODER Y=A-SPACE
		1103	;* Y=CR ODER Y=SPACE: UNVERAENDERT
		1104	;* (NUR, WENN TRACE EINGESCHALTET)
		1105	;* "START-ADR =X1X1 "Y1Y1 X1X1=ALT, NEU: Y1Y1-CR ODER Y1Y1-SPACE
		1106	;* ALT: CR ODER SPACE
		1107	;* "STOP -ADR =X2X2 "Y2Y2 X2X2=ALT, NEU: Y2Y2-CR ODER Y2Y2-SPACE
		1108	;* ALT: CR ODER SPACE
		1109	*****
		1110	;* ALGORITHMUS:
		1111	;* NACH EINSCHALTEN DES TRACE-MODUS UND NACH AUSFUEHREN
		1112	;* DES GO-KOMMANDOS WIRD EIN ANWENDERPROGRAMM
		1113	;* UNTER KONTROLLE DES TRACEPROGRAMMES INSTRUKTION FUER
		1114	;* INSTRUKTION DURCHLAUFEN. DAS ANWENDERPROGRAMM WIRD ALSO
		1115	;* NICHT MEHR IN REALZEIT DURCHLAUFEN, D.H. UNTER ANDEREM,
		1116	;* DASS DIE BEARBEITUNGSZEIT VERLAENGERT WIRD.
		1117	;* (1) SOLANGE SICH DAS PROGRAMM IN BEREICHEN AUSSERHALB DES
		1118	;* ANGEgebenEN TRACE-INTERVALLS AUFHAELT, GESCHIEHT (AUSSER
		1119	;* EINER VERLANGSAMUNG DES ABLAUFS) NICHTS.
		1120	;* (2) GERAET DAS PROGRAMM IN DAS TRACE-INTERVALL (EINSCHLIESSLICH
		1121	;* START-/STOP-ADRESSE), SO WERDEN NACH AUSFUEHRUNG JEDER
		1122	;* INSTRUKTION IN DIESEM ADRESSBEREICH ALLE REGISTERINHALTE
		1123	;* AUSGEDRUCKT. DER AUSDRUCK IST IDENTISCH MIT DEM DES
		1124	;* REGISTER-KOMMANDOS.
		1125	;* (3) NACH VERLASSEN DES TRACE-INTERVALLS GEHTS WEITER WIE
		1126	;* UNTER (1) BESCHRIEBEN, BIS DAS PROGRAMM WIEDER EINE
		1127	;* ADRESSE IM TRACE-INTERVALL ERREICHT.
		1128	;* (4) BREAKPOINTS KOENNEN OHNE EINSCHRAENKUNG IM GESAMTEN
		1129	;* ADRESSBEREICH WEITERHIN VERWENDET WERDEN.
		1130	;* (5) IM TRACE-MODUS WERDEN DIE HALT-INSTRUKTIONEN (76HEX)
		1131	;* SOWIE ILLEGALE OPCODES ERKANNT UND FUEHREN ZUM
		1132	;* PROGRAMMABBRUCH. (OHNE TRACE-MODUS BLEIBT EIN PROGRAMM
		1133	;* BEI AUSFUEHRUNG EINER HALT-INSTRUKTION OHNE WEITERE
		1134	;* NACHRICHT EINFACH HAENGEN!)
		1135	*****
		1136	TRACEINTERVAL:
0716	21C4FC	1137	LXI H,TRCFLG
0719	CI7B09	1138	CALL HEINAUS ;TRACE EIN-/AUSSCHALTEN
071C	05	1139	ICR B ;EINGESCHALTET ?
071D	FB	1140	RM ;NEIN, FERTIG
071E	2ABAFc	1141	LHLD TBADR ;JA
0721	CI740A	1142	CALL HSTARD ;START-ADR HOLEN (UNTERE GRENZE)
0724	22BAFC	1143	SHLD TBADR
0727	EB	1144	XCHG
0728	2ABCFC	1145	LHLD TEADR
072B	CI9COA	1146	CALL HSTOPD ;STOP-ADR HOLEN (OBERE GRENZE)
072E	22BCFC	1147	SHLD TEADR
0731	C9	1148	RET
		1149	

LOC	OBJ	LINE	SOURCE STATEMENT
		1150	*****
		1151	;* TRSTEP - ANZAHL INSTRUCTIONEN TRACEN (STEFFEN)
		1152	;* MVI D,ANZAHL TRACE-SCHRITTE
		1153	;* CALL TRSTEP
		1154	*****
		1155	*****
0732	7A	1156	TRSTEP: MOV A,D
0733	B7	1157	ORA A ;ANZAHL SCHRITTE = 0 ?
0734	C8	1158	RZ ; JA, FERTIG
0735	2AD7FC	1159	TRSTP1: LHLD PCWERT ; NEIN
0738	CDFB0E	1160	CALL PREGF ;ERSTEN REG.AUSDRUCK MIT TITEL
0738	CDF610	1161	TRSTP2: CALL TRACE ;EINE INSTRUKTION TRACEN
073E	10CCA07	1162	CC TRHALT
0741	10B	1163	RC ;CY=1, halt oder illegale Instruktion
0742	CD120F	1164	CALL PREGS ;REGISTERINHALTE AUSDRUCKEN
0745	15	1165	DCR D ;WEITERE SCHRITTE ?
0746	C8	1166	RZ ; NEIN, FERTIG
0747	CDD20E	1167	CALL CRTTST
074A	DA3B07	1168	JC TRSTP2 ; tty, keine Ueberschriften
074D	CDD508	1169	CALL LTST ; JA, ZEILENZAHL KONTROLLIEREN
0750	CA3507	1170	JZ TRSTP1 ;Z: MAX.ZEILENZAHL WAR ERREICHT, NEUER TITEL
0753	C33B07	1171	JMP TRSTP2 ; NOCH NICHT ERREICHT, KEIN NEUER TITEL
		1172	*****
		1173	*****
		1174	;* TRINT - INTERVALL TRACEN
		1175	;* REGISTERAUSDRUCKE, WENN PROGRAMM IM INTERVALL INCL. GRENZEN
		1176	;* KEINE AUSDRUCKE AUSSERHALB DES INTERVALLS
		1177	*****
0756	CDCD08	1178	TRINT: CALL LINIT ;ZEILENZAEHLER EINSCHALTEN
0759	0EFF	1179	MVI C,OFFH ;(C)=DRUCKKONTROLLE: OFFH=ABGESCHALTET
075B	3AC5FC	1180	LDA BPTACT
075E	B7	1181	ORA A ;BREAKPOINTS AKTIVIERT?
075F	CA6A07	1182	JZ TRINT1 ; NEIN
0762	79	1183	MOV A,C ; JA
0763	41	1184	MOV B,C
0764	CD370E	1185	CALL BPTSET ;BREAKPOINT AUF NAECHSTEM OP- CODE?
0767	DA7107	1186	JC TRINT3 ; JA, BREAKPOINTS DANN NICHT EINFUEGEN
076A	CDC50D	1187	TRINT1: CALL BPTINS ; NEIN
076D	AF	1188	XRA A
076E	32C5FC	1189	STA BPTACT
0771	47	1190	TRINT3: MOV B,A
0772	2AD7FC	1191	LHLD PCWERT
0775	EB	1192	XCHG
0776	2ABAFD	1193	LHLD TBADR
0779	7B	1194	MOV A,E ;UNTERHALB INTERVALL?
077A	95	1195	SUB L
077B	7A	1196	MOV A,D
077C	9C	1197	SBB H
077D	DA9D07	1198	JC TRINT4 ;JA, KEIN AUSDRUCK
0780	2ABCFC	1199	LHLD TEADR
0783	7D	1200	MOV A,L ;OBERHALB INTERVALL?
0784	93	1201	SUB E
0785	7C	1202	MOV A,H
0786	9A	1203	SBB D
0787	DA9D07	1204	JC TRINT4 ; JA, KEIN AUSDRUCK

5. MONITOR-KOMMANDOS (ALPHABETISCH)

LOC	OBJ	LINE	SOURCE	STATEMENT
078A	0C	1205	INR	C ; NEIN; VORHER BEREITS IM INTERVALL ?
078B	C29D07	1206	JNZ	TRINT4 ; JA
078E	04	1207	INR	B ; NEIN, NEUE TITELZEILE
078F	C40C0E	1208	CNZ	BPTREM
0792	2AD7FC	1209	LHLD	PCWERT
0795	CDIFBOE	1210	CALL	PREGF
0798	05	1211	DCR	B
0799	F4C50D	1212	CP	BPTINS
079C	E7	1213	ORA	A
079D	3E00	1214	TRINT4: MVI	A,0
079F	IE00	1215	SBI	0
07A1	4F	1216	MOV	C,A
07A2	CDIF610	1217	CALL	TRACE ;EINE INSTRUKTION TRACEN
07A5	ICCA07	1218	CC	TRHALT
07AB	DB	1219	RC	;C: HALT ODER ILLEGALE INSTRUKTION
07A9	79	1220	MOV	A,C
07AA	E7	1221	ORA	A ;IM INTERVALL?
07AB	78	1222	MOV	A,B
07AC	FA6A07	1223	JM	TRINT1 ; NEIN, KEIN AUSDRUCK
07AF	04	1224	INR	B ; JA, REGISTERINHALTE AUSDRUCKEN
07B0	0600	1225	MVI	B,0
07B2	C40C0E	1226	CNZ	BPTREM ;BREAKPOINTS MUESSEN VOR AUSDRUCK
07B5	CD120F	1227	CALL	PREGS ; DER REGISTERINHALTE ENTFERNT WERDEN,
07B8	CDIC50D	1228	CALL	BPTINS ; DA SONST RST 4 ALS OPCODE DORT ERSCHEINT
07BB	CD020E	1229	CALL	CRTTST ;CRT ?
07BE	DA6A07	1230	JC	TRINT1 ; nein, tty
07C1	CD0508	1231	CALL	LTST ;ZEILENKONTROLLE
07C4	CA5607	1232	JZ	TRINT ; Z: MAX. ZAHL WAR ERREICHT, NEUER TITEL
07C7	C36A07	1233	JMP	TRINT1 ; NICHT ERREICHT, KEIN NEUER TITEL
1234				*****
1235			* TRHALT -	HALT OBER ILLEGALE INSTRUKTION
1236				*****
07CA	F5	1237	TRHALT: PUSH	PSW
07CB	2AD7FC	1238	LHLD	PCWERT ;REGISTERINHALTE MIT PC AN DER STELLE
07CE	2B	1239	DCX	H ; DER HLT- BZW. DER ILLEGALEN INSTRUKTION
07CF	CD2502	1240	CALL	CMDABORT
07D2	48414C54	1241	DB	'HALT ODER ILLEGALER OPCODE',0
07D6	204F4445			
07DA	5220494C			
07DE	4C454741			
07E2	4C455220			
07E6	4F50434F			
07EA	4445			
07EC	00			
07ED	F1	1242	POP	PSW
07EE	C9	1243	RET	
		1244		
		1245		

LOC	OBJ	LINE	SOURCE STATEMENT
		1246	;
		1247	*****
		1248	;* I/O-TREIBER (ALPHABETISCH)
		1249	;* ;
		1250	;* CASI - CASSETTEN-EINGABE UEBER UART (8251)
		1251	;* CASINIT - CASSETTEN-I/O INITIALISIEREN (8251)
		1252	;* CASO - CASSETTEN-AUSGABE UEBER UART (8251)
		1253	;* SERI - SERIELLE EINGABE (8085 SID)
		1254	;* SERINIT - SERIELLEN I/O INITIALISIEREN;
		1255	;* MIT BAUD-RATENBESTIMMUNG (8085 SID)
		1256	;* SERO - SERIELLE AUSGABE (8085 SOD)
		1257	*****
		1258	;
03E8		1259	B300 EQU 1000 ;GRENZE TTY(<<300 BAUD)/CRT(>>300 BAUD)
00FF		1260	UARTST EQU OFFH ;ADRESSE STEUERREGISTER
00FE		1261	UARTD EQU OFEH ;ADRESSE DATENREGISTER
		1262	;
		1263	;
		1264	*****
		1265	;* CASI - CASSETTEN-EINGABE, EIN 8BIT WERT
		1266	;* CALL CASI
		1267	;* (A) = EINGELESENES ZEICHEN
		1268	*****
07EF	DBFF	1269	CASI: IN UARTST ;STATUS LESEN
07F1	E602	1270	ANI 2 ;RECEIVER READY ?
07F3	CAEF07	1271	JZ CASI ; NEIN
07F6	BBFE	1272	IN UARTD ; JA, DATEN LESEN
07FB	C9	1273	RET
		1274	*****
		1275	;* CASINIT - CASSETTEN I/O INITTIALISIEREN
		1276	;* CALL CASINIT
		1277	*****
		1278	CASINIT:
07F9	3EC3	1279	MVI A,0C3H ;RAM-SPRUNGADRESSEN VORBESETZEN
07FB	3286FC	1280	STA CASIN
07FE	3289FC	1281	STA CASOUT
0801	21EF07	1282	LXI H,CASI ;CASSETTEN INPUT
0804	2287FC	1283	SHLD CASIN+1
0807	212108	1284	LXI H,CASO ;CASSETTEN OUTPUT
080A	228AFC	1285	SHLD CASOUT+1
080D	AF	1286	XRA A
080E	D3FF	1287	OUT UARTST
0810	D3FF	1288	OUT UARTST
0812	D3FF	1289	OUT UARTST
0814	3E40	1290	MVI A,01000000B ;RESET UART
0816	D3FF	1291	OUT UARTST
0818	3ECF	1292	MVI A,11001111B ;8 BITS/OHNE PARITAET/
081A	D3FF	1293	OUT UARTST ; 2STOP-BITS/TEILER 64X
081C	3E25	1294	MVI A,00100101B ;KOMMANDOWORT
081E	D3FF	1295	OUT UARTST
0820	C9	1296	RET
		1297	;

6. I/O-TRIEBER: CASSETTE, SERIELLE EIN-/AUSGABE

LOC	OBJ	LINE	SOURCE STATEMENT
		1298	*****
		1299	* CASO - CASSETTEN-AUSGABE, EIN 8BIT WERT
		1300	*****
		1301	
		1302	; MVI A,ZEICHEN
		1303	; CALL CASO
0821	F5	1304	CASO: PUSH PSW
0822	DBFF	1305	CASO1: IN UARTST ;STATUS LESEN
0824	E601	1306	ANI 1 ;TRANSMITTER READY ?
0826	CA220B	1307	JZ CASO1 ; NEIN, WARTEN
0829	F1	1308	POP PSW ; JA
082A	D3FE	1309	OUT UARTD ;DATENBYTE AUSGEBEN
082C	C9	1310	RET
		1311	
		1312	*****
		1313	* SERIELLE EINGABE
		1314	* CALL SERI
		1315	* (A) = EINGEGEBENES ZEICHEN
		1316	*****
		1317	
082D	E5	1318	SERI: PUSH H ;REGISTER RETTEN
082E	D5	1319	PUSH D
082F	C5	1320	PUSH B
0830	11FAFF	1321	LXI D,-6
0833	2A1FFC	1322	LHLD STIME ;BITZEIT*6 HOLEN
0836	B7	1323	ORA A ; UND HALBIEREN, DA
0837	7C	1324	MOV A,H ; BEI DER SERIELLEN
0838	1F	1325	RAR ; EINGABE JEDES AN-
0839	67	1326	MOV H,A ; KOMMENDES BIT IN DER
083A	7D	1327	MOV A,L ; M I T T E GELESEN
083B	1F	1328	RAR ; WERDEN MUSS !!
083C	6F	1329	MOV L,A
083D	0E0A	1330	MVI C,10 ;10 BIT, 2. STOPBIT WIRD IGNORIERT
083F	0600	1331	MVI B,0
0841	20	1332	SERI1: RIM ;
0842	B7	1333	ORA A ;WARTEN AUF START BIT
0843	FA410B	1334	JM SERI1 ;
		1335	
0846	20	1336	SERI2: RIM ;*AEUSSERE SCHLEIFE FUER ZEICHEN
0847	B7	1337	ORA A ;***INNERE SCHLEIFE: BIT EINLESEN
0848	19	1338	DI ;*** 1. BIT WIRD NACH HALBER BITZEIT*6 GELESEN
0849	DA460B	1339	JC SERI2 ;***ENDE DER BITSCHLEIFE
084C	2600	1340	MVI H,0 ;* (ZEIT AUSGLEICH)
084E	23	1341	INX H ;* (ZEIT AUSGLEICH)
084F	17	1342	RAL ;* ERGEBNISBIT VON RECHTS
0850	78	1343	MOV A,B ;* IN (B) HINEINROTIEREN
0851	1F	1344	RAR ;*
0852	47	1345	MOV B,A ;*
0853	2A1FFC	1346	LHLD STIME ;* BITZEIT*6 HOLEN (BEIM 1.MAL WAR'S NUR
0856	0D	1347	DCR C ;* DIE HAELFTE !)
0857	C2460B	1348	JNZ SERI2 ;*NZ: NAECHSTES BIT EINLESEN
085A	78	1349	MOV A,B ;ERGEBNIS NACH (A) UND
085B	17	1350	RAL ; RECHTS JUSTIEREN
085C	C1	1351	POP B ;REGISTER WIEDERHERSTELLEN
085D	D1	1352	POP D

LOC	OBJ	LINE	SOURCE STATEMENT
085E	E1	1353	POP H
085F	C9	1354	RET
		1355	
		1356	*****
		1357	;* SERINIT - SERIELLEN I/O INITIALISIEREN
		1358	;* CALL SERINIT
		1359	;* ALLE REGISTER GEAEENDERT
		1360	*****
		1361	
		1362	SERINIT:
0860	3E40	1363	MVI A,40H
0862	30	1364	SIM ;AUSGANG AUF HIGH
0863	110100	1365	LXI I,1
0866	210000	1366	LXI H,0
0869	20	1367	SERIT1: RIM ;AUF START BIT WARTEN
086A	E7	1368	ORA ;STARTBIT ?
086B	FA6908	1369	JM SERIT1 ; NEIN
086E	19	1370	SERIT2: DAD D ;**ZENTRALE BITSSCHLEIFE:
086F	20	1371	RIM ;*** BITZEIT WIRD DURCH DIE EINGABE
0870	E7	1372	ORA ;*** VON SPACE BESTIMMT, D.H. AUS DER ZEIT
0871	F26E08	1373	JP SERIT2 ;*** VON 6 BIT
0874	11F4FF	1374	LXI D,-2*6 ;ANPASSUNG DER BITZEIT AN DIE ZEIT,
0877	19	1375	DAD D ; DIE BEI EIN-/AUSGABE IN DEN AUESSEREN
0878	22BFFC	1376	SHLD STIME ; SCHLEIFEN HINZUKOMMT
087B	3EE8	1377	MVI A,LOW B300 ;PRUEFEN, OB TTY (<= 300 BAUD)
087D	95	1378	SUB L ; ODER OB CRT (> 300 BAUD)
087E	3E03	1379	MVI A,HIGH B300
0880	9C	1380	SBB H
0881	3E00	1381	MVI A,0 ;0 = CRT
0883	CE00	1382	ACI 0 ;1 = TTY
0885	32C8FC	1383	STA CRTFLG
0888	11FFFF	1384	SERIT3: LXI D,-1
088B	19	1385	DAD D
088C	DA8808	1386	JC SERIT3
088F	C0	1387	RNZ ; JA, FERTIG
0890	3E0C	1388	MVI A,0CH ; NEIN, SCHIRM LOESCHEN
0892	CD83FC	1389	CALL SEROUT
0895	11204E	1390	LXI D,20000 ;CA. 210 MS WARTEN
0898	1B	1391	SERIT4: DCX D ; (BEI 4 MHZ-TAKT)
0899	7A	1392	MOV A,D
089A	B3	1393	ORA E
089B	C29808	1394	JNZ SERIT4
089E	C9	1395	RET
		1396	*****
		1397	;* SERD - SERIELLE AUSGABE
		1398	;* MVI A,AUSGABE-ZEICHEN
		1399	;* CALL SERD
		1400	*****
089F	E5	1401	SERD: PUSH H
08A0	I5	1402	PUSH D
08A1	C5	1403	PUSH B
08A2	F5	1404	PUSH PSW
08A3	2F	1405	CMA ;AUSGANG INVERTIERT !
08A4	F680	1406	ORI 80H ;STARTBIT ERZEUGEN
08A6	11FAFF	1407	LXI D,-6

6. I/O-TRIEBER: CASSETTE, SERIELLE EIN-/AUSGABE

LOC	OBJ	LINE	SOURCE	STATEMENT	
08A9	OE0B	1408	MVI	C,11	;11 BIT (1 START, 7 DATEN, 1 PAR., 2STOP)
08AB	2ADFFC	1409	SER01:	LHLD	STIME
08AE	47	1410	MOV	B,A	;**** <--- AUSSERE SCHLEIFE; BITZEIT*6 HOLEN
08AF	E680	1411	ANI	80H	; * HOECHSTES DATENBIT AUSMASKIEREN
08B1	F640	1412	ORI	40H	; * S0D SCHARFMACHEN
08B3	30	1413	SER02:	SIM	; ***<--- INNERE SCHLEIFE
08B4	B7	1414	ORA	A	; * *
08B5	19	1415	IAD	D	; * *
08B6	DAB30B	1416	JC	SER02	; ***
08B9	78	1417	MOV	A,B	; *
08BA	E67F	1418	ANI	7FH	; * STOPBIT ERZEUGEN (INVERTIERTE LOGIK !)
08BC	0F	1419	RRC		; *
08BD	0D	1420	DCR	C	; *ALLE BITS AUSGEGEBEN ?
08BE	C2A80B	1421	JNZ	SER01	;**** NEIN, WEITER
08C1	F1	1422	POP	PSW	
08C2	C1	1423	POP	B	
08C3	I1	1424	POP	D	
08C4	E1	1425	POP	H	
08C5	C9	1426	RET		
		1427			
		1428			
		1429			
		1430			
0010		1431	BUFLG	EQU	16
000F		1432	NLINE	EQU	15
		1433			
		1434			

LOC	OBJ	LINE	SOURCE STATEMENT
1435			
1436	;	*****	
1437	;	ALLGEMEINE EIN-/AUSGABEROUTINEN	
1438	;	(ALPHABETISCH GEORDNET AUSSER L...)	
1439	;		
1440	;	LCLR - ZEILENZAEHLER AUSSCHALTEN	
1441	;	LINIT - ZEILENZAEHLER MIT MAX. ZEILENZAHL EINSCHALTEN	
1442	;	LTST - ZEILENZAEHLER PRUEFEN, OB MAX. ZEILENZAHL ERREICHT	
1443	;		
1444	;	HADR - HOLE ADRESSE 16BIT	
1445	;	HBPTD - HOLE BREAKPOINTADRESSEN	
1446	;	HDATA - HOLE DATEN 8BIT (FORMAT BIN, DEZ, HEX)	
1447	;	HDATAI - HOLE DATEN 8BIT HEX (ALTWERT WIRD AUSGEDRUCKT)	
1448	;	HEINAUS - HOLE "EIN/AUS"	
1449	;	HFORMD - HOLE DATENFORMAT (ALTWERT WIRD AUSGEDRUCKT)	
1450	;	HJANEIN - HOLE "JA/NEIN"	
1451	;	HPORTD - HOLE I/O-PORT-ADRESSE (ALTWERT WIRD AUSGEDRUCKT)	
1452	;	HSTART - HOLE STARTADRESSE	
1453	;	HSTART - "HSTART" + AUSDRUCK ALTWERT	
1454	;	HSTOPD - HOLE STOPADRESSE (ALTWERT WIRD AUSGEDRUCKT)	
1455	;	F..... - HILFSROUTINEN ZU H.....("HOLE")-ROUTINEN	
1456	;		
1457	;	RCHAR - EIN ZEICHEN LESEN	
1458	;	WAASC - 8BIT WERT IN ASCII AUSGEBEN	
1459	;	WABIN - 8BIT WERT BINAEER AUSGEBEN	
1460	;	WADEZ - 8BIT WERT DEZIMAL AUSGEBEN	
1461	;	WAFOR - 8BIT WERT MIT WAELHBAREM FORMAT AUSGEBEN	
1462	;	(ASCII, BINAEER, DEZIMAL, HEXADEZIMAL)	
1463	;	WAFORB - WIE "WAFOR," DANACH EIN LEERZEICHEN	
1464	;	WAHEX - 8BIT WERT HEXADEZIMAL AUSGEBEN	
1465	;	WAHEXB - 8BIT WERT HEX. UND DANACH LEERZEICHEN AUSGEBEN	
1466	;	WBELL - KLINGELZEICHEN	
1467	;	WBLANK - LEERZEICHEN AUSGEBEN	
1468	;	WBLNKI - ANZAHL LEERZEICHEN NACH CALL AUSGEBEN	
1469	;	WBUF - PUFFER NACH (HL) AUSGEBEN	
1470	;	WRUFI - PUFFER NACH CALL AUSGEBEN	
1471	;	WCHAR - EIN ZEICHEN AUSGEBEN	
1472	;	WCHARI - EIN ZEICHEN NACH CALL AUSGEBEN	
1473	;	WCRLF - ZEICHEN FUER WAGENRUECKLAUF (CR) UND ZEILENVORSCHUB (LF)	
1474	;	AUSGEBEN	
1475	;	WCRLF - WIE "WCRLF", DANACH TEXT NACH CALL AUSGEBEN	
1476	;	WHLHEX - 16BIT WERT HEXADEZIMAL AUSGEBEN	
1477	;	WHLHXB - WIE "WHLHEX", DANACH EIN LEERZEICHEN AUSGEBEN	
1478	;	*****	
1479	;	SPEZIELLE EIN-/AUSGABEROUTINEN	
1480	;	(BANICASSETTE, ALPHABETISCH GEORDNET)	
1481	;		
1482	;	RCAS - ZEICHEN VON CASSETTE LESEN	
1483	;	RCASAHX - 8BIT WERT HEXADEZIMAL VON CASSETTE LESEN (MIT CHECKSUM)	
1484	;	WCAS - ZEICHEN AUF CASSETTE AUSGEBEN	
1485	;	WCASAHX - 8BIT WERT ALS ZWEI HEX.ZEICHEN AUF CASSETTE AUSGEBEN	
1486	;	WCASBUFI - ZEICHEN NACH CALL AUF CASSETTE AUSGEBEN	
1487	;	WCASHLHEX - 16BIT WERT IN (HL) HEXADEZIMAL AUSGEBEN	
1488	;	WCASTRAIL - "TRAILER" AUSGEBEN (D.I. 60NULLEN)	
1489	;	*****	

LOC	OBJ	LINE	SOURCE STATEMENT
1490	;	*	ALLGEMEINE HILFSROUTINEN
1491	;	*	(ALPHABETISCH GEORDNET)
1492	;	*	
1493	;	*	*** EINGABEPUFFERUNG
1494	;	*	BCLR- EINGABEPUFFER LOESCHEN
1495	;	*	BGETF- ERSTES ZEICHEN AUS PUFFER HOLEN
1496	;	*	ABGETL- LETZTES ZEICHEN AUS PUFFER HOLEN
1497	;	*	BPUT- EIN ZEICHEN IM PUFFER ABLEGEN
1498	;	*	BREAD- ZEICHEN LESEN, PRUEFEN UND PUFFERN
1499	;	*	
1500	;	*	*** BREAKPOINT-ROUTINEN
1501	;	*	BPTINS- BREAKPOINTS INS PROGRAMM EINFUEGEN
1502	;	*	BPTNUM- ANZAHL DER BREAKPOINTS ZURUECKGEBEN
1503	;	*	BPTREM- BREAKPOINTS AUS PROGRAMM HERAUSNEHMEN
1504	;	*	BPTSET- BREAKPOINTADRESSE PRUEFEN UND GGF. ABSPEICHERN
1505	;	*	
1506	;	*	CALLHL- SUBROUTINENSFRUNG UEBER (HL)
1507	;	*	CALLTB- SUBROUTINENSFRUNG INDIZIERT UEBER ADRESSTABELLE
1508	;	*	CHTST- TESTEN, OB ASCII-ZEICHEN ANGEGEBENEM FORMAT ENTSPRICHT
1509	;	*	CMP2 - 16BIT VERGLEICH
1510	;	*	CMPL - EIN ZEICHEN MIT ZEICHENLISTE VERGLEICHEN
1511	;	*	CMPLI - WIE CMPL, ABER ZEICHENLISTE NACH CALL
1512	;	*	CRTTST- TEST, OB CRT ODER TTY
1513	;	*	DISLINE-DISASSEMBLIERE EINE INSTRUKTION BEI GEG. ADRESSE
1514	;	*	GROSS- KLEINE BUCHSTABEN IN GROSSE WANDELN
1515	;	*	HEXASC- HEX.ZAHL ZU ASCII WANDELN
1516	;	*	PREGF- TITELZEILE, (PC) UND OPCODE AUSGEBEN
1517	;	*	PREGF- REGISTERAUSDRUCK POSITIONIEREN
1518	;	*	PREGS- ALLE REGISTER AUSDRUCKEN
1519	;	*	PREGSO- WIE PREGS, ABER WAELHBARE REGISTERFOLGE (FUER R-KDO)
1520	;	*	PREGT- REGISTERUEBERSCHRIFT AUSDRUCKEN
1521	;	*	REGRES- ALLE REGISTER WIEDERHERSTELLEN ("RESTORE")
1522	;	*	REGSAV- ALLE REGISTER SICHERN ("SAVE")
1523	;	*	SUB2- ZWEI 16BIT-WERTE SUBTRAHIEREN
1524	;	*	ZUASC- "ASCII-ZU-ASCII" MIT TEST AUF KONTROLLZEICHEN
1525	;	*	ZUBIN- ASCII-ZU-BINAER WANDELN; MIT TEST, OB 0 ODER 1
1526	;	*	ZUBIN8- "ZUBIN" + ERGEBNIS AUF (D)*2 ADDIEREN
1527	;	*	ZUDEZ- ASCII-ZU-DEZ. WANDELN; MIT TEST, OB ZW. 0 UND 9
1528	;	*	ZUDEZ3- "ZUDEZ" + ERGEBNIS AUF (D)*10 ADDIEREN
1529	;	*	ZUFOR- ASCII-ZU-WAEHLBARES-FORMAT WANDELN; ERGEBNIS AUF
1530	;	*	(D)*RADIX(2,10,16) ADDIEREN
1531	;	*	ZUHEX- ASCII-ZU-HEX. WANDELN; MIT TEST, OB ZW. 0..9,A..F
1532	;	*	ZUHEX2- "ZUHEX" + ERGEBNIS AUF (D)*16 ADDIEREN
1533	;	*	*****
1534	;	*	
1535	;	*	

LOC	OBJ	LINE	SOURCE STATEMENT
		1536	*****
		1537	;* LCLR - ZEILENZAEHLER ABSCHALTEN
		1538	;* CALL LCLR
		1539	*****
OBC6	F5	1540	LCLR: PUSH PSW
OBC7	AF	1541	XRA A ;ZEILENZAEHLER LOESCHEN UND
OBC8	32CCFC	1542	STA LINES ; ABSCHALTEN
OBCB	F1	1543	POP PSW
OBCD	C9	1544	RET
		1545	
		1546	
		1547	*****
		1548	;* LINIT - ZEILENZAEHLER INITIALISIEREN
		1549	;* CALL LINIT
		1550	*****
		1551	
OBCD	F5	1552	LINIT: PUSH PSW
OBCD	3E0F	1553	MVI A,NLINE ;ZEILENZAEHLER MIT MAXIMALER
OBD0	32CCFC	1554	STA LINES ; ZEILENZAEHLER EINSCHALTEN
OBD3	F1	1555	POP PSW
OBD4	C9	1556	RET
		1557	
		1558	*****
		1559	;* LTST - STAND DES ZEILENZAEHLERS TESTEN (FUER REGISTER-TITEL)
		1560	;* CALL LTST
		1561	;* JZ MAXIMALE ZEILENZAH
		1562	;* JNZ ZEILENZAH KLEINER ALS MAX.
		1563	*****
		1564	*****
OBD5	C5	1565	LTST: PUSH B
OBD6	47	1566	MOV B,A
OBD7	3ACFC	1567	LDA LINES ;PRUEFE, OB MAXIMALE
OBD8	FE0F	1568	CPI NLINE ; ZEILENZAEHLER GESETZT
OBD9	7B	1569	MOV A,B
OBD9	C1	1570	POP B
OBD9	C9	1571	RET
		1572	
		1573	*****
		1574	;* HADR - HOLE ADRESSE (MAX. 4 ZEICHEN HEX)
		1575	;* LHLI ALTWERT
		1576	;* CALL HADR
		1577	;* (HL)= ALTWERT/NEUWERT (CY=1/0)
		1578	;* (A) = ABSCHLUSSZEICHEN (CR, SPACE, ETC.)
		1579	;* CY=1: ALTWERT
		1580	;* =0: NEUWERT
		1581	*****
OBD9	C5	1582	HADR: PUSH B
OBE0	010304	1583	LXI B,0403H ;4 ZEICHEN, HEX
OBE3	010A0D	1584	CALL BREAD ;EINLESEN
OBE6	F5	1585	PUSH PSW
OBE7	010B0C	1586	CALL BGETL ;EIN ZEICHEN AUS EINGABEPUFFER HOLEN
OBEA	010509	1587	JC HADR2 ;C: PUFFER LEER
OBE9	0108410	1588	CALL ZUHEX ;HEX.WANDLUNG
OBF0	6F	1589	MOV L,A ;RESULTAT IN (HL) SPEICHERN
OBF1	2600	1590	MVI H,0

B. EIN-/AUSGABEROUTINEN

LOC	OBJ	LINE	SOURCE STATEMENT
08F3	CD80C	1591	HADR1: CALL BGETL ;NAECHSTES ZEICHEN AUS PUFFER HOLEN
08F6	DA0509	1592	JC HADR2 ;C: PUFFER LEER
08F9	CD8410	1593	CALL ZUHEX
08FC	29	1594	IAD H ;WERT IN (HL) AUFBEREITEN
08FD	29	1595	IAD H
08FE	29	1596	IAD H
08FF	29	1597	IAD H
0900	E5	1598	ORA L
0901	6F	1599	MOV L,A
0902	C3F30B	1600	JMP HADR1 ;NAECHSTES ZEICHEN
0905	F1	1601	HADR2: POP PSW ;(A) = ABSCHLUSSZEICHEN
0906	C1	1602	POP B
0907	C9	1603	RET
		1604	
		1605	;*****
		1606	;* HBPTD - HOLE BREAKPOINTS
		1607	;* MVI B,BREAKPOINTNUMMER (0...BPTANZ-1)
		1608	;* CALL HBPTD
		1609	;*****
0908	CD1409	1610	HBPTD: CALL HBPTD1 ;ALTE BREAKPOINTADRESSEN AUSDRUCKEN
090B	CD8F08	1611	CALL HADR ;NEUE BREAKPOINTADRESSE LESEN
090E	CD370E	1612	CALL BPTSET ; ABSPEICHERN
0911	FE20	1613	CPI ' '
0913	C9	1614	RET
0914	C5	1615	HBPTD1: PUSH B ;TEXT 'BREAK-ADRX=' ALTWERT AUSGEBEN
0915	21A2FC	1616	LXI H,BPTADR
0918	78	1617	MOV A,B ;BREAKPOINTNUMMER (0...BPTANZ-1)
0919	87	1618	ADD A ; MAL 3
091A	80	1619	ADD B
091B	4F	1620	MOV C,A
091C	78	1621	MOV A,B
091D	0600	1622	MVI B,0
091F	09	1623	IAD B ;(HL) = SPEICHERADR. MIT BREAKPOINTS
0920	5E	1624	MOV E,M
0921	23	1625	INX H
0922	56	1626	MOV D,M
0923	EB	1627	XCHG ;(HL) = BREAKPOINTADRESSE
0924	CD130C	1628	CALL WCRLF1
0927	20425245	1629	DB ' BREAK-ADR',0
092B	414B2D41		
092F	4452		
0931	00		
0932	3C	1630	INR A
0933	F630	1631	ORI '0' ;BREAKPOINTNUMMER = 1,2,...BPTANZ
0935	CD860B	1632	CALL WCHAR ; AUSDRUCKEN
0938	CD870B	1633	CALL WCHAR1
093B	3D	1634	DB '='
093C	CD270C	1635	CALL WHLHXB ;BREAKPOINTADRESSE AUSDRUCKEN
093F	C1	1636	POP B
0940	C9	1637	RET
		1638	

LOC	OBJ	LINE	SOURCE STATEMENT
		1639	*****
		1640	;* HDATA - HOLE 8BIT DATENBYTE
		1641	;* MVI C,FORMAT (0=ASCII, 1=BIN, 2=DEZ, 3=HEX)
		1642	;* LXI H,ADRESSE ALTWERT(/NEUWERT)
		1643	;* CALL HDATA
		1644	;* (D)=NEUER/ALTER DATENWERT
		1645	;* GLEICHER WERT BEI ADRESSE IN (HL)
		1646	*****
		1647	
0941	C5	1648	HDATA: PUSH B
0942	0602	1649	MVI B,2 ;2 ZEICHEN ENTSPR. FORMAT IN (C)
0944	CD0A0D	1650	CALL BREAD ;ZEICHEN EINLESEN
0947	C1	1651	POP B
0948	F5	1652	PUSH PSW
0949	E5	1653	PUSH H
094A	66	1654	MOV H,M ;(H)=ALTWERT
094B	CDDB0C	1655	CALL BGETL ;ERSTES ZEICHEN AUS PUFFER HOLEN
094E	D25909	1656	JNC HDATA1
0951	CD930B	1657	CALL WBLNKI ;PUFFER LEER,
0954	02	1658	DB 2 ; ZWEIMAL SPACE AUSGEBEN
0955	54	1659	MOV D,H ;(D)=ALTWERT
0956	C36A09	1660	JMP HDATA2 ; FERTIG
0959	1600	1661	HDATA1: MVI D,0
095B	CD7110	1662	CALL ZUFOR ;ZEICHEN ENTSPR. FORMAT IN (C) WANDELN
095E	CDDB0C	1663	CALL BGETL ;NAECHSTES ZEICHEN AUS PUFFER HOLEN
0961	DC8E0B	1664	CC WBLANK ;PUFFER LEER, SPACE AUSGEBEN
0964	DA6A09	1665	JC HDATA2
0967	CD7110	1666	CALL ZUFOR ;WEITERES ZEICHEN WANDELN
096A	E1	1667	HDATA2: POP H
096B	72	1668	MOV M,D ;NEUWERT/ALTWERT ABSPEICHERN
096C	F1	1669	POP PSW
096D	C9	1670	RET
		1671	
		1672	*****
		1673	;* HDATAD - HOLE DATENBYTE; DEFAULT WIRD ZUVOR AUSGEDRUCKT
		1674	;* CALL HDATAD
		1675	;* (D) = 8BIT NEUWERT/ALTWERT
		1676	;* GLEICHER WERT BEI "DATA" ABGESPEICHERT
		1677	*****
		1678	
096E	21CDFC	1679	HDATAD: LXI H,DATA
0971	7E	1680	MOV A,M ;ALTWERT HOLEN UND
0972	CDA30A	1681	CALL PDATA ; ZUSAMMEN MIT ' DATEN =' AUSDRUCKEN
0975	0E03	1682	MVI C,3 ;HEX. DATEN
0977	CD4109	1683	CALL HDATA ;DATENBYTE HOLEN
097A	C9	1684	RET
		1685	*****
		1686	;* HEINAUS - HOLE "EIN/AUS"
		1687	;* LXI H,ADRESSE UNTER DER EIN/AUS-ZUSTAND STEHT
		1688	;* CALL HEINAUS
		1689	;* (B)=ALTER/NEUER EIN(=1)/AUS(=0)-ZUSTAND
		1690	;* GLEICHER WERT UNTER ADRESSE IN (HL)
		1691	*****
		1692	
		1693	HEINAUS:

B. EIN-/AUSGABEROUTINEN

LOC	OBJ	LINE	SOURCE STATEMENT
097B	CD010C	1694	CALL WCRLF
097E	CD800B	1695	HEIN0: CALL WBUFI
0981	0D	1696	DB ODH,' EIN/AUS =',0
0982	2045494E		
0986	2F415553		
098A	20203D		
098D	00		
098E	7E	1697	MOV A,M ;(A)=EIN/AUS-ZUSTAND
098F	B7	1698	DRA A ;AUS=1 ?
0990	3E41	1699	MVI A,'A'
0992	CA9709	1700	JZ HEIN1 ;JA, AUS = 'A'
0995	3E45	1701	MVI A,'E' ;NEIN,EIN = 'E'
0997	CD860B	1702	HEIN1: CALL WCHAR ;ZUSTAND AUSIRUCKEN
099A	CD8E0B	1703	CALL WBLANK
099D	010001	1704	LXI B,0100H ;1 ZEICHEN, ASCII
09A0	CD0A0D	1705	CALL BREAD ;ZEICHEN EINLESEN
09A3	CDDB0C	1706	CALL BGETL ;ZEICHEN AUS PUFFER HOLEN
09A6	46	1707	MOV B,M ; (B)=ALTER ZUSTAND
09A7	3F	1708	CMC
09AB	D0	1709	RNC ;NC: ALTER ZUSTAND BLEIBT (PUFFER LEER)
09A9	0600	1710	MVI B,0 ;GUELTIGKEIT DES EINGELESENEN
09AB	FE41	1711	CPI 'A' ; ZEICHENS PRUEFEN;
09AD	CAC309	1712	JZ HEIN2 ; GUELTIG IST 'E' FUER EIN=1
09B0	04	1713	INR B ; UND 'A' FUER AUS=0
09B1	FE45	1714	CPI 'E'
09B3	CAC309	1715	JZ HEIN2
09B6	CD890B	1716	CALL WRELL ;UNGUELTIGES ZEICHEN, NOCHMAL LESEN
09B9	CD820E	1717	CALL CRITST
09BC	DA7B09	1718	JC HEINAUS
09BF	C37E09	1719	JMP HEINO
09C2	C9	1720	RET
09C3	70	1721	HEIN2: MOV M,B ;ZUSTAND ABSPEICHERN
09C4	C9	1722	RET
		1723	
		1724	;*****
		1725	;* HFORMD - HOLE ZAHLENFORMAT (MIT AUSDRUCK 'FORMAT=ALTWERT ')
		1726	;* CALL HFORMD
		1727	;* FORMAT = NEUES/ALTES FORMAT
		1728	;*****
		1729	
09C5	CD010C	1730	HFORMD: CALL WCRLF
09C8	CD800B	1731	HFORMD: CALL WBUFI
09CB	0D	1732	DB ODH,' FORMAT =',0
09CC	20464F52		
09D0	4D415420		
09D4	2020203D		
09D8	00		
09D9	3AA1FC	1733	LDA FORMAT
09IC	CD860B	1734	CALL WCHAR
09DF	CD8E0B	1735	CALL WBLANK
09E2	010001	1736	LXI B,0100H ;1 ZEICHEN, ASCII
09E5	CD0A0D	1737	CALL BREAD ;IN EINGABEPUFFER LESEN
09EB	CDDB0C	1738	CALL BGETL ;ZEICHEN AUS PUFFER HOLEN
09EB	D2F109	1739	JNC HFORD1
09EE	3AA1FC	1740	LDA FORMAT

LOC	DRJ	LINE	SOURCE STATEMENT
09F1	CDCC0E	1741	HFOR01: CALL CMPLI ;LEGALES ZEICHEN ?
09F4	41	1742	DB 'A'
09F5	42	1743	DB 'B'
09F6	44	1744	DB 'D'
09F7	48	1745	DB 'H'
09FB	00	1746	DB 0
09F9	I2080A	1747	JNC HFORD2 ;JA, FERTIG
09FC	CD890B	1748	CALL WBELL ;NEIN, KLINGELN
09FF	CD020E	1749	CALL CRTTST ; UND NEUE EINGABE
0A02	DIAC509	1750	JC HFORMD ; ANFORDERN
0A05	C3C809	1751	JMP HFORD0
0A08	32A1FC	1752	HFOR02: STA FORMAT
0A0B	C9	1753	RET
		1754	
		1755	*****
		1756	;* HJANEIN - HOLE "JA/NEIN"
		1757	;* CALL HJANEIN
		1758	;* JZ JA
		1759	;* JNZ NICHT JA
		1760	*****
		1761	
		1762	HJANEIN:
0A0C	E3	1763	XTHL
0A0D	CDA10B	1764	CALL WBUF ;ZEICHEN NACH CALL AUSGEBEN
0A10	E3	1765	XTHL ;RETURN-ADR. AUF STACK
0A11	CD800B	1766	CALL WBUFI
0A14	20284A41	1767	DB ' (JA/NEIN) ',0
0A18	2F4E4549		
0A1C	4E2920		
0A1F	00		
0A20	010001	1768	LXI B,0100H ;1 ZEICHEN; ASCII
0A23	CD0A0D	1769	CALL BREAD
0A26	CD8B0C	1770	CALL BGETL
0A29	FE4A	1771	CPI 'J' ;Z=JA / NZ=NICHT JA
0A2B	C9	1772	RET
		1773	
		1774	*****
		1775	;* HPORTD - HOLE EIN-/AUSGABE-PORT; DEFAULT WIRD VORHER AUSGEDRUCKT
		1776	;* EINGEGEBEN WIRD ENTWEDER: PORT-ADR ODER
		1777	;* '+' FUER ADR+1 ODER
		1778	;* '-' FUER ADR-1
		1779	;* CALL HPORTD
		1780	;* PORT = ALTE/NEUE PORT-ADRESSE
		1781	*****
		1782	
0A2C	CD130C	1783	HPORTD: CALL WCRLF
0A2F	20504F52	1784	DB ' PORT-NR=',0
0A33	542D4E52		
0A37	3D		
0A3B	00		
0A39	21CEFC	1785	LXI H,PORT
0A3C	7E	1786	MOV A,M
0A3D	CD820B	1787	CALL WAHEXB ;ALTWERT AUSDRUCKEN
0A40	010302	1788	LXI B,0203H ;2 ZEICHEN, HEX
0A43	CD0A0D	1789	CALL BREAD ;ZEICHEN EINLESEN

8. EIN-/AUSGABEROUTINEN

LOC	OBJ	LINE	SOURCE	STATEMENT
0A46	F5	1790	PUSH	PSW ;ABSCHLUSSZEICHEN FUER SPAETER RETTEN
0A47	56	1791	MOV	D,M
0A48	CIDB0C	1792	CALL	BGETL ;ERSTES ZEICHEN AUS PUFFER HOLEN
0A4B	DA5B0A	1793	JC	HPORD1 ;PUFFER LEER, ABSCHLUSSZEICHEN PRUEFEN
0A4E	CID8410	1794	CALL	ZUHEX ;ZEICHEN ZU HEX. WANDELN
0A51	57	1795	MOV	D,A
0A52	CIDB0C	1796	CALL	BGETL ;ZWEITES ZEICHEN AUS PUFFER HOLEN
0A55	DA5B0A	1797	JC	HPORD1 ;PUFFER LEER
0A58	CID9610	1798	CALL	ZUHEX2 ;WANDELN
0A5B	42	1799	HPORD1: MOV	B,D
0A5C	70	1800	MOV	M,B
0A5D	F1	1801	POP	PSW ;ABSCHLUSSZEICHEN AUSWERTEN:
0A5E	FE21	1802	CPI	' '+1 ; CR ODER SPACE ?
0A60	3F	1803	CMC	
0A61	D0	1804	RNC	;JA, FERTIG
0A62	34	1805	INR	M ;NEIN
0A63	FE2D	1806	CPI	'-' ;ADR-1 ?
0A65	C22C0A	1807	JNZ	HPORD1 ;NEIN, ADR+1, WEITER
0A68	35	1808	DCR	M ;JA, ADR-1
0A69	35	1809	DCR	M
0A6A	C32C0A	1810	JMP	HPORD1 ; WEITER
		1811		
		1812		;*****
		1813	* HSTART -	HOLE STARTADRESSE (4 HEX.ZEICHEN)
		1814	* LHL D	ALTER WERT
		1815	* CALL	HSTART
		1816	* (HL)=NEUWERT/ALWERT	
		1817		;*****
		1818		
0A6D	CDB40A	1819	HSTART: CALL	FSTART ;'START-ADR=' AUSDRUCKEN
0A70	CIDF08	1820	CALL	HADR ;STARTADRESSE HOLEN
0A73	C9	1821	RET	
		1822		

8. EIN-/AUSGABEROUTINEN

LOC	OBJ	LINE	SOURCE STATEMENT
		1823	*****
		1824	;* HSTARD - HOLE STARTADRESSE; DEFAULT ZUVOR AUSDRUCKEN
		1825	;* LHLD ALTER WERT
		1826	;* CALL HSTARD
		1827	;* (HL)=NEUWERT/ALTWERT
		1828	*****
		1829	
0A74	CIC50A	1830	HSTARD: CALL FSTARD ;'START-ADR=' MIT ALTWERT AUSDRUCKEN
0A77	CIDF0B	1831	CALL HADR ;STARTADRESSE HOLEN
0A7A	C9	1832	RET
		1833	
		1834	*****
		1835	;* HSTEPD - HOLE ANZAHL EINZELINSTRUKTIONEN; DEFAULT ZUVOR AUSDRUCKEN
		1836	;* CALL HSTEPD
		1837	;* (C)=SCHRITZAH
		1838	;* DESGLEICHEN IN "STEPS"
		1839	*****
		1840	
0A7B	CI130C	1841	HSTEPD: CALL WCRLF
0A7E	20535445	1842	DB ' STEPS =',0
0A82	50532020		
0A86	2020203D		
0A8A	00		
0A8B	21CBFC	1843	LXI H,STEPS
0A8E	7E	1844	MOV A,M
0A8F	CI190B	1845	CALL WADEZ ;ALTWERT DEZ. AUSDRUCKEN
0A92	CI8E0B	1846	CALL WBLANK
0A95	0E02	1847	MVI C,2 ;DATEN DEZ. (0..99)
0A97	CI4109	1848	CALL HDATA ;DEZ. SCHRITZAH HOLEN UND
0A9A	48	1849	MOV C,B ; (C) ZURUECKGEBEN
0A9B	C9	1850	RET
		1851	*****
		1852	;* HSTOPD - HOLE STOPADRESSE; ZUVOR DEFAULT AUSGEBEN
		1853	;* LHLD ALTWERT
		1854	;* CALL HSTOPD
		1855	*****
0A9C	CIDCOA	1856	HSTOPD: CALL FSTOPD ;'STOP-ADR=' MIT ALTWERT AUSGEBEN
0A9F	CIDF0B	1857	CALL HADR ;STOPADRESSE HOLEN
0AA2	C9	1858	RET
		1859	
		1860	*****
		1861	;* PDATA - 'DATEN=' UND ALTWERT AUSDRUCKEN
		1862	;* MVI A,ALTWERT
		1863	;* CALL PDATA
		1864	*****
0AA3	CI130C	1865	PDATA: CALL WCRLF
0AA6	20444154	1866	DB ' DATEN =',0
0AAA	454E2020		
0AAE	3D		
0AAF	00		
0AB0	CI820B	1867	CALL WAHEXB ;ALTWERT AUSDRUCKEN
0AB3	C9	1868	RET
		1869	

LOC	OBJ	LINE	SOURCE STATEMENT
		1870	;*****
		1871	;* PSTART - 'START-ADR=' IN NEUER ZEILE AUSDRUCKEN
		1872	;* LHLI ALTWERT
		1873	;* CALL PSTART
		1874	;*****
OAB4	CI130C	1875	PSTART: CALL WCRIFI
OAB7	20535441	1876	DB ' START-ADR =',0
OABB	52542D41		
OABF	4452203D		
OAC3	00		
OAC4	C9	1877	RET
		1878	;
		1879	;*****
		1880	;* PSTART - 'START-ADR=' UND ALTWERT AUSDRUCKEN
		1881	;* LHLI ALTWERT
		1882	;* CALL PSTART
		1883	;*****
OAC5	CI840A	1884	PSTART: CALL PSTART
OAC8	CI270C	1885	CALL WHLXB ;ALTWERT IN (HL) AUSDRUCKEN
OACB	C9	1886	RET
		1887	
		1888	;*****
		1889	;* PSTOPD - 'STOP -ADR=' UND ALTE STOPADRESSE AUSDRUCKEN
		1890	;* LHLI ALTE STOPADRESSE
		1891	;* CALL PSTOPD
		1892	;*****
OACC	CI130C	1893	PSTOPD: CALL WCRIFI
OACF	2053544F	1894	DB ' STOP -ADR =',0
OAI3	50202D41		
OAI7	4452203D		
OADB	00		
OAI0	CI270C	1895	CALL WHLXB ;ALTE STOPADRESSE AUSDRUCKEN
OAI0	C9	1896	RET
		1897	
		1898	;*****
		1899	;* RCHAR - EIN ZEICHEN EINLESEN
		1900	;* CALL RCHAR
		1901	;* (A) = ZEICHEN
		1902	;*****
		1903	RCHAR:
		1904	
OAE0	CI80FC	1905	CALL SERIN ;MIS-INPUT
OAE3	E67F	1906	ANI 7FH ;BIT7 WEGMASKIEREN
OAE5	FE1B	1907	CPI ESC ;EINGABE ABBRECHEN ?
OAE7	CO	1908	RNZ ; NEIN, EXIT
OAE8	CI890B	1909	CALL WBELL ; JA, KLINGELN UND
OAE8	CIAC01	1910	CALL CMD ; ZURUECK ZU KOMMANDOROUTINE
		1911	
		1912	;KOMMT NIEMALS VON "CMD" ZURUECK !!

LOC	OBJ	LINE	SOURCE STATEMENT
		1913	;*****
		1914	;* WAASC - BIT WERT IN ASCII AUSGEBEN
		1915	;* MVI A,BBIT WERT
		1916	;* CALL WAASC
		1917	;* Z.B. .X, .Z, .#, .+ DRUCKBARE ZEICHEN
		1918	;* 10, B4, 1B, 7F NICHT-DRUCKBARE ZEICHEN
		1919	;*****
		1920	
0AEE	FE20	1921	WAASC: CPI 20H ;KONTROLLZEICHEN ?
0AF0	DA000B	1922	JC WAASC1 ; JA
0AF3	FE7F	1923	CPI RUBOUT ; NEIN; RUBOUT ODER 80-FF HEX ?
0AF5	I2000B	1924	JNC WAASC1 ; JA
0AFB	C1F70B	1925	CALL WCHARI ; NEIN; ZEICHEN MIT VORANGEHEDEM
0AFB	2E	1926	DB '.' ; PUNKT AUSGABEN
0AFC	CDB60B	1927	CALL WCHAR
0AFF	C9	1928	RET
0B00	CD6F0B	1929	WAASC1: CALL WAHEX ;NICHT DRUCKBARES ZEICHEN HEX AUSGEREN
0B03	C9	1930	RET
		1931	;
		1932	;*****
		1933	;* WABIN - BIT WERT BINAER AUSGEBEN
		1934	;* MVI A,BBIT WERT
		1935	;* CALL WABIN
		1936	;*****
0B04	E5	1937	WABIN: PUSH H ;REGISTERINHALTE RETTEN
0B05	C5	1938	PUSH B
0B06	F5	1939	PUSH PSW
0B07	67	1940	MOV H,A ;BINAERSTELLEN AUS H HERAUSCHIEBEN
0B0B	0E0B	1941	MVI C,B ;8 BINAERSTELLEN
0B0A	AF	1942	WABIN1: XRA A
0B0B	29	1943	DIAD H ;BIT AUS H IN CARRY SCHIEBEN
0B0C	CE30	1944	ACI '0' ; 0 -> 30='0', 1 -> 31='1'
0B0E	CDB60B	1945	CALL WCHAR
0B11	0D	1946	ICR C ;WEITERE BINAERSTELLEN ?
0B12	C20A0B	1947	JNZ WABIN1 ; JA
0B15	F1	1948	POP PSW ; NEIN; REGISTER WIEDERHERSTELLEN UND ZURUECK
0B16	C1	1949	POP B
0B17	E1	1950	POP H
0B1B	C9	1951	RET
		1952	

LOC	OBJ	LINE	SOURCE STATEMENT
		1953	*****
		1954	;* WADEZ - BBIT WERT DEZIMAL AUSGEBEN
		1955	;* (MIT UNTERDRUECKUNG DER FUEHRENDEN NULLEN)
		1956	;* MVI A,BBIT WERT
		1957	;* CALL WADEZ
		1958	*****
		1959	
OB19	E5	1960	WADEZ: PUSH H ;REGISTERINHALTE SICHERN
OB1A	I5	1961	PUSH D
OB1B	F5	1962	PUSH FSW
OB1C	0600	1963	MVI B,0 ;NULLENUNTERDR. AN
OB1E	2E64	1964	MVI L,100 ;100ER STELLE WANDELN
OB20	CD310B	1965	CALL WADEZ1 ; UND AUSGEBEN
OB23	2E0A	1966	MVI L,10 ;10ER STELLE WANDELN
OB25	CD310B	1967	CALL WADEZ1 ; UND AUSGEBEN
OB2B	F630	1968	ORI '0' ;1ER STELLE AUSGEBEN
OB2A	CD860B	1969	CALL WCHAR
OB2D	C1	1970	POP B
OB2E	I1	1971	POP D
OB2F	E1	1972	POP H
OB30	C9	1973	RET
OB31	0E2F	1974	WADEZ1: MVI C,'0'-1 ;STELLE MIT WERTIGKEIT IN C AUSGEBEN
OB33	0C	1975	WADEZ2: INR C
OB34	95	1976	SUB L ;SOLANGE MIT STELLENWERTIGKEIT (100,10,1)
OB35	D2330B	1977	JNC WADEZ2 ; SUBTRAHIEREN, BIS UNTERLAUF
OB3B	85	1978	ADD L ; PASSIERT; C ENTHAELT STELLE
OB39	F5	1979	PUSH FSW
OB3A	78	1980	MOV A,B
OB3B	B7	1981	ORA A ;NULLENUNTERDR. AN?
OB3C	C2480B	1982	JNZ WADEZ3 ; NEIN
OB3F	79	1983	MOV A,C ; JA
OB40	FE30	1984	CFI '0' ;STELLE = 0 ?
OB42	C2480B	1985	JNZ WADEZ3 ; NEIN
OB45	0E20	1986	MVI C,' ' ; JA, LEERZEICHEN STATT NULL
OB47	05	1987	DCR B ;NULLENUNTERDR. BLEIBT AN
OB48	04	1988	WADEZ3: INR B
OB49	79	1989	MOV A,C
OB4A	CD860B	1990	CALL WCHAR ;ZIFFER AUSGEBEN
OB4D	F1	1991	POP FSW
OB4E	C9	1992	RET
		1993	

B. EIN-/AUSGABEROUTINEN

LOC	OBJ	LINE	SOURCE STATEMENT
		1994	*****
		1995	;* WAFOR - BBIT WERT ENTSPRECHEND FORMAT AUSGEBEN
		1996	;* MVI A,WERT
		1997	;* MVI C,FORMATINDEX (0=ASCII, 1=BIN, 2=DEZ, 3=HEX)
		1998	;* CALL WAFOR
		1999	*****
0B4F	E5	2000	WAFOR: PUSH H
0B50	C5	2001	PUSH B
0B51	47	2002	MOV B,A ;(A) IN (B) ZWISCHENSPEICHERN
0B52	79	2003	MOV A,C ;BEREICH VON 0...3 AUSBLENDEN
0B53	E603	2004	ANI 3
0B55	4F	2005	MOV C,A
0B56	78	2006	MOV A,B ;(A) WIEDERHERSTELLEN
0B57	21600B	2007	LXI H,WAFTAB
0B5A	CD750E	2008	CALL CALLTB ;MIT (C) ALS INDEX SPRINGEN
0B5D	C1	2009	POP B
0B5E	E1	2010	POP H
0B5F	C9	2011	RET
0B60	EE0A	2012	WAFTAB: DW WAASC
0B62	040B	2013	DW WABIN
0B64	190B	2014	DW WADEZ
0B66	6F0B	2015	DW WAHEX
		2016	
		2017	*****
		2018	;* WAFORB - WIE "WAFOR", DANACH EIN LEERZEICHEN
		2019	*****
		2020	
0B6B	CD4F0B	2021	WAFORB: CALL WAFOR ;FORMATIERT AUSGEBEN
0B6B	CD8E0B	2022	CALL WBLANK ;1 SPACE
0B6E	C9	2023	RET
		2024	*****
		2025	;* WAHEX - BBIT WERT ALS 2 HEX.ZEICHEN AUSGEBEN
		2026	*****
		2027	
0B6F	F5	2028	WAHEX: PUSH PSW
0B70	0F	2029	RRC
0B71	0F	2030	RRC
0B72	0F	2031	RRC
0B73	0F	2032	RRC ;LINKEN NIBBLE VON
0B74	CD720E	2033	CALL HEXASC ; HEX. IN ASCII WANDELN
0B77	CD860B	2034	CALL WCHAR ; UND AUSGEBEN
0B7A	F1	2035	POP PSW ;RECHTEN NIBBLE VON
0B7B	CD720E	2036	CALL HEXASC ; HEX. IN ASCII WANDELN
0B7E	CD860B	2037	CALL WCHAR ; UND AUSGEBEN
0B81	C9	2038	RET
		2039	

8. EIN-/AUSGABEROUTINEN

LOC	OBJ	LINE	SOURCE STATEMENT
		2040	*****
		2041	;* WAHEXB - 8BIT WERT HEX AUSGEBEN, DANACH EIN LEERZEICHEN
		2042	*****
		2043	
0882	CI6F0B	2044	WAHEXB: CALL WAHEX ;HEX. AUSGEBEN
0885	CI8E0B	2045	CALL WBLANK ;1 SPACE HINTERHER
0888	C9	2046	RET
		2047	
		2048	*****
		2049	;* WBELL - BIMM !
		2050	;* CALL WBELL
		2051	*****
		2052	
0889	CI8F0B	2053	WBELL: CALL WCHARI ;KLINGELZEICHEN BZW. PIEP AUSGEBEN
		2054	
088C	07	2055	DB BEL
088D	C9	2056	RET
		2057	*****
		2058	;* WBLANK - EIN LEERZEICHEN AUSGEBEN
		2059	;* CALL WBLANK
		2060	*****
		2061	
088E	CI8F0B	2062	WBLANK: CALL WCHARI
0891	20	2063	DB ' '
0892	C9	2064	RET
		2065	
		2066	*****
		2067	;* WBLNKI - ANZAHL LEERZEICHEN NACH CALL AUSGEBEN
		2068	;* CALL WBLNKI
		2069	;* DB 12 ;12 LEERZEICHEN AUSGEBEN
		2070	*****
0893	E3	2071	WBLNKI: XTHL ; (HL) DEUTET AUF ZAHL NACH CALL
0894	F5	2072	PUSH FSW
0895	7E	2073	MOV A,M ; (A)=ANZAHL SPACE
0896	CI8E0B	2074	WBLNK1: CALL WBLANK
0899	3D	2075	DCR A ; WEITERE SPACE ?
089A	C2960B	2076	JNZ WBLNK1 ; JA
089D	F1	2077	POP FSW ; NEIN, FERTIG
089E	23	2078	INX H
089F	E3	2079	XTHL
08A0	C9	2080	RET
		2081	

8. EIN-/AUSGABEROUTINEN

LOC	OBJ	LINE	SOURCE STATEMENT
		2082	*****
		2083	;* WBUF - PUFFER NACH (HL) AUSGEBEN
		2084	;* LXI H, ANFANGSADRESSE DES TEXTPUFFERS
		2085	;* CALL WBUF
		2086	;* TEXTPUFFER = 'TEXT', 0 (0 ALS ENDEZEICHEN)
		2087	;* (HL) ZEIGT AUF WERT NACH DEM ENDEZEICHEN
		2088	*****
		2089	
OBA1	F5	2090	WBUF: PUSH PSW
OBA2	7E	2091	WBUF1: MOV A, M ; ZEICHEN AUS SPEICHER HOLEN UND
OBA3	23	2092	INX H ; ZEIGER UM 1 ERHOEHEN
OBA4	B7	2093	ORA A ; =ENDEZEICHEN ?
OBA5	CAAE0B	2094	JZ WBUF2 ; JA, FERTIG
OBA8	C1B60B	2095	CALL WCHAR ; NEIN, AUSGEBEN UND
OBA8	C3A20B	2096	JMP WBUF1 ; WEITER
OBAE	F1	2097	WBUF2: POP PSW
OBAF	C9	2098	RET
		2099	
		2100	*****
		2101	;* WBUF1 - TEXTPUFFER NACH CALL AUSGEBEN
		2102	;* CALL WBUF1
		2103	;* DB 'TEXT', 0
		2104	*****
OBB0	E3	2105	WBUF1: XTHL ; (HL) ZEIGT AUF TEXTPUFFER NACH CALL
OBB1	C1A10B	2106	CALL WBUF ; AUSGEBEN; (HL) ZEIGT NUM AUF
OBB4	E3	2107	XTHL ; INSTRUKTION NACH ENDEZEICHEN
OBB5	C9	2108	RET
		2109	
		2110	*****
		2111	;* WCHAR - EIN ZEICHEN AUSGEBEN
		2112	;* MVI A, ZEICHEN
		2113	;* CALL WCHAR
		2114	*****
		2115	WCHAR:
		2116	
OBB6	C1B3FC	2117	CALL SEROUT ; ZEICHEN AUSGEBEN
OBB9	E67F	2118	ANI 7FH
OBBE	FE0A	2119	CPI LF ; ZEILENVORSCHUB ?
OBD0	C0	2120	RNZ ; NEIN, ZURUECK
OBBE	F5	2121	PUSH PSW ; JA, ZEILENZAEHLER PRUEFEN U. MODIFIZIEREN
OBBF	E5	2122	PUSH H
OBC0	C1D20E	2123	CALL CRTTST ; CRT ?
OBC3	D1AF40B	2124	CALL WCHAR3 ; NEIN
OBC6	21CCFC	2125	LXI H, LINES ; JA
OBC9	7E	2126	MOV A, M
OBCA	B7	2127	ORA A ; ZEILENZAEHLER ABGESCHALTET ?
OBCB	CAF40B	2128	JZ WCHAR3 ; JA, FERTIG
OBCF	35	2129	INCR M ; NEIN, ZEILENZAEHLER -1
OBCF	C2F40B	2130	JNZ WCHAR3 ; NZ: ZEILENZAEHLER NICHT 0
OBD2	360F	2131	MVI M, NLINE ; ZEILENZAEHLER NEU AUF MAX.
OBD4	C1B00B	2132	CALL WBUF1 ; SAGEN, DASS SEITE VOLL
OBD7	2020313D	2133	DB ' ==> SPACE', CR, 0
OBD8	3E205350		
OBDF	414345		
OBE2	01		

8. EIN-/AUSGABEROUTINEN

LOC	OBJ	LINE	SOURCE STATEMENT
OBE3	00		
OBE4	CDE00A	2134	WCHAR2: CALL RCHAR ;WARTEN, BIS SPACE
OBE7	FE20	2135	CPI ' ' ; EINGEGEBEN WIRD
OBE9	C2E40B	2136	JNZ WCHAR2 ;NZ: DAS WAR KEIN SPACE
OBE C	CD930B	2137	CALL WBLNKI ;=> SPACE MIT SPACE UEBERSCHREIBEN
OBEF	14	2138	DB 20
OBFO	CD70B	2139	CALL WCHARI ;ZURUECK ZUM ZEILENANFANG
OBF3	0D	2140	DB CR
OBF4	E1	2141	WCHAR3: POP H
OBF5	F1	2142	POP PSW
OBF6	C9	2143	RET
		2144	
		2145	
		2146	*****
		2147	* WCHARI - EIN ZEICHEN NACH CALL AUSGEBEN
		2148	* CALL WCHARI
		2149	* DB EIN ZEICHEN
		2150	*****
OBF7	E3	2151	WCHARI: XTHL ;(HL) DEUTET AUF ZEICHEN NACH CALL
OBFB	F5	2152	PUSH PSW
OBF9	7E	2153	MOV A,M ;ZEICHEN NACH CALL HOLEN
OBFA	23	2154	INX H ;(HL) AUF INSTRUKTION NACH ZEICHEN STELLEN
OBFB	CD860B	2155	CALL WCHAR ;ZEICHEN AUSGEBEN
OBFE	F1	2156	POP PSW
OBFF	E3	2157	XTHL
OC00	C9	2158	RET
		2159	*****
		2160	* WCRLF - NEUE ZEILE
		2161	* CALL WCRLF
		2162	*****
		2163	
OC01	CD800B	2164	WCRLF: CALL WBUF
OC04	0D	2165	DB CR,LF,CR,0
OC05	0A		
OC06	0D		
OC07	00		
OC08	CD120E	2166	CALL CRTTST ;TTY ?
OC0B	0B	2167	RC ; JA
OC0C	CD800B	2168	CALL WBUF ; NEIN, ZEICHEN NACH CURSOR LOESCHEN
OC0F	20	2169	DB ' ',BS,0
OC10	0B		
OC11	00		
OC12	C9	2170	RET
		2171	
		2172	*****
		2173	* WCRLEI - TEXT NACH CALL IN NEUE ZEILE AUSGEBEN
		2174	* CALL WCRLEI
		2175	* DB 'TEXT',0
		2176	*****
OC13	CD010C	2177	WCRLEI: CALL WCRLF
OC14	E3	2178	XTHL ;(HL) DEUTET AUF 1. ZEICHEN NACH CALL
OC17	CD10B	2179	CALL WBUF
OC1A	E3	2180	XTHL
OC1B	C9	2181	RET
		2182	;

LOC	OBJ	LINE	SOURCE STATEMENT
		2183	*****
		2184	;* WHLHEX - 16BIT WERT ALS 4 HEX.ZEICHEN AUSGEBEN
		2185	*****
		2186	; LXI H,16BIT WERT
		2187	; CALL WHLHEX
0C1C	F5	2188	WHLHEX: PUSH PSW
0C1D	7C	2189	MOV A,H ;LINKE 8BIT ALS
0C1E	CD6F0B	2190	CALL WAHEX ; 2 HEX.STELLEN AUSGEBEN
0C21	7D	2191	MOV A,L ;RECHTE 8BIT ALS
0C22	CD6F0B	2192	CALL WAHEX ; 2 HEX.STELLEN AUSGEBEN
0C25	F1	2193	POP PSW
0C26	C9	2194	RET
		2195	
		2196	*****
		2197	;* WHLHXB - (HL) IN HEX-ASCII AUSGEBEN, BLANK DANACH
		2198	;* LXI H,16BIT WERT
		2199	;* CALL WHLHXB
		2200	*****
0C27	CD1C0C	2201	WHLHXB: CALL WHLHEX ;16BIT HEX. AUSGEBEN, DANACH
0C2A	CD8E0B	2202	CALL WBLANK ; 1 LEERZEICHEN
0C2D	C9	2203	RET
		2204	
		2205	; RCAS - EIN ZEICHEN VON CASSETTE LESEN
		2206	; CALL RCAS
		2207	; (A) = ZEICHEN VON CASSETTE
0C2E	CD86FC	2208	RCAS: CALL CASIN
0C31	E67F	2209	ANI 7FH
0C33	C9	2210	RET
		2211	
		2212	*****
		2213	;* RCASHEX - ZEICHEN HEXADEZIMAL VON CASSETTE LESEN
		2214	;* (MVI B,0 ;CHECKSUM = 0)
		2215	;* CALL RCASHEX
		2216	;* (A) = GEWANDELTER 8BIT WERT (AUS 2 HEX.ZEICHEN)
		2217	;* (B) = (B)+(A) => CHECKSUM
		2218	;* CY=1: FEHLER: CHECKSUM ODER ZEICHEN NICHT HEX ODER LESEFEHLER
		2219	;* 0: CHECKSUM = 0, O.K.
		2220	*****
		2221	RCASHEX:
0C34	D5	2222	PUSH D
0C35	CD2E0C	2223	CALL RCAS ;1. ZEICHEN VON CASSETTE LESEN
0C38	57	2224	MOV D,A ; rette Zeichen
0C39	CD8410	2225	CALL ZUHEX ;WANDELN
0C3C	DA580C	2226	JC RCASA1 ; C: ZEICHEN NICHT HEX
0C3F	07	2227	RLC
0C40	07	2228	RLC
0C41	07	2229	RLC
0C42	07	2230	RLC
0C43	5F	2231	MOV E,A ;IN E ALS LINKES NIBBLE
0C44	CD2E0C	2232	CALL RCAS ;2. ZEICHEN VON CASSETTE LESEN
0C47	57	2233	MOV D,A ; rette Zeichen, fuer Fehlerausdruck
0C48	CD8410	2234	CALL ZUHEX ;WANDELN
0C4B	DA580C	2235	JC RCASA1 ; C: ZEICHEN NICHT HEX
0C4E	B3	2236	ORA E
0C4F	5F	2237	MOV E,A ;4BIT NACH (E) ALS RECHTES NIBBLE

8. EIN-/AUSGABEROUTINEN

LOC	OBJ	LINE	SOURCE STATEMENT
0C50	80	2238	ADD B
0C51	47	2239	MOV B,A ;NEUE CHECKSUM
0C52	7B	2240	MOV A,E ;ERGBNIS IN (A)
0C53	D1	2241	POP D
0C54	37	2242	STC
0C55	C0	2243	RNZ ;CHECKSUM > 0
0C56	3F	2244	CMC
0C57	C9	2245	RET ;CHECKSUM = 0
		2246	RCASA1:
0C58	7A	2247	MOV A,D ; falsches Zeichen
0C59	D1	2248	POP D
0C5A	CD130C	2249	CALL WCRLFI
0C5D	202A2A2A	2250	DB ' *** NICHT HEX = ',0
0C61	204E4943		
0C65	48542048		
0C69	4558203D		
0C6D	20		
0C6E	00		
0C6F	CD6F0B	2251	CALL WAHEX
0C72	37	2252	STC
0C73	C3AC01	2253	JMP CMD
		2254	
		2255	*****
		2256	;* WCAS - EIN ZEICHEN AUF CASSETTE AUSGEBEN
		2257	;* MVI A,ZEICHEN
		2258	;* CALL WCAS
		2259	*****
0C76	F5	2260	WCAS: PUSH PSW
0C77	CD89FC	2261	CALL CAROUT
0C7A	F1	2262	POP PSW
0C7B	C9	2263	RET
		2264	
		2265	*****
		2266	;* WCASAHEX - 8BIT WERT HEX.ASCII AUF CASSETTE AUSGEBEN
		2267	;* MVI A,8BIT WERT
		2268	;* CALL WCASAHEX
		2269	*****
		2270	WCASAHEX:
0C7C	F5	2271	PUSH PSW
0C7D	0F	2272	RRC
0C7E	0F	2273	RRC
0C7F	0F	2274	RRC
0C80	0F	2275	RRC ;LINKES NIBBLE ZU
0C81	CDF20E	2276	CALL HEXASC ; HEX.ASCII WANDELN UND
0C84	CD760C	2277	CALL WCAS ; AUF CASSETTE AUSGEBEN
0C87	F1	2278	POP PSW
0C88	F5	2279	PUSH PSW ;RECHTES NIBBLE ZU
0C89	CDF20E	2280	CALL HEXASC ; HEX.ASCII WANDELN UND
0C8C	CD760C	2281	CALL WCAS ; AUF CASSETTE AUSGEBEN
0C8F	F1	2282	POP PSW
0C90	C9	2283	RET
		2284	

8. EIN-/AUSGABEROUTINEN

LOC	OBJ	LINE	SOURCE STATEMENT
		2285	*****
		2286	;* WCASBUFI - ZEICHENFOLGE NACH CALL AUSGEBEN
		2287	;* CALL WQCASBUFI
		2288	;* DB TEXT,0
		2289	*****
0C91	E3	2290	WCASBUFI: XTHL ; (HL) ZEIGT AUF TEXT NACH CALL
0C92	F5	2291	PUSH PSW
0C93	7E	2292	WCASB1: MOV A,M ; ZEICHEN AUS PUFFER NACH CALL
0C94	B7	2293	ORA A ; ZEICHEN = 0 (ENDE)
0C95	C4760C	2294	CNZ WCAS ; NEIN, AUSGEBEN
0C98	23	2295	INX H ;
0C99	C2930C	2296	JNZ WCASB1 ; UND WEITER
0C9C	F1	2297	POP PSW
0C9D	E3	2298	XTHL ; (HL) DEUTET AUF INSTRUKTION NACH TEXT
0C9E	C9	2299	RET
		2300	
		2301	*****
		2302	;* WCASHLHEX - 16BIT WERT IN (HL) HEXADEZIMALZAHL AUSGEBEN
		2303	;* LXI H,16BIT WERT
		2304	;* CALL WCASHLHEX
		2305	*****
		2306	WCASHLHEX:
0C9F	F5	2307	PUSH PSW
0CA0	7C	2308	MOV A,H
0CA1	CD7C0C	2309	CALL WCASAHEX ; LINKEN NIBBLE AUSGEBEN
0CA4	7D	2310	MOV A,L
0CA5	CD7C0C	2311	CALL WCASAHEX ; RECHTER NIBBLE AUSGEBEN
0CAB	F1	2312	POP PSW
0CA9	C9	2313	RET
		2314	
		2315	
		2316	

9. ALLGEMEINE HILFSROUTINEN

LOC	OBJ	LINE	SOURCE STATEMENT
		2317	*****
		2318	;* BCLR - EINGABE-PUFFER LOESCHEN
		2319	*****
		2320	; CALL BCLR
OCAA	E5	2321	BCLR: PUSH H
OCAE	F5	2322	PUSH PSW
OCAC	21E1FC	2323	LXI H,BUFFER ;PUFFERANFANG
OCAF	36FF	2324	MVI M,OFFH ;OFFH ALS ANFANGSMARKE
OCB1	3E10	2325	MVI A,BUFLG ;PUFFERLAENGE
OCB3	23	2326	BCLR1: INX H
OCB4	3680	2327	MVI M,80H ;80H = LOESCHWERT
OCB6	3D	2328	DCR A
OCB7	C2B30C	2329	JNZ BCLR1
OCBA	23	2330	INX H
OCBB	36FF	2331	MVI M,OFFH ;OFFH ALS ENDMARKE
OCBD	F1	2332	POP PSW
OCBE	E1	2333	POP H
OCBF	C9	2334	RET
		2335	
		2336	*****
		2337	;* BGET - ZEICHEN AUS EINGABE-PUFFER HOLEN
		2338	;(AELTESTES ODER JUENGSTES)
		2339	;* LXI H,PUFFER ANFANG/ENDE
		2340	;* LXI D,-1 ;AELTESTES, DIANN BUFFER
		2341	;* +1 ;JUENGSTES, DIANN BUFEND
		2342	;* CALL BGET
		2343	;* JC PUFFERLEER
		2344	;* JNC ZEICHEN IN (A)
		2345	*****
OCC0	19	2346	BGET: DAD D
OCC1	7E	2347	MOV A,M
OCC2	3C	2348	INR A
OCC3	37	2349	STC
OCC4	C8	2350	RZ ;Z: PUFFER LEER
OCC5	3D	2351	DCR A
OCC6	FAC00C	2352	JM BGET
OCC9	3680	2353	MVI M,80H ;GELESENES ZEICHEN DURCH 80H ERSETZEN
OCCB	B7	2354	ORA A
OCCC	C9	2355	RET
		2356	
		2357	*****
		2358	;* BGETF - ERSTES (JUENGSTES) ZEICHEN AUS EINGABE-PUFFER HOLEN
		2359	;* CALL BGETF
		2360	;* JC PUFFERLEER
		2361	;* JNC ZEICHEN IN (A)
		2362	*****
OCCD	E5	2363	BGETF: PUSH H
OCCE	I5	2364	PUSH D
OCCF	21E1FC	2365	LXI H,BUFFER
OC02	110100	2366	LXI I,1
OC05	CD000C	2367	CALL BGET
OC08	I1	2368	POP D
OC09	E1	2369	POP H
OC0A	C9	2370	RET
		2371	

9. ALLGEMEINE HILFSROUTINEN

LOC	OBJ	LINE	SOURCE STATEMENT
		2372	*****
		2373	;* BGETL - LETZTES (AELTESTES) ZEICHEN AUS EINGABEPUFFER HOLEN
		2374	;* CALL BGETL
		2375	;* SONST SIEHE BGETF
		2376	*****
OCD8	E5	2377	BGETL: PUSH H
OCD8	D5	2378	PUSH D
OCD8	21F2FC	2379	LXI H,BUFEND
OCE0	11FFFF	2380	LXI D,-1
OCE3	CD00C	2381	CALL BGET
OCE6	D1	2382	POP D
OCE7	E1	2383	POP H
OCE8	C9	2384	RET
		2385	
		2386	*****
		2387	;* BPUT - ZEICHEN IN EINGABE-PUFFER ABLEGEN
		2388	;* MVI A,ZEICHEN
		2389	;* CALL BPUT
		2390	;* JC PUFFER VOLL
		2391	;* JNC NOCH PLAETZE FREI IM PUFFER
		2392	*****
OCE9	E5	2393	BPUT: PUSH H
OCEA	C5	2394	PUSH B
OCEB	4F	2395	MOV C,A ;ZEICHEN IN (C) RETTEN
OCEC	21F2FC	2396	LXI H,BUFEND
OCEF	2B	2397	BPUT1: DCX H
OCF0	7E	2398	MOV A,M
OCF1	B7	2399	ORA A
OCF2	F2EFOC	2400	JP BPUT1
OCF5	3C	2401	INR A ;PUFFERENDE ?
OCF6	CA060D	2402	JZ BPUT3 ; JA
OCF9	71	2403	MOV M,C ; NEIN, ABSPEICHERN
OCFA	2B	2404	DCX H
OCFB	7E	2405	MOV A,M
OCFC	3C	2406	INR A ;PUFFERENDE ?
OCFD	CA020D	2407	JZ BPUT2 ; JA
OD00	3680	2408	MVI M,80H ; NEIN, NAECHSTEN FREIEN PLATZ MARKIEREN
OD02	79	2409	BPUT2: MOV A,C ; (A) RESTAURIEREN
OD03	C1	2410	POP B
OD04	E1	2411	POP H
OD05	C9	2412	RET
OD06	37	2413	BPUT3: STC ;CARRY=1 ZEIGT AN, DASS PUFFER LEER WAR
OD07	C3020D	2414	JMP BPUT2
		2415	

LOC	OBJ	LINE	SOURCE STATEMENT
		2416	*****
		2417	;* BREAD - ZEICHEN EINLESEN, KONTROLLIEREN UND PUFFERN
		2418	;* RUB OUT: ZULETZT EINGEGEBENES ZEICHEN LOESCHEN
		2419	;* CR ODER SPACE: EINGABE NORMAL BEENDEN
		2420	;* + ODER -: EINGABE BEENDEN, WENN BCKFLG=1
		2421	;* ESC: EINGABE ABBRECHEN
		2422	;* KONTR.ZEICHEN: WERDEN IGNORIERT
		2423	;* MVI B,MAXIMALE ZAHL DER ZEICHEN
		2424	;* MVI C,TYP DER EINGEGEBENEN ZEICHEN: 0 = ASCII
		2425	;* 1 = BINAER
		2426	;* 2 = DEZIMAL
		2427	;* 3 = HEXADEZIMAL
		2428	;* CALL BREAD
		2429	;* JC ABRUCH
		2430	;* JNC CR ODER BLANK (ODER - ODER + , FALLS BCKFLG=1)
		2431	;* (A) = ABSCHLUSSZEICHEN
		2432	*****
0D0A	E5	2433	BREAD: PUSH H
		2434	
0D0B	D5	2435	PUSH D
0D0C	C5	2436	PUSH B
0D0D	1600	2437	MVI D,0
0D0F	C1E00A	2438	BREAD0: CALL RCHAR ;ZEICHENEINGABE
0D12	5F	2439	MOV E,A
0D13	3AC9FC	2440	LDA GROFLG
0D16	B7	2441	ORA A ;NUR GROSSBUCHSTABEN ?
0D17	7B	2442	MOV A,E
0D18	CCE90E	2443	CZ GROSS ; JA
0D1B	0C	2444	INR C
0D1C	0D	2445	ICR C ;ASCII-FORMAT ?
0D1D	C4E90E	2446	CNZ GROSS ; NEIN, GROSSBUCHSTABEN
0D20	5F	2447	MOV E,A ;ZEICHEN IN E RETTEN
		2448	
0D21	FE0D	2449	CPI CR ;==> EINGABE BEENDET DURCH CR ?
0D23	CA2B0D	2450	JZ BREAD2 ; JA
0D26	FE20	2451	BREAD1: CPI ' ' ; NEIN; ==> EINGABE BEENDET DURCH BLANK ?
0D2B	C23B0D	2452	JNZ BREAD3 ; NEIN
		2453	
0D2B	C1D20E	2454	BREAD2: CALL CRTTST ;*** ENDE DER EINGABE; CRT ?
0D2E	DA370D	2455	JC BREA22 ;* NEIN
0D31	C1B00B	2456	CALL WBUFI ;* JA, BLANK ALS ECHO
0D34	20	2457	DB ' ' ;*
0D35	08	2458	DB BS ;*
0D36	00	2459	DB 0 ;*
0D37	B7	2460	BREA22: ORA A ;* CARRY=0: NORMALES ENDE
0D3B	C3C10D	2461	JMP BREAD9 ;*** EXIT
		2462	
0D3B	FE20	2463	BREAD3: CPI 20H ;==> SONSTIGES KONTROLLZEICHEN ?
0D3D	D2460D	2464	JNC BREAD5 ; NEIN, KEIN KONTROLLZEICHEN
0D40	C1B90B	2465	BREAD4: CALL WBELL ; JA, B1MM !
0D43	C30F0D	2466	JMP BREAD0 ;NAECHSTES ZEICHEN EINLESEN
		2467	
0D46	FE7F	2468	BREAD5: CPI RUBOUT ;==> RUB OUT ?
0D4B	C2B10D	2469	JNZ BREAD6 ; NEIN
		2470	

LOC	OBJ	LINE	SOURCE	STATEMENT	
0D4B	CDD20E	2471	CALL	CRTTST	;*** RUB-OUT; CRT ?
0D4E	DA630D	2472	JC	BREA51	;* NEIN
0D51	CICD0C	2473	CALL	BGETF	;* JA, ZEICHEN AUS PUFFER LOESCHEN
0D54	DA0F0D	2474	JC	BREAD0	;* PUFFER WAR LEER
0D57	CDB00B	2475	CALL	WBUFI	;*
0D5A	08	2476	DB	BS	;*
0D5B	20	2477	DB	' '	;*
0D5C	20	2478	DB	' '	;*
0D5D	08	2479	DB	BS	;*
0D5E	08	2480	DB	BS	;*
0D5F	00	2481	DB	0	;*
0D60	C3740D	2482	JMP	BREA52	;* ENDE RUB-OUT FUER CRT
0D63	3ACAF6	2483	BREA51: LIA	RUBFLG	;* TTY
0D66	B7	2484	ORA	A	;* RUB-OUT ERLAUBT ?
0D67	C2400D	2485	JNZ	BREAD4	;* NEIN, BIMM !
0D6A	CICD0C	2486	CALL	BGETF	;* JA, ZEICHEN AUS PUFFER HOLEN
0D6D	DA0F0D	2487	JC	BREAD0	;* PUFFER LEER, NAECHSTES ZEICHEN
0D70	CIF70B	2488	CALL	WCHARI	;* SCHRAEGSTRICH ALS ECHO
0D73	2F	2489	DB	'/'	;*
0D74	7A	2490	BREA52: MOV	A,D	;* (D) DURCH 10 DIVIDIEREN
0D75	16FF	2491	MVI	D,-1	;*
0D77	C6F6	2492	BREA53: ADI	-10	;* SOLANGE 10 SUBTRAHIEREN,
0D79	14	2493	INR	D	;* BIS (A) KLEINER ALS NULL; FERTIG ?
0D7A	DA770D	2494	JC	BREA53	;* NEIN, WEITER -10 ADDIEREN
0D7D	04	2495	INR	B	;* JA , FERTIG
0D7E	C30F0D	2496	JMP	BREAD0	;*** NAECHSTES ZEICHEN EINLESEN
		2497			
0D81	3AC7FC	2498	BREAD6: LIA	BCKFLG	;==> PRUEFEN, OB ENDE DER EINGABE DURCH '-/'+''
0D84	B7	2499	ORA	A	; '-/'+' ERLAUBT ?
0D85	7B	2500	MOV	A,E	;*
0D86	CA960D	2501	JZ	BREAD7	;* NEIN
0D89	FE2B	2502	CPI	'+'	;* JA
0D8B	CA2B0D	2503	JZ	BREAD2	;* ENDE DER EINGABE
0D8E	FE2D	2504	CPI	'-'	;*
0D90	C2960D	2505	JNZ	BREAD7	;* WEITER PRUEFEN
0D93	C32B0D	2506	JMP	BREAD2	;* ENDE DER EINGABE
		2507			
0D96	CIB40E	2508	BREAD7: CALL	CHTST	;==> ZEICHEN LEGAL ?
0D99	D2AE0D	2509	JNC	BREAD8	;* JA
0D9C	CDD20E	2510	BREA71: CALL	CRTTST	;* NEIN; CRT ?
0D9F	DA400D	2511	JC	BREAD4	;* TTY
0DA2	7B	2512	MOV	A,E	;* CRT
0DA3	CIB60B	2513	CALL	WCHAR	;* ECHO DES ILLEGALEN ZEICHENS
0DA6	CDB00B	2514	CALL	WBUFI	;*
0DA9	08	2515	DB	BS,0	;*
0DAA	00				
0DAB	C3400D	2516	JMP	BREAD4	;* BIMM !
		2517			
0DAE	7B	2518	BREAD8: MOV	A,B	;==> MAXIMALE ZEICHENZAHL ERREICHT ?
0DAF	B7	2519	ORA	A	;* MAX. ERREICHT ?
0DB0	CA9C0D	2520	JZ	BREA71	;* JA, BIMMELN
		2521			
0DB3	7B	2522	MOV	A,E	;*** ZEICHEN PUFFERN
0DB4	CDE90C	2523	CALL	BPUT	;* ZEICHEN REIN IN PUFFER
0DB7	DA400D	2524	JC	BREAD4	;* PUFFER WAR VOLL

LOC	OBJ	LINE	SOURCE STATEMENT
ODBA	CDB60B	2525	CALL WCHAR ;* ECHO (ZEICHEN IST GEPUFFERT)
ODBD	05	2526	DCR B ;*
ODBE	C30F0D	2527	JMP BREADO ;*** NAECHSTES ZEICHEN HOLEN
		2528	
ODC1	C1	2529	BREAD9: POP B ;*** EXIT
ODC2	D1	2530	POP D ;* CY=0: NORMALES ENDE
ODC3	E1	2531	POP H ;* 1: ABRUCH DURCH ESC
ODC4	C9	2532	RET ;*** ZURUECK
		2533	
		2534	*****
		2535	;* BPTINS - BREAKPOINTS IM PROGRAMM EINFUEGEN
		2536	;* BREAKPOINTS WERDEN NICHT IM PROGRAMM EINGEFUEGT, WENN:
		2537	;* (1) BREAKPOINTS NICHT EINGESCHALTET
		2538	;* (2) WENN PROGRAMM-OPCODE = RST 4
		2539	;* CALL BPTINS
		2540	;* CY=1: (PC)-1 UNGLEICH BREAK-ADRESSEN
		2541	;* =0: (PC)-1 GLEICH EINER DER BREAKADRESSEN
		2542	*****
ODC5	E5	2543	BPTINS: PUSH H ;ALLE REGISTER RETTEN
ODC6	D5	2544	PUSH D
ODC7	C5	2545	PUSH B
ODC8	F5	2546	PUSH PSW
ODC9	2A07FC	2547	LHLD PCWERT
ODCC	2B	2548	ICX H ;(PC)-1 AUF
ODCI	E5	2549	PUSH H ; STACK SPEICHERN
ODCE	21A2FC	2550	LXI H,BPTADR
ODI1	0600	2551	MVI B,0 ;ANFANGS KEINE BREAKADR = (PC)-1
ODI3	0E04	2552	MVI C,BPTANZ ;ANZAHL DER BREAKPOINTS
ODI5	3AC6FC	2553	LDA BPTFLG
ODI8	B7	2554	ORA A ;BREAKPOINTS EINGESCHALTET ?
ODI9	CAF00D	2555	JZ BPTIN4 ; NEIN, EXIT
ODIC	5E	2556	BPTIN1: MOV E,M ; JA, BREAK-ADR HOLEN
ODID	23	2557	INX H
ODIE	56	2558	MOV D,M
ODIF	23	2559	INX H
ODI0	7B	2560	MOV A,E
ODI1	B2	2561	ORA D ;BREAK-ADR = 0 ?
ODI2	CAF90D	2562	JZ BPTIN3 ; JA
ODI5	EB	2563	XCHG ; NEIN
ODI6	7E	2564	MOV A,M ;OPCODE NACH (A)
ODI7	36E7	2565	MVI M,0E7H ;DAFUER RST 4 EINFUEGEN
ODI9	EB	2566	XCHG
ODIA	FEE7	2567	CFI 0E7H ;OPCODE = RST 4 ?
ODIC	CAF00D	2568	JZ BPTIN2 ; NEIN, OPCODE NICHT RETTEN
ODIE	77	2569	MOV M,A ; JA, OPCODE RETTEN
ODIF	E3	2570	BPTIN2: XTHL ;(PC)-1 --> (HL)
ODI1	CDAB0E	2571	CALL CMP2 ;(PC)-1 = BREAK-ADR ?
ODI4	E3	2572	XTHL
ODI5	C2F90D	2573	JNZ BPTIN3 ; NEIN
ODI8	04	2574	INR B ; JA, MERKE, DIASS (PC)-1 = BREAK-ADR
ODI9	23	2575	BPTIN3: INX H ;OPCODE SKIPPEN
ODIA	0D	2576	DCR C ;ALLE BREAKPOINTS EINGESETZT ?
ODIB	C2DC0D	2577	JNZ BPTIN1 ; NEIN
ODIE	7B	2578	BPTIN4: MOV A,B ; JA
ODIF	D601	2579	SUI 1 ;CY=0, WENN (PC)-1 = BREAK-ADR, SONST 1

9. ALLGEMEINE HILFSROUTINEN

LOC	OBJ	LINE	SOURCE STATEMENT
OE01	3F	2580	CMC ;CARRY TOGGELN
OE02	E1	2581	FOP H
OE03	C1	2582	POP B
OE04	78	2583	MOV A,B ; (A) UEBER (B) RESTAURIEREN, ; DA POP PSW CARRY AENDERN WUERDE
OE05	C1	2584	FOP B
OE06	D1	2585	POP D
OE07	E1	2586	FOP H
OE08	C9	2587	RET
		2588	
		2589	*****
		2590	;* BPTNUM - ANZAHL DER BREAKPOINTS IN (C) ABLIEFERN
		2591	;* CALL BPTNUM
		2592	;* (C) = ANZAHL BREAKPOINTS
		2593	*****
OE09	OE04	2594	BPTNUM: MVI C,BPTANZ
OE0B	C9	2595	RET
		2596	
		2597	*****
		2598	;* BPTREM - BREAKPOINTS AUS PROGRAMM ENTFERNEN
		2599	;* CALL BPTREM
		2600	*****
OE0C	E5	2601	BPTREM: PUSH H ;ALLE REGISTER RETTEN
OE0D	D5	2602	PUSH D
OE0E	C5	2603	PUSH B
OE0F	F5	2604	PUSH PSW
OE10	3AC6FC	2605	LDA BPTFLG
OE13	B7	2606	ORA A ;BREAKPOINTS EINGESCHALTET ?
OE14	CA320E	2607	JZ BPTRE3 ; NEIN, EXIT
OE17	21A2FC	2608	LXI H,BPTADR ; JA, BREAKPOINTS ENTFERNEN
OE1A	OE04	2609	MVI C,BPTANZ
OE1C	5E	2610	BPTRE1: MOV E,M ;BREAK-ADR HOLEN
OE1D	23	2611	INX H
OE1E	56	2612	MOV D,M
OE1F	23	2613	INX H
OE20	78	2614	MOV A,E
OE21	B2	2615	ORA D ;BREAK-ADR = 0 ?
OE22	CA2D0E	2616	JZ BPTRE2 ; JA
OE25	1A	2617	LDA D ; NEIN, PROGRAMM-OPCODE HOLEN
OE26	FEE7	2618	CPI OE7H ;RST 4 ? (MUSS!)
OE28	C22D0E	2619	JNZ BPTRE2 ; NEIN, NICHTS TUN
OE2B	7E	2620	MOV A,M ; JA, ALTEN OPCODE HOLEN
OE2C	12	2621	STAX D ; UND WIEDER EINFUEGEN
OE2D	23	2622	BPTRE2: INX H
OE2E	0D	2623	DCR C
OE2F	C21C0E	2624	JNZ BPTRE1
OE32	F1	2625	BPTRE3: POP PSW
OE33	C1	2626	POP B
OE34	D1	2627	POP D
OE35	E1	2628	POP H
OE36	C9	2629	RET
		2630	

9. ALLGEMEINE HILFSROUTINEN

LOC	OBJ	LINE	SOURCE STATEMENT
		2631	*****
		2632	;* BPTSET - BREAKPOINTADRESSE PRUEFEN UND ABSPEICHERN
		2633	;* LXI H,BREAKPOINTADRESSE
		2634	;* MVI B,BREAKPOINTNUMMER (0,1,...)
		2635	;* WENN (B) < 0: ADRESSE WIRD NUR GEPRUEFT
		2636	;* CALL BPTSET
		2637	;* CY=1: ANGEGEBENE BREAK-ADR SCHON DA
		2638	;* =0: D.K., WURDE ABGESPEICHERT
		2639	*****
OE37	I5	2640	BPTSET: PUSH I
OE38	C5	2641	PUSH B
OE39	F5	2642	PUSH FSW
OE3A	E5	2643	PUSH H
OE3B	7C	2644	MOV A,H
OE3C	B5	2645	ORA L ;BREAK-ADR = 0 ?
OE3D	C2460E	2646	JNZ BPTSE0 ; NEIN
OE40	21A2FC	2647	LXI H,BPTADR ; JA, ABSPEICHERN, WENN (B)>0
OE43	C35D0E	2648	JMP BPTSE2
OE46	21AEFC	2649	BPTSE0: LXI H,BPTADR+3*BPTANZ
OE49	0E04	2650	MVI C,BPTANZ
OE4B	2B	2651	BPTSE1: DCX H ;BEREITS GESETZTE BREAK-ADR HOLEN
OE4C	2B	2652	DCX H
OE4D	56	2653	MOV I,M
OE4E	2B	2654	DCX H
OE4F	5E	2655	MOV E,M
OE50	E3	2656	XTHL
OE51	CIAB0E	2657	CALL CMP2 ;GLEICH NEUER BREAK-ADR ?
OE54	E3	2658	XTHL
OE55	37	2659	STC
OE56	CA6E0E	2660	JZ BPTSE4 ; JA
OE59	0D	2661	DCR C ; NEIN, MIT NAECHSTER BREAK-ADR VERGLEICHEN
OE5A	C24B0E	2662	JNZ BPTSE1
OE5D	I1	2663	BPTSE2: POP D
OE5E	I5	2664	PUSH I
OE5F	78	2665	MOV A,B
OE60	87	2666	ADD A ;MAL 2: (B)<0 ?
OE61	IA6C0E	2667	JC BPTSE3 ; JA, FERTIG
OE64	80	2668	ADD B ; NEIN, MAL 3
OE65	4F	2669	MOV C,A
OE66	0600	2670	MVI B,0 ;(BC) ZEIGT IN BREAKPOINT-SPEICHER
OE68	09	2671	DAD B
OE69	73	2672	MOV M,E ;BREAK-ADR ABSPEICHERN
OE6A	23	2673	INX H
OE6B	72	2674	MOV M,D
OE6C	EB	2675	BPTSE3: XCHG
OE6D	B7	2676	ORA A ;CY=0
OE6E	E1	2677	BPTSE4: POP H
OE6F	C1	2678	POP B
OE70	78	2679	MOV A,B
OE71	C1	2680	POP B
OE72	I1	2681	POP D
OE73	C9	2682	RET
		2683	

LOC	OBJ	LINE	SOURCE STATEMENT
		2684	*****
		2685	;* CALLHL - UEBER (HL) SPRINGEN
		2686	;* CALL CALLHL
		2687	*****
0E74	E9	2688	CALLHL: PCHL ;RUECKKEHR DIREKT ZU RUFENDEM PROGRAMM
		2689	
		2690	; CALLTB - UEBER ADRESSTABELLE SPRINGEN
		2691	; MVI C,TABELLENINDEX
		2692	; LXI H,ADRESSTABELLE
		2693	; CALL CALLTB
0E75	D5	2694	CALLTB: PUSH D
0E76	F5	2695	PUSH PSW
0E77	79	2696	MOV A,C
0E78	87	2697	ADD A
0E79	5F	2698	MOV E,A
0E7A	1600	2699	MVI D,0
0E7C	19	2700	DAD D
0E7D	5E	2701	MOV E,M
0E7E	23	2702	INX H
0E7F	56	2703	MOV D,M ; (DE) = ADRESSE AUS TABELLE
0E80	EB	2704	XCHG
0E81	F1	2705	POP PSW
0E82	D1	2706	POP D
0E83	E9	2707	PCHL ;RUECKKEHR DIREKT ZU RUFENDEM PROGRAMM
		2708	
		2709	*****
		2710	;* CHTST - ZEICHEN PRUEFEN
		2711	;* MVI A,ASCII-ZEICHEN
		2712	;* MVI C,TYP (0=ASCII, 1=BIN, 2=DEZ, 3=HEX)
		2713	;* CALL CHTST
		2714	;* CY=1: FALSCH
		2715	;* 0: O.K.
		2716	*****
0E84	E5	2717	CHTST: PUSH H
0E85	C5	2718	PUSH B
0E86	D5	2719	PUSH D
0E87	F5	2720	PUSH PSW
0E88	21A00E	2721	LXI H,CHTAB
0E8B	79	2722	MOV A,C ;TABELLENADR. BERECHNEN
0E8C	87	2723	ADD A
0E8D	4F	2724	MOV C,A
0E8E	0600	2725	MVI B,0
0E90	09	2726	DAD B
0E91	F1	2727	POP PSW
0E92	5E	2728	MOV E,M
0E93	23	2729	INX H
0E94	56	2730	MOV D,M
0E95	EB	2731	XCHG
0E96	D1	2732	POP D
0E97	D5	2733	PUSH D
0E98	CD740E	2734	CALL CALLHL
0E9B	C1	2735	POP B
0E9C	59	2736	MOV E,C ; (E) RESTAURIEREN
0E9D	C1	2737	POP B
0E9E	E1	2738	POP H

9. ALLGEMEINE HILFSROUTINEN

LOC	OBJ	LINE	SOURCE STATEMENT
OE9F	C9	2739	RET
OEAO	4010	2740	CHTAB: DW ZUASC,ZURIN,ZUDEZ3,ZUHEX
OEAA	4510		
OEAA	5E10		
OEAA	8410		
		2741	
		2742	;*****
		2743	;* CMP2 - VERGLEICHE (DE) MIT (HL)
		2744	;* LXI D,WERT-1
		2745	;* LXI H,WERT-2
		2746	;* CALL CMP2
		2747	;* CY=1: (HL) > (DE)
		2748	;* O: SONST
		2749	;*****
OEAB	7B	2750	CMP2: MOV A,E
OEAA	95	2751	SUB L
OEAA	7A	2752	MOV A,D
OEAB	9C	2753	SBB H
OEAC	C0	2754	RNZ
OEAD	7B	2755	MOV A,E
OEAE	95	2756	SUB L
OEAF	C9	2757	RET
		2758	
		2759	;*****
		2760	;* CMPL - VERGLEICHE ZEICHEN MIT LISTE
		2761	;* MVI A,ASCII-ZEICHEN
		2762	;* LXI H,ZEICHENLISTE
		2763	;* CALL CMPL
		2764	;* (C)=POSITION IN LISTE (0=1.ZEICHEN)
		2765	;* JC KEINESGLEICH
		2766	;* JNC EINESISTGLEICH
		2767	;*****
OEBO	C5	2768	CMPL: PUSH B
OEBO	47	2769	MOV B,A
OEBO	0EFF	2770	MVI C,-1
OEBO	0C	2771	CMPL1: INR C
OEBO	7E	2772	MOV A,M
OEBO	23	2773	INX H
OEBO	B7	2774	ORA A ;LISTENENDE ?
OEBO	CAC60E	2775	JZ CMPL3 ;Z: JA
OEBO	B8	2776	CMPL: CMP B ; NEIN; VERGLEICHEN
OEBO	C2B40E	2777	JNZ CMPL1 ;NZ: NICHT GLEICH, WEITER
OEBO	7E	2778	CMPL2: MOV A,M
OEBO	23	2779	INX H
OEBO	B7	2780	ORA A
OEBO	C2BFOE	2781	JNZ CMPL2
OEBO	37	2782	STC ;C: NICHTS GEFUNDEN
OEBO	7B	2783	CMPL3: MOV A,B
OEBO	E3	2784	XTHL
OEBO	44	2785	MOV B,H
OEBO	E1	2786	POP H
OEBO	3F	2787	CMC
OEBO	C9	2788	RET
		2789	

LOC	OBJ	LINE	SOURCE STATEMENT
		2790	*****
		2791	;* CMPLI - VERGLEICHE ZEICHEN MIT LISTE NACH CALL
		2792	;* MVI A,ZU VERGLEICHENDES ZEICHEN
		2793	;* CALL CMPLI
		2794	;* DB 'ZEICHEN-1',... 'ZEICHEN-N',0
		2795	;* SONST WIE CMPL
		2796	*****
OECC	E3	2797	CMPLI: XTHL
OECD	CD800E	2798	CALL CMPL
OED0	E3	2799	XTHL
OED1	C9	2800	RET
		2801	*****
		2802	;* CRTTST - TESTE, OB CRT
		2803	;* CALL CRTTST
		2804	;* JC TTY
		2805	;* JNC CRT
		2806	*****
OED2	C5	2807	CRTTST: PUSH B
OED3	47	2808	MOV B,A
OED4	3AC8FC	2809	LDA CRTFLG
OED7	B7	2810	ORA A ;CRT ?
OED8	78	2811	MOV A,B
OED9	C1	2812	POP B
OEDA	C8	2813	RZ ;CY=0 crt
OEDB	37	2814	STC ;CY=1 tty
OEDC	C9	2815	RET
		2816	
		2817	*****
		2818	;* DISLINE - DISASSEMBLIERE EINE INSTRUKTION
		2819	;* LXI H,ADRESSE DER INSTRUKTION
		2820	;* CALL DISLINE ;INSTRUKTION DISASSEMBLIEREN
		2821	*****
		2822	DISLINE:
OEDD	E5	2823	PUSH H
OEDE	D5	2824	PUSH D
OEDF	CD919	2825	CALL DISA1 ;EINE INSTRUKTION: (HL)=PC
OE2	EB	2826	XCHG ;(HL) = ZEICHENPUFFER
OE3	CD10B	2827	CALL WBUF ;DISASSEMBLIERTE INSTRUKTION DRUCKEN
OE6	D1	2828	POP D
OE7	E1	2829	POP H
OEE8	C9	2830	RET
		2831	

9. ALLGEMEINE HILFSROUTINEN

LOC	OBJ	LINE	SOURCE STATEMENT
		2832	*****
		2833	;* GROSS - KLEINE BUCHSTABEN IN GROSSE WANDELN
		2834	;* LDA ASCII-ZEICHEN
		2835	;* CALL GROSS
		2836	;* (A) = GROSSEBUCHSTABE, WENN VORHER KLEIN
		2837	*****
0EE9	FE61	2838	GROSS: CPI 'A'+20H ; (KLEIN-A)
0EEB	F8	2839	RM
0EEC	FE7B	2840	CPI 'Z'+20H+1 ; (KLEIN-Z + 1)
0EEE	F0	2841	RP
0EEF	E6DF	2842	ANI NOT 20H ; AUS KLEIN MACH' GROSS
0EF1	C9	2843	RET
		2844	
		2845	*****
		2846	;* HEXASC - HEX.ZAHL IN ASCIIWANDELN
		2847	*****
0EF2	E60F	2848	HEXASC: ANI 0FH
0EF4	C690	2849	ADI 90H
0EF6	27	2850	DAA
0EF7	CE40	2851	ACI 40H
0EF9	27	2852	DAA
0EFA	C9	2853	RET
		2854	
		2855	*****
		2856	;* PREGF - TITELZEILE, PC UND DISASSEMBLIERTER BEFEHL
		2857	;* LHLI PCWERT
		2858	;* CALL PREGF
		2859	*****
0EFB	CDAE0F	2860	PREGF: CALL PREGT ; TITEL AUSDRUCKEN
0EFE	CD130C	2861	CALL WCRLEI
0F01	20	2862	DB ' ',0
0F02	00		
0F03	CD270C	2863	CALL WHLHXB ; PC DRUCKEN
0F06	CDDD0E	2864	CALL DISLINE ; OPCODE DISASSEMBLIEREN
0F09	C9	2865	RET
		2866	
		2867	*****
		2868	;* PREGP - REGISTERAUSDRUCK POSITIONIEREN
		2869	;* CALL PREGP
		2870	*****
0FOA	CD010C	2871	PREGP: CALL WCRLEF
0F0D	CD930B	2872	CALL WBLNKI
0F10	1D	2873	DB 29
0F11	C9	2874	RET
		2875	
		2876	*****
		2877	;* PREGS - ALLE REGISTER AUSDRUCKEN
		2878	;* CALL PREGS
		2879	*****
0F12	E5	2880	PREGS: PUSH H
0F13	216F0F	2881	LXI H,REGTB
0F16	CD1B0F	2882	CALL PREGSO
0F19	E1	2883	FOP H
0F1A	C9	2884	RET
0F1B	7E	2885	PREGSO: MOV A,M ; ALLE REGISTER ENTSPR. LISTE NACH (HL)

9. ALLGEMEINE HILFSROUTINEN

LOC	OBJ	LINE	SOURCE	STATEMENT
OF1C	23	2886	INX	H
OF1D	B7	2887	ORA	A ; ENDE DER REGISTERLISTE ?
OF1E	C8	2888	RZ	; JA, FERTIG
OF1F	F5	2889	PUSH	PSW ; NEIN, AUSDRUCKEN
OF20	CD490F	2890	CALL	FREGS2
OF23	F1	2891	POP	PSW
OF24	F5	2892	PUSH	PSW
OF25	FE8A	2893	CPI	8AH
OF27	C48E0B	2894	CNZ	WBLANK ; KEIN BLANK AM ENDE DER ZEILE
OF2A	F1	2895	POP	PSW
OF2B	E6F0	2896	ANI	OF0H
OF2D	FEC0	2897	CPI	OC0H ; (PC) OHNE INSTR. ?
OF2F	C23D0F	2898	JNZ	FREGS1 ; NEIN
OF32	E5	2899	PUSH	H ; JA
OF33	2AD7FC	2900	LHLD	PCWERT
OF36	CDDD0E	2901	CALL	DISLINE ; INSTR. DISASSEMBLIEREN
OF39	E1	2902	POP	H
OF3A	C31B0F	2903	JMP	FREGS0
OF3D	FED0	2904	PREGS1: CPI	OD0H ; (PC) OHNE INSTRUKTION ?
OF3F	C21B0F	2905	JNZ	FREGS0 ; NEIN, NAECHSTES REGISTER
OF42	CD930B	2906	CALL	WBLNKI ; JA, INSTR.FELD UEBERGEHEN
OF45	17	2907	DB	23
OF46	C31B0F	2908	JMP	FREGS0
OF49	E5	2909	PREGS2: PUSH	H ; REGISTERINHALT AUSDRUCKEN
OF4A	C5	2910	PUSH	B
OF4B	D5	2911	PUSH	D
OF4C	4F	2912	MOV	C,A
OF4D	21CFFC	2913	LXI	H,REGW ; REGISTER HOLEN
OF50	E60F	2914	ANI	OFH
OF52	5F	2915	MOV	E,A
OF53	1600	2916	MVI	D,0
OF55	19	2917	DAD	D
OF56	79	2918	MOV	A,C
OF57	07	2919	RLC	
OF58	07	2920	RLC	
OF59	E603	2921	ANI	3
OF5B	4F	2922	MOV	C,A ; (C) = REGISTERTYP
OF5C	EB	2923	XCHG	
OF5D	21670F	2924	LXI	H,PREGTB
OF60	CD750E	2925	CALL	CALLTB
OF63	D1	2926	POP	D
OF64	C1	2927	POP	B
OF65	E1	2928	POP	H
OF66	C9	2929	RET	
OF67	7B0F	2930	PREGTB: DW	FREG1 ; 8BIT HEX
OF69	800F	2931	DW	FREG2 ; 5BIT BIN; CONDITION FLAGS
OF6B	9B0F	2932	DW	FREG3 ; 16BIT HEX
OF6D	A40F	2933	DW	FREG4 ; 16BIT HEX; CR+LF+SPACE ZUVOR
		2934		
OF6F	01	2935	REGTB: DB	AREG+0 ; HEX, 2 BYTES
OF70	40	2936	DB	FREG+040H ; BINAER, 5BIT
OF71	03	2937	DB	BREG+0 ; HEX, 2 BYTES
OF72	02	2938	DB	CREG+0 ; HEX, 2 BYTES
OF73	05	2939	DB	DREG+0 ; HEX, 2 BYTES
OF74	04	2940	DB	EREG+0 ; HEX, 2 BYTES

9. ALLGEMEINE HILFSROUTINEN

LOC	OBJ	LINE	SOURCE STATEMENT
OF75	07	2941	DB HREG+0 ;HEX, 2 BYTES
OF76	06	2942	DB LREG+0 ;HEX, 2 BYTES
OF77	0C	2943	DB IREG+0 ;HEX, 2 BYTES
OF78	8A	2944	DB SREG+080H ;HEX, 4 BYTES
OF79	C8	2945	DB PREG+0C0H ;HEX, 4BYTES UND CR+LF ZUVOR
OF7A	00	2946	DB 0 ;***TABELLENENDE
		2947	
OF7B	1A	2948	PREG1: LDAX D ;8BIT-REGISTER HEX AUSDRUCKEN
OF7C	CD6F0B	2949	CALL WAHEX
OF7F	C9	2950	RET
		2951	
OF80	1A	2952	PREG2: LDAX D ;5BIT-CONDITION FLAGS AUSDRUCKEN
OF81	47	2953	MOV B,A
OF82	2100D5	2954	LXI H,0D500H ;MASKE MIT BITPOSITION DES FLAG-REGISTERS
OF85	78	2955	PREG2A: MOV A,B
OF86	29	2956	DIAD H
OF87	47	2957	MOV B,A
OF88	D2920F	2958	JNC PREG2B
OF8B	07	2959	RLC
OF8C	7D	2960	MOV A,L
OF8D	CE30	2961	ACI '0'
OF8F	CD860B	2962	CALL WCHAR
OF92	78	2963	PREG2B: MOV A,B
OF93	87	2964	ADD A
OF94	47	2965	MOV B,A
OF95	7C	2966	MOV A,H
OF96	B7	2967	ORA A
OF97	C8	2968	RZ
OF98	C3850F	2969	JMP PREG2A
		2970	
OF9B	1A	2971	PREG3: LDAX D ;16BIT-REGISTER AUSDRUCKEN
OF9C	6F	2972	MOV L,A
OF9D	13	2973	INX D
OF9E	1A	2974	LDAX D
OF9F	67	2975	MOV H,A
OFA0	CD1C0C	2976	CALL WHLHEX
OFA3	C9	2977	RET
		2978	
OFA4	CD010C	2979	PREG4: CALL WCRLF ;CR+LF+SPACE + 16BIT-REGISTER AUSDRUCKEN
OFA7	CD8E0B	2980	CALL WBLANK
OFAA	CD9B0F	2981	CALL PREG3
OFAE	C9	2982	RET
		2983	

LOC	OBJ	LINE	SOURCE STATEMENT
		2984	*****
		2985	;* PREGT - REGISTERUEBERSCHRIFT AUSDRUCKEN
		2986	;* CALL PREGT
		2987	*****
OFAE	CDB00B	2988	PREGT: CALL WBUFI
OFB1	0D	2989	DB CR,LF
OFB2	0A		
OFB3	20504320	2990	DB ' PC LABEL: OP ADR.FELD '
OFB7	20204C41		
OFBB	42454C3A		
OFBF	20204F50		
OFC3	20202041		
OFC7	44522E46		
OFCB	454C4420		
OFCF	20		
OFD0	4120204E	2991	DB 'A NZHPC B C D E H L I SP',0
OFD4	5A485043		
OFD8	20422020		
OFDC	43202044		
OFE0	20204520		
OFE4	20482020		
OFEB	4C202049		
OFE0	20205350		
OFF0	00		
OFF1	C9	2992	RET
		2993	
		2994	*****
		2995	;* REGRES - REGISTERINHALTE WIEDERHERSTELLEN
		2996	;* CALL REGRES
		2997	*****
OFF2	3ADBFC	2998	REGRES: LDA IMWERT ;INTERRUPT-MASKE
OFF5	E60F	2999	ANI OFH
OFF7	F60B	3000	ORI 08H
OFF9	30	3001	SIM
OFFA	D1	3002	POP D ;(DE) = (PC) DES RUFENDEN PROGRAMMES
OFFB	2AD9FC	3003	LHLD SPWERT ;STACK-ZEIGER
OFFE	F9	3004	SPHL
OFFF	2AD7FC	3005	LHLD PCWERT ;PROGRAMMZAehler DES UNTERBROCHENEN PROGRAMMES
1002	E5	3006	PUSH H ; AUF STACK; RET IM RUFENDEN PROGRAMM
		3007	; BEWIRKT RUECKKEHR ZUM UNTERBROCHENEN PROGR.
1003	D5	3008	PUSH D ;(PC) DES RUFENDEN PROGRAMMES AUF STACK
1004	2AD1FC	3009	LHLD BCWERT ;(BC)
1007	44	3010	MOV B,H
1008	4D	3011	MOV C,L
1009	2AD3FC	3012	LHLD DEWERT ;(DE)
100C	EB	3013	XCHG
100D	2ACFFC	3014	LHLD PSWERT ;(A) UND CONDITION FLAGS
1010	E5	3015	PUSH H
1011	F1	3016	POP PSW
1012	2AD5FC	3017	LHLD HLWERT ;(HL)
1015	C9	3018	RET
		3019	

LOC	OBJ	LINE	SOURCE STATEMENT
		3020	;*****
		3021	;* REGSAV - ALLE REGISTERINHALTE SICHERSTELLEN
		3022	;* CALL REGSAV
		3023	;* (HL) = PROGRAMMZAehler
		3024	;*****
1016	22D5FC	3025	REGSAV: SHLD HLWERT ; (HL)
1019	F5	3026	PUSH PSW
101A	E1	3027	POP H
101B	22CFFC	3028	SHLD PSWERT ; (A) + CONDITION FLAGS
101E	EB	3029	XCHG
101F	22D3FC	3030	SHLD DEWERT ; (DE)
1022	60	3031	MOV H,B
1023	69	3032	MOV L,C
1024	22D1FC	3033	SHLD BCWERT ; (BC)
1027	210400	3034	LXI H,4
102A	39	3035	DAD SP
102B	22D9FC	3036	SHLD SPWERT ; STACK-ZEIGER
102E	D1	3037	POP D
102F	E1	3038	POP H
1030	22D7FC	3039	SHLD PCWERT ; PROGRAMMZAehler
1033	20	3040	RIM
1034	32DBFC	3041	STA IMWERT ; INTERRUPT-MASKE
1037	D5	3042	PUSH D
1038	C9	3043	RET
		3044	
		3045	;*****
		3046	;* SUB2 - ZWEI 16-BIT WERTE SUBTRAHIEREN
		3047	;* (HL) = (HL) - (DE)
		3048	;*****
1039	7D	3049	SUB2: MOV A,L
103A	93	3050	SUB E
103B	6F	3051	MOV L,A
103C	7C	3052	MOV A,H
103D	9A	3053	SBB D
103E	67	3054	MOV H,A
103F	C9	3055	RET
		3056	

9. ALLGEMEINE HILFSROUTINEN

LOC	OBJ	LINE	SOURCE STATEMENT
		3057	*****
		3058	;* ZUASC - AUF KONTROLLZEICHEN PRUEFEN
		3059	;* MVI A,ASCII-ZEICHEN
		3060	;* CALL ZUASC
		3061	;* JC KONTROLLZEICHEN
		3062	*****
1040	FE20	3063	ZUASC: CPI 20H ;KONTROLLZEICHEN ?
1042	C9	3064	RET ;C: JA
		3065	
		3066	;* ZUASC1
1043	57	3067	ZUASC1: MOV I,A
1044	C9	3068	RET
		3069	
		3070	*****
		3071	;* ZUBIN - ASCII-ZEICHEN BINAER WANDELN UND PRUEFEN
		3072	;* MVI A,ASCII-ZEICHEN
		3073	;* CALL ZUBIN
		3074	;* JC NICHTBINAER
		3075	;* (A) = BINAERWERT
		3076	*****
1045	I630	3077	ZUBIN: SUI '0' ;ASCII-0=30HEX ABZIEHEN
1047	I8	3078	RC ;C: NICHT BIN
1048	FE02	3079	CPI 2
104A	3F	3080	CMC
104B	C9	3081	RET ;C: NICHT BIN
		3082	
		3083	*****
		3084	;* ZUBINB - ZEICHEN FUER ZEICHEN BINAER WANDELN
		3085	;* (D) = (D)*2 + (A)-GEWANDELT
		3086	;* MVI A,ASCII-ZEICHEN
		3087	;* CALL ZUBINB
		3088	;* JC NICHT BINAER
		3089	;* (D) = BINAERRESULTAT
		3090	;* (A) = BINAERER WERT DES ZEICHENS
		3091	*****
104C	CI4510	3092	ZUBINB: CALL ZUBIN
104F	I8	3093	RC
1050	E5	3094	PUSH H
1051	6A	3095	MOV L,I
1052	29	3096	DAD H
1053	K5	3097	DRA L
1054	57	3098	MOV I,A
1055	E1	3099	FDP H
1056	C9	3100	RET
		3101	

LOC	OBJ	LINE	SOURCE STATEMENT
		3102	*****
		3103	;* ZUDEZ - ASCII-ZEICHEN DEZIMAL WANDELN UND PRUEFEN
		3104	;* MVI A,ASCII-ZEICHEN
		3105	;* CALL ZUDEZ
		3106	;* JC NICHTDEZIMAL
		3107	;* (A) = DEZIMALWERT
		3108	*****
1057	D630	3109	ZUDEZ: SUI '0' ;ASCII-0=30HEX ABZIEHEN
1059	I8	3110	RC ;C: NICHT DEZ
105A	FE0A	3111	CPI 10
105C	3F	3112	CMC
105D	C9	3113	RET ;C: NICHT DEZ
		3114	
		3115	*****
		3116	;* ZUDEZ3 - DEZIMAL PRUEFEN, WANDELN UND 8-BIT RESULTAT
		3117	;* (D) = (D)*10 + (A)-GEWANDELT
		3118	;* MVI A,ASCII-ZEICHEN
		3119	;* CALL ZUDEZ3
		3120	;* JC NICHTDEZ ODER RESULTAT GROESSER ALS 255 (8 BIT)
		3121	*****
105E	CD5710	3122	ZUDEZ3: CALL ZUDEZ
1061	I8	3123	RC ;C: ZEICHEN NICHT DEZ
1062	5F	3124	MOV E,A
1063	7A	3125	MOV A,D
1064	87	3126	ADD A ;*2
1065	I8	3127	RC
1066	87	3128	ADD A ;*4
1067	I8	3129	RC
1068	82	3130	ADD D ;*5
1069	I8	3131	RC
106A	87	3132	ADD A ;*10
106B	I8	3133	RC
106C	83	3134	ADD E ;(ALTER WERT)*10 + (NEUER WERT)
106D	I8	3135	RC
106E	57	3136	MOV D,A
106F	7B	3137	MOV A,E
1070	C9	3138	RET
		3139	*****
		3140	;* ZUFOR - ENTSPRECHEND FORMAT EINLESEN UND WANDELN
		3141	;* MVI C,FORMATINDEX
		3142	;* MVI A,ASCII-ZEICHEN
		3143	;* CALL ZUFOR
		3144	*****
1071	E5	3145	ZUFOR: PUSH H ;REGISTERINHALTE AUF STACK SICHERN
1072	C5	3146	PUSH B
1073	217C10	3147	LXI H,ZUFTAB ;(C) = FORMATINDEX
1076	CD750E	3148	CALL CALLTB ; 0=ASCII, 1=BIN, 2=DEZ, 3=HEX
1079	C1	3149	POP B ;REGISTER WIEDERHERSTELLEN
107A	E1	3150	POP H
107B	C9	3151	RET
107C	4310	3152	ZUFTAB: IW ZUASC1 ;1 STELLE ASCII -> 1 BYTE
107E	4C10	3153	IW ZUBIN8 ;1 STELLE BIN. -> 1 BYTE
1080	5E10	3154	IW ZUDEZ3 ;1 STELLE DEZ. -> 1 BYTE
1082	9610	3155	IW ZUHEX2 ;1 STELLE HEX. -> 1 BYTE
		3156	

9. ALLGEMEINE HILFSROUTINEN

LOC	OBJ	LINE	SOURCE STATEMENT
		3157	
		3158	*****
		3159	;* ZUHEX - ASCII-ZEICHEN HEXADEZ. WANDELN UND PRUEFEN
		3160	;* MVI A,ASCII-ZEICHEN
		3161	;* CALL ZUHEX
		3162	;* JC NICHTHEX
		3163	;* JNC HEX
		3164	;* (A) = HEX-WERT
		3165	*****
1084	D630	3166	ZUHEX: SUI '0'
1086	D8	3167	RC ;0-2F FALSCH
1087	C6E9	3168	ADI '0'-'9'
1089	D8	3169	RC ;47-FF FALSCH
108A	C606	3170	ADI 6
108C	F29210	3171	JP *+6 ;A-F
108F	C607	3172	ADI 7
1091	D8	3173	RC ;3A-40 FALSCH
1092	C60A	3174	ADI 10
1094	B7	3175	ORA A
1095	C9	3176	RET
		3177	
		3178	*****
		3179	;* MVI A,ASCII-ZEICHEN
		3180	;* CALL ZUHEX2
		3181	;* JC ZEICHEN NICHT HEX.
		3182	;* (D) = (D)*16 + (A)-GEWANDELT
		3183	;* (A) = HEX.WERT DES ZEICHENS
		3184	*****
1096	CD8410	3185	ZUHEX2: CALL ZUHEX
1099	D8	3186	RC
109A	E5	3187	PUSH H
109B	6A	3188	MOV L,D
109C	29	3189	DAD H
109D	29	3190	DAD H
109E	29	3191	DAD H
109F	29	3192	DAD H
10A0	B5	3193	ORA L
10A1	57	3194	MOV D,A
10A2	E1	3195	POP H
10A3	C9	3196	RET
		3197	

10. RAM-RESERVIERUNGEN

LOC	OBJ	LINE	SOURCE STATEMENT
		3198	;
		3199	*****
		3200	;* RAM - RESERVIERUNGEN
		3201	*****
		3202	;
FI90		3203	LRAM EQU OFI90H ;RAM FUER LABELTABELLE
FCE1		3204	BUFFER EQU OFCE1H ; ASCII-DATENPUFFER ("BREAD" ETC.)
FCF2		3205	BUFEND EQU OFCF2H
FC00		3206	RAM EQU OFC00H ;BASISADRESSE RAM-HILFSSPEICHER
		3207	
		3208	
FC00		3209	ORG RAM
		3210	
		3211	
FC00		3212	DS 50 ;ANWENDER STACK
		3213	USRSTK:
FC32		3214	DS 128-50 ;MONITOR STACK
		3215	MONSTK:
		3216	; EINSPRUNG-ADRESSEN IN I/O-TREIBER-ROUTINEN
FC80		3217	SERIN: DS 3 ;SERIELLER INPUT
FC83		3218	SEROUT: DS 3 ;SERIELLER OUTPUT
FC86		3219	CASIN: DS 3 ;CASSETTEN INPUT
FC89		3220	CASOUT: DS 3 ;CASSETTEN OUTPUT
		3221	
		3222	; RESTART-EINSPRUNGADRESSEN IN RAM
FC8C		3223	RST2: DS 3
FC8F		3224	RST3: DS 3
FC92		3225	RST5: DS 3
FC95		3226	RST55: DS 3 ;RST 5.5
FC98		3227	RST6: DS 3
FC9B		3228	RST65: DS 3 ;RST 6.5
FC9E		3229	RST75: DS 3 ;RST 7.5
		3230	
		3231	BRAM: ;BEGINN RAM, DAS MIT RESET GELOESCHT WIRD
		3232	
		3233	; DEFAULT-WERTE (NULL GESETZT NACH KALTSTART)
		3234	
FCA1		3235	FORMAT: DS 1 ;ZAHLENFORMAT (ASCII, BIN, DEZ, HEX)
		3236	BPTADR: ;BREAKPOINT-ADRESSEN UND OP-CODES
FCA2		3237	DS BPTANZ*3 ;REIHENFOLGE: ADR-OF-ADR-OF-...ADR-OF
		3238	; DEFAULT PARAMETER
FCAE		3239	MBADR: DS 2 ;'M'-START-ADRESSE
FCB0		3240	PBADR: DS 2 ;'P'-START-ADRESSE
FCB2		3241	PEADR: DS 2 ;'P'-STOP -ADRESSE
FCB4		3242	ABADR: DS 2 ;'A'-START-ADRESSE
FCB6		3243	DBADR: DS 2 ;'D'-START-ADRESSE
FCB8		3244	DEADR: DS 2 ;'D'-STOP -ADRESSE
FCBA		3245	TBADR: DS 2 ;'T'-START-ADRESSE
FCBC		3246	TEADR: DS 2 ;'T'-STOP -ADRESSE
FCBE		3247	LBADR: DS 2 ;'L'-START-ADRESSE
FCC0		3248	SBADR: DS 2 ;'S'-START-ADRESSE
FCC2		3249	SEADR: DS 2 ;'S'-STOP -ADRESSE
		3250	
		3251	; FLAGS
FCC4		3252	TRCFLG: DS 1 ;=0: KEIN TRACE

10. RAM-RESERVIERUNGEN

LOC	OBJ	LINE	SOURCE STATEMENT
		3253	
FCC5		3254	BPTACT: DS 1 ;=1: TRACE
		3255	;=1: AKTIV
FCC6		3256	BPTFLG: DS 1 ;=0: NICHT AKTIV
		3257	;=0: KEINE BREAKPOINTS
FCC7		3258	BCKFLG: DS 1 ;=1: BREAKPOINTS
		3259	;=0: CR UND SPACE ERLAUBT
FCC8		3260	CRTFLG: DS 1 ;=1: ZUSAETZLICH + UND - ERLAUBT
		3261	;=0: CRT
FCC9		3262	GROFLG: DS 1 ;=1: TTY
		3263	;=0: NUR GROSSBUCHSTABEN
FCCA		3264	RUBFLG: DS 1 ;=1: AUCH KLEINBUCHSTABEN
		3265	;=0: KEINE WIRKUNG
FCCB		3266	STEPS: DS 1 ;=1: KEIN RUB OUT BEI TTY
		3267	;ANZAHL EINZELSCHRITTE
		3268	; ZWISCHENWERTE FUER KOMMANDOS
FCCC		3269	LINES: DS 1 ;ZEILENZAEHLER (PRINT TRACE, DISASM, NEXT ETC.)
FCCD		3270	DATA: DS 1 ;PORT DATEN
FCCE		3271	PORT: DS 1 ;PORT ADRESSE
		3272	
		3273	; REGISTERWERTE (ZUM RETTEN UND RESTAURIEREN)
		3274	REGW:
FCCF		3275	PSWERT: DS 2 ;A-PSW
FCI1		3276	BCWERT: DS 2 ;B-C
FCI3		3277	DEWERT: DS 2 ;D-E
FCI5		3278	HLWERT: DS 2 ;H-L
FCI7		3279	PCWERT: DS 2 ;PROGRAMMZAehler
FCI9		3280	SPWERT: DS 2 ;ANWENDER STACK ZEIGER
FCI8		3281	IMWERT: DS 1 ;INTERRUPT MASKE
FCIC		3282	SPMON: DS 2 ;MONITOR STACK ADR.
		3283	
		3284	ERAM: ;RAM - ENDADR.+1 (FUER INITIALISIERUNG)
		3285	
FCDE		3286	RESBUF: DS 1 ;RESET-TESTBYTE
FCDF		3287	STIME: DS 2
		3288	;
		3289	;*****
		3290	;*
		3291	;* E N D E *
		3292	;*
		3293	;*****
		3294	;
		3295	

USER SYMBOLS

ABADR	FCB4	ABORT	024D	AREG	0001	ASSEMB	02A2	BO	0316	B1	033B	B300	03E8
BCKFLG	FCC7	BCLR	OCAA	BCLR1	OCB3	BCWERT	FCD1	BEL	0007	BFZ	0000	BGET	OCC0
BGETF	OCCD	BGETL	OCD8	BPTACT	FCC5	BPTADR	FCA2	BPTANZ	0004	BPTFLG	FCC6	BPTIN1	ODDC
BPTIN2	ODF0	BPTIN3	ODF9	BPTIN4	ODFE	BPTINS	ODC5	BPTNUM	0E09	BPTRE1	OE1C	BPTRE2	OE2D
BPTRE3	OE32	BPTREM	OE0C	BPTSE0	OE46	BPTSE1	OE48	BPTSE2	0E5D	BPTSE3	OE6C	BPTSE4	OE6E
BPTSET	OE37	BPUT	OCE9	BPUT1	OCEF	BPUT2	OD02	BPUT3	OD06	BRAM	FCA1	BREA22	OD37
BREA51	OD63	BREA52	OD74	BREA53	OD77	BREA71	OD9C	BREAD	OD0A	BREAD0	OD0F	BREAD1	OD26
BREAD2	OD2B	BREAD3	OD3B	BREAD4	OD40	BREAD5	OD46	BREAD6	ODB1	BREAD7	OD96	BREAD8	ODAE
BREAD9	ODC1	BREAK	O2DF	BREAK1	O2D0	BREAKP	O2CB	BREG	0003	BS	0008	BUFEND	FCF2
BUFFER	FCE1	BUFLG	0010	CALLHL	OE74	CALLTB	OE75	CASI	07EF	CASIN	FCB6	CASINI	07F9
CASO	0821	CASO1	0822	CASOUT	FCB9	CHTAB	0EA0	CHTST	0EB4	CMD	01AC	CMD1	01C7
CMDAB0	0225	CMDEX1	01EB	CMDEX2	01F0	CMDEX3	0205	CMDEX4	020A	CMDEX5	0215	CMITAB	00B6
CMOUSE	023F	CMF2	0EA8	CMPL	0EB0	CMPL1	0EB4	CMPL2	0EBF	CMPL3	0EC6	CMPLI	0ECC
CR	000D	CREG	0002	CRTFLG	FCC8	CRTTST	0ED2	DATA	FCCD	DBADR	FCB6	DEADR	FCB8
DIWERT	FCD3	DISA1	19F9	DISASM	19AE	DISASS	034A	DISLIN	0EDD	DREG	0005	ERAM	FCDE
EREG	0004	ESC	001B	EXPORT	0532	FBIN	0001	FHEX	0003	FORMAT	FCA1	FREG	0000
GO	0374	GO1	0389	GO2	0394	GO3	03AE	GROFLG	FCC9	GROSS	0EE9	HADR	08DF
HADR1	08F3	HADR2	0905	HBPTD	0908	HBPTD1	0914	HDATA	0941	HDATA1	0959	HDATA2	096A
HDATA1	096E	HEIN0	097E	HEIN1	0997	HEIN2	09C3	HEINAU	097B	HELP	03B5	HELP1	03B8
HELP2	03C0	HELP3	03CC	HEXASC	0EF2	HFORD0	09C8	HFORD1	09F1	HFORD2	0A08	HFORMD	09C5
HJANE1	0A0C	HLWERT	FCD5	HFORD1	0A5B	HFORD2	0A2C	HREG	0007	HSTARD	0A74	HSTART	0A6D
HSTEPD	0A7B	HSTOPD	0A9C	I1	03D6	I2	03D9	INWERT	FCDB	INKLB	127D	INPORT	03D1
IREG	000C	L1	042F	L11	0451	L2	0458	L3	046A	L4	046C	L5	0476
L6	048C	LBADR	FCBE	LBANF	0004	LBINIT	1888	LBRAM	FD90	LCLR	08C6	LEER	FFFF
LF	000A	LINES	FCCC	LINIT	08CD	LOAD	03F4	LREG	0006	LSPACE	041B	LTST	08D5
MO	04AA	M1	04BE	M2	04DE	M3	04EA	M4	04EB	M5	04FF	MBADR	FCAE
MEMORI	0499	MONSTK	FCB0	NEXTIN	0501	NLINE	000F	O1	051A	O2	051D	OUTPOR	0515
P1	0569	P2	0572	PBADR	FCB0	PCWERT	FCD7	PDATA	0AA3	PEADR	FCB2	PORT	FCCE
PREG	0008	PREG1	0F7B	PREG2	0F80	PREG2A	0F85	PREG2B	0F92	PREG3	0F9B	PREG4	0FA4
PREGF	0EFB	PREGP	0F0A	PREGS	0F12	PREGS0	0F1B	PREGS1	0F3D	PREGS2	0F49	PREGT	0FAE
PREGTB	0F67	PRINT	0541	PSTARD	0AC5	PSTART	0AB4	PSTOPD	0ACC	PSWERT	FCCF	R2HEX	05C2
R4HEX	061A	R4HEX0	062D	R4HEX1	0637	R4HEX2	0643	R4HEX3	064C	R4HEX4	0655	R4HEX5	065B
R4HEXP	0666	R5CC	05D0	R5CC1	05E6	R5CC2	05F4	R5CC3	05FB	R5CC4	0614	RAM	FC00
RCAS	0C2E	RCASA1	0C58	RCASAH	0C34	RCHAR	0AE0	REG1	0594	REGIST	0584	REGRES	0FF2
REGSAV	1016	REGTAB	0673	REGTB	0F6F	REGW	FCCF	RESBUF	FCDE	RESET	0149	RESET2	0175
RST2	FC8C	RST3	FC8F	RST5	FC92	RST55	FC95	RST6	FC9B	RST65	FC9B	RST75	FC9E
RTAB	05BA	RUBFLG	FCCA	RUBOUT	007F	S1	06D3	S11	06D5	S2	06E8	SAVE	067F
SBADR	FCC0	SEADR	FCC2	SERI	082D	SERI1	0841	SERI2	0846	SERIN	FCB0	SERINI	0860
SERIT1	0869	SERIT2	086E	SERIT3	0888	SERIT4	0898	SER0	089F	SER01	08AB	SER02	08B3
SEROUT	FC83	SPMON	FCDC	SPWERT	FCD9	SREG	000A	SSFACE	06BA	STEPS	FCCB	STIME	FCDF
SUB2	1039	TASTER	0265	TBADR	FCBA	TEADR	FCBC	TRACE	10F6	TRACEI	0716	TRAP	0286
TRCFLG	FCC4	TRHALT	07CA	TRINIT	10E4	TRINT	0756	TRINT1	076A	TRINT3	0771	TRINT4	079D
TRSTEP	0732	TRSTP1	0735	TRSTP2	073B	UARTI	00FE	UARTST	00FF	USRSTK	FC32	WAASC	0AEE
WAASC1	0B00	WABIN	0B04	WABIN1	0B0A	WADEZ	0B19	WADEZ1	0B31	WADEZ2	0B33	WADEZ3	0B48

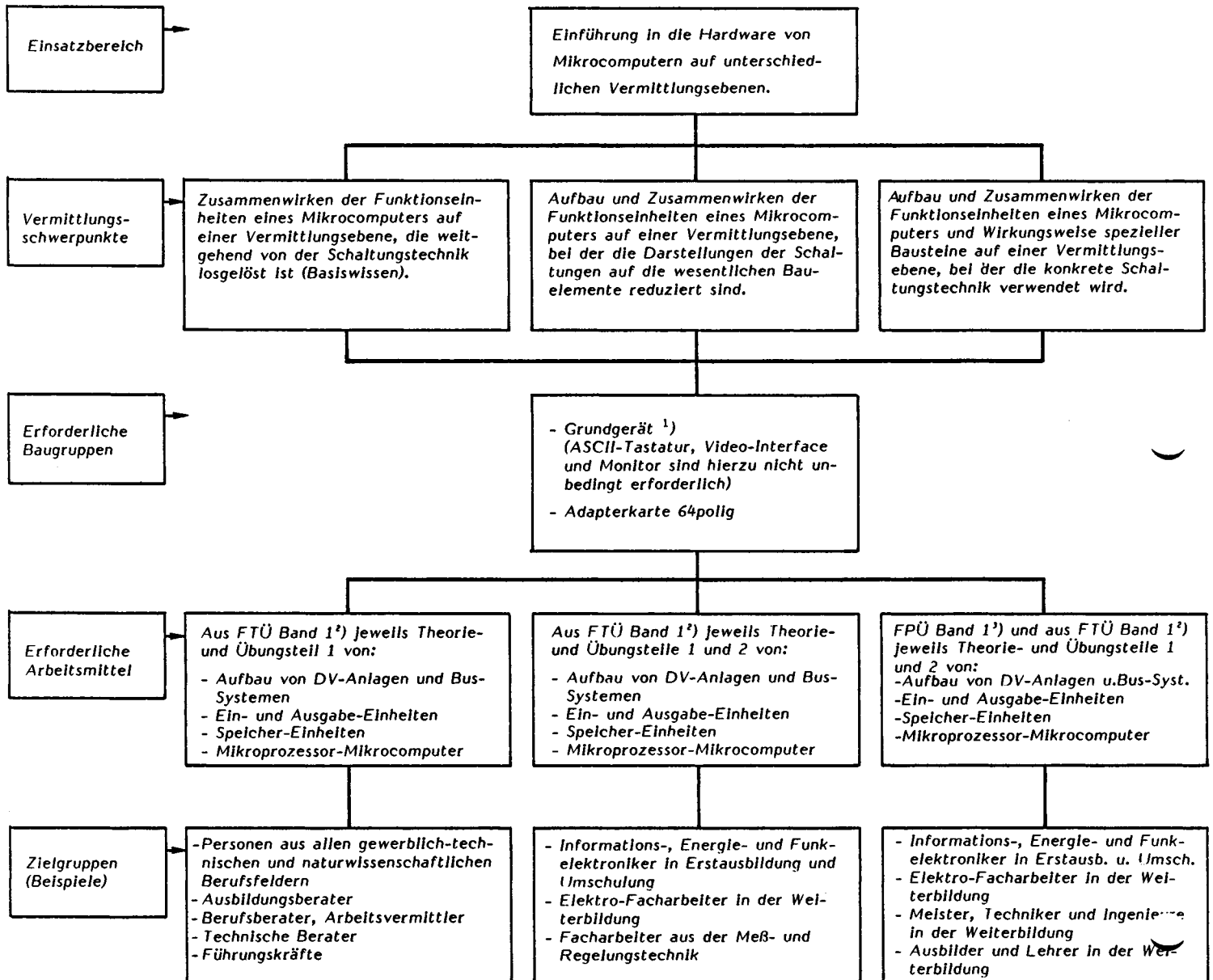
WAFOR	0B4F	WAFORB	0B68	WAFTAB	0B60	WAHEX	0B6F	WAHEXB	0BB2	WBELL	0BB9	WELANK	0B8E
WBLNK1	0B96	WBLNKI	0B93	WBUF	0BA1	WBUF1	0BA2	WBUF2	0BAE	WBUFI	0BB0	WCAS	0C76
WCASAH	0C7C	WCASR1	0C93	WCASBU	0C91	WCASHL	0C9F	WCHAR	0BB6	WCHAR2	0BE4	WCHAR3	0BF4
WCHARI	0BF7	WCRLF	0C01	WCRLFI	0C13	WHLHEX	0C1C	WHLHXB	0C27	ZUASC	1040	ZUASC1	1043
ZURIN	1045	ZURINB	104C	ZUDEZ	1057	ZUDEZ3	105E	ZUFOR	1071	ZUFTAB	107C	ZUHEX	1084
ZUHEX2	1096												

ASSEMBLY COMPLETE, NO ERRORS

((((

Wegweiser
durch das
MFA-Mediensystem

Ein Wegweiser durch das MFA-



¹⁾ Zum Grundgerät gehören die Baugruppen:

- Baugruppenträger mit Bus-Verdrahtung
- Bus-Abschluß
- Trafo-Einschub
- Spannungsregelung
- Prozessor 8085
- 8-K-RAM/EPROM bestückt mit 2-K-RAM
- 8-K-RAM/EPROM bestückt mit MAT 85
- 8-Bit-Parallel-Ausgabe
- 8-Bit-Parallel-Eingabe
- Bus-Signalgeber
- Bus-Signalanzeige
- ASCII-Tastatur
- Video-Interface

²⁾ FPÜ Band 1 enthält alle technischen Unterlagen, die zum Bau und zur Inbetriebnahme der unter ¹⁾ aufgeführten Baugruppen benötigt werden.

⁴⁾ Die Software-Erweiterung SP1 enthält MAT 85+, SPS und Steuer-BASIC (4 EPROMs)

⁵⁾ FPÜ Band 2 wie FPÜ Band 1,

- jedoch für die Baugruppen:
- 16-K-RAM/EPROM
 - Progr. Parallelschnittstelle
 - EPROM-Programmierer
 - Drucker-Interface
 - Zeitwerk (4fach)
 - Progr. Serienschnittstelle
 - Kassetten-Interface
 - Analoge Ein-/Ausgabe (2kanalig)
 - Zähler und Zeitgeber
 - Fehlersimulation
 - Demonstrationsmodell

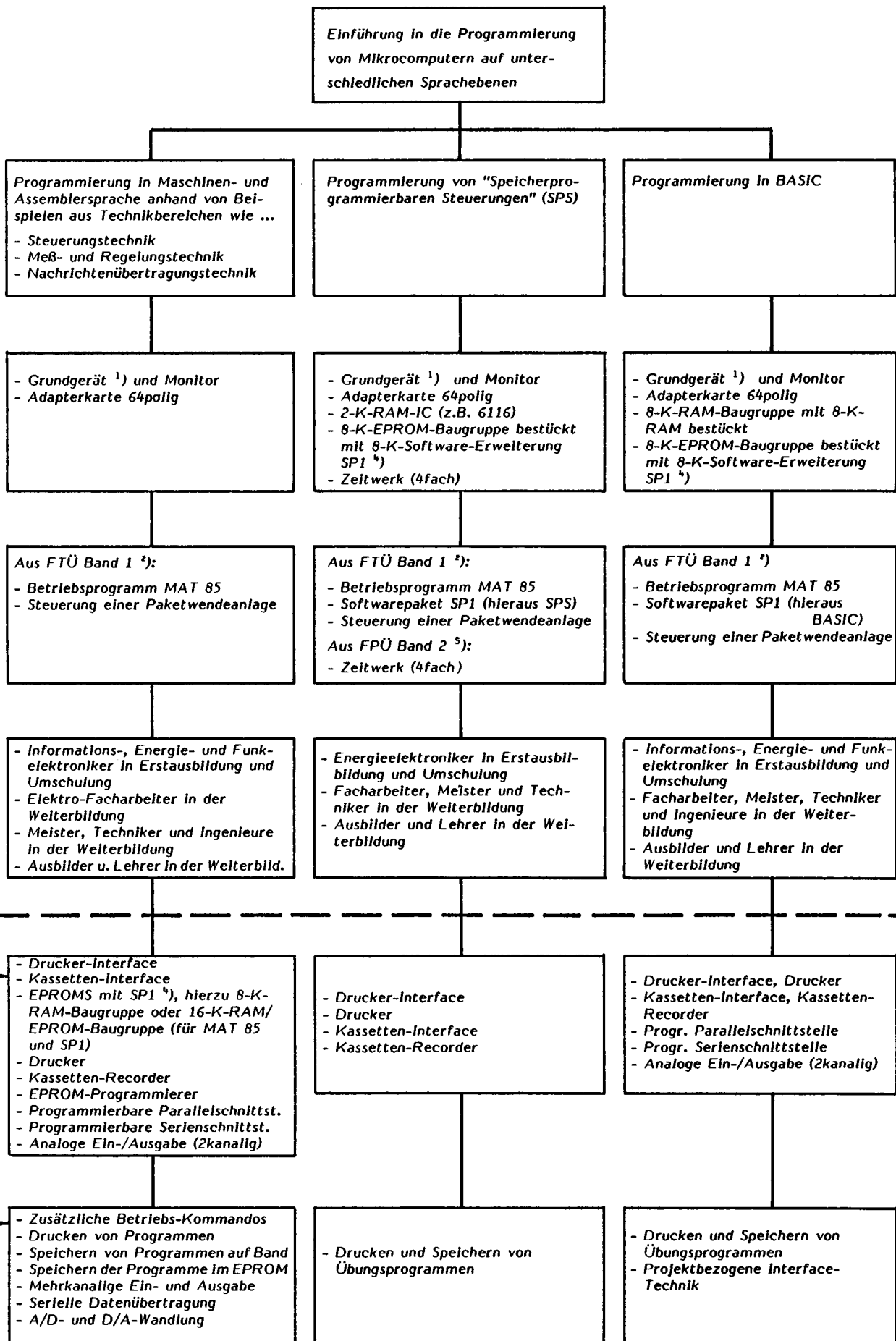
Mögliche Hardware-Erweiterungen (Arbeitsmittel siehe ⁵⁾)

³⁾ FTÜ Band 1 enthält:

- Aufbau von DV-Anlagen und Bus-Systemen
- Ein- und Ausgabe-Einheiten
- Speicher-Einheiten
- Mikroprozessor-Mikrocomputer
- Steuerung einer Paketwendeanlage
- Softwarepaket SP1
- Betriebsprogramm MAT 85

Einsatzmerkmale für die Erweiterungen

Mediensystem Mikrocomputer-Technik —



1

2

3

4

DIGITAL-/MIKROCOMPUTER-TECHNIK

Die stürmische Entwicklung auf den Gebieten der Digital- und Mikrocomputer-Technik in den vergangenen 15 Jahren, ausgelöst durch das Aufkommen der Mikroprozessoren, führt zu ständig zunehmenden Anwendungen dieser Techniken in den verschiedensten Produkten. Dies hat zur Folge, daß insbesondere immer mehr Elektronikfachkräfte mit den neuen Techniken in Berührung kommen. Die betroffenen Fachkräfte lassen sich grob in zwei Gruppen einteilen.

Zielgruppe: Digitale Steuerungstechnik

Die erste Gruppe bilden Fachkräfte, die im Zuge der Automatisierung verstärkt mit modernen Geräten der Steuerungstechnik, z.B. mit "Speicherprogrammierbaren Steuerungen" (SPS) in Berührung kommen. Die schnelle Weiterentwicklung dieser Technik führt zu immer leistungsfähigeren Geräten, die in ständig komplexer werdende Prozesse (Geräte, Maschinen, Anlagen) eingebunden werden. Dies verlangt von den Fachkräften, neben den Grundkenntnissen der Digitaltechnik, neue Kenntnisse und Arbeitsmethoden ...

- zum Aufbau von Steuerungen,
- zur Verfolgung komplexer Funktionsabläufe,
- zur systematischen Fehlersuche,
- zur Funktion und Handhabung moderner Steuerungen
- und deren Programmierung.

Zielgruppe: Mikrocomputer-Technik

Fachkräfte, die konkret mit der Mikrocomputer-Technik sowohl gerätetechnisch als auch programmiertechnisch in Berührung kommen, bilden die zweite Gruppe. Sie benötigen über die Digitaltechnik hinaus Kenntnisse ...

- über den Aufbau und die Wirkungsweise von Mikrocomputern
- und deren Programmierung.

Sofern Ihr Tätigkeitsfeld speziell auf den Mikrocomputer bzw. auf seine Funktionseinheiten ausgerichtet ist, werden Kenntnisse erforderlich ...

- zu den verwendeten Bauelementen,
- zu deren Schaltungstechniken,
- zur Inbetriebnahme und
- zu den Fehlersuchmethoden in MC-Systemen

Aufgrund der vielfältigen Einsatzgebiete eines Mikrocomputers können darüber hinaus spezielle Kenntnisse über die Schnittstellen zwischen Computer und Umfeld erforderlich werden, die man mit den Begriffen ...

- Interface-Technik und
- Anwendungs-Technik

umschreibt.

Für diese beiden Zielgruppen wurde am Berufsförderungszentrum Essen ein Anpassungsfortbildungsprogramm entwickelt. Dieses Fortbildungsprogramm besteht aus den Lehrgängen "Digitale Steuerungstechnik" und "Mikrocomputer-Technik". Innerhalb beider Lehrgänge werden aufeinander aufbauende Kurse angeboten, die den verschiedenen Anforderungen an die betroffenen Fachkräfte gerecht werden sollen.

Lehrgang: Digitale Steuerungstechnik

- Grundfunktionen/Grundsaltungen
- Schaltwerke/Schaltnetze
- Digitale Steuerungstechnik
- Speicherprogrammierbare Steuerungstechnik
- Referentenschulung *)

Lehrgang: Mikrocomputer-Technik

- Grundlagen Hardware
- Inbetriebnahme/Fehlersuche
- Grundlagen Software
- Intefacetchnik
- Anwendungstechnik
- Referentenschulung *)

Durchführungsformen:

Die Fortbildungsmaßnahmen wenden sich einerseits an die Gruppen der arbeitslosen Facharbeiter, Techniker und Meister der elektrotechnischen Ausbildungsberufe bzw. an Fachhoch- und Hochschulabsolventen der ingenieur- und naturwissenschaftlichen Disziplinen, für die mehrmonatige Vollzeitmaßnahmen angeboten werden.

Beschäftigte Fachkräfte haben die Möglichkeit, an Wochenkursen oder an berufsbegleitenden Kursen teilzunehmen.

Soll eine größere Zahl von Mitarbeitern eines Betriebes gleichzeitig an einem betriebsinternen Lehrgang teilnehmen, so können hierfür nach entsprechender Absprache Referenten des BFZ zur Verfügung gestellt werden. In diesem Fall können die Lehrgangsinhalte an die speziellen Belange des Auftraggebers angepaßt werden.

*) Die Kurse Referentenschulung sind für Personen vorgesehen, die in der Aus- und Weiterbildung tätig sind oder tätig werden und für andere Träger die Fortbildungsmaßnahmen mit der BFZ-Lehrgangskonzeption durchführen wollen.

NC-TECHNIK

Datenverarbeitung und Mikroelektronik im Fertigungsbereich manifestieren sich im wesentlichen in numerisch gesteuerten Werkzeugmaschinen (NC-Maschinen). Heute werden beim Austausch vorhandener und bei der Installation neuer Werkzeugmaschinen überwiegend numerisch gesteuerte Werkzeugmaschinen eingesetzt. Damit ergeben sich selbstverständlich Auswirkungen auf die im Fertigungsbereich Beschäftigten.

Dies hat zur Folge, daß der Bedarf an qualifizierten Fachkräften in der NC-Technik steigen wird, während der Anteil an Fachkräften ohne Kenntnisse der NC-Technik zurückgeht. Der Großteil der Fachkräfte ist bisher während der Ausbildung auf folgende Punkte der neuen Technologie nicht oder nur unzureichend vorbereitet worden:

- Kenntnisse über CNC-Werkzeugmaschinen wie Aufbau und Wirkungsweise von Maschinenelementen, Meßeinrichtungen, Spannmitteln und Werkzeugsystemen
- Kenntnisse der prinzipiellen Funktion der elektrischen Baugruppen von CNC-Werkzeugmaschinen
- Verstehen der angezeigten Daten der Steuerung und sichere Kenntnis über Bedeutung und Funktion der Steuerungstastatur und der Maschinenschalter
- Programmieren von CNC-Werkstück-Bearbeitungsprogrammen an der CNC-Maschine
- Einrichten einer CNC-Werkzeugmaschine mit automatischem Werkzeugwechsel
- Korrigieren und Optimieren von CNC-Werkstückbearbeitungsprogrammen
- Fertigen von Werkstücken nach selbst- und fremderstellten Programmen auf CNC-Werkzeugmaschinen
- Gewährleistung der Werkstückqualität
- Störfallbeseitigung, Wartung und Instandhaltung von CNC-Werkzeugmaschinen
- Verständnis der Organisation des Fertigungsabstandes bei rechnergestützter Programmierung im on-line- und off-line-Betrieb
- Kenntnis der wirtschaftlichen und fertigungstechnischen Vorteile der CNC-Werkzeugmaschinen sowie deren Nachteile.

Um diesen neuen Anforderungen gerecht zu werden, ist es erforderlich, daß Fachkräfte die Möglichkeit haben, sich auf diesem Gebiet durch kurzfristige Anpassungsmaßnahmen weiter fortzubilden.

Das BFZ Essen führt für diese Zielgruppe im Rahmen der Anpassungsfortbildung Lehrgänge in der "NC-Technik" durch.

Voraussetzungen:

Die Maßnahmen wenden sich an die Gruppe der Facharbeiter, Gesellen, Meister und Techniker sowie Personen ohne Berufsabschluß, jedoch mit 4- bis 6-jähriger Tätigkeit in der Metallbranche.

Ausbildungsinhalte:

Die Anpassungsfortbildung "CNC-Drehen" oder "CNC-Fräsen" besteht aus folgenden Themenkreisen:

1. Grundlagen und Einführung in die NC-Technik
 - Anwendung und Entwicklung der NC-Technik
 - Aufbau und Arbeitsweise von NC-Maschinen
 - technologische, mathematische und zeichnerische Grundlagen
2. Allgemeine Fertigkeiten und Kenntnisse der NC-Technik
 - Programmaufbau und Programmvorbereitung
 - Programmerstellung und Programmeingabe
3. CNC-Drehen oder CNC-Fräsen
 - Vorbereitung der Maschine und Bereitstellen der Werkzeuge
 - Testlauf und Programmoptimierung

Ausbildungsziel:

Das Ausbildungsziel der Schulungsmaßnahme ist es, den Teilnehmern zu einer hohen Arbeitsplatztüchtigkeit zu verhelfen. Der hierzu erforderliche Erwerb von anwendbaren CNC-Fertigkeiten und CNC-Kenntnissen wird durch eine konsequent praxisbezogene CNC-Ausbildung erreicht. Dadurch wird der Teilnehmer in die Lage versetzt, die erlernten Fähigkeiten und Kenntnisse in der Bedienung und im Umgang mit den CNC-Werkzeugmaschinen auch auf andere CNC-Werkzeugmaschinen und Steuerungen zu transferieren.

Durchführungsformen:

Die Fortbildungsmaßnahmen werden für arbeitslose Fachkräfte als mehrmonatige Vollzeitmaßnahmen durchgeführt.

Beschäftigte Fachkräfte haben die Möglichkeit, an berufsbegleitenden Kursen (Teilzeitform) teilzunehmen.

Für die Gruppe der Ausbilder und Lehrer befindet sich ein Kurs in der Vorbereitung.

AUSBILDER-WEITER- BILDUNG



Das Berufsförderungszentrum Essen führt Kurse zur Lehrer- und Ausbilder-Weiterbildung auf dem Gebiete der Mikrocomputer-Technik durch. Dieses Weiterbildungsprogramm ist im Modellversuch zum

"Einsatz der Mikrocomputer-Technik in der
Facharbeiterausbildung (MFA)"

unter Mitwirkung von Ausbildenden entwickelt und erprobt worden. Zielsetzung dieser Lehrgänge ist es, neben der Vermittlung von Fachinhalten, den Ausbildenden Wege und Hilfen zur Vermittlung der MC-Technik aufzuzeigen.

Ausbildungsinhalte:

1. Teil: Aufbau eines Mikrocomputers

- BUS-Systeme
- Hexadezimals Zahlensystem
- Aufbau, Einsatz und Wirkungsweise von BUS-Signalanzeige und BUS-Signalgeber

Aufbau, Einsatz und Wirkungsweise von

- 8-bit-Parallel-Eingabe
- 8-bit-Parallel-Ausgabe
- 8-K-RAM/EPROM

Mikrocomputer-Minimalsystem

- Arbeitsweise eines Mikroprozessors
- Einzelschrittsteuerung
- Befehlsabarbeitung
- Ein-, Zwei- und Drei-Byte-Befehle

Einsatz der Datensichtstation

- Serielle und parallele Datenübertragung
- Einführung und Anwendung der Monitor-Kommandos
- Maschinencode/Mnemonic Code
- Übungen, Vertiefung

Einführung in die Assembler-Programmierung

2. Teil: Blockschaltbild und Funktion der Baugruppen

- Anhand von Messungen typischer Signalverläufe wird die Funktion der Baugruppen und das Vorgehen bei der Fehlersuche erklärt

Inbetriebnahme CPU/System

- Inbetriebnahmemessungen mit dem Oszilloskop
- Free-Run-Mode
- Hardware-Breakpoint
- Single-Step
- Testprogramme

Assembler-Programmierung

- Anhand von verschiedenen Übungsbeispielen werden die Befehle des 8085, Stack-Operationen, Flags und Unterprogrammbehandlung erarbeitet.
- Einsatz von Tracer und Breakpoints
- Verwendung von Unterprogrammen aus dem Betriebssystem

3. Teil: Interface-Technik

- Parallele Ein-/Ausgabetechnik am Beispiel Drucker-Interface
- Serielle Ein-/Ausgabetechnik am Beispiel Kassetten-Interface
- Analoge Ein-/Ausgabetechnik
- Interrupt-Technik

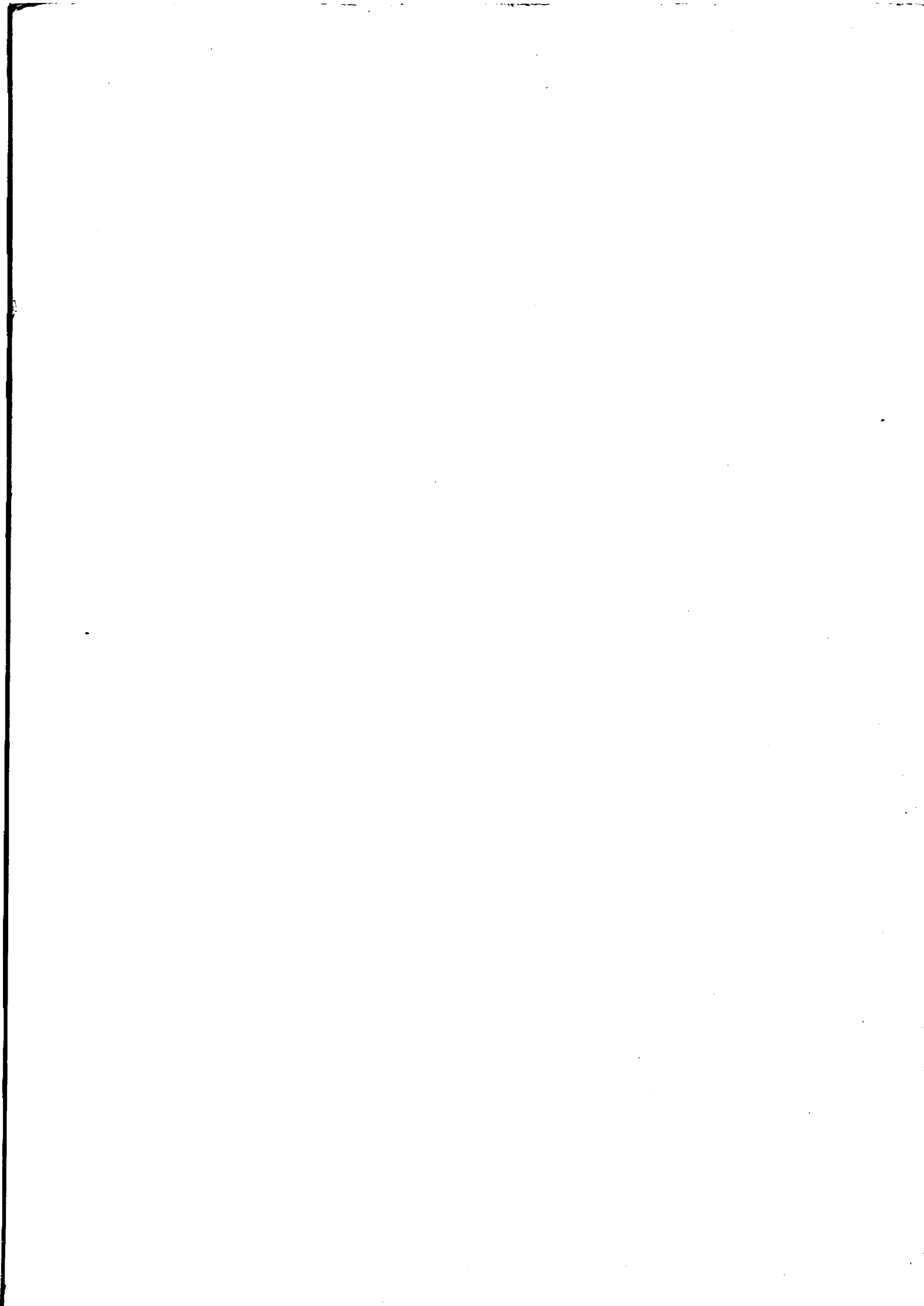
Methodik und Didaktik der Mikrocomputer-Technik

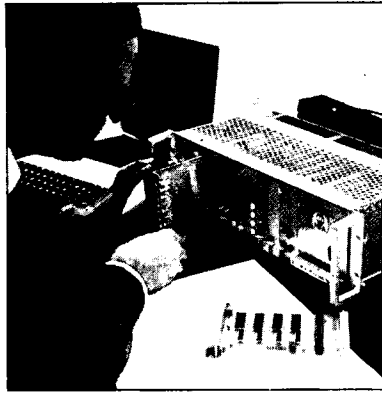
- Qualifikationsebenen
- Struktur der Ausbildungsunterlagen
- Rolle des Ausbilders

Vorstellung und Vorführung von Systemerweiterungen

Durchführungsformen:

Diese Weiterbildungsmaßnahmen werden bundesweit von Referenten des Berufsförderungszentrums Essen in Form von drei zeitversetzten Kurswochen durchgeführt.





„Das MFA-Mediensystem ist ein Lehr- und Lernsystem, mit dem in der Aus- und Weiterbildung praktisches und theoretisches Wissen über Mikrocomputer-Technik vermittelt wird.“

Im Zuge fortschreitender Automatisierung erobert der Mikrocomputer immer neue Einsatzbereiche. Beschleunigt wird diese Entwicklung durch den raschen technologischen Fortschritt bei der Integrationstechnik von Halbleitern und durch Kostenminderung und andere Vorteile beim Einsatz von Mikrocomputern in den unterschiedlichsten Sparten von Industrie und Wirtschaft sowie in vielen Bereichen von Wissenschaft, Verwaltung usw.

Durch diese Entwicklung kommen heute mehr und mehr Angehörige der verschiedensten Berufsgruppen mit Geräten und Anlagen in Berührung, die mit Mikrocomputern ausgerüstet sind. Das erfordert in vielen Bereichen eine völlig neue Art der Erstausbildung oder auch eine intensive Weiterbildung. Zum kompetenten und effektiven Umgang mit Mikrocomputern müssen auf breiter Basis vor allem Kenntnisse vermittelt werden über:

- die Funktionseinheiten eines Mikrocomputers und ihr Zusammenwirken;
- die Inbetriebnahme von Mikrocomputern;
- die Beschreibung und Verfolgung der komplexen Funktionsabläufe in Mikrocomputern;
- die Fehlersuche und -beseitigung an Mikrocomputern und mikrocomputergesteuerten Anlagen.

Das MFA-Mediensystem Mikrocomputer-Technik kann bei der vgs bestellt werden und umfaßt folgende Teile:

- MFA-Mikrocomputer-Baugruppensystem mit Peripheriegeräten
- Fachpraktische Übungen in zwei Bänden
- Fachtheoretische Übungen
- Ausbilder-Handbuch mit Overheadprojektor-Folien

MFA-MEDIENSYSTEM

Mikrocomputer- Technik

HELMUT FASSBENDER
EDITH-STEIN-STRASSE 6
4048 GREVENBROICH 1
TELEFON 02181/5458

Fachtheoretische Übungen
Herausgegeben vom BFZ Essen



VGS Bfz

2