Inhaltsverzeichnis Lektion Nr. 3

Nachdem wir in der vorherigen, zweiten Lektion den umfangreichen Befehlssatz der Mikroprozessoren 8080 und 8085 kennengelernt haben, wollen wir uns in dieser Lektion überwiegend mit der Programmierpraxis beschäftigen und diese mit Hilfe einfacher Aufgaben trainieren. Damit Sie dann den Umgang mit dem "micromaster" beherrschen, werden einige Übungen mit dem Gerät durchgeführt, für die wir Ihnen die zu programmierenden Befehle bereits vorgeben.
Im letzten Abschnitt werden wir dann kleinere, in sich geschlossene und sinnvolle Aufgaben behandeln.

1. Erweiterung der Kenntnisse in der Programmiertechnik

Bevor wir mit der Programmierung des 8085 beginnen, müssen noch einige Dinge theoretisch betrachtet und erklärt werden, die eine sinnvolle Programmerstellung erst möglich machen. D.h. wir werden uns im wesentlichen mit dem Aufbau von Programmen beschäftigen.

1.1 Beschreibung verschiedener Adressierungsarten

1.1.1 Erläuterung formal unterschiedlicher Adressierungsarten mit Beispielen aus dem Befehlssatz

Im folgenden werden wir Befehle aus dem Befehlssatz des 8080/8085 als Beispiele zitieren. Diese Adressierungsarten gibt es aber gleich oder ähnlich auch bei den anderen Typen verschiedener Mikroprozessoren. Fassen wir zu Beginn die unterschiedlichen Möglichkeiten der Adressierung zusammen.

M

* Direkte Adressierung des Speichers bzw. der Ein-/Ausgabekanäle
* Direkte Adressierung der Register
* Indirekte Adressierung des Speichers
* Unmittelbare Adressierung
* Implizite Adressierung
* Kombinierte Adressierungsarten

Bei der direkten Adressierung einer Speicherzelle muß die Adresse dieser Zelle bereits als Operand im Befehl mit angegeben werden. Lautet der Befehl zum Beispiel

```
JMP  4711H,
```

so wird der Befehlszähler sofort mit dieser Adresse geladen und das Programm

an dieser Stelle fortgesetzt. Nach Ausführung des genannten Befehls steht also im Befehlszähler 4711.

Die direkte Adressierung eines Registers erfordert nach dem Befehl (Operationscode) als Operanden die Angabe eines der Register (A....L). Als zweiter Operand wird der Akkumulator verwendet. Zum Beispiel wird bei dem Befehl

O R A B

der Inhalt des Registers B mit dem Inhalt des Akkus ODER-verknüpft.

Die indirekte Adressierung des Speichers erfolgt immer über ein Registerpaar, wobei das HL-Registerpaar bevorzugt verwendet wird.

M Bei vielen Befehlen der indirekten Speicheradressierung ist das HL-Registerpaar fest vorgegeben.

D.h. bei einem solchen Befehl wird auf den Inhalt einer Speicherstelle zugegriffen, deren Adresse in einem Registerpaar steht. Ein typisches Beispiel ist der Befehl

M O V A,M

Das durch das HL-Registerpaar adressierte Datenbyte im Speicher wird in den Akku transportiert.

Bei der unmittelbaren Adressierung steht das Datenwort bereits im Operanden. Es handelt sich also um alle Befehle, in denen eine Konstante (8 oder 16 Bit) sofort im Operanden angegeben werden muß. (Diese Befehle erkennt man an dem I als letzten Buchstaben im Mnemoniccode, I abgeleitet von dem englischen Wort immediate für unmittelbar.)

Zwei Beispiele für die unmittelbare Adressierung sind

L X I S P, 1BFFH,

hier wird das Stapelzeiger-Register SP mit der hexadezimalen Adresse 1BFF geladen, und beim

M V I B, 00H

wird das Datenwort 00 in das Register B geschrieben. Die unmittelbaren Befehle werden in Programmen relativ häufig verwendet.

Bei der impliziten Adressierung ist die vollständige Funktion des Befehls bereits durch den Operationscode beschrieben. Es sind keine Operanden erforderlich. Die Adressierung ist im Operationscode impliziert. (Implizieren kommt aus der lateinischen Sprache und bedeutet einbeziehen oder inbegriffen sein.) Beispiele sind die beiden Befehle, die nur auf das Carry-Bit wirken

C M C und S T C

(Lesen Sie die Funktion der Befehle in der vorherigen Lektion unter den Befehlsbeschreibungen nach.)

Eine Kombination aus direkter und indirekter Adressierung stellen beispielsweise die CALL-Befehle dar. Die direkte Adresse wird in den Befehlszähler geladen und stellt den Anfang des aufgerufenen Unterprogramms dar. Gleichzeitig erfolgt indirekt die Sicherstellung des augenblicklichen Befehlszählerinhaltes in dem Stapelzeigerregister. Diese Adresse wird wieder benötigt, wenn der Rücksprung aus dem Unterprogramm erfolgt. (Siehe auch Abschnitt über Unterprogramme in dieser Lektion.)

Der Einsatz unterschiedlicher Adressierungsarten hat ganz wesentlichen Einfluß auf den Programmablauf. Wir wissen, daß immer dann, wenn es auf eine zeitkritische Programmierung ankommt, in der Assembler-Sprache gearbeitet wird. Die Befehlsausführungszeit ist wesentlich von der Adressierungsart abhängig. Die Befehle, welche die implizite Adressierung oder die indirekte Speicheradressierung verwenden, werden sehr schnell ausgeführt, da für das Auslesen des Befehls aus dem Speicher nur ein Zugriff erforderlich ist (1-Byte-Befehle! Siehe Befehlsbeschreibung Lektion 2.)

Erfordert ein Befehl die Angabe einer Adresse im Operandenfeld, so handelt es sich um einen 3-Byte-Befehl, der eine entsprechend längere Ausführungszeit hat, da 3 mal auf den Speicher zugegriffen wird, um den Befehl vollständig auszuführen.

Noch längere Ausführungszeiten haben beispielsweise die CALL-Befehle. Es handelt sich zwar auch um 3-Byte-Befehle, aber es wird ja noch jeweils der letzte Befehlszählerinhalt gesichert. Wenn Sie sich auch hier noch einmal die Beschreibung der Befehle in der vorherigen Lektion anschauen, sehen Sie, daß die CALL-Befehle eine besonders hohe Anzahl von Taktzyklen aufweisen.

M Je höher die Zahl der Speicherzugriffe in einem Befehl, um so länger ist die Ausführungszeit des Befehls.

1.1.2 Das Arbeiten mit symbolischen Adressen beim Programmieren

In diesem Zusammenhang soll auch noch ein weiteres die Adressierung betreffendes Problem erläutert werden.

M

Die sehr maschinennahe Programmierung in der Assembler-Sprache erfordert genaue Kenntnis des Speicheraufbaus.

Während der Programmierung wird diese Kenntnis genutzt, indem z.B. Speicherzellen gezielt angesprochen werden. Da man sich aber während des Programmierens noch nicht mit den absoluten Adressen in Hex-Form herumplagen möchte und vielleicht den Wert zu Beginn auch noch nicht kennt, hat man in dem Assembler die Möglichkeit mit symbolischen Marken oder Namen zu arbeiten eingebaut.

Das bedeutet, daß man sich während der Programmerstellung beliebige Marken und Namen auswählen kann und mit diesen, statt den absoluten Adreßwerten, arbeitet. (Die Einschränkungen bei der Wahl von Namen wurden in der vorherigen Lektion unter der Beschreibung des Markenfeldes genannt.)
Nachdem ein Programm in den Computer eingegeben und der Assembler gestartet wurde, weist jetzt der Assembler während der Übersetzung in den Maschinencode den symbolischen Marken absolute Adressen zu.

Namen erhalten zu Beginn eines Programms eine Adreßzuweisung durch den Programmierer. Danach kann er die Namen beliebig oft einsetzen. Der Assembler übernimmt wieder während des Übersetzungslaufes die Umsetzung in die absoluten Adreßwerte.

Die Verwendung dieser Symbolik hat drei ganz wesentliche Vorteile

M

* Die Programme werden übersichtlicher und durchschaubarer
* Bei erforderlichen Änderungen von Werten, die durch symbolische Namen dargestellt werden, erfolgt die Änderung nur an einer Stelle, nämlich zu Beginn des Programms in der Zuweisungszeile. Die Änderungen im Programm führt dann der Assembler aus.
* Beim Einfügen von Befehlszeilen in ein Programm weist der Assembler den Marken und den als Operanden verwendeten Namen der Marke die erforderlichen neuen Adressen zu.

Der erste Vorteil ist sicher leicht zu verstehen. Der Mensch gewöhnt sich viel schneller an ein paar (meist sinnvolle) Namen, als an eine gleiche Anzahl von Adressen im Hex-Format. Den zweiten Vorteil veranschaulicht folgendes Beispiel:

```
WERT    EQU   04H          ; Dem Namen WERT wird 04 zugewiesen
MVI     A,WERT             ; Der Akku wird mit 04 geladen
---                        ;
---                        ;
---                        ;
MVI     D,WERT             ; Register D wird mit 04 geladen
---                        ;
---                        ;
---                        ;
---                        ;
SUI     B,WERT             ; Vom Register B wird 04 subtrahiert
---                        ;
---                        ;
---                        ;
---                        ;
 .                         .
 .                         .
 .                         .
```

Würde in diesem Beispiel am Anfang die Zuweisung WERT EQU 04H nicht stehen, müßte bei einer Änderung der Konstanten an jeder Stelle, wo jetzt WERT steht, die neue Konstante eingetragen werden. Das ist in umfangreichen Programmen mühsam! (EQU ist ein Pseudo-Befehl des Assemblers für die Zuweisung.)

Für den dritten Vorteil gilt ähnliches. Bei einer Adressenverschiebung durch Einfügen oder Löschen von Zeilen müßte jede Adresse, die in einem Programm als Konstante steht, geändert werden. Bei Verwendung von Marken erfolgt diese Neuzuweisung beim Assemblieren automatisch.

K Frage: Welche Einschränkungen muß man bei der Wahl symbolischer Namen bzw. Adressen beachten!

1.2 Problembeschreibungen und das Erstellen von Programmablaufplänen (Flußdiagramme)

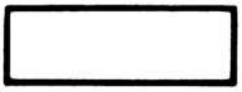
Vor der Erstellung eines Programms, welches die Summe aller Befehle ist, die zur sinnvollen Lösung eines Problems erforderlich sind, muß eine Problemanalyse durchgeführt werden. D.h. der Programmierer muß wissen, was von ihm bzw. dem von ihm zu erstellenden Programm erwartet wird. Am Anfang wird also eine verbale Beschreibung der Aufgabe stehen. Das ist eine Forderungsliste, die an das zu schreibende Programm gestellt wird.

Im ersten Analyseschritt sind dann die

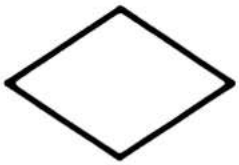
verfügbaren Eingangsdaten bzw. -signale
und die
erwarteten Ausgangsdaten bzw. -signale

zu klären. Eingangsdaten können beispielsweise von Peripheriegeräten, Datenleitungen, Analog/Digital-Wandlern usw. kommen. Weiter muß geklärt werden, in welcher Form und wann Eingangsdaten vorliegen, was soll passieren, wenn der Computer falsche Daten erkennt, usw.

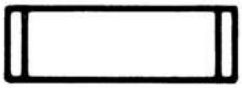
Symbole für die Erstellung von Programmablaufplänen
(Flußdiagramme)



Operation
(allgemein)



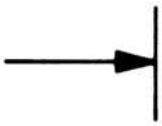
Verzweigung, Unterprogrammsprung
(bedingt oder unbedingt)



Unterprogramm

Ein- bzw. Ausgabe

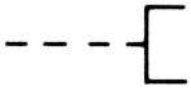
Ablauflinie



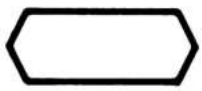
Zusammenführung

Grenzstelle (Start, Ende)

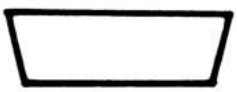
Übergangsstelle



Bemerkung (Kommentar)



Programmodifikation



Operation
(manuell)

Auf der Ausgangsseite können die Daten wiederum an ein Peripheriegerät (z.B. Drucker oder Floppy-Laufwerk) oder beispielsweise auch über Digital/ Analog-Wandler an die Stellglieder einer Maschine gehen. Auch hier gelten die Fragen: Wann und wie lange müssen die Signale zur Verfügung stehen, in welcher Form müssen sie anliegen, sind Prioritäten zu beachten, welche Fehlerbehandlungen sind erforderlich, usw.?

Das Verbindungsstück zwischen diesen Fragen- bzw. Forderungskatalogen ist das zu erstellende Programm. Es hat sich dabei als sinnvoll erwiesen, das Gesamtproblem in kleinere Teilprobleme zu zergliedern und dafür einen Ablaufplan, der vielfach auch unter der Bezeichnung Flußdiagramm bekannt ist, zu erstellen.

Die in Flußdiagrammen verwendete Symbolik ist genormt (DIN 66001) und in Bild 1 dargestellt. Der erläuterte Sachverhalt soll jetzt an einem einfachen Beispiel mit einem Flußdiagramm veranschaulicht werden:

Aus einem Automaten sollen drei Schachteln Zigaretten gekauft werden. Da auf das Rauchen nicht verzichtet werden soll, muß, falls das Fach leer ist, eine andere Marke gewählt werden. Außerdem muß ein anderer Automat gewählt werden, falls der erste defekt ist. Ziel ist es eben, drei Schachteln Zigaretten zu besitzen.

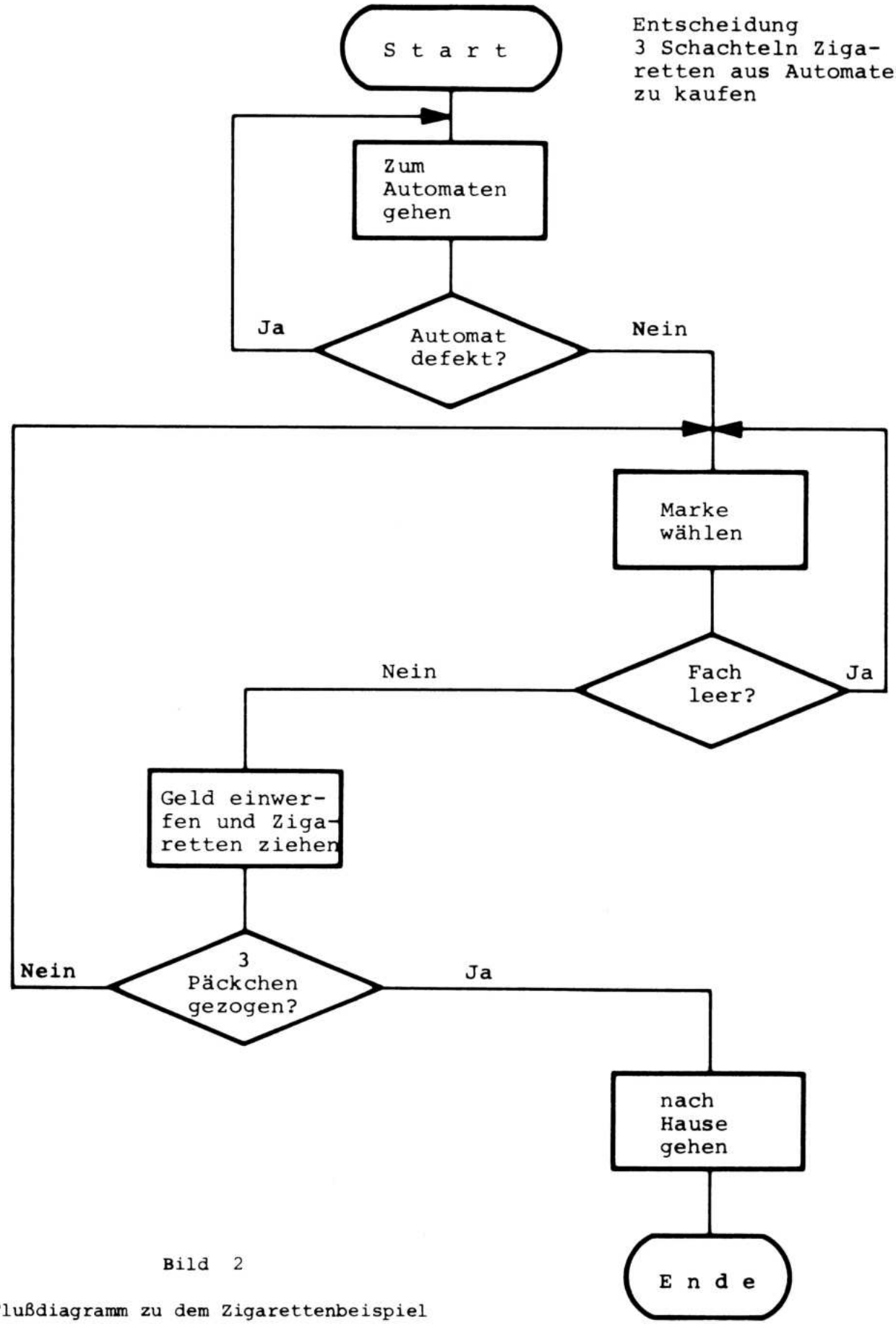


Bild 2

Flußdiagramm zu dem Zigarettenbeispiel

Zu jeder später zu besprechenden in sich abgeschlossenen Programmieraufgabe werden wir auch ein Flußdiagramm aufstellen. Sie sind ein wichtiges Hilfsmittel! Fassen wir kurz die Eigenschaften von Flußdiagrammen nach Vor- und Nachteilen getrennt zusammen.

M

Vorteile: Flußdiagramme sind bei kleinen bis mittleren Aufgabenstellungen mit guten Formulierungen allgemein verständlich.
Die Gliederung eines Gesamtproblems in Teilprobleme ist mit Flußdiagrammen möglich.
Flußdiagramme zeigen den logischen Ablauf.
Flußdiagramme sind Hilfsmittel zum Auffinden von Fehlern und zum Anzeigen des Arbeitsfortschritts.
Die Standard-Symbole sind genormt.

Nachteile: Flußdiagramme müssen vor der Erstellung logisch genau durchdacht sein, da die Erstellung und eine evtl. spätere Änderung schwierig sind.
Flußdiagramme geben keine Details, sondern nur den Gesamtablauf wieder.
Flußdiagramme zeigen keine Hardware-Probleme oder Schwierigkeiten bei zeitkritischen Anwendungen.
Flußdiagramme sind bei komplexen Aufgabenstellungen entweder zu unübersichtlich, da sie zu fein gegliedert sind, oder haben nur geringen Aussagewert, da wegen der besseren Übersicht zu grob gegliedert wurde.

Der Vollständigkeit halber sei erwähnt, das heute auch andere Verfahren der Problemanalyse, Problemdarstellung und Problemlösung verwendet werden. So zum Beispiel das Verfahren der modularen Programmierung. Dabei wird eine Aufgabe in Teilaufgaben gegliedert, wobei jedes dieser Teilprogramme als Modul bezeichnet wird. Gleiche oder ähnliche Module, von denen man weiß oder ahnt, daß sie häufiger verwendet werden, legt man in einer sogenannten Modul-Bibliothek ab. Aus dieser Bibliothek werden dann bei einer neuen Aufgabenstellung bereits vorhandene Module entnommen und in das neue Programm eingebunden.
(→ Verkürzung von Programmierzeit)

Bei der strukturierten Programmierung geht man davon aus, daß sich alle Programme aus drei (oder weniger) Grundstrukturen zusammensetzen und sich so

übersichtlich darstellen lassen. Als grafische Übersicht werden sogenannte Strukturprogramme (nach Nasi-Schneidermann) verwendet.

Im Prinzip sind ja Module oder Strukturen auch wieder in sich geschlossene Programme. Für deren Erstellung und Prüfung gibt es das Verfahren der schrittweisen Verfeinerung. Hier unterscheidet man zwei Methoden: Grundsätzlich werden wieder Teilprobleme gebildet. Beginnt man mit der Lösung von oben nach unten, ist es die "Topdown"-Methode, umgekehrt heißt die Methode "Bottom up".

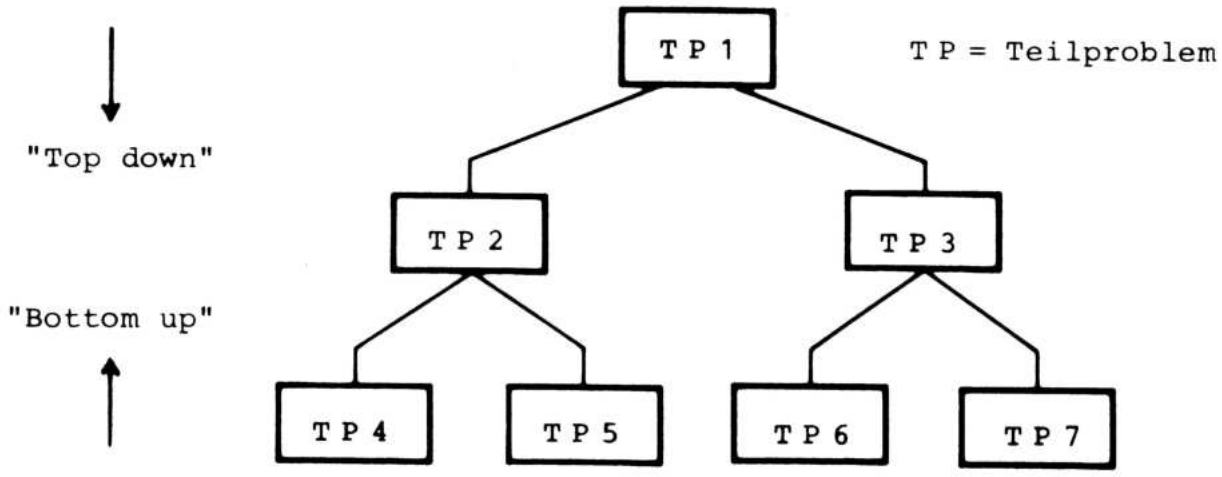


Bild 3

Es würde zu weit führen, wenn wir an dieser Stelle jedes Verfahren vertiefen, d.h. erklären und in die Anwendung einführen. Wir verweisen hier auf die umfangreiche Literatur, die es in Form von Büchern und Zeitschriftenaufsätzen gibt. (Wer sich einen Überblick verschaffen will, mag in dem Buch "8080/8085, Programmieren in Assembler" von Lance A. Leventhal, erschienen im te-wi-Verlag, München, nachlesen.)

1.3 Programmstrukturen und das Programmieren von Schleifen (Bedingte und unbedingte Sprünge)

Die nachfolgend zu beschreibenden Grundstrukturen von Programmen entsprechen denen der strukturierten Programmierung. Wir wollen hier nicht den Umgang dieser Strukturen im Zusammenhang mit der strukturierten Programmierung erläutern, sondern Ihnen den Aufbau dieser Grundformen nahe bringen.
Diese sind

M

die lineare Struktur
die Schleifenstruktur und
die bedingte Struktur

Diese Strukturen sind prinzipiell nicht von einer bestimmten Programmiersprache abhängig, jedoch bei höheren Sprachen leichter zu realisieren.

Die lineare Struktur ist nichts weiter als eine Aufeinanderfolge von Befehlen, die hintereinander abgearbeitet werden. Es gibt nur einen Anfang und ein Ende. Man könnte unser Beispiel mit dem Kaufen von Zigaretten aus dem Automaten folgendermaßen umformulieren:

Entscheidung Zigaretten zu kaufen.
In einen geöffneten Zigarettenladen gehen.
Gewünschte Zigaretten kaufen.
Nach Hause gehen.
Rauchen.

In dieser Folge gibt es keine Abfragen (Verzweigungen auf Grund von Bedingungen) wie z.B. "Automat defekt?", "Fach leer?" und "bereits 3 Schachteln gezogen?" Es handelt sich um nacheinander auszuführende Tätigkeiten, die wir in einem Programm mit aufeinanderfolgenden Befehlen vergleichen können. Für einen Computer würde dann ein Programm so lauten:

```
Anfang
Befehl 1
Befehl 2
Befehl 3
  .
  .
  .
Ende
```

Der grundlegende Inhalt einer Schleifenstruktur läßt sich mit Worten so beschreiben:

M

Führe das Programm aus, solange die Bedingung erfüllt ist.

"Führe aus - Solange"-Form, die engl. Bezeichnung ist "Do-While-loop".

D.h., ein Programm wird nur so lange ausgeführt und ständig wiederholt, wie eine vorgegebene Bedingung erfüllt (wahr) ist. Das wird anschaulich, wenn wir aus unserem ersten Zigaretten-Beispiel nur das Ziehen der 3 Schachteln Zigaretten betrachten und in einem Flußdiagramm darstellen.

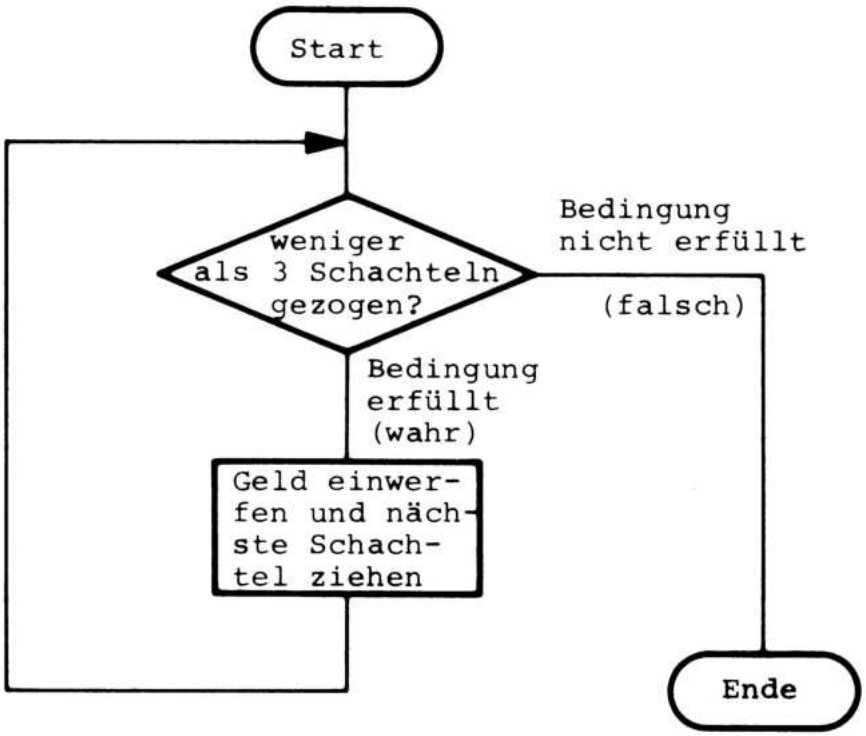


Bild 4 Beispiel für Schleifenstruktur

Wenn Sie den Text im Abfragefeld durch "Bedingung erfüllt?" und im Operationsfeld mit "Programm" ersetzen, erhalten Sie eine allgemeine Form der Schleifenstruktur.

Bei der bedingten (Verzweigungs-)Struktur sieht es ähnlich der Schleifenstruktur aus, jedoch endet hier der "Bedingung nicht erfüllt"-Pfad in einem zusätzlichen Programm und nicht am Ende. Die Bedingung verzweigt also in zwei unter-

schiedliche Programme, von denen eines, je nach Abfrageergebnis durchlaufen wird. Danach wird das Ende erreicht.

Bleiben wir in unserem Beispiel bei den Zigaretten, so können wir folgendes Flußdiagramm zeichnen

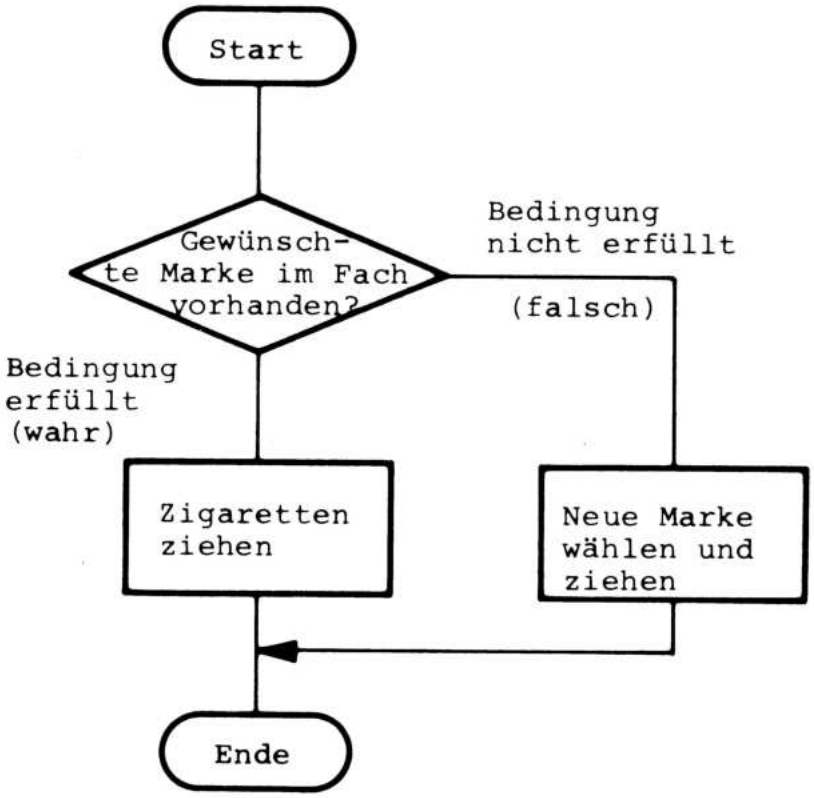


Bild 5 Beispiel für bedingte Struktur

Wir merken uns die Formulierung für die bedingte Struktur

M Wenn die Bedingung erfüllt (wahr) ist, dann führe Programm 1 aus, sonst (wenn nicht erfüllt) Programm 2

"Wenn-dann-sonst"-Form, die engl. Bezeichnung ist "if-then-else".

Aus dem eben geschilderten und bei Betrachtung der Bilder ziehen wir folgenden Schluß:

M Ist eine Abfragebedingung wahr, wird das Programm bei dem nächst

folgenden Befehl (nach der nicht auszuführenden Sprungangabe) fortgesetzt.
Ist eine Abfragebedingung falsch, ist ein Sprung zu einem anderen Programm (oder Programmteil) oder zum Programmende erforderlich.

In der Schreibweise mit Befehlen des Befehlssatzes der 8080/8085 sieht das in einem Beispiel so aus:

```
PROG-1:     .
            .
            .
            SUI     OAH     ;   ziehe Konstante OAH vom
                            ;   Inhalt des Akku ab.
            JNZ     PROG-2  ;   Springe nach Programm
                            ;   PROG-2, wenn der Akku-
                                Inhalt nicht OOH ist
WEITER:     MOV     B,A     ;   Fortsetzung des Programms
            .               ;   PROG-1, wenn der Akku-In-
            .               ;   halt OOH ist.
```

Das zugehörige Flußdiagramm zu diesem Beispiel sieht folgendermaßen aus.

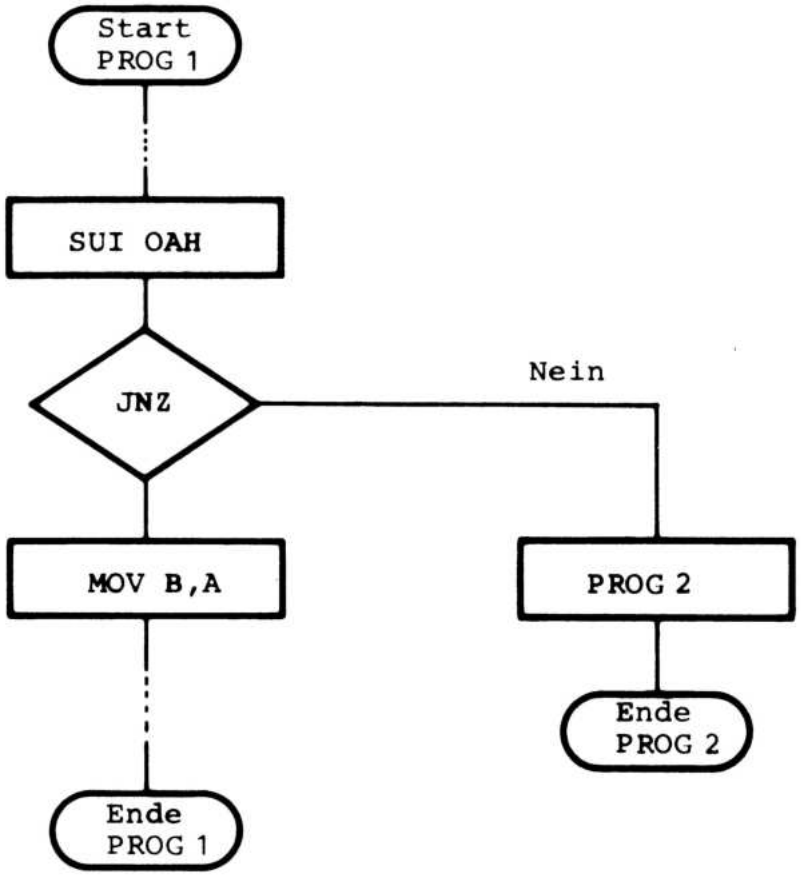


Bild 6

Dieses ist nur ein Beispiel. Wir werden in den späteren Aufgaben häufig mit den bedingten Sprüngen und Rücksprüngen arbeiten. (Gehen Sie an dieser Stelle noch einmal in die 2. Lektion zurück und lesen nach, welche Befehle es in der bedingten Form gibt.)

Wie Sie bei der Beschreibung des Befehlssatzes gesehen haben, gibt es auch zwei unbedingte Sprünge. Diese sind nicht von irgendwelchen Voraussetzungen (Bedingungen) abhängig und werden sofort und in jedem Fall ausgeführt. Man kann damit zu jeder Zeit an jede (sinnvolle) Stelle des Programms springen.

Bezüglich der Ausführung der bedingten Befehle gibt es zwischen dem 8080 und 8085 einen Unterschied. Unabhängig davon, ob die Bedingung erfüllt ist oder nicht, holt der 8080 alle 3 Bytes des Befehls. Beim 8085 wird dagegen parallel während der Hol-Phase des zweiten Befehls das Ergebnis der Bedingungsabfrage festgestellt. Der 8085 läßt das Holen des dritten Bytes aus, wenn die Bedingung nicht erfüllt ist. Dadurch kommen kürzere Ausführungszeiten

zustande (siehe bei Taktzeiten in der Beschreibung des Befehlssatzes in der 2. Lektion).

K Frage: Wovon sind verzweigte Programmstrukturen abhängig?
Welches Merkmal unterscheidet sie?

1.4 Das Arbeiten mit Unterprogrammen

1.4.1 Verwendung des Kellerspeichers und Stapelzeigerregisters

In einem Hauptprogramm werden Funktionen, die mehrfach während eines Programmlaufs ausgeführt werden sollen, als sogenannte Unterprogramme programmiert. D.h. sie werden im Hauptprogramm nicht so oft hingeschrieben, wie sie ausgeführt werden sollen, sondern nur ein einziges Mal. An jeder Stelle, wo jetzt diese im Unterprogramm programmierte Funktion gebraucht wird, muß mit einem bedingten oder unbedingten Unterprogrammaufruf in dieses Unterprogramm gesprungen werden. Von jedem Unterprogramm kann (theoretisch) in beliebig viele weitere Unterprogramme verzweigt werden.

Das Ende eines Unterprogramms ist in der Regel ein Rücksprung in das Hauptprogramm. Dieser kann wieder, wie beim Einsprung, bedingt oder unbedingt ausgeführt werden (siehe Programmaufrufe und Rücksprungbefehle in der 2. Lektion unter Befehlsbeschreibungen). Das folgende Bild 7 zeigt die formale Struktur eines Hauptprogramms mit Unterprogrammaufrufen.

M Wir erkennen daraus, daß der Rücksprung an die nächstfolgende Adresse nach dem Aufruf, der aus dem Operationscode und der 2-Byte-Adresse besteht, erfolgt.

1C00
1C11
1C12
1C13
21A1
21A2
21A3
21A4
701A
701B
701C
701D
CALL
00
8A
1. Aufruf UP1
2. Aufruf UP1
3. Aufruf UP1
3. Rücksprung UP1
2. Rücksprung UP1
3. Rücksprung UP1
8A00
8A01
8A02
8A03
8A04
8A05
8A06
8B28
8B29
8B2A
8B2B
8B2C
8B2D
8B2E
8B2F
CALL
1E
8D
1. Aufruf UP2
2. Aufruf UP2
1. Rücksprung UP2
2. Rücksprung UP2
8D1E
8D1F
8D20
8D21
8D22
8D23
8D24
RET

Bild 7

Nach dem Rücksprung aus dem Unterprogramm in das Hauptprogramm muß die Adresse des CALL-Befehls noch bekannt sein, da mit dem nächsten Befehl in der folgenden Adresse weiter gearbeitet wird.

In der Praxis wird nicht diese Adresse, sondern bereits die dem CALL-Befehl folgende gesichert. Wenn das dritte Byte des 3-Byte-CALL-Befehls geholt wurde, wird der Befehlszähler um 1 erhöht und abgespeichert. Damit steht die Rücksprungadresse bereits zur Verfügung.

Die Frage ist nun, wohin diese Rücksprungadresse gesichert wird. Als Programmierer müssen wir im Hauptprogramm einen RAM-Speicherbereich definieren, in dem solche Informationen zwischengespeichert werden können. Das kann prinzipiell an beliebiger Stelle, muß jedoch vor dem ersten Befehl, der den Inhalt des Stapelzeiger-Registers SP anspricht (z.B. SPHL) oder einem Unterprogrammaufruf, erfolgen.

Dieser RAM-Bereich, in dem solche Adressen oder auch Registerinhalte für kurze Zeit zwischengespeichert werden, wird Kellerspeicher oder Stapelspeicher genannt, engl. stack. Meist wird auch im deutschen Sprachgebrauch vom Stack oder Stackbereich gesprochen. Zur Definition dieses Speicherbereiches wird zweckmäßigerweise die höchste im System vorkommende Speicheradresse verwendet. Die Begründung dafür ist sehr einfach:
Abzulegende Werte werden in der Reihenfolge ihres Auftretens im Speicher aufeinandergestapelt, d.h. der letzte Wert liegt ganz oben. Wird diesem Speicher etwas entnommen, wird der Stapel wieder von oben abgebaut.

M

Ein Anwenderprogramm liegt im Speicher ab einer Anfangsadresse in Richtung steigender Adreßwerte. Der Stackbereich wächst von höchster Adresse in Richtung fallender Adressen.
Um eine Kollision zwischen Stackbereich und Anwenderprogramm zu vermeiden, sollte sich der während des Programmlaufs verändernde Stackbereich möglichst weit vom Anwenderprogramm befinden, Bild 8. Andernfalls würde der Stack das Anwenderprogramm überschreiben und zerstören. Das führt zum unkontrollierten "Programmabsturz".

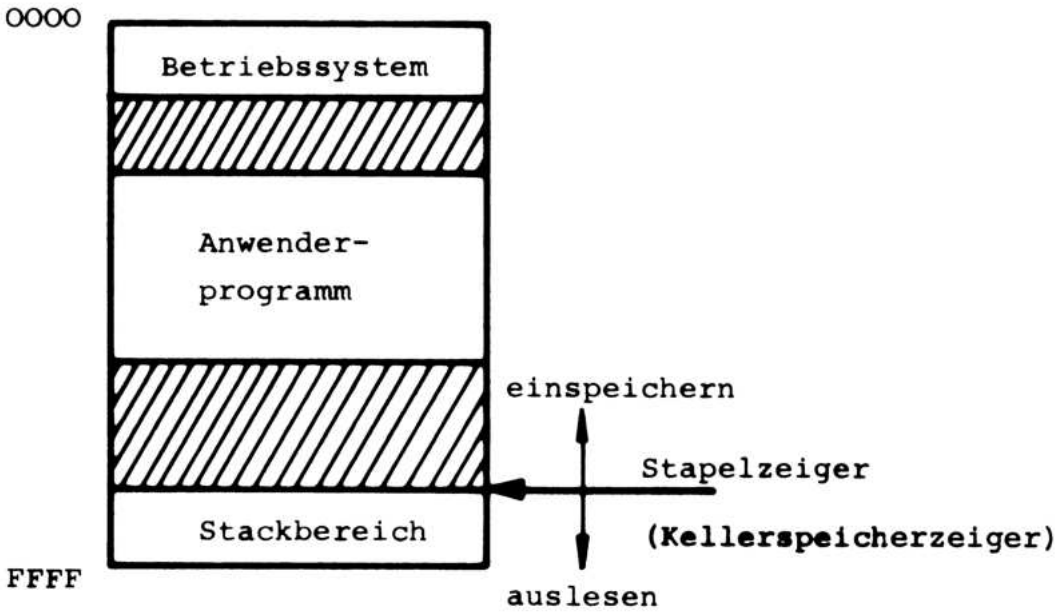


Bild 8

Den "Füllstand" des Stackbereiches zeigt der sogenannte Stapelzeiger, den wir bereits mehrfach erwähnt hatten. Er wird dargestellt durch eine 16-Bit-Adresse, die im Stapelzeigerregister steht.

Was muß nun programmiert werden, um ein Unterprogramm aufzurufen und nach Abarbeitung wieder sinnvoll in das Hauptprogramm zu gelangen? Erwähnt haben wir bereits, daß die dem Aufruf folgende Adresse automatisch im Stackbereich abgelegt wird. Wenn nun im Unterprogramm Registerinhalte verändert werden, so müssen die vorherigen Zustände beim Verlassen des Hauptprogramms auch gesichert werden, damit sie beim Rücksprung ins Hauptprogramm wieder zur Verfügung stehen und der alte Zustand hergestellt werden kann. Das Abspeichern erfolgt mit dem PUSH-, das Rückladen der Register mit dem POP-Befehl.

Das Sichern im Stackbereich und das Rückladen in die Register kann entweder vor dem CALL und nach dem RET im Hauptprogramm oder nach dem CALL und vor dem RET im Unterprogramm erfolgen, siehe folgendes Beispiel. Es ist wichtig, daß die Reihenfolge der PUSH- und POP-Befehle beachtet wird! Im englischen wird dieses Prinzip mit LIFO abgekürzt, last in - first out.

Hauptprogramm

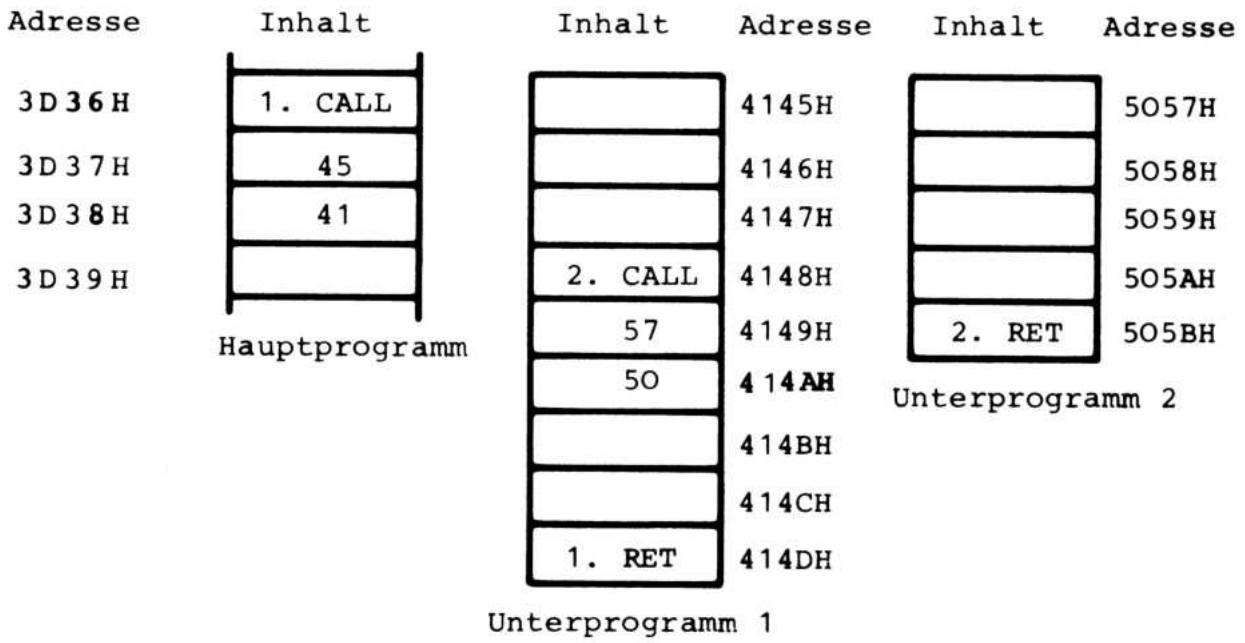
```
—
—
ADC     B
PUSH    A
PUSH    B
CALL    UP1
POP     B
POP     A
MOV     M,A
—
—
```

```
UP1
—
Veränderte Register
A, B, C
—
RET
```

```
—
—
ADC     B
CALL    UP1
MOV     M,A

—
—
```

```
UP1
PUSH    A
PUSH    B
—
—

Veränderte Register
A, B, C
—
—
—
POP     B
POP     A
RET
```

Wie wir aus dem Beispiel sehen, müssen die POP-Befehle in umgekehrter Reihenfolge wie die PUSH-Befehle geschrieben werden. War beim Ablegen im Stack der letzte Befehl PUSH B, so muß beim Zurückladen in die Register als erstes ein POP B folgen. Das folgende Bild 9 zeigt Programm- und Stackbereich bei zwei geschachtelten Unterprogrammen. Man verwendet die Bezeichnung geschachtelt, wenn ein Unterprogramm noch ein weiteres Unterprogramm aufruft.



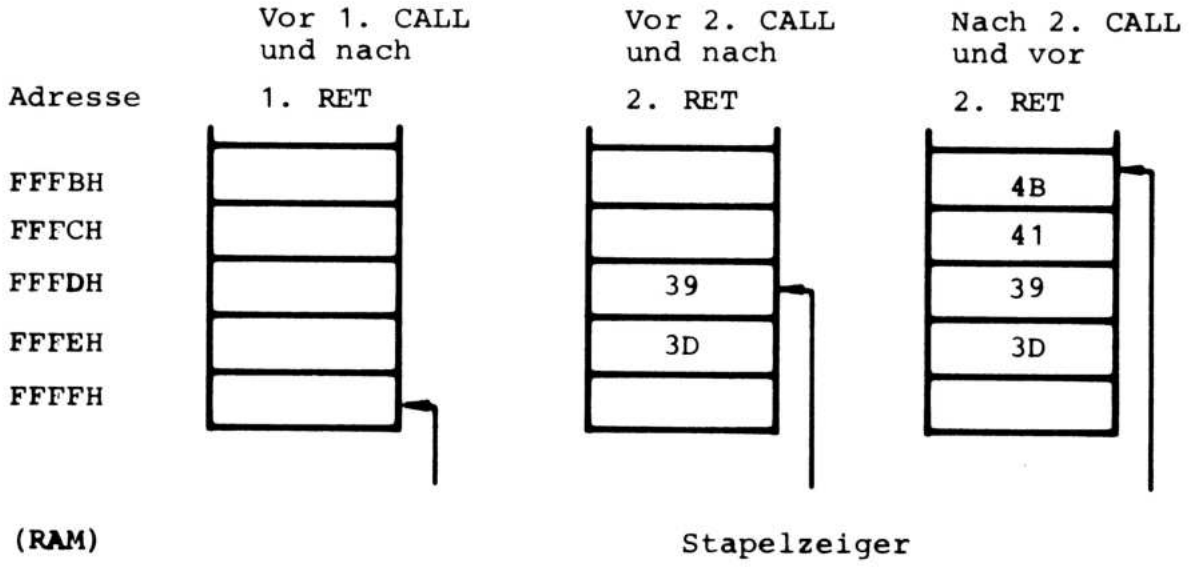


Bild 9

Weitere den Stackbereich betreffende Befehle verändern den Inhalt dieses Kellerspeichers oder den Inhalt des Stapelzeigerregisters. (Siehe Befehlsbeschreibungen in der Lekt. 2.) Fassen wir nun die wesentlichen Punkte zum Thema Programmierung von Unterprogrammen folgendermaßen zusammen:

M

Unterprogramme werden nur einmal programmiert und können durch Aufrufe beliebig oft ausgeführt werden.

Das Rücksprungziel (Adresse im Hauptprogramm) und während des Unterprogrammlaufs nicht veränderbare Registerinhalte müssen in den Stackbereich gerettet werden.

Bevor den Stackbereich betreffende Befehle programmiert werden, muß dieser definiert werden (LXI SP, adr., wobei adr die höchste verfügbare RAM-Adresse ist).

Es wird in umgekehrter Reihenfolge ge'POP't wie ge'PUSH't.

Unterprogramme können wieder Unterprogramme aufrufen.

1.4.2 Bedingte und unbedingte Unterprogrammaufrufe und -rücksprünge

Bisher haben wir die für Unterprogramme erforderlichen Aufrufe und Rücksprünge nur allgemein besprochen. Wir müssen jedoch noch zwischen den bedingten und unbedingten Formen unterscheiden.

Die unbedingten Befehle sind für den Aufruf der CALL- und für den Rücksprung der RET-Befehl. Mit dem CALL wird ohne jede Bedingung sofort in das aufgerufene Unterprogramm gesprungen und dieses nach einem RET verlassen.

Die bedingten Befehle rufen nur dann einen Sprung in das angegebene Unterprogramm hervor, wenn das Ergebnis der Abfragebedingung wahr ist. Ebenso kann der Rücksprung bedingt erfolgen. Diese Befehle sind für den

Aufruf	Rücksprung
CNZ	RNZ
CZ	RZ
CNC	RNC
CC	RC
CPO	RPO
CPE	RPE
CP	RP
CM	RM

Die Erläuterungen zu den Befehlen finden Sie wieder in der vorherigen Lektion.

Ein einfaches Beispiel kann durch folgende Aufgabenstellung gegeben sein: In einem Hauptprogramm soll in ein Unterprogramm nur dann verzweigt werden, wenn der Akku einen bestimmten Inhalt hat. Nehmen wir an, dieser Wert sei OOH. In unserem Beispiel kann dieser Wert über die Tastatur eingegeben und dann geprüft werden. Das Unterprogramm soll ebenfalls über eine solche Abfrage verlassen werden, z.B. dann, wenn der Akku nicht Null ist.

```
      Hauptprogramm                          Unterprogramm UP
        ---                                    ---
        ---                                    ---
        ---                                    ---
EIN:  Eingabewerte von                 TAST:  Eingabe von
      Tastatur abfragen                       Tastatur abfragen
      Wert=OOH→CZ  UP                         Wert=OOH→JMP  TAST
      Wert≠OOH→JMP EIN                        Wert≠OOH→RNZ
        ---
        ---
        ---
        ---
      ENDE
```

1.5 Das Arbeiten mit Makros

Eine große Hilfe und Unterstützung während des Programmierens umfangreicher Aufgaben ist die Verwendung sogenannter Makros. Man kann damit jedoch nur an Programmierplätzen arbeiten, die einen makrofähigen Assembler zur Verfügung stellen.

Wenn in einem Programm gleiche, häufig wiederkehrende Befehlsfolgen vorkommen, so wird diese Folge nur einmal hingeschrieben. Dann wird sie als Makro erklärt und mit einem Namen versehen. Die große Vereinfachung besteht nun darin, daß immer dann, wenn diese Befehlsfolge erforderlich wird, nur der Makroname genannt werden muß. Der Makro-Assembler fügt dann während des Assemblierens anstelle dieses Namens die nur einmal programmierten Befehle automatisch ein. Ein weiterer Vorteil von Makros ist der, daß bei einem Fehler in einem Makro

dieser natürlich nur einmal im Makro selbst und nicht bei jedem Makro-Aufruf korrigiert werden muß.

Makros sind nicht mit Unterprogrammen zu verwechseln. Unterprogramme bringen die Vereinfachung im Programmablauf und im Programmvolumen, während Makros die Vereinfachung während des Programmierens ermöglichen. Auch für Makros kann man sich eine Sammlung anlegen. Dann spricht man von einer Makro-Bibliothek. Makro-Assembler sind Programme, die nur auf Systemen mit Massenspeichern und entsprechendem Speicherausbau ablaufen.

Beispiel:

```
            Hauptprogramm
            ——
            ——
            ——
            Makro "Ausgabe"       ; Makrodefinition
                  MOV A,C         ;
                  OUT FFH         ;
                  Ende Makro      ;
            ——
            ——
            ——
            ——
            Ausgabe
            ——
            ——
            ——
            Ausgabe
            ——
            ——
            ——
            Ausgabe
            ——
            ——
            ——
            ENDE Hauptprogramm
```

An jeder Stelle im Hauptprogramm, an der der Makro-Name Ausgabe gefunden wird, fügt der Assembler die Befehle MOV A,C und OUT FFH selbsttätig ein.

K Frage: Können Sie einige Stichworte zu Tätigkeiten nennen, die vor der eigentlichen Programmierarbeit auszuführen sind?

2. Abschließende Einführung in die Bedienung des "micromaster" (Beschreibung weiterer 6 Kommandos)

Damit Sie die später noch zu behandelnden Programmieraufgaben ausführen können, werden wir jetzt die restlichen 6 Kommandos, die die Betriebssoftware des "micromaster" zur Verfügung stellt, besprechen. Bei der Inbetriebnahme beachten Sie bitte die Hinweise der ersten Lektion (Abschnitt 5.2).

2.1 Übung mit Kommando 3:

Das Kommando 3 ermöglicht das Umrechnen von Adressen, die in einem Programm als Operanden verwendet werden. Diese Umrechnung ist z.B. erforderlich, wenn ein Programmteil innerhalb des Speichers mit dem Kommando 2 verschoben wurde. Die Bedienung des Kommando 3 üben wir an einem simplen Beispiel. Wir gehen jetzt davon aus, daß Sie mit dem Umgang der Kommandos O - 2 und 7 vertraut sind.

Als Übungsbeispiel sei das folgende kleine Programm gegeben:

```
C3 OO 18          JMP  18OOH
```

Der Hex-Code, beginnend mit C3 soll ab Speicherstelle 18OOH liegen. Da es sich bei dem Befehl um einen Sprung auf die absolute Adresse 18OOH handelt, stellt dieser eine Befehl eine Endlosschleife dar. D.h. die Ausführung dieses Befehls bewirkt, daß ein Sprung auf sich selbst erfolgt und er somit immer wieder zur Ausführung gelangt.

"micromaster"	Anwender
Der "micromaster" meldet sich mit blinkender Schreibmarke in der Kommandostelle -.	Gerät einschalten
	Mit Kommando O die drei Hex-Codes des Programms ab Adresse 18OOH eingeben. Eine Kontrolle rückwärts mit der (-)-Taste muß den Speicherinhalt O. 18OO = C3 O. 18O1 = OO O. 18O2 = 18 ergeben.
	Kommando 2 ausführen mit AA = 18OOH EA = 18O2H bA = 19OO Dadurch wird das Programm ab Adresse 19OOH kopiert. Hier ist es jedoch als Endlosschleife nicht ablauffähig, da im Programm ja der Sprung nach 18OO steht.
	Kontrolle mit Kommando O ergibt O. 19OO = C3 O. 19O1 = OO O. 19O2 = 18
	(Überschreiben Sie mit Kommando O den Inhalt von Speicherstelle 18O2 mit OOH. Dann starten Sie mit Kommando 7 das Programm ab Adresse 19OOH. Was passiert?) Schreiben Sie in die Speicherstelle 18O2H wieder 18 hinein.
	Damit jetzt die Adresse im verschobenen Bereich durch Umrechnung korrigiert wird, führen wir Kommando 3 aus:

"micromaster"	Anwender
	Schreibmarke in Kommandostelle bringen. 3 eingeben und (+)-Taste drükken.
Der "micromaster" antwortet mit 3. AA = 0000	
	Als Anfangsadresse AA tippen wir 1800H ein, (+)-Taste.
Der "micromaster" erwartet die Endadresse EA	
	Wir geben 1802H ein und drücken die (+)-Taste.
3. bA = Adresse	
	Als Bestimmungsadresse geben wir 1900H ein, (+)-Taste.
Der "micromaster" will jetzt die Anfangsadresse des umzurechnenden Bereiches wissen. 3. AU = 0000	
	Dafür ist 1900H und Kommandoabschluß einzugeben.
Es erscheint 3. EU = 0000	
	Als Endadresse des umzurechnenden Bereiches geben wir 1902H ein, (+)-Taste.
Hat der "micromaster" das Kommando 3 ausgeführt, ist die Anzeige bis auf die blinkende 3 in der Kommandostelle dunkel.	
	Mit Kommando 0 kontrollieren wir jetzt die Speicherzellen 1900H bis 1902H. Der Inhalt muß sein 1900H = C3 1901H = 00 1902H = 19
	Die Sprungadresse wurde von 1800H

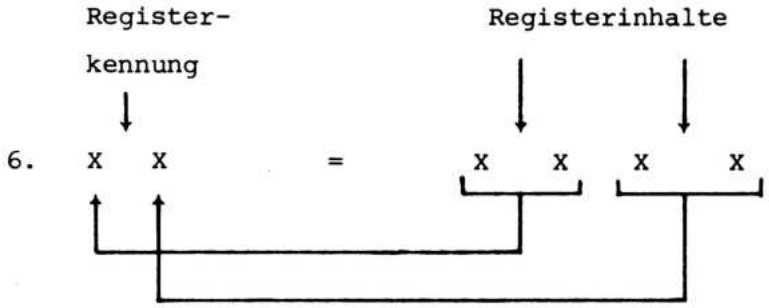
im verschobenen Bereich in 1900H geändert!

Wenn Sie diese Endlosschleife mit Kommando 7 starten, gelangen Sie nur über die Reset-Taste wieder in den Monitor.

Bei diesem kurzen Programm hätte man natürlich auch die Adresse im verschobenen Bereich schnell mit Kommando 0 ändern können. Bei umfangreicheren Programmen ist diese automatische Umrechnungsmöglichkeit aber von großem Vorteil.

2.2 Übung mit Kommando 6:

Das Kommando 6 ermöglicht dem Anwender die Registerinhalte des Mikroprozessors anzuschauen und bei Bedarf auch zu verändern. Nach Aufruf des Kommandos erscheint in der Anzeige



Durch Betätigen der (+)- und (-)-Taste können die Register nacheinander vorwärts und rückwärts ausgegeben werden. Die Reihenfolge ist bei Betätigen von (+):

A F	Akku (A) und Zustandswort (F)
b C	BC-Registerpaar
d E	DE-Registerpaar
H L	HL-Registerpaar
P C	Programmzähler (program counter)
S P	Stapelzeigerregister (stackpointer)
I S	Interruptstatus

Durch Verschieben der Schreibmarke und Eingabe des gewünschten Wertes können

die Registerinhalte verändert werden. Im folgenden Beispiel soll der Inhalt des Programmzählers PC auf Null gesetzt werden. Wie wir wissen, liegt ab Adresse OOOOH der Monitor des "micromaster". Wird danach Kommando 7 eingegeben, sehen wir, daß die Startadresse SA bereits mit OOOOH vorgegeben ist, da wir den Programmzähler vorher mit dieser Adresse geladen haben.

"micromaster"	Anwender
	Gerät einschalten
Die Aufforderung zur Kommandoeingabe erscheint -.	
	Eine 6 eingeben und Abschlußtaste drücken.
In der Anzeige erscheint 6. AF = X X X X	
Die Schreibmarke blinkt in der ersten Stelle des Feldes der Registerinhalte.	
	Betätigen Sie die (+)-Taste jetzt vier Mal hintereinander. Sie sehen, wie nach jedem Betätigen die Register in der Anzeige weitergeschaltet werden.
Nach dem vierten Tastendruck erscheint in der Anzeige 6. PC = X X X X	
	Jetzt geben Sie in die vier rechten Anzeigestellen die Adresse OOOOH ein. Damit ist der Programmzähler mit dieser Adresse geladen.
	Verschieben Sie die Schreibmarke in die Kommandostelle und geben dann eine 7 ein. Drücken Sie die (+)-Taste.
In der Anzeige erscheint 7. SA = O O O O	
	Wenn Sie nochmals die Abschlußtaste drücken, wird der Monitor des "micro-

master" ab Adresse OOOOH gestartet.

In der Anzeige erscheint die Aufforderung zur Kommandoeingabe so, als wenn Sie das Gerät gerade eingeschaltet hätten.

Das Kommando 6 ist ein wichtiges Hilfsmittel beim Austesten von Programmen. Sie haben dadurch unmittelbaren Zugriff zu den Registern.

2.3 Übung mit Kommando 8:

Mit dem Ihnen bereits bekannten Kommando 7 ist es möglich, ein Programm ab einer vorgegebenen Adresse zu starten und ohne Unterbrechung ausführen zu lassen. Da man davon ausgehen kann, daß viele Programme, die man als Anwender schreibt, nicht sofort ohne Fehler laufen werden, hat man mit dem Kommando 8 die Möglichkeit innerhalb des Programms zwei Stopmarken (H1, H2) zu setzen. Das sind vom Anwender vorgebbare Adressen, bei denen die Programmausführung angehalten wird, so daß der Anwender dann eine Kontroll- und evtl. Änderungsmöglichkeit für die Registerinhalte an dieser Stelle erhält.

Wenn die erste Stopmarke erreicht wurde, erscheint in der Anzeige des "micromaster" der aktuelle Stand des Programmzählers (PC). Jetzt hat man die Möglichkeit alle Register anzuschauen und evtl. zu verändern (wie bei Kommando 6) indem man mit der Schreibmarke rechts in das Registerinhaltsfeld (nach dem =-Zeichen) springt und dann die (+)- oder (-)-Taste betätigt.

Um zur zweiten Haltemarke zu gelangen, wird wieder zur Anzeige des Programmzählers (PC) zurückgegangen und dann die Schreibmarke in die Kommandostelle geschoben. Durch weitere Betätigung der (+)-Taste werden nacheinander der aktuelle Programmzähler, die Halt-Adressen H1 und H2 ausgegeben. Wird nochmals die (+)-Taste gedrückt, startet das Programm ab erstem Stop und läuft bis zur zweiten Stopmarke.

Der "micromaster" meldet sich wieder mit dem aktuellen Programmzählerstand. Der Anwender hat jetzt die gleichen Möglichkeiten wie beim ersten Stop. Bei erneutem Start wird das Programm ab zweiten Stop bis zum Programmende abgearbeitet.

Für das folgende Beispiel verwenden wir wieder den Programmanfang des "micromaster"-Monitors.

"micromaster"	Anwender
	Gerät einschalten
Der "micromaster" erwartet eine Kommandoeingabe -.	
	Geben Sie eine 8 in der Kommandostelle ein und drücken Sie die (+)-Taste.
In der Anzeige erscheint 8. SA = X X X X	
	Als Startadresse geben wir OOOOH und Abschlußtaste ein.
Der "micromaster" erwartet die Eingabe der ersten Halteadresse H1 8. H1 = X X X X	
	Die Schreibmarke blinkt in der ersten Stelle des Adressenfeldes. Hier geben wir jetzt OOO2H ein und drücken die Abschlußtaste.
In der Anzeige erscheint 8. H2 = X X X X	
Es wird die zweite Haltadresse erwartet.	
	Als zweite Haltadresse geben wir OO62H ein. Nach Drücken der Abschlußtaste wird der erste Stop erreicht.
Es wird 8. PC = O O O 2 angezeigt.	
	Nach dem Schieben der Schreibmarke in das Feld der Registerinhalte kann mit den (+)- und (-)-Tasten auf die Register zugegriffen werden.
	Bringen Sie wieder den Programmzähler

"micromaster"	Anwender
	in die Anzeige und die Schreibmarke in die Kommandostelle.
Es ist wieder der vorherige Anzeigezustand 8. PC = O O O 2 hergestellt. Die Kommandostelle blinkt.	
	Abschlußtaste drücken.
Anzeige 8. SA = O O O 2	
	Abschlußtaste drücken.
Anzeige 8. H1 = O O O 2	
	Abschlußtaste drücken.
Anzeige 8. H2 = O O 6 2	
	Abschlußtaste drücken. Das Programm wurde in diesem Augbenblick ab Halt1 mit Adresse OOO2H gestartet und ist auf Halt2 gelaufen.
In der Anzeige steht jetzt 8. PC = O O 6 2 Es wurde die zweite Stopmarke erreicht.	
	Sie haben wieder Zugriffsmöglichkeit auf die Register wie bei Halt1.
	Abschlußtaste drücken.
Anzeige 8. SA = O O 6 2	
	Abschlußtaste drücken
Anzeige 8. H1 = O O O 2	
	Abschlußtaste drücken
Anzeige 8. H2 = O O 6 2	
	Abschlußtaste drücken

Jetzt erscheint in der Anzeige

-. PC = 0 0 9 7

Das Programm ist bis zur Adresse 0097H gelaufen. Das ist im Monitor der Punkt, ab dem der "micromaster" eine Eingabe in der Kommandostelle erwartet. (Blinkendes Anzeigesegment und Punkt in der Kommandostelle.)

2.4 Übung mit Kommando "9":

Im Gegensatz zu den Kommandos 7 und 8, die ein Programm starten und es ohne bzw. nur mit 2 Haltemarken durchlaufen, arbeitet das Kommando 9 das Programm im Einzelschritt ab. D.h. es wird nach jeder Befehlsausführung gestoppt. Die Möglichkeiten sind ähnlich wie bisher bei Kommando 6 bzw. 8 beschrieben.

Befindet sich die blinkende Schreibmarke in der Kommandostelle, so bewirkt die Betätigung der Abschlußtaste die Ausführung des nächsten Befehls im Programm. Es werden dabei die Inhalte der gewünschten, vor dem =-Zeichen angezeigten Register ausgegeben.

Wenn sich die Schreibmarke in dem rechten Feld nach dem =-Zeichen befindet, in dem die Registerinhalte ausgegeben werden, kann man durch Betätigung der

(+)- bzw. (-)-Taste

die Register vorwärts oder rückwärts anzeigen, (wie bei Kommando 6 bzw. 8). Es werden die jeweils zugehörigen aktuellen Inhalte dazu ausgegeben.

Will man nach jeder Befehlsausführung Zugriff auf die Register haben, muß immer die Schreibmarke zwischen Kommandostelle und dem Inhaltsfeld rechts vom =-Zeichen umgeschaltet werden. Ein einfaches Beispiel soll sich wieder auf den Start des Monitorprogramms beziehen.

"micromaster"	Anwender
	Gerät einschalten
Es wird eine Kommandoeingabe erwartet -.	
	Geben Sie eine 9 ein und drücken dann die Abschlußtaste.
In der Anzeige erscheint 9. PC = X X X X	
	Da wir den Monitor ab OOOOH starten, schieben wir die Schreibmarke nach rechts und geben diese Adresse ein. Dann schieben Sie die Schreibmarke wieder in die Kommandostelle und drücken dann die Abschlußtaste.
Jetzt steht in der Anzeige 9. PC = O O O 2	
	Jede weitere Betätigung der Abschlußtaste bewirkt die Weiterschaltung des Programmzählers, da jeweils ein Befehl ausgeführt wird. Beachten Sie, daß der Programmzähler um einen, zwei oder drei Werte springen kann, je nach dem, ob es sich um einen 1-Byte-, 2-Byte- oder 3-Byte-Befehl handelt.
Wenn Sie die Abschlußtaste oft genug drücken, gelangen Sie zu der Anzeige -. PC = O O 7 E	
D.h. der "micromaster" ist im Monitorprogramm bis zur Erwartung einer Kommandoeingabe gelaufen.	

Im nächsten Abschnitt, wenn wir einige Beispiele für verschiedene Befehlstypen und deren Ablauf im "micromaster" anschauen, werden wir den Umgang mit dem Kommando 9 weiter trainieren. Das ist sehr wichtig, da dieses Kommando das Kommando bei der Fehlersuche ist.

2.5 Übung mit Kommando "A":

Die folgenden beiden Kommandos ermöglichen das Abspeichern auf eine Kassette und das Auslesen von einer Kassette. In beiden Fällen ist der Anschluß eines Kassettenrekorders über die dafür vorgesehene Buchse auf dem "micromaster" erforderlich.

Bei der Programmaufnahme mit Kommando A erfolgt die Aussteuerung des Kassettenrekorders wie bei der Aufnahme von Sprache oder Musik. Vom "micromaster" werden dabei für log. "0" und "1" zwei unterschiedliche Frequenzen an das Aufnahmegerät gesendet. In unserem Übungsbeispiel wollen wir einen Teil des Monitorprogramms auf Band sichern.

"micromaster"	Anwender
	"micromaster" einschalten oder Reset-Taste drücken. Aufnahmekabel anschließen. Kassettenrekorder für Aufnahme vorbereiten.
Anzeige im "micromaster" -.	
	Geben Sie ein A ein und drücken Sie die Abschlußtaste.
In der Anzeige steht jetzt A. AA = X X X X	
Die Anfangsadresse des abzuspeichernden Bereiches ist einzugeben.	
	Geben Sie 0000H ein. Abschlußtaste drücken.
Sie sind aufgefordert die Endadresse des zu speichernden Programmes einzugeben	

"micromaster" Anwender

A. EA = X X X X

Jetzt geben Sie als Adresse beispielsweise OOFFH ein.
Schalten Sie die Aufnahme am Rekorder ein und lassen das Band einige Sekunden vorlaufen. Dann drücken Sie am "micromaster" die (+)-Taste. Es erfolgt sofort die Aufnahme. (Adreß- und Datenanzeige flackert.)

Wenn die Aufnahme beendet ist, erscheint in der Anzeige das blinkende A in der Kommandostelle, der Rest ist dunkel.

A.

Stoppen Sie den Kassettenrekorder.

Als Kontrolle können Sie das Band zurücklaufen lassen und über den Lautsprecher eine Wiedergabe durchführen. Sie werden für einige Sekunden ein eigenartiges Gepiepse hören, welches die Folge der beiden Frequenzen entsprechend der Nullen und Einsen im Programm ist.

2.6 Übung mit Kommando "B":

Mit dem Kommando B können Programme die von dem "micromaster" auf ein Band aufgenommen wurden, wieder vom Band zurück in das Gerät übertragen werden. Der Anschluß des Kassettenrekorders erfolgt wie bei der Aufnahme beschrieben.

Als Übung zu diesem Kommando wollen wir den Anfang des Monitor-Programms wieder in den "micromaster" zurückladen. Da wir nur RAM-Speicherbereich beschreiben können, werden wir den Bereich ab 1800H benutzen. Eine Kontrolle können wir dann mit Kommando O durchführen.

"micromaster"	Anwender
	"micromaster" einschalten oder Reset-Taste drücken. Gerät mit Kassettenrekorder durch Überspielkabel verbinden.
Anzeige im "micromaster" -.	
	Geben Sie jetzt Kommando B mit anschließender (+)-Taste ein.
Der "micromaster" antwortet mit b. AA = X X X X	
	Es wird die Anfangsadresse AA erwartet, ab der das Programm geladen werden soll. Die Schreibmarke blinkt in der linken Stelle des Adressenfeldes. Geben Sie die Adresse 1800H ein und drücken Sie dann die Abschlußtaste.
In der Anzeige steht jetzt b. EA = X X X X	
	Es wird eine Endadresse erwartet, bis zu der höchstens geladen werden darf. Falls die Länge des zu ladenden Programms nicht bekannt ist, kann man die höchste zulässige RAM-Adresse eingeben, z.B. 1BE8H. Geben Sie diese zusammen mit dem Kommandoabschluß (+) ein.
Der "micromaster" erwartet jetzt die Überspielung des Programms vom Kassettenrekorder. In der Anzeige steht b. EA = 1bE8H Es wird keine Schreibmarke angezeigt.	
	Unter der Voraussetzung, das Sie das Band bereits im Kassettenrekorder

kurz vor dem Programmanfang eingestellt haben, können Sie jetzt die Wiedergabetaste drücken.

Mit dem Start der Programmwiedergabe wird die Anzeige wieder aktiviert, indem die Adresse hochgezählt wird.

Die Übernahme durch den "micromaster" wird beendet, wenn entweder die Endadresse erreicht ist oder das Programm vom Band beendet ist.

Eine Kontrolle, ob die Informationen richtig übernommen wurden, kann jetzt mit dem Kommando O überprüft werden. Lesen Sie die Bytes im Speicher ab Adresse 1800H aus und vergleichen Sie diese mit folgenden Werten.

Adresse	Dateninhalt
1 8 0 0	3E
1 8 0 1	C0
1 8 0 2	C3
1 8 0 3	62
1 8 0 4	00
1 8 0 5	FF
1 8 0 6	FF
1 8 0 7	FF
1 8 0 8	C3
1 8 0 9	08
1 8 0 A	08
1 8 0 B	FF
1 8 0 C	FF
1 8 0 D	FF
1 8 0 E	FF
1 8 0 F	FF

Wenn das Band vor dem Programmanfang nicht ganz sauber ist, kann es passieren, daß eine Übernahme "wilder" Informationen bereits durch Störungen ausgelöst wird. Das Programm findet man dann in der Regel um einige Bytes nach hinten verschoben wieder, also beispielsweise nicht ab 1800H, sondern erst ab 1803H.

Man kann jetzt in verschiedener Weise vorgehen. Zum einen hilft kurzfristig eine Verschiebung des Programms an die richtige Adresse mit dem Kommando 2.

Man sollte jedoch, wenn man das Programm häufiger benutzen will, die Ursache auf dem Band löschen. Wenn eine solche Programmverschiebung auftritt, hören Sie sich bitte das Band vor dem Programm an. Vorher aufgenommene Musik sollte nicht zwanglos in ein Programm übergehen! Siehe Bild 10.

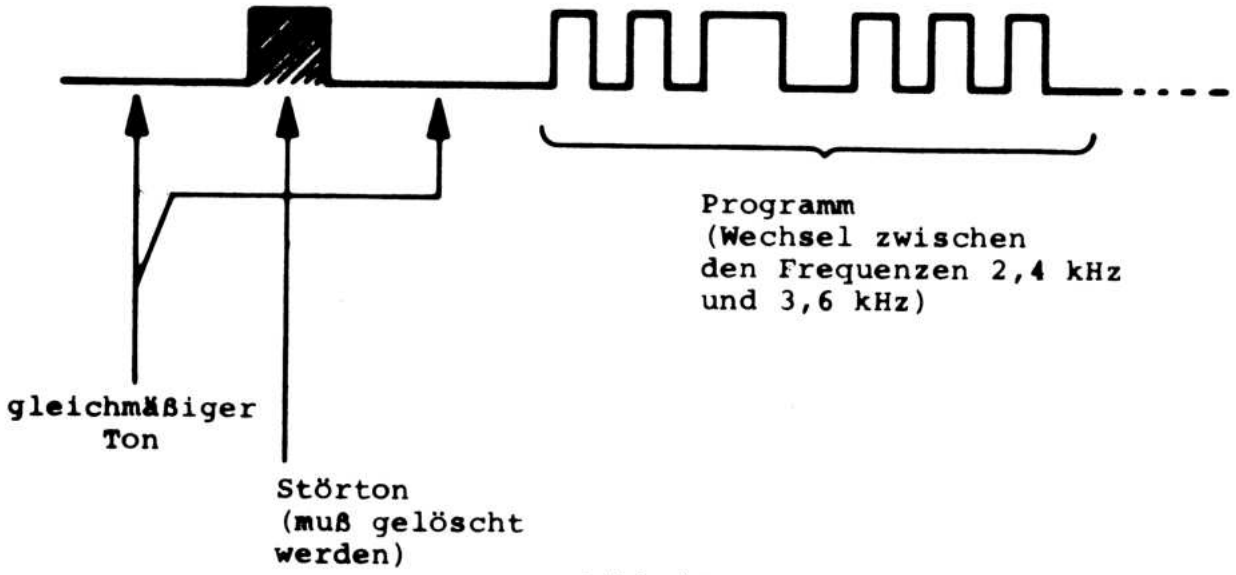


Bild 10

Programme, die Sie häufiger verwenden werden, wie beispielsweise später die Zeitschleife "WARTE", sollten Sie in jedem Fall auf Band sichern, da Sie sich dadurch viel Zeit für Eingaben und Kontrollen sparen. Andere Programme, die weniger oft benutzt werden und die auch relativ kurz sind, sollten zumindest auf dem Papier festgehalten und gut dokumentiert bzw. kommentiert werden.

3. Weitere Übungen mit verschiedenen Befehlstypen und spezielle Anwendungen

Bevor wir mit diesen einfachen Übungen beginnen, wollen wir kurz beschreiben, was Sie in diesem Abschnitt lernen werden. Obwohl es sich noch nicht um in sich abgeschlossene sinnvolle Aufgaben handelt, wird der Umgang mit den verschiedenen Befehlen und Befehlstypen vertrauter. Weiterhin ist es Ziel, Sie im Umgang mit dem Kommando 9 zu trainieren, da dieses für die Fehlersuche eine äußerst große Hilfestellung ist. Es verknüpft die Einzelschrittverarbeitung eines Programms und die Möglichkeit, nach jedem Schritt auf alle Register zugreifen zu können.

In den Übungen werden wir Daten innerhalb des "micromaster" transportieren,

miteinander verknüpfen und Verzweigungen ausführen. Die Übungsblätter wurden maschinell erstellt und haben alle die gleiche Form:

* Der Kopf enthält eine kurze Beschreibung oder Aufgabenstellung.
* Die ORG-Zeile erklärt dem Assembler im Computersystem, ab welcher Adresse dem Programm weitere Adressen fortlaufend zugewiesen werden sollen.
* Die ganz linke Spalte enthält Adressen (beginnend mit dem in der ORG-Zeile definierten Wert).
* Die Spalte daneben enthält den Hex-Code der Assemblerbefehle (Mnemonics), je nach Befehlstyp ein, zwei oder drei Bytes.
* Die weiteren Spalten enthalten das bereits bekannte Markenfeld, das Feld für den Operationscode, das Feld für die Operanden und das Kommentarfeld.

In Bild 11 finden Sie dazu noch einmal eine Erläuterung. Die ORG-Zeile ist für Sie nicht wesentlich, da sie nur für die maschinelle Übersetzung des Programms durch einen Assembler erforderlich ist, wenn dieser bereits die absoluten Adressen dem Programm zuweisen soll.

```
                ;*****************************************************
                ;        I. TRANSFERBEFEHLE (1)
                ;*****************************************************
                ;
                ;
                ;    ES SOLLEN
                ;    REGISTER MIT EINER KONSTANTEN GELADEN WERDEN,
                ;    DIE INHALTE DER REGISTER IN ANDERE REGISTER TRANS-
                ;    FERIERT UND DANN UNTER EINER VORGEGEBENEN ADRESSE
                ;    ABGESPEICHERT WERDEN.
                ;
                ;    DIE BEEINFLUSSTEN REGISTER SIND: AKKU     A
                ;                                     REGISTER B
                ;                                     REGISTER C
                ;
                ;-----------------------------------------------------
1800            ORG     1800H
                ;-----------------------------------------------------

1800 0688       ANF:    MVI     B,88H   ;LADE REGISTER B MIT DER KON-
                                        ;STANTEN 88H
                                        ;
1802 0E99               MVI     C,99H   ;LADE REGISTER C MIT DER KON-
                                        ;STANTEN 99H
                                        ;
1804 78                 MOV     A,B     ;LADE AKKU MIT DEM INHALT DES
                                        ;REGISTERS B
                                        ;
1805 320019             STA     1900H   ;DEN INHALT DES AKKUS IN
                                        ;DER SPEICHERSTELLE MIT DER
                                        ;ADRESSE 1900H ABSPEICHERN
                                        ;
1808 79                 MOV     A,C     ;LADE AKKU MIT DEM INHALT DES
                                        ;REGISTERS C
                                        ;
1809 320119             STA     1901H   ;DEN INHALT DES AKKUS UNTER
                                        ;ADRESSE 1901H ABSPEICHERN
                                        ;
180C 76                 HLT             ;HALT
```

Adressen-spalte | Hex-Code-spalte | Quellcode in Mnemonics | Kommentar-feld

Vom Assembler erzeugt

Vom Anwender geschrieben

Erläuterung der Programm-Listings

Bild 11

Für das weitere Arbeiten in diesem und dem nächsten Abschnitt sollten Sie sich Vordrucke vorbereiten ähnlich wie Sie ihn auf Seite (2)-87 in der zweiten Lektion finden. (Beachten Sie, daß hier links die Spalten Hex-Code und Adresse getauscht sind.) Die Adreßzählung in den Beispielen ist in einer Zeile davon abhängig, ob es sich um einen Ein-, Zwei- oder Drei-Byte-Befehl handelt. Es wird jeweils nur die Adresse des ersten Bytes genannt. Also gehört zum Beispiel in der ersten Übung zur Adresse 1809H das Byte 32H, zur Adresse 180AH das Byte 01H und zur Adresse 180BH das Byte 19H. In der nächsten Zeile geht es dann mit der Adresse 180CH weiter.

Benutzen Sie jetzt den Programmiervordruck, indem Sie, zumindest bei den ersten Übungen, diese auf das Blatt übertragen. Sie haben dadurch die Möglichkeit beim Durchtesten der Aufgabe die Registerinhalte in die ganz rechts dafür vorgesehenen Felder einzutragen. Haben Sie bitte immer Papier und Schreiber zur Hand, damit Sie sich Notizen machen können.

Noch etwas ist wichtig: Nehmen Sie sich zum Durcharbeiten der Übungen und Aufgaben ausreichend Zeit. Beenden Sie eine Aufgabe. Wenn Sie wissen, Sie haben nur 10 Minuten Zeit, lesen Sie lieber im Text, als daß Sie diese Zeit für das Eingeben verschwenden und dann sofort aufhören müssen. Lesen Sie auch rückwärts in den Lektionen 1 und 2, das vertieft das Verständnis.

Wichtig ist auch, daß Sie nicht nur eintippen, sondern auch Zeile für Zeile jeden Befehl und jeden Kommentar versuchen zu verstehen. Ergänzen Sie die Kommentare!

Sie werden keinen Lernerfolg haben, wenn Sie nach dem Eingeben und Starten des Programms das "Aha, geht"- oder "Aha, geht nicht"-Erlebnis haben und gleich wieder ausschalten oder die nächste Aufgabe genau so durchreißen. Versuchen Sie den Sinn eines jeden Befehls zu erfassen. Das wird am Anfang verständlicherweise schwerfallen, auch wenn Sie bei den Aufgaben später einen von vielen möglichen Lösungswegen aufgezeigt bekommen.

Beginnen wir jetzt mit den Übungsbeispielen. Die Durchführung einer solchen Übung gliedert sich in

* das Lesen der Beschreibung,
* die Eingabe des Hex-Codes in den "micromaster"
* die Programmausführung bzw. Befehlsausführung mit Kommando 9 im Einzelschritt und verstandesmäßige Erfassung jedes ausgeführten Befehls.

Diese Vorgehensweise werden wir jetzt für das erste Beispiel ausführlich erklären. Dann gehen Sie schrittweise Übung für Übung durch. Beachten Sie bitte, daß manche Übungen auf Daten der vorherigen Übung zwischengreifen. Sollten Sie zwischendurch unterbrechen, ist die Aufgabe vorher nochmals durchzuführen oder die geforderten Werte sind mit den entspechenden Kommandos zu laden (Kommando 6 = Register laden, Kommando 0 = Speicher laden).

3.1 Beschreibung der ersten Übung im Schritt-für-Schritt-Verfahren

Übung I. Transportbefehle (1)

(siehe Aufgabe auf Seite (3)-54)

a) Lesen Sie die Beschreibung im Kopf der Übung.

b) Geben Sie den angegebenen Hex-Code dieser Übung ab Adresse 1800H mit Kommando 0 in den "micromaster" ein.

"micromaster"	Anwender
	Übungsgerät einschalten oder Reset-Taste drücken.
Anzeige: -.	
	Kommando 0 eingeben, (+)
Anzeige: 0. 1 8 0 0 = X X	
	Beginnen Sie mit der Eingabe des Hex-Codes. Bei Adresse 1800H geben Sie 06H ein, dann Kommandoabschluß.
Anzeige: 0. 1 8 0 1 = X X	
	Geben Sie den Wert 88H ein, (+).
Anzeige: 0. 1 8 0 2 = X X	
	Nach jeder Eingabe, die durch die Abschlußtaste beendet wird, wird die Adresse inkrementiert. Geben Sie alle Werte ein; die letzte Eingabe erfolgt bei 180CH mit 76H.
	Drücken Sie fortlaufend die (-)-Taste und kontrollieren Sie Ihre

"micromaster" Anwender

Eingabe. Bei jedem Tastendruck wird die Adresse dekrementiert.

c) Ausführung der Befehle mit Kommando 9 im Einzelschritt.

Die eingegebenen Befehle werden wir jetzt schrittweise abarbeiten und dabei kontrollieren, wie sich die einzelnen Register verändern. Dazu wiederholen wir noch einmal die Funktion des Kommandos 9:

M

* Programmabarbeitung vom Anwender gesteuert in Einzelschritten.
* Bei Position der Schreibmarke in der Kommandostelle (blinkende 9) erfolgt bei jedem Tastendruck (+) die Ausführung eines Befehls.
* Bei Position der Schreibmarke im Ausgabefeld von Inhalten der Register (die vier rechten Anzeigestellen) erfolgt bei jedem Tastendruck (+) die Weiterschaltung der Registerinhalte. Diese können auch durch neue Eingaben verändert werden.

Die folgende Übung wird als ein Wechselspiel zwischen Befehlsausführung und Auslesen der Registerinhalte, die Sie bitte jeweils notieren, ablaufen. Damit die Veränderung der Arbeitsregister für Sie deutlich wird, werden diese gelöscht, d.h. es wird der Inhalt OOH eingeschrieben. Der Programmzähler (PC) muß auf die Anfangsadresse unseres "Programms" gesetzt werden, also 1800H. (Die folgenden Erläuterungen zum Ablauf sind weiter vereinfacht und abgekürzt, da die Kommandoabschlußtaste nur noch in besonderen Fällen erwähnt wird.)

"micromaster" Anwender

Das Gerät ist eingeschaltet und die Befehlsfolge mit Kommando O eingeschrieben.

Kommando 9 eingeben

"micromaster" Anwender

Anzeige:

```
   ┌──► 9. X X  =  X X X X
   │
Schreib-  Regi-    Register-
 marke    ster-     inhalte
          an-
          gabe
```

Schreibmarke nach rechts schieben mit der (R)-Taste

Anzeige:

```
        9. X X  =  X X X X
                   ↑
                Schreibmarke
```

Mit (+)-Taste Register weiterschalten bis PC in der Anzeige

Anzeige:

```
        9. PC  =  X X X X
```

Im rechten Viererfeld der Anzeige Startadresse 1800H der Befehlsfolge eingeben.

Anzeige:

```
        9. PC  =  1 8 0 0
```

Mit der (+)-Taste Register weiterschalten und dabei in die Register AF, BC und HL den Inhalt 00H setzen. (Da es Registerpaare sind, ist die vierstellige Eingabe erforderlich!)

Nach dem Setzen der Register weiterschalten bis wieder PC in der Anzeige steht.

Schreibmarke in die Kommandostelle schieben. Mit der (R)-Taste müssen Sie nur einmal drücken. Sie können aber auch die (-)-Taste verwenden.

Anzeige:

```
        9. PC  =  1 8 0 0
        ↑
     Schreibmarke
```

"micromaster"	Anwender
	Drücken Sie die (+)-Taste. Das ist die Anweisung zur Ausführung eines Befehls an den "micromaster".
Anzeige: 9. PC = 1 8 0 2	
	Vergleichen Sie Wert des Programmzählers 1802H mit dem Aufgabenblatt. Sie sehen, daß der "micromaster" genau vor der nächsten auszuführenden Befehlszeile stehen geblieben ist.
	Gehen Sie mit der (R)-Taste in das rechte Ausgabefeld für die Registerinhalte. Schalten Sie mit der (+)-Taste alle Register durch bis wieder PC erreicht wird, und notieren Sie die interessierenden Inhalte von AF, BC und HL. Sie finden, daß das B-Register mit 88H geladen wurde.
	Stellen Sie die Schreibmarke in die Kommandostelle und drücken Sie die (+)-Taste (Ausführung des zweiten Befehls).
Anzeige: 9. PC = 1 8 0 4	
	Schreibmarke in das Registerausgabefeld stellen. Register durchschalten mit der (+)-Taste und veränderte Inhalte notieren. Das C-Register wurde mit 99H geladen.
	Nachdem wieder der Programmzähler PC angezeigt wird, Schreibmarke in Kommandostelle schieben. (+)-Taste drükken (Ausführung des dritten Befehls).
Anzeige: 9. PC = 1 8 0 5	

"micromaster" Anwender

Schreibmarke in Registerausgabefeld. Register durchschalten und veränderte Inhalte notieren. Der Akku wurde mit dem Inhalt des Registers B geladen (A = 88H). Das Zustandswort F (Flagregister) wurde auch verändert. Jedoch in einem uns nicht interessierenden Bit, siehe veränderte Zustandsbits beim MOV-Befehl. Mit PC in der Anzeige Schreibmarke nach Kommandostelle schalten und (+)-Taste drücken. (Ausführung des vierten Befehls.)

Anzeige:

9. PC = 1 8 0 8

Schreibmarke in Registerausgabefeld. Register durchschalten und veränderte Inhalte notieren. Das erübrigt sich, da keine Register verändert wurden. Der Akku-Inhalt wurde in den Speicher transportiert (Adresse 1900H) Diesen Inhalt sehen wir uns nach Abarbeitung aller Befehle an. Schreibmarke in Kommandostelle mit PC in der Anzeige. (+)-Taste drücken. Ausführung des fünften Befehls.

Anzeige:

9. PC = 1 8 0 9

Schreibmarke in Registerausgabefeld und veränderte Inhalte notieren. Der Akku wurde mit Inhalt des Registers C geladen (A = 99H). Schreibmarke in Kommandostelle und (+)-Taste drücken. (Ausführung des sechsten Befehls.)

Anzeige:

9. PC = 1 8 0 C

Schreibmarke in Registerausgabefeld. Sie finden keine veränderten Registerinhalte, da wieder der Akku-Inhalt weggespeichert wurde (nach Adresse 1901H). Schreibmarke nach Kommandostelle und (+)-Taste drücken. (Ausführung des siebten Befehls.)

Anzeige:

9. PC = 1 8 0 C

Sie sehen, daß dieses Mal der Programmzähler nicht mehr weitergeschaltet hat. Der Mikroprozessor ist auf den von uns programmierten HALT-Befehl gelaufen. Der "micromaster" ist aber über die Kommandoeingabe für die weitere Bedienung bereit.

Damit ist die Durchführung dieser ersten Übung noch nicht ganz abgeschlossen. Wir wollen noch die Inhalte der Speicherstellen 1900H und 1901H betrachten. Führen Sie das mit Kommando 0 aus. Wir finden

1 9 0 0 H = 8 8 H
1 9 0 1 H = 9 9 H

Statt 88H und 99H hätte man jeden anderen Wert beim Laden der Register B und C wählen können.

K Frage: Mit welchem Kommando können Sie diese Konstanten 88H und 99H an den Stellen 1801H und 1803H mit bereits eingegebenen Programm ändern, damit Sie nach Ausführung die neuen gewünschten Werte bei den Adressen 1900H und 1901H wieder finden?

Aufgabe: Starten Sie diese Befehlsfolge mit Kommando 7 ab Adresse 1800H. Zuvor löschen Sie jedoch die Speicherzellen 1900H und 1901H mit Kommando 0 indem Sie dort 00H hineinschreiben. Was passiert?

Als Ergänzung zu dem Kommando 9 sei noch erwähnt, daß es durchaus auch möglich ist, im Einzelschritt zu arbeiten und dabei ein anderes Registerpaar zu beob-

achten, als den Programmzähler PC wie in der ersten Übung beschrieben. Starten Sie diese Übungsbeispiele auch mit Kommando 7. Dabei wird nach außen nicht immer eine Anzeige erfolgen, außer das in einigen das Wort "HALLO" ausgegeben wird. Sie haben aber die Möglichkeit hinterher Ergebnisse zu vergleichen.

Nachdem Sie diese und evtl. weitere Übungen so ausführlich durchgearbeitet haben, gibt es für die Weiterarbeit mehrere Möglichkeiten, die von Ihrem bisherigen Lernerfolg abhängen:

Sie beherrschen den Befehlssatz	Sie beherrschen die Kommandos	Weiterarbeit bei
nein	nein	1
nein	ja	2
ja	nein	3
ja	ja	4

1. Machen Sie in den Übungsaufgaben wie in dem ausführlich beschriebenen ersten Beispiel weiter.

2. Sie müssen nicht jede weitere Übung in der Praxis mit dem "micromaster" nachvollziehen. Arbeiten Sie mit dem Befehlssatz, der Übungsbeschreibung und dem Programmierpapier Übung für Übung durch und konzentrieren Sie sich auf die Beschreibungen und Funktionen der Befehle.

3. Es bleibt Ihnen nicht viel erspart. Lesen Sie nochmals die Erläuterungen zu den Kommandos und führen Sie die Beispiele aus. An dieser Stelle wieder angelangt, treffen Sie eine neue Entscheidung.

4. Sie können bei den Programmieraufgaben (Abschnitt 4), Seite (3)-64 , die Durcharbeitung der Lektion fortsetzen.

3.2 Zehn Übungen zu verschiedenen Befehlstypen

I. Transferbefehl (1)

I. Transferbefehle (2)

I. Transferbefehle (3)

II. Arithmetische Operationen (1)

II. Arithmetische Operationen (2)

III. Logische Operationen (1)

III. Logische Operationen (2)

IV. Sprungbefehle (1)

IV. Sprungbefehle (2)

V. Registeranweisungen (1)

```
                ;*****************************************************
                ;       I. TRANSFERBEFEHLE (1)
                ;*****************************************************
                ;
                ;
                ;   ES SOLLEN
                ;   REGISTER MIT EINER KONSTANTEN GELADEN WERDEN,
                ;   DIE INHALTE DER REGISTER IN ANDERE REGISTER TRANS-
                ;   FERIERT UND DANN UNTER EINER VORGEGEBENEN ADRESSE
                ;   ABGESPEICHERT WERDEN.
                ;
                ;   DIE BEEINFLUSSTEN REGISTER SIND: AKKU     A
                ;                                    REGISTER B
                ;                                    REGISTER C
                ;
                ;-----------------------------------------------------
1800            ORG     1800H
                ;-----------------------------------------------------

1800 0688       ANF:    MVI     B,88H   ;LADE REGISTER B MIT DER KON-
                                        ;STANTEN 88H
                                        ;
1802 0E99               MVI     C,99H   ;LADE REGISTER C MIT DER KON-
                                        ;STANTEN 99H
                                        ;
1804 78                 MOV     A,B     ;LADE AKKU MIT DEM INHALT DES
                                        ;REGISTERS B
                                        ;
1805 320019             STA     1900H   ;DEN INHALT DES AKKUS IN
                                        ;DER SPEICHERSTELLE MIT DER
                                        ;ADRESSE 1900H ABSPEICHERN
                                        ;
1808 79                 MOV     A,C     ;LADE AKKU MIT DEM INHALT DES
                                        ;REGISTERS C
                                        ;
1809 320119             STA     1901H   ;DEN INHALT DES AKKUS UNTER
                                        ;ADRESSE 1901H ABSPEICHERN
                                        ;
180C 76                 HLT             ;HALT
```

```
                ;*****************************************************
                ;       I. TRANSFERBEFEHLE (2)
                ;*****************************************************
                ;
                ;
                ;   ES SOLL DAS ABRUFEN VON DATEN AUS DEM SPEICHER
                ;   UND DAS ABLEGEN VON ZWEI BYTES AN AUFEINANDER-
                ;   FOLGENDEN ADRESSEN IM SPEICHER GEZEIGT WERDEN.
                ;
                ;   BEEINFLUSSTE REGISTER SIND: AKKU              A
                ;                               REGISTER          D
                ;                               REGISTER          E
                ;                               REGISTERPAAR   H,L
                ;
                ;   LOESCHEN SIE DIE VORHANDENEN REGISTERINHALTE.
                ;   SOFERN SIE NICHT GERADE DAS VORHERIGE UEBUNGS-
                ;   BEISPIEL AUSGEFUEHRT HABEN, LADEN SIE FOLGENDE
                ;   WERTE IN DEN SPEICHER:
                ;                           ADRESSE 1900H = 88H
                ;                           ADRESSE 1901H = 99H
                ;
                ;-----------------------------------------------------
1800            ORG     1800H
                ;-----------------------------------------------------
                ;
                ;
1800 210019     ANF:    LXI     H,1900H ;LADE REGISTERPAAR (HL) MIT
                                        ;DEM WERT 1900H
                                        ;
1803 56                 MOV     D,M     ;LADE REGISTER D MIT DEM WERT
                                        ;DES SPEICHERBYTES, DAS DURCH
                                        ;DEN INHALT DES REGISTERPAARES
                                        ;(HL) ADRESSIERT IST. (WERT,
                                        ;DER UNTER ADRESSE 1900 STEHT)
                                        ;
1804 3A0119             LDA     1901H   ;LADE AKKU MIT DEM INHALT DER
                                        ;ADRESSE 1901H
                                        ;
1807 5F                 MOV     E,A     ;LADE REGISTER E MIT DEM INHALT
                                        ;DES AKKUS
                                        ;
1808 EB                 XCHG            ;VERTAUSCHE DIE INHALTE DER RE-
                                        ;GISTERPAARE (DE) UND (HL)
                                        ;
1809 221019             SHLD    1910H   ;INHALT DES REGISTERPAARES (HL)
                                        ;UNTER ADRESSE 1910H UND 1911H
                                        ;ABSPEICHERN
                                        ;
180C 76                 HLT             ;HALT
```

```
                ;*****************************************************
                ;       I. TRANSFERBEFEHLE (3)
                ;*****************************************************
                ;
                ;   ES SOLL DER SINN DES KELLERSPEICHERS DEMONSTRIERT
                ;   WERDEN. DER EINSATZ DES KELLERSPEICHERS IST ERFOR-
                ;   DERLICH Z.B. BEI VERWENDUNG VON UNTERPROGRAMMEN.
                ;   HIER WIRD GEZEIGT, DASS AUCH KURZZEITIGES SICHERN
                ;   VON DATEN IM STACKBEREICH MOEGLICH IST.
                ;
                ;   BEEINFLUSSTE REGISTER SIND:
                ;                                   STAPELZEIGERREGISTER SP
                ;                                   REGISTER             H,L
                ;                                   REGISTER             D,E
                ;
                ;   LOESCHEN SIE ENTSPRECHENDE  REGISTER.
                ;   FALLS SIE NICHT UNMITTELBAR VOR DIESER UEBUNG DIE
                ;   BEIDEN VORHERGEHENDEN AUSGEFUEHRT HABEN, LADEN SIE
                ;   SPEICHERSTELLEN
                ;                               ADRESSE 1900H = 88H
                ;                               ADRESSE 1901H = 99H
                ;
                ;-----------------------------------------------------
1800            ORG     1800H
                ;-----------------------------------------------------

1800 31E81B     ANF:    LXI     SP,1BE8H;KELLERSPEICHERZEIGER SETZEN,
                                        ;D.H. STACKPOINTER MIT DER UN-
                                        ;TERSTEN *FREI VERFUEGBAREN*
                                        ;RAM-ADRESSE LADEN. IM MICRO-
                                        ;MASTER IST DAS 1BE8H.
                                        ;
1803 2A0019             LHLD    1900H   ;LADE REGISTERPAAR HL MIT DEM
                                        ;INHALT DER ADRESSE 1900H
                                        ;UND 1901H, WOBEI DER INHALT
                                        ;VON ADRESSE 1900H INS REG. L
                                        ;UND DER INHALT VON ADRESSE
                                        ;1901H INS REG. H GELADEN WIRD
                                        ;
1806 E5                 PUSH    H       ;INHALT DES REGISTERPAARES HL
                                        ;WIRD AN DER STELLE ABGESPEI-
                                        ;CHERT, DIE DURCH DEN STACK-
                                        ;POINTER (1BE8H) ADRESSIERT
                                        ;IST. DER STACKPOINTER WIRD
                                        ;AUTOMATISCH DEKREMENTIERT
                                        ;
1807 210000             LXI     H,0000H ;LADE REGISTERPAAR MIT DEM
                                        ;WERT 0000H, D.H. DER IN-
                                        ;HALT WIRD GELOESCHT
                                        ;
180A 54                 MOV     D,H     ;LADE REGISTER D MIT DEM IN-
                                        ;HALT DES REGISTERS H
                                        ;
180B 5D                 MOV     E,L     ;LADE REGISTER E MIT DEM IN-
                                        ;HALT DES REGISTERS L
                                        ;
180C E1                 POP     H       ;REGISTERPAAR HL WIRD MIT
                                        ;DEM WORT GELADEN, DAS DURCH
                                        ;DEN KELLERSPEICHERZEIGER ADRES-
                                        ;SIERT IST, D.H. DIE KURZZEI-
                                        ;TIG IM STACKBEREICH GESPEICHER-
                                        ;TE ADRESSE WIRD IN HL ZURUECK-
                                        ;GELADEN
180D 76                 HLT
```

```
                ;*****************************************************
                ;        II. ARITHMETISCHE OPERATIONEN (1)
                ;*****************************************************
                ;
                ;
                ;    ES SOLLEN EINIGE VERSCHIEDENE MOEGLICHKEITEN DER
                ;    *ADDITION* GEZEIGT WERDEN.
                ;
                ;    BEEINFLUSSTE REGISTER SIND:
                ;                                   AKKU        A
                ;                                   REGISTER    B
                ;                                   REGISTER H,L
                ;
                ;-----------------------------------------------------
1800            ORG     1800H
                ;-----------------------------------------------------

1800 3E01       ANF:    MVI     A,01H   ;LADE AKKU MIT DER KONSTANTEN
                                        ;01H
                                        ;
1802 3C                 INR     A       ;ZUM INHALT DES AKKUS WIRD 1
                                        ;ADDIERT
                                        ;
1803 47                 MOV     B,A     ;LADE REGISTER B MIT DEM
                                        ;INHALT DES AKKUS
                                        ;
1804 80                 ADD     B       ;DER INHALT DES REGISTERS B
                                        ;WIRD ZUM INHALT DES AKKUS
                                        ;ADDIERT
                                        ;
1805 67                 MOV     H,A     ;LADE REGISTER H MIT DEM
                                        ;INHALT DES AKKUS
                                        ;
1806 C610               ADI     10H     ;KONSTANTE WIRD ZUM INHALT
                                        ;DES AKKUS ADDIERT
                                        ;
1808 6F                 MOV     L,A     ;LADE REGISTER L MIT DEM
                                        ;INHALT DES AKKUS
                                        ;
1809 220019             SHLD    1900H   ;INHALT DES REGISTERPAARS
                                        ;HL UNTER ADRESSE 1900H
                                        ;UND 1901H ABSPEICHERN
                                        ;
180C 76                 HLT             ;HALT
```

```
                ;*****************************************************
                ;       II. ARITHMETISCHE OPERATIONEN (2)
                ;*****************************************************
                ;
                ;
                ;   ES SOLLEN U.A. DIE VERSCHIEDENEN MOEGLICHKEITEN
                ;   DER *SUBTRAKTION* GEZEIGT WERDEN.
                ;
                ;   BEEINFLUSSTE REGISTER SIND:
                ;                                   AKKU        A
                ;                                   REGISTER  H,L
                ;
                ;   SOFERN SIE DIE VORHERGEHENDE UEBUNG NICHT UNMIT-
                ;   TELBAR VOR DIESER DURCHGEARBEITET HABEN, LADEN SIE
                ;   FOLGENDE SPEICHERSTELLEN
                ;                               ADRESSE 1900H = 14H
                ;                               ADRESSE 1901H = 04H
                ;
                ;-----------------------------------------------------
1800            ORG     1800H
                ;-----------------------------------------------------

1800 2A0019     ANF:    LHLD    1900H   ;LADE REGISTERPAAR HL MIT
                                        ;DEM INHALT DER ADRESSE 1900H
                                        ;UND 1901H
                                        ;
1803 7D                 MOV     A,L     ;LADE DEN AKKU MIT DEM INHALT
                                        ;DES REGISTERS L
                                        ;
1804 94                 SUB     H       ;DER INHALT DES REGISTERS H
                                        ;WIRD VOM INHALT DES AKKUS
                                        ;SUBTRAHIERT
                                        ;
1805 6F                 MOV     L,A     ;LADE REGISTER L MIT DEM
                                        ;INHALT DES AKKUS
                                        ;
1806 2D                 DCR     L       ;VOM INHALT DES REGISTERS L
                                        ;WIRD 1 SUBTRAHIERT
                                        ;
1807 7C                 MOV     A,H     ;LADE DEN AKKU MIT DEM INHALT
                                        ;DES REGISTERS H
                                        ;
1808 D603               SUI     03H     ;KONSTANTE 03H WIRD VOM INHALT
                                        ;DES AKKUS SUBTRAHIERT
                                        ;
180A 320119             STA     1901H   ;AKKU-INHALT UNTER ADRESSE
                                        ;1901H ABSPEICHERN
                                        ;
180D 7D                 MOV     A,L     ;LADE DEN AKKU MIT DEM INHALT
                                        ;DES REGISTERS L
                                        ;
180E 320019             STA     1900H   ;AKKU-INHALT UNTER ADRESSE
                                        ;1900H ABSPEICHERN
                                        ;
1811 76                 HLT             ;HALT
```

```
                ;*****************************************************
                ;        III. LOGISCHE OPERATIONEN (1)
                ;*****************************************************
                ;
                ;
                ;    ES SOLLEN MEHRERE MOEGLICHKEITEN GEZEIGT WERDEN,
                ;    WIE LOGISCHE OPERATIONEN AUSGEFUEHRT WERDEN
                ;    KOENNEN.
                ;
                ;    BEINFLUSSTE REGISTER SIND:
                ;                                   AKKU      A
                ;                                   REGISTER B
                ;
                ;    LOESCHEN SIE DIE ERFORDERLICHEN REGISTER UND LADEN
                ;    SIE AN DIE SPEICHERSTELLE 1900H DEN WERT 0FH.
                ;
                ;
                ;-----------------------------------------------------
1800            ORG     1800H
                ;-----------------------------------------------------

1800 3A0019     ANF:    LDA     1900H   ;LADE AKKU MIT DEM INHALT DER
                                        ;SPEICHERSTELLE DIE DURCH
                                        ;1900H ADRESSIERT WIRD
                                        ;
1803 B7                 ORA     A       ;AKKU-INHALT WIRD MIT SICH
                                        ;SELBST *ODER*-VERKNUEPFT:
                                        ;D.H. DER AKKU-INHALT WIRD DA-
                                        ;DURCH NICHT VERAENDERT, GEAEN-
                                        ;DERT HAT SICH ABER DAS ZU-
                                        ;STANDSWORT. DAS HILFSCARRY-
                                        ;BIT (AC) UND DAS CARRY-BIT (CY)
                                        ;SIND AUF 0 GESETZT. DIES IST
                                        ;VOR ARITHMETISCHEN OPERATIONEN
                                        ;ZU EMPFEHLEN. (SIEHE BEFEHLSBE-
                                        ;SCHREIBUNG  ORA ).
                                        ;
1804 47                 MOV     B,A     ;REGISTER B WIRD MIT DEM IN-
                                        ;HALT DES AKKUS GELADEN.
                                        ;
1805 E60A               ANI     0AH     ;AKKU-INHALT WIRD MIT DER KON-
                                        ;STANTEN 0AH *UND*-VERKNUEPFT.
                                        ;
1807 AF                 XRA     A       ;AKKU-INHALT WIRD MIT SICH
                                        ;SELBST *EXCLUSIVE-ODER*-VER-
                                        ;KNUEPFT, D.H. DER AKKU-INHALT,
                                        ;DAS CARRYBIT UND DAS HILFSCARRY-
                                        ;BIT WERDEN ZU NULL. MIT EINEM
                                        ;1-BYTE-BEFEHL WIRD DIE LOESCHUNG
                                        ;DES AKKU'S ERREICHT. (SIEHE BE-
                                        ;FEHLSBESCHREIBUNG  XRA ).
                                        ;
1808 76                 HLT             ;HALT
```

```
                ;*****************************************************
                ;        III. LOGISCHE OPERATIONEN (2)
                ;*****************************************************
                ;
                ;    IN DIESER UEBUNG WERDEN WEITERE LOGISCHE
                ;    OPERATIONEN DURCHGEFUEHRT.
                ;
                ;    BEEINFLUSSTE REGISTER SIND:
                ;                                    AKKU            A
                ;                                    REGISTERPAAR H,L
                ;                                    REGISTER        B
                ;
                ;LADEN SIE AN DIE SPEICHERSTELLE 1900H DEN WERT OFH.
                ;-----------------------------------------------------
1800            ORG     1800H
                ;-----------------------------------------------------

1800 210019     ANF:    LXI     H,1900H ;LADE REGISTERPAAR HL MIT
                                        ;DEM WERT (ADRESSE) 1900H
                                        ;
1803 7E                 MOV     A,M     ;LADE AKKU MIT DEM SPEICHER-
                                        ;BYTE DAS DURCH DEN INHALT
                                        ;DES REGISTERPAARES HL
                                        ;ADRESSIERT IST
                                        ;
1804 D6AA               SUI     0AAH    ;KONSTANTE AAH WIRD VOM INHALT
                                        ;DES AKKUS SUBTRAHIERT
                                        ;
1806 47                 MOV     B,A     ;LADE REGISTER B MIT DEM
                                        ;INHALT DES AKKUS
                                        ;
1807 F69A               ORI     9AH     ;AKKU-INHALT WIRD MIT KONSTAN-
                                        ;TEN *ODER*-VERKNUEPFT
                                        ;
1809 2F                 CMA             ;AKKU-INHALT WIRD *NEGIERT*
                                        ;
180A A0                 ANA     B       ;AKKU-INHALT UND DER INHALT
                                        ;DES REGISTERS B WERDEN
                                        ;*UND*-VERKNUEPFT
                                        ;
180B 77                 MOV     M,A     ;AKKU-INHALT AUF DEN SPEICHER-
                                        ;PLATZ ABSPEICHERN, DER DURCH
                                        ;DEN INHALT DES REGISTERPAARES
                                        ;HL ADRESSIERT IST
                                        ;
180C 76                 HLT             ;HALT
```

```
                ;*****************************************************
                ;        IV. SPRUNGBEFEHLE (1)
                ;*****************************************************
                ;
                ;
                ;    BEISPIEL FUER EINEN BEDINGTEN SPRUNG
                ;
                ;    LADEN SIE SIE SPEICHERSTELLE 1900H MIT
                ;    EINEM BELIEBIGEN WERT.
                ;
                ;    BEEINFLUSSTE REGISTER SIND:
                ;                                  AKKU   A
                ;
                ;-----------------------------------------------------
1800            ORG     1800H
                ;-----------------------------------------------------

1800 3A0019     ANF:    LDA     1900H   ;LADE AKKU MIT DEM INHALT DER
                                        ;ADRESSE 1900H
                                        ;
1803 AF                 XRA     A       ;AKKU-INHALT, CY UND AC LOESCHEN
                                        ;
1804 3C         ZAEHL:  INR     A       ;ZUM AKKU-INHALT 1 ADDIEREN
                                        ;
1805 FE0F               CPI     0FH     ;AKKU-INHALT MIT DER KONSTANTEN
                                        ;0FH VERGLEICHEN. DABEI WERDEN
                                        ;DAS ZEROBIT UND CARRYBIT VER-
                                        ;AENDERT:
                                        ;CY=0, WENN A >  REG. (KONST.)
                                        ;CY=1, WENN A <= REG. (KONST.)
                                        ; Z=1, WENN A =  REG. (KONST.)
                                        ;(SIEHE BESCHREIBUNG DER VER-
                                        ;GLEICHSBEFEHLE IN LEKTION 2).
                                        ;
1807 C20418             JNZ     ZAEHL   ;WENN AKKU UNGLEICH DER KON-
                                        ;STANTEN, SPRINGE ZUR SYMBOLI-
                                        ;SCHEN ADR. "ZAEHL", WENN AKKU
                                        ;GLEICH DER KONSTANTEN, GEHE
                                        ;EINEN BEFEHL WEITER
                                        ;
180A 320019             STA     1900H   ;AKKU-INHALT UNTER ADRESSE
                                        ;1900H ABSPEICHERN
                                        ;
180D 76                 HLT             ;HALT
```

```
                ;*****************************************************
                ;       IV. SPRUNGBEFEHLE (2)
                ;*****************************************************
                ;
                ;
                ;   BEISPIEL FUER EINEN BEDINGTEN UND ZWEI
                ;   UNBEDINGTE SPRUENGE
                ;
                ;   LADEN SIE UNTER DER SPEICHERADRESSE 1900H DEN
                ;   WERT 05H.
                ;
                ;   BEEINFLUSSTE REGISTER SIND:
                ;                                   AKKU    A
                ;
                ;-----------------------------------------------
1800            ORG     1800H
                ;-----------------------------------------------

1800 3A0019     ANF:    LDA     1900H   ;LADE AKKU MIT DEM INHALT DER
                                        ;ADRESSE 1900H
                                        ;
1803 3D         MINUS1: DCR     A       ;VOM INHALT DES AKKUS WIRD 1
                                        ;SUBTRAHIERT
                                        ;
1804 CA0A18             JZ      LETZT   ;WENN A = 0, SPRINGE ZUR SYMBO-
                                        ;LISCHEN ADRESSE "LETZT"
                                        ;WENN A <> 0, D.H. NICHT NULL,
                                        ;HOLE DEN NAECHSTEN BEFEHL
                                        ;
1807 C30318             JMP     MINUS1  ;SPRINGE ZUR SYMBOLISCHEN
                                        ;ADRESSE "MINUS1"
                                        ;
180A 320019     LETZT:  STA     1900H   ;AKKU-INHALT UNTER ADRESSE
                                        ;1900H ABSPEICHERN
                                        ;
180D C3E307             JMP     07E3H   ;SPRINGE ZUR ABSOLUTEN ADRESSE
                                        ;07E3H,AB HIER ERFOLGT DIE AUS-
                                        ;GABE DER KENNUNG "HALLO"
                                        ;
                                        ;DRUECKEN SIE DIE RESET-TASTE
                                        ;LESEN SIE MIT KOMMANDO "0"
                                        ;DIE SPEICHERZELLE 1900H AUS.
```

```
                ;*****************************************************
                ;       V. REGISTERANWEISUNGEN (1)
                ;*****************************************************
                ;
                ;
                ;   BEISPIELE FUER SCHIEBEFUNKTIONEN (ROTATION)
                ;   IM AKKUMULATOR
                ;
                ;   BEEINFLUSSTE REGISTER SIND:
                ;                                   AKKU   A
                ;
                ;-----------------------------------------------------
1800            ORG     1800H
                ;-----------------------------------------------------

1800 3E0F       ANF:    MVI     A,0FH   ;LADE AKKU MIT DER KONSTANTEN
                                        ;0FH
                                        ;
1802 B7                 ORA     A       ;CARRY- UND HILFSCARRY-BIT
                                        ;LOESCHEN
                                        ;
1803 07         SCHLEI: RLC             ;AKKU-INHALT WIRD ZYKLISCH
                                        ;UM 1 BIT NACH LINKS VER-
                                        ;SCHOBEN. BIT 7 WIRD IN DAS
                                        ;CARRY-BIT GESCHRIEBEN UND
                                        ;IN DAS BIT 0
                                        ;
1804 D20318             JNC     SCHLEI  ;DER AKKU-INHALT WIRD SO OFT
                                        ;VERSCHOBEN, BIS BIT 7=1 IN
                                        ;DAS CARRY-BIT UEBERTRAGEN
                                        ;WIRD.
                                        ;
1807 1F         ZURUEC: RAR             ;AKKU-INHALT WIRD ZYKLISCH
                                        ;NACH RECHTS VERSCHOBEN. DABEI
                                        ;WIRD DAS CARRY-BIT WIE EIN TEIL
                                        ;DES AKKUS BEHANDELT UND SCHIEBT
                                        ;SICH IN DAS HOEHSTWERTIGE AKKU-
                                        ;BIT. DAS NIEDERWERTIGE AKKU-BIT
                                        ;SCHIEBT SICH IN DAS CARRY-BIT
                                        ;
1808 DA0718             JC      ZURUEC  ;DER AKKU-INHALT WIRD SOOFT
                                        ;VERSCHOBEN, BIS BIT 0 = 0
                                        ;INS CARRY-BIT UEBERTRAGEN
                                        ;WIRD
                                        ;
180B C3E307             JMP     07E3H   ;SPRUNG ZUR AUSGABE VON "HALLO"
```

4. Programmierübungen an kleinen, in sich abgeschlossenen Aufgaben (mit Flußdiagrammen und Lösungsvorschlag)

In diesem Abschnitt wollen wir kleinere Übungsaufgaben besprechen, denen eine vorgegebene Aufgabenstellung zu Grunde liegt. Die ersten Aufgaben lassen sich mit einigen Bytes lösen, die Uhr oder die Reaktionszeitmessung sind schon etwas umfangreicher. Bevor wir damit beginnen, wollen wir kurz zusammenfassen, wie Sie dann beim Programmieren vorgehen und was Sie noch als Hilfsmittel brauchen.

4.1 Vorbereitungen für die Programmierübungen

Bevor Sie mit dem Programmieren beginnen, lesen Sie die Aufgabenstellung sorgfältig und vollständig durch. Beginnen Sie mit dem Flußdiagramm bzw. Zergliedern der Problemstellung erst, wenn diese von Ihnen verstanden wurde. Fertigen Sie bei umfangreicheren Aufgaben erst ein grobes Diagramm, welches Sie dann schrittweise verfeinern.

Wenn Sie nun mit dem Programmieren beginnen, schreiben Sie nur etwas in die Felder

Name Op-Code Operand Bemerkungen.

Verwenden Sie die Mnemonics des Assemblers und arbeiten Sie mit symbolischen Namen (Adressen) als Ersatz für absolute Adressen. Erst wenn Sie meinen, daß das Programm vollständig ist, beginnen Sie mit der Assemblierung. Dazu benötigen Sie eine Übersetzungstabelle, z.B. die aus dem Anhang der Lektion 2. Die erforderlichen Hex-Codes für die Mnemonics und Operanden tragen Sie in der entsprechenden Spalte ein. Früher hatten wir diesen Vorgang als Hand-Assemblierung oder als "zu Fuß assemblieren" bezeichnet.

Erst dann werden die zugehörigen Adreßwerte ausgezählt und in die dafür vorgesehene Spalte geschrieben. In der Regel werden Sie beim "micromaster" mit der Adresse 1800H, dem Anfang des RAM-Speicherbereiches, beginnen. Jetzt finden Sie auch die absolute Adresse eines vorher vergebenen symbolischen Namens. Diese absolute Adresse müssen Sie nun an jeder Stelle eintragen, an der der symbolische Name im Programm als Operand verwendet wird.

Was Sie bis hierher an Unterlagen brauchen sind zusammengefaßt:

M

Das Flußdiagramm, welches die Aufgabenstellung beschreibt.
Die Beschreibung des Befehlssatzes
Das Programmierpapier
Die Übersetzungstabelle (Assembliertabelle)

Ein wichtiger Hinweis: Belasten Sie sich während des Programmierens nicht gleichzeitig mit dem Herausnehmen des Hex-Codes und dem Auszählen der Adressen. Lösen Sie erst die Aufgabe in der Assembler-Sprache, dann wird assembliert.

4.2 Vom Anwender aufzurufende Unterprogramme des Monitors im "micromaster"

Damit Sie sich in dieser Lektion, die ja überwiegend auf die Software ausgerichtet ist, nicht gleichzeitig auch mit Hardware-Problemen beschäftigen müssen, können Sie Unterprogramme des Monitor-Programms verwenden. Diese unterstützen besonders die Ein- und Ausgabe von Daten über den Schnittstellenbaustein 8279 an die 7-Segment-Anzeige und von der Tastatur.

Die Funktion dieser Unterprogramme ist in dem im Anhang enthaltenen Listing enthalten. Verwenden Sie diese Unterprogramme so oft es geht, denn das spart Zeit und Programmieraufwand. Der Name des Unterprogramms wird im Namenfeld als Einsprungadresse verwendet. Es wird jeweils mit dem CALL-Befehl aufgerufen, wobei der Rücksprung (RET) bereits im Unterprogramm enthalten ist.

Vor jedem Unterprogramm befindet sich ein Kommentarkopf, der Angaben darüber enthält, welche Voraussetzungen erfüllt sein müssen, um das Unterprogramm ausführen zu können. Dieser Kopf enthält auch Angaben über veränderte Register! Falls Sie in diesen Registern Werte haben, die Sie nach dem Unterprogramm wieder benötigen, müssen Sie diese vor Ausführung sichern und nachher zurückladen (PUSH- und POP-Befehl).

Wenn Sie also in unseren Lösungsvorschlägen Aufrufe für Unterprogramme aus dem Monitor finden, können Sie sich mit Hilfe der zum Aufruf gehörenden Adresse schnell orientieren und dieses Unterprogramm finden. Steht dort beispielsweise im Hex-Code bzw. Assembler

```
CD C905          CALL          UMW
```

so heißt das, daß Sie das Unterprogramm mit dem Namen UMW unter der Adresse 05C9 suchen müssen. Das finden Sie sehr schnell, indem Sie einfach in die Adreßspalte des Listings im Anhang gehen.

4.3 Programmierübungen (13 Aufgaben)

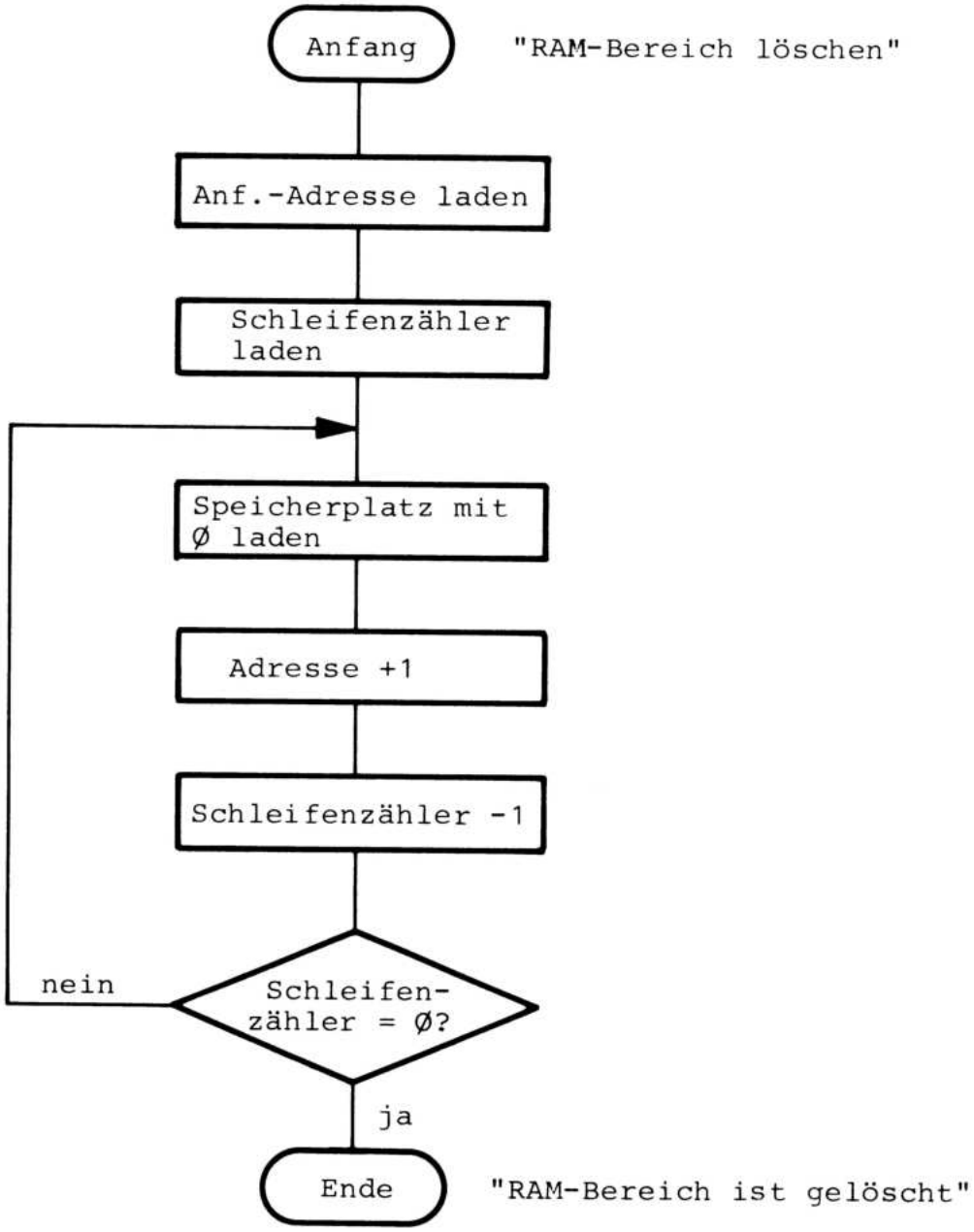
Im folgenden Abschnitt werden Sie 13 Aufgaben finden, an denen Sie Ihre bisher erworbenen Kenntnisse trainieren können. Es wurde bereits erwähnt, daß der aufgezeigte Lösungsweg nur einer von vielen möglichen ist und nicht immer den Anspruch erhebt, der kürzeste oder eleganteste zu sein. Die ausführlichen Aufgabenstellungen befinden sich jeweils in Kommentarzeilen als Kopf vor den Lösungsvorschlägen.

Zu jeder Aufgabe finden Sie auch ein Flußdiagramm. Wenn Sie eigene Lösungswege finden, gehören dazu auch eigene Flußdiagramme. Aufgabenstellung und Lösungsvorschlag wurden nicht getrennt, weil sich ein Lernerfolg einstellt, gleich, ob Sie anfangs diese Lösung Schritt für Schritt durcharbeiten oder selbst einen eigenen Weg suchen. Je mehr Erfahrungen Sie sammeln, um so selbständiger werden Sie arbeiten.

Wie immer gilt auch hier: Übung macht den Meister! Also, üben Sie das Programmieren, nicht nur das Eintippen von Hex-Codes, die Sie einfach ablesen. Und bevor Sie nun richtig loslegen, orientieren Sie sich noch einmal über die Speicher- und Ein/Ausgabebelegung im "micromaster", siehe Anhang, Seite (3)-116.

```
                ;*****************************************************
                ;       A U F G A B E    1
                ;*****************************************************
                ;
                ;1.)
                ;ES SOLL DER INHALT VON 20 AUFEINANDER FOLGENDE RAM-
                ;SPEICHER-ZELLEN GELOESCHT WERDEN, D.H. NACH ABLAUF
                ;DES PROGRAMMS SOLLEN DIESE ZELLEN DEN WERT 00H
                ;ENTHALTEN. DER ZU LOESCHENDE BEREICH LIEGE BEISPIELS-
                ;WEISE AB ADRESSE 1900H BIS 1913H.
                ;
                ;2.)
                ;VARIEREN SIE DIE AUFGABE, INDEM SIE DIE ANZAHL DER ZU
                ;LOESCHENDEN BYTES UND DEN ADRESSBEREICH VERAENDERN.
                ;
                ;-----------------------------------------------------
1800            ORG     1800H
                ;
07E3 =          HALLO   EQU     07E3H   ;PSEUDO-INSTRUKTION FUER DIE
                                        ;MASCHINELLE UEBERSETZUNG AN
                                        ;DEN ASSEMBLER. HIER WIRD IHM
                                        ;DIE ADRESSE DES SYMBOLISCHEN
                                        ;NAMENS HALLO BEKANNT GEMACHT,
                                        ;AB DER DIE AUSGABE VON HALLO
                                        ;BEGINNT.
                ;*****************************************************

1800 210019     ANFANG: LXI     H,1900H ;LADE IN DAS REGISTERPAAR HL
                                        ;DIE ANFANGSADRESSE DES ZU
                                        ;LOESCHENDEN BEREICHES
                                        ;
1803 1614               MVI     D,20D   ;LADE REGISTER D MIT DER
                                        ;KONSTANTEN 20D = ANZAHL DER
                                        ;ZU LOESCHENDEN SPEICHERZELLEN

                        ;**ANFANG DER LOESCH-ROUTINE**
                                        ;
1805 3600       LOESCH: MVI     M,00H   ;LADE DEN SPEICHERPLATZ, DER
                                        ;DURCH DEN INHALT DES HL-
                                        ;REGISTERPAARES ADRESSIERT IST,
                                        ;MIT DER KONSTANTEN 00H
                                        ;
1807 23                 INX     H       ;DER INHALT DES REGISTERPAARES
                                        ;HL WIRD UM 1 INKREMENTIERT, D.H.
                                        ;DIE ADRESSE WIRD UM 1 ERHOEHT
                                        ;
1808 15                 DCR     D       ;VOM INHALT DES REGISTERS D WIRD
                                        ;1 SUBTRAHIERT, D.H. DER SCHLEI-
                                        ;FENZAEHLER WIRD DEKREMENTIERT
                                        ;
1809 C20518             JNZ     LOESCH  ;IST DER SCHLEIFENZAEHLER = 0 ?
                                        ;WENN NEIN, SPRINGE ZURUECK NACH
                                        ;"LOESCH" UND SETZE DIE LOESCH-
                                        ;ROUTINE FORT
                                        ;WENN JA, HOLE DEN NAECHSTEN
                                        ;BEFEHL, D.H. SPRINGE NACH AUS-
                                        ;GABE VON "HALLO" ALS FERTIG-
180C C3E307             JMP     HALLO   ;MELDUNG

180F                    END
```

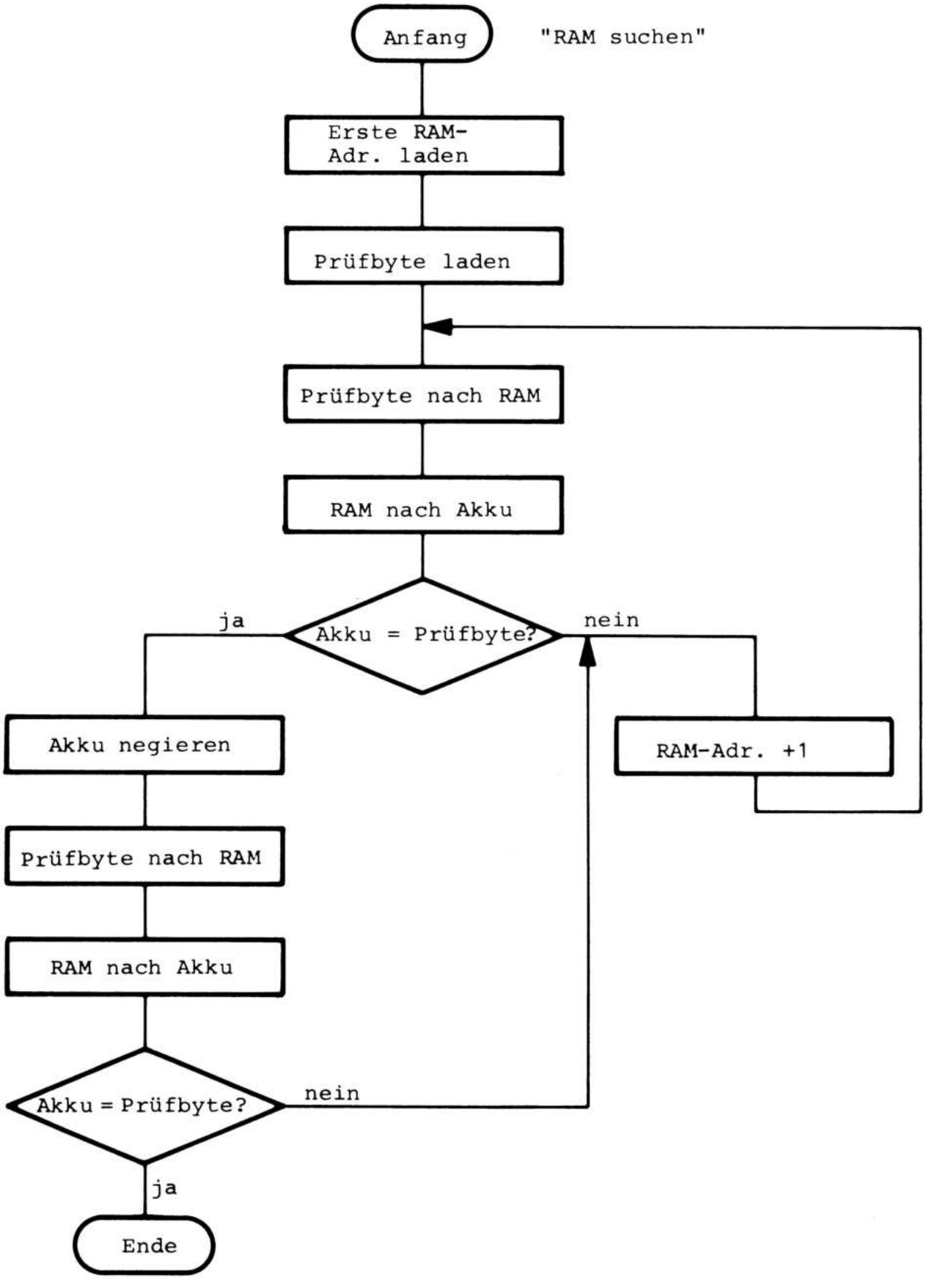
Flußdiagramm Aufgabe 1



```
                ;*****************************************************
                ;       A U F G A B E   2
                ;*****************************************************
                ;
                ;
                ;ES SOLL DIE ERSTE ADRESSE DES RAM-BEREICHS GEFUNDEN
                ;WERDEN.
                ;DIE SUCHE SOLL BEI ADRESSE 0000 BEGINNEN.
                ;BITTE BEACHTEN SIE:
                ; -DASS SICH IM *MICROMASTER* NICHT BESTUECKTE SPEICHER-
                ;  ZELLEN WEDER LESEN NOCH BESCHREIBEN LASSEN
                ; -DASS EPROM-ZELLEN ZWAR GELESEN, ABER NICHT BESCHRIE-
                ;  BEN WERDEN KOENNEN.
                ; -DASS ZUFAELLIG EIN EPROM-INHALT GLEICH DEM PRUEF-
                ;  BYTE SEIN KANN
                ;DAS PROGRAMM BEGINNT IN DIESEM FALL ERST BEI ADRESSE
                ;1900H, DAMIT BEI DER SUCHE DAS PROGRAMM SICH NICHT
                ;SELBST UEBERSCHREIBEN KANN.
                ;WENN DIE ERSTE RAM-ADRESSE GEFUNDEN WURDE, SOLL DIESE
                ;UNTER DEN ADRESSEN 1950H UND 1951H ABGESPEICHERT
                ;WERDEN
                ;
                ;-----------------------------------------------------
1900            ORG     1900H
                ;
07E3 =          HALLO   EQU     07E3H   ;ERKLAERUNG SIEHE AUFGABE 1
                ;*****************************************************

1900 210000     ANFANG: LXI     H,0000  ;LADE REGISTERPAAR HL MIT DEM
                                        ;ANFANGSWERT DES ZU DURCHSU-
                                        ;CHENDEN SPEICHERBEREICHES
                                        ;(ADRESSE 0000)
                                        ;
1903 0655               MVI     B,55H   ;LADE REGISTER B MIT DER
                                        ;KONSTANTEN 55H. BELIEBIGER
                                        ;WERT ALS PRUEFBYTE

                ;ES FOLGT DER VERSUCH DIE SPEICHERZELLE ZU BE-
                ;SCHREIBEN. ES WIRD DER EINGESCHRIEBENE WERT MIT DER
                ;IM REGISTER B ABGELEGTEN KONSTANTEN VERGLICHEN.

1905 70         WEITER: MOV     M,B     ;KONSTANTE AUF DEN SPEICHER
                                        ;PLATZ ABSPEICHERN, DER DURCH
                                        ;DEN INHALT DES HL-REGISTER-
                                        ;PAARES ADRESSIERT IST
                                        ;
1906 7E                 MOV     A,M     ;LADE AKKU MIT DEM WERT DES
                                        ;SPEICHERBYTES, DAS DURCH DEN
                                        ;INHALT DES HL-REGISTERPAARES
                                        ;ADRESSIERT IST. RUECKLESEN
                                        ;DES PRUEFBYTES
                                        ;
1907 B8                 CMP     B       ;AKKU-INHALT WIRD MIT DEM IN-
                                        ;HALT DES REGISTERS B VER-
                                        ;GLICHEN
                                        ;
1908 CA0F19             JZ      GLEICH
```

```
                ;SIND BEIDE WERTE GLEICH, GIBT ES ZWEI MOEGLICHKEITEN:
                ;  1. DIE SPEICHERZELLE KANN BESCHRIEBEN WERDEN
                ;  2. DER WERT DER SPEICHERZELLE IST ZUFAELLIG GLEICH
                ;     DEM WERT DES PRUEFBYTES.
                ;BEI GLEICHHEIT SPRINGE NACH "GLEICH"
                ;BEI UNGLEICHHEIT HOLE DEN NAECHSTEN BEFEHL

190B 23         PLUS:   INX     H       ;REGISTERPAAR HL PLUS 1
                                        ;
190C C30519             JMP     WEITER  ;SPRINGE NACH "WEITER", D.H.
                                        ;NAECHSTER PRUEFVERSUCH
                ;
                ;BEI GLEICHHEIT WIRD EIN ZWEITES PRUEFBYTE IN DIE
                ;SPEICHERZELLE GESCHRIEBEN UND VERGLICHEN, UM DEN ZU-
                ;FALL AUSZUSCHLIESSEN. IST DIESER VERGLEICH WIEDER
                ;POSITIV, IST DIE ERSTE BESCHREIBBARE SPEICHERZELLE
                ;(RAM) GEFUNDEN.
                ;
190F 2F         GLEICH: CMA             ;AKKU-INHALT WIRD NEGIERT.
                                        ;ES KOENNTE AUCH EINE NEUE KON-
                                        ;STANTE DEFINIERT WERDEN. DIESES
                                        ;IST ABER NUR MIT EINEM BYTE MEHR
                                        ;IM PROGRAMM ZU ERLEDIGEN
                                        ;
1910 77                 MOV     M,A     ;AKKU-INHALT AUF DEN SPEICHER-
                                        ;PLATZ ABSPEICHERN, DER DURCH
                                        ;DEN INHALT DES REGISTERPAARES
                                        ;HL ADRESSIERT IST
                                        ;
1911 4E                 MOV     C,M     ;LADE REGISTER C MIT DEM WERT
                                        ;DES SPEICHERBYTES, DAS DURCH
                                        ;DEN INHALT DES REGISTERPAARES
                                        ;HL ADRESSIERT IST
                                        ;
1912 B9                 CMP     C       ;VERGLEICHE DEN INHALT DES
                                        ;AKKUS MIT DEM INHALT DES RE-
                                        ;GISTERS C
                                        ;
1913 C20B19             JNZ     PLUS    ;BEI UNGLEICHHEIT SPRINGE
                                        ;NACH "PLUS", BEI GLEICHHEIT
                                        ;GEHE EINEN SCHRITT WEITER
                                        ;
1916 225019             SHLD    1950H   ;GEFUNDENE RAM-ADRESSE IM
                                        ;SPEICHER SICHERN
                                        ;
1919 C3E307             JMP     HALLO   ;SPRINGE NACH "HALLO", WENN AUF-
                                        ;GABE BEENDET
191C                                    ;
     END
```

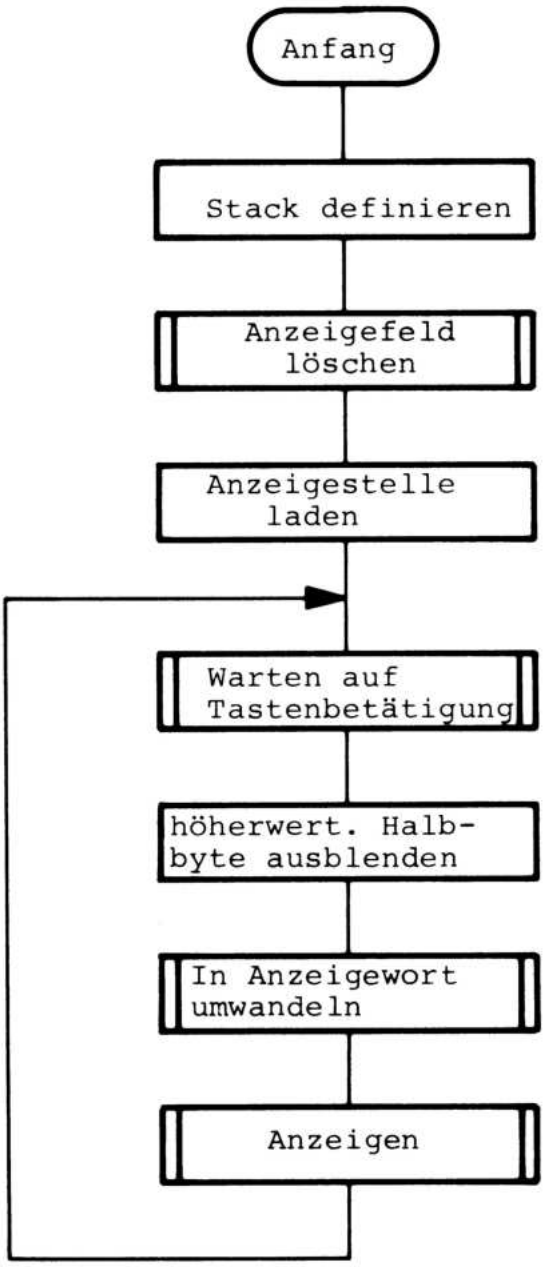
Flußdiagramm Aufgabe 2



```
                ;*****************************************************
                ;       A U F G A B E   3
                ;*****************************************************
                ;
                ;ES SOLL MIT DEN UNTERPROGRAMMEN
                ;
                ;       -ANWAZL          FUNKTION: ANZEIGE LOESCHEN
                ;       -ANWEIN              "   : AUF TASTENEINGABE
                ;                                  WARTEN
                ;       -UMW                 "   : TASTENWORT IN ANZEI-
                ;                                  GEWORT WANDELN
                ;       -ANWAUS              "   : AUF ANZEIGE AUSGEBEN
                ;
                ;GEARBEITET WERDEN. LESEN SIE BITTE DIE BESCHREIBUNGEN
                ;DER UNTERPROGRAMME IM LISTING (ANHANG) GUT DURCH.
                ;
                ;IN DER AUFGABE SOLL ZUERST DIE ANZEIGE GELOESCHT WERDEN.
                ;DANN SOLL EINE HEX-ZAHL UEBER DIE TASTATUR EIGEGEBEN
                ;UND IN DIE ANZEIGE GESCHRIEBEN WERDEN. ALS ANZEIGESTELLE
                ;WIRD DIE LETZTE RECHTE STELLE ANGENOMMEN. DIE ZAEHL-
                ;FOLGE DER ANZIGESTELLEN 0 - 7 LAEUFT VON LINKS NACH
                ;RECHTS.
                ;
                ;-----------------------------------------------------
1800            ORG     1800H
                ;

                ;ADRESSZUWEISUNG DER UNTERPROGRAMME

07BC =          ANWAZL  EQU     07BCH   ;ERKLAERUNG GILT FUER DIESE
07D1 =          ANWEIN  EQU     07D1H   ;UNTERPROGRAMME WIE IN
05C9 =          UMW     EQU     05C9H   ;AUFGABE 1
07C7 =          ANWAUS  EQU     07C7H   ;
                ;*****************************************************

1800 31E81B     ANFANG: LXI     SP,1BE8H;KELLERSPEICHERZEIGER SETZEN
                                        ;
1803 CDBC07             CALL    ANWAZL  ;ANZEIGEFELD DURCH UNTERPRO-
                                        ;GRAMMAUFRUF LOESCHEN
                                        ;
1806 0607               MVI     B,07H   ;ANZEIGESTELLE INS REGISTER B
                                        ;LADEN
                                        ;
1808 CDD107     SCHLEI: CALL    ANWEIN  ;WARTEN AUF TASTENBETAETIGUNG
                                        ;(TASTENWORT FUER DIE ANZEIGE-
                                        ;STELLE VOM TASTENFELD EIN-
                                        ;LESEN (UNTERPROGR. ANWEIN))
                                        ;
180B E60F               ANI     0FH     ;NACH TASTENDRUCK WIRD VOM
                                        ;TASTENWORT DAS HOEHER-
                                        ;WERTIGE HALB-BYTE AUSGEBLEN-
                                        ;DET, DA DIE 16 HEX-TASTEN
                                        ;DURCH DAS NIEDERWERTIGE HALB-
                                        ;BYTE DARGESTELLT WERDEN KOEN-
                                        ;NEN
                                        ;
180D CDC905             CALL    UMW     ;DAS EINGELESENE TASTENWORT
                                        ;MUSS IN EINEN ENTSPECHENDEN
                                        ;7-SEGMENT-CODE (ANZEIGEWORT)
                                        ;UMGEWANDELT WERDEN.
```

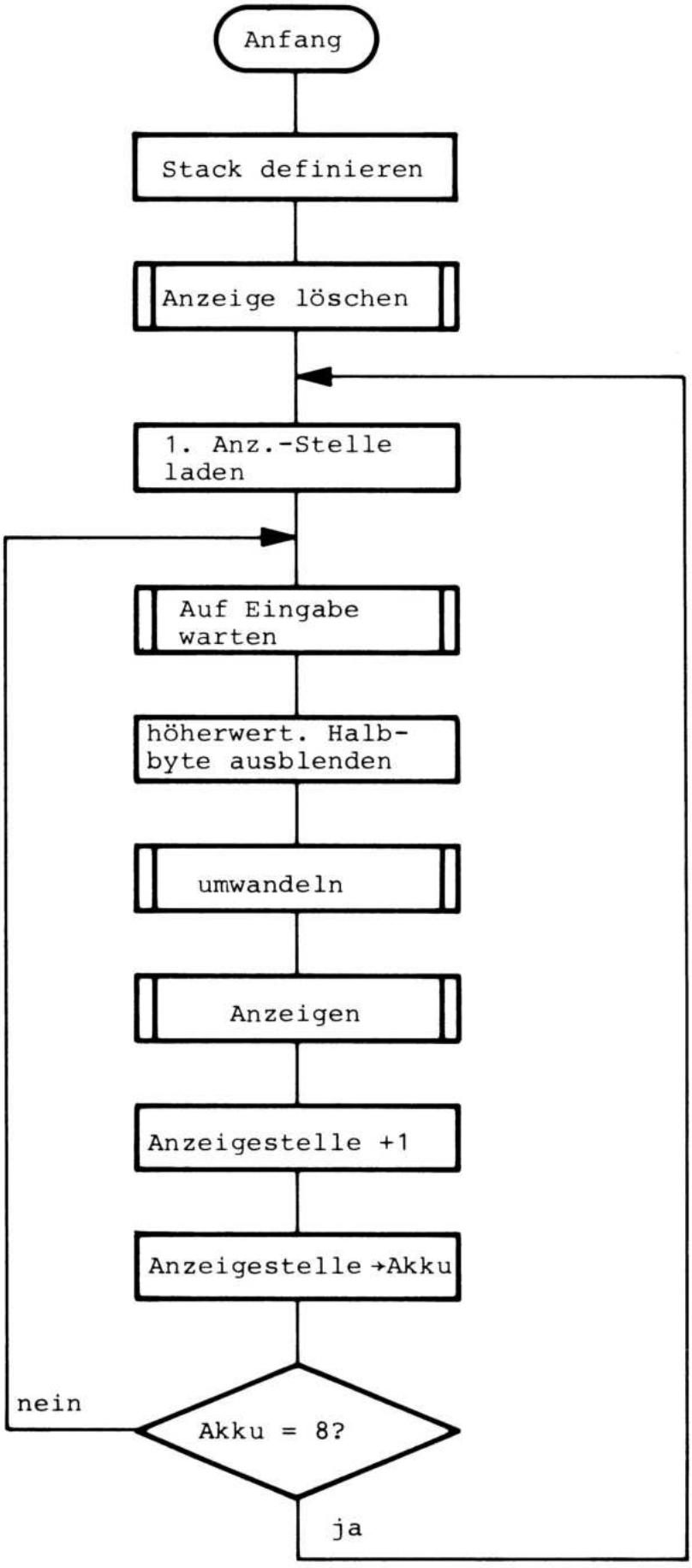
```
                                        ;
1810 CDC707             CALL    ANWAUS  ;ANZEIGEWORT AN DER VORHER
                                        ;BESTIMMTEN STELLE DES AN-
                                        ;ZEIGEFELDES AUSGEBEN
                                        ;(UNTERPROGR. ANWAUS)
                                        ;
1813 C30818             JMP     SCHLEI  ;SPRUNG NACH "SCHLEI", UM EINE
                                        ;NEUE HEX-ZAHL EINZUGEBEN

                ;DIESES PROGRAMM KANN NUR DURCH DIE BETAETIGUNG DER
                ;RESET-TASTE VERLASSEN WERDEN; DA EINE ENDLOS-SCHLEIFE
                ;PROGRAMMIERT WURDE !

1816                    END
```

Flußdiagramm Aufgabe 3



```
                ;*****************************************************
                ;        A U F G A B E   4
                ;*****************************************************
                ;
                ;ALS ERWEITERUNG DER UEBUNG 3 SOLLEN JETZT SAEMTLICHE
                ;8 STELLEN (0-7) DER ANZEIGE VON LINKS NACH RECHTS
                ;BESCHRIEBEN WERDEN.
                ;
                ;-----------------------------------------------------
1800            ORG     1800H
                ;
07BC =          ANWAZL  EQU     07BCH
07D1 =          ANWEIN  EQU     07D1H
05C9 =          UMW     EQU     05C9H
07C7 =          ANWAUS  EQU     07C7H
                ;*****************************************************

1800 31E81B     ANFANG: LXI     SP,1BE8H;KELLERSPEICHERZEIGER SETZEN

1803 CDBC07             CALL    ANWAZL

1806 0600       NEU:    MVI     B,0     ;LINKE ANZEIGESTELLE INS REG. B
                                        ;LADEN

1808 CDD107     SCHLEI: CALL    ANWEIN

180B E60F               ANI     0FH

180D CDC905             CALL    UMW

1810 CDC707             CALL    ANWAUS

1813 04                 INR     B       ;ZUM INHALT DES REG. B WIRD
                                        ;1 ADDIERT
                                        ;
1814 78                 MOV     A,B     ;LADE AKKU MIT DEM INHALT DES
                                        ;REG. B
                                        ;
1815 FE08               CPI     08H     ;VERGLEICHE DEN AKKU-INHALT
                                        ;MIT DER KONSTANTEN 8
                                        ;
1817 C20818             JNZ     SCHLEI  ;WENN AKKU-INHALT UNGLEICH 8,
                                        ;SPRINGE NACH "SCHLEI", WENN
                                        ;AKKU-INHALT GLEICH 8, HOLE
                                        ;DEN NAECHSTEN BEFEHL
                                        ;
181A C30618             JMP     NEU     ;SPRINGE NACH "NEU", UM NEUE
                                        ;HEX-ZAHLEN EINZUGEBEN

                ;DIESES PROGRAMM KANN NUR DURCH DIE BETAETIGUNG DER
                ;RESET-TASTE VERLASSEN WERDEN, DA ES WIEDER IN EINER
                ;ENDLOS-SCHLEIFE ARBEITET

181D                    END
```

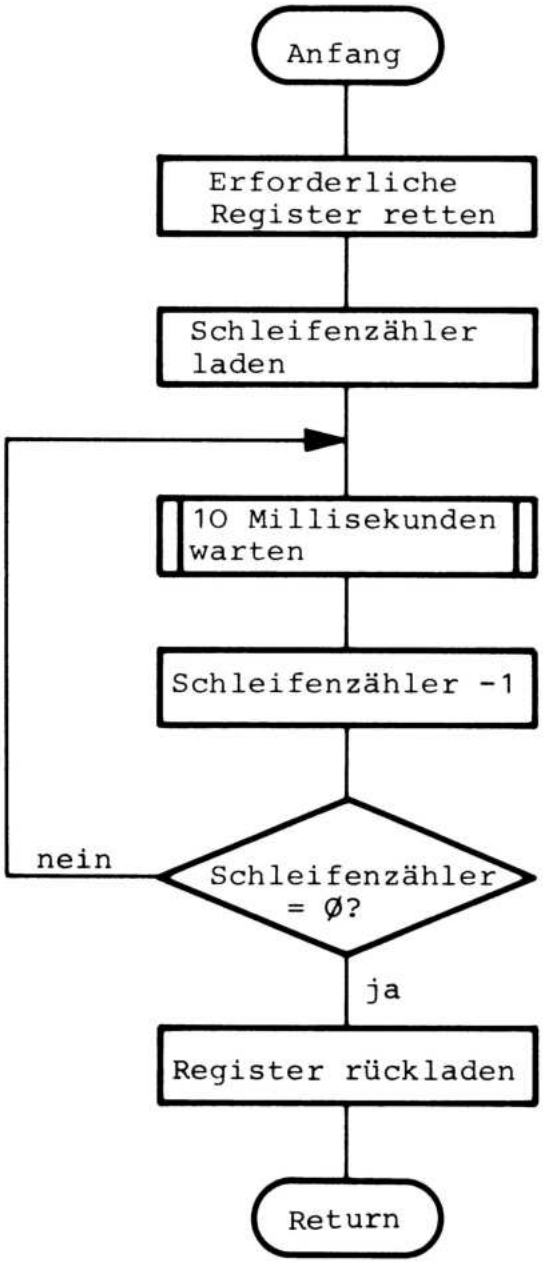
Flußdiagramm Aufgabe 4



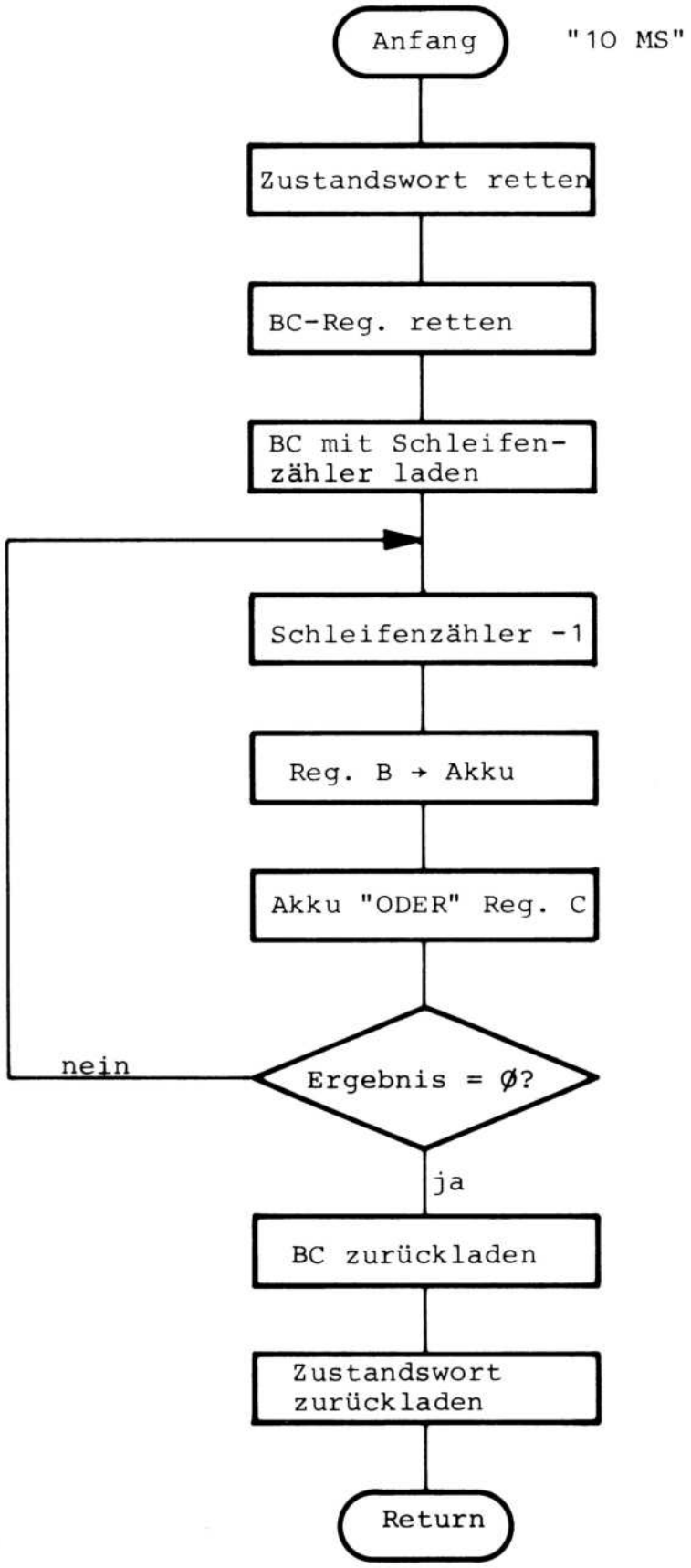
```
                ;*****************************************************
                ;       A U F G A B E   5
                ;*****************************************************
                ;
                ;ES SOLLEN ALS UNTERPROGRAMM ZWEI ZEITSCHLEIFEN ER-
                ;STELLT WERDEN. DIE LAUFZEITEN IN DIESEN SCHLEIFEN
                ;SOLLEN EINMAL ETWA 10 MILLISEKUNDEN UND EINMAL 1 SE-
                ;KUNDE BETRAGEN.
                ;FUER EINE VIELFAELTIGE VERWENDUNG DIESES UNTERPROGRAMMS
                ;SOLL DIE ANFANGSADRESSE BEI 1B00H LIEGEN, DAMIT HAUPT-
                ;UND UNTERPROGRAMM NICHT MITEINANDER KOLLIDIEREN.
                ;
                ;DIE ZEITSCHLEIFE MIT 1 SEKUNDE SOLL "WARTE" HEISSEN,
                ;DIE ZEITSCHLEIFE MIT 10 MILLISEKUNDE "MS10".
                ;DIE 1 S-SCHLEIFE IST AUS DER 10 MS-SCHLEIFE AUFZUBAUEN.
                ;
                ;SPEICHERN SIE DIESES UNTERPROGRAMM AUF KASSETTE AB, DA
                ;SIE SICH BEI SPAETEREN AUFGABEN DANN DAS EINGEBEN ER-
                ;SPAREN (KOMMANDO A = SPEICHERN AUF KASSETTE)
                ;
                ;DIESES PROGRAMM WIRD NICHT MIT KOMMANDO 7 GESTARTET.
                ;ES WIRD NUR DURCH UNTERPROGRAMMAUFRUF AKTIVIERT.
                ;
                ;*****************************************************
1B00            ORG     1B00H
                ;-----------------------------------------------------

1B00 F5         WARTE:  PUSH    PSW     ;ZU BEGINN EINES UNTERPROGRAMMS
                                        ;MUESSEN ALLE REGISTER "GERET-
                                        ;TET" WERDEN, DIE IM UNTERPRO-
                                        ;GRAMM BENUTZT WERDEN. IN DIESEM
                                        ;FALL DER AKKU UND DAS ZUSTANDS-
                                        ;WORT

                ;* * *ANFANG DER 1 S-SCHLEIFE* * *

1B01 3E64               MVI     A,64H   ;AKKU WIRD MIT DER KONSTANTEN
                                        ;64H GELADEN
                                        ;
1B03 CD0C1B     VERZ1:  CALL    MS10    ;DAS UNTERPROGRAMM DER 10 MILLI-
                                        ;SEKUNDEN-ZEITSCHLEIFE "MS10"
                                        ;WIRD AUFGERUFEN
                                        ;
1B06 3D                 DCR     A       ;NACH DER RUECKKEHR AUS DEM UN-
                                        ;TERPROGRAMM WIRD VOM AKKU-IN-
                                        ;HALT 1 SUBTRAHIERT
                                        ;
1B07 C2031B             JNZ     VERZ1   ;IST DER AKKU-INHALT NICHT
                                        ;NULL, SPRINGE NACH "VERZ1",
                                        ;IST DER AKKU NULL, GEHE EINEN
                                        ;SCHRITT WEITER
                                        ;
1B0A F1                 POP     PSW     ;AM ENDE DES UNTERPROGRAMMS
                                        ;WERDEN DIE GERETTETEN REGISTER
                                        ;ZURUECKGEHOLT
                                        ;
1B0B C9                 RET             ;RUECKSPRUNG INS HAUPTPROGRAMM
```

```
                ;* * *ANFANG DER 10 MS-SCHLEIFE* * *

1B0C F5         MS10:   PUSH    PSW       ;AKKU U. ZUSTANDSWORT RETTEN
                                          ;
1B0D C5                 PUSH    B         ;REGISTERPAAR BC RETTEN
                                          ;
1B0E 015205             LXI     B,0552H   ;REGISTERPAAR BC WIRD MIT
                                          ;DEM WERT 0552 GELADEN
                                          ;
1B11 0B         VERZ2:  DCX     B         ;REGISTERPAAR BC MINUS 1
                                          ;
1B12 78                 MOV     A,B       ;INHALT VON REG. B IN DEN AKKU
                                          ;
1B13 B1                 ORA     C         ;AKKU-INHALT WIRD MIT INHALT
                                          ;DES REG. C VER*ODER*T. DIESES
                                          ;IST DIE KUERZESTE ART, ZWEI RE-
                                          ;REGISTER AUF NULL ABZUFRAGEN
                                          ;
1B14 C2111B             JNZ     VERZ2     ;BEI UNGLEICH NULL, SPRINGE
                                          ;NACH "VERZ2", BEI NULL GEHE
                                          ;EINEN SCHRITT WEITER
                                          ;
1B17 C1                 POP     B         ;HOLE REG.-PAAR BC ZURUECK
                                          ;
1B18 F1                 POP     PSW       ;HOLE AKKU UND ZUSTANDSWORT
                                          ;ZURUECK
                                          ;
1B19 C9                 RET               ;RUECKSPRUNG INS HAUPTPROGRAMM
```

Flußdiagramm Aufgabe 5



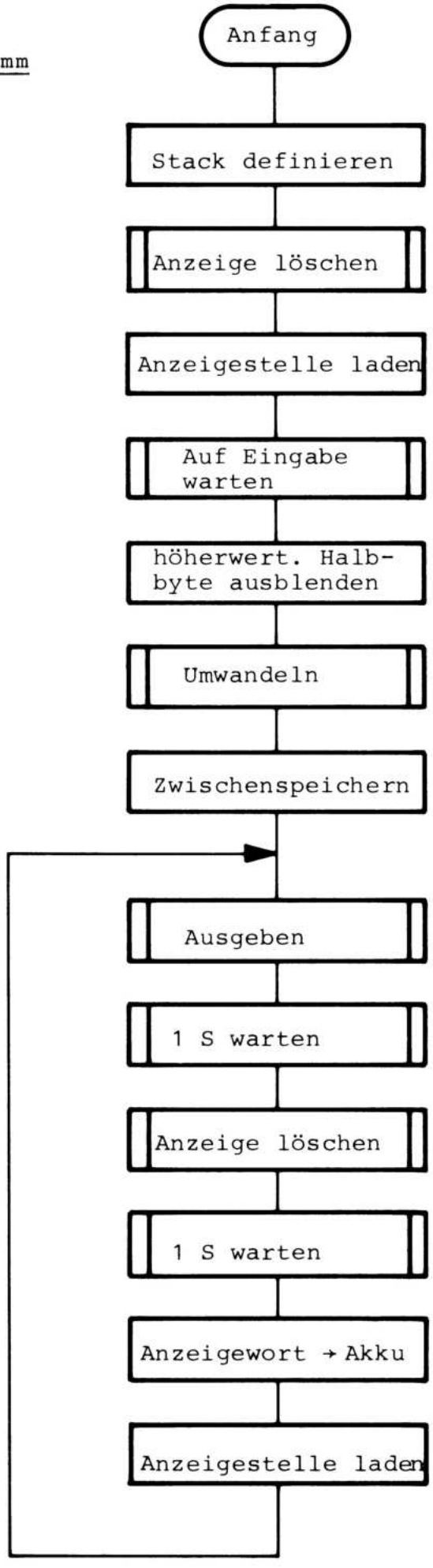
Flußdiagramm Aufgabe 5



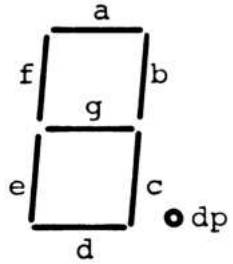
```
                ;*****************************************************
                ;       A U F G A B E   6
                ;*****************************************************
                ;
                ;ES SOLL EINE BELIEBIGE HEX-ZAHL IN DIE ANZEIGE GE-
                ;SCHRIEBEN WERDEN UND DANN IM SEKUNDENTAKT BLINKEN.
                ;FUNKTIONSABLAUF:
                ;    1. ANZEIGE LOESCHEN
                ;    2. AUF TASTENEINGABE WARTEN
                ;    3. HEX-ZAHL BLINKEND ANZEIGEN
                ;
                ;
                ;-----------------------------------------------------
1800            ORG     1800H
                ;
07BC =          ANWAZL  EQU     07BCH
07D1 =          ANWEIN  EQU     07D1H
05C9 =          UMW     EQU     05C9H
07C7 =          ANWAUS  EQU     07C7H
1B00 =          WARTE   EQU     1B00H
                ;*****************************************************

1800 31FF1B     ANFANG: LXI     SP,1BE8H;KELLERSPEICHERZEIGER SETZEN
                                        ;
1803 CDBC07             CALL    ANWAZL  ;ANZEIGEFELD LOESCHEN
                                        ;
1806 0607               MVI     B,07H   ;REG. B MIT ANZEIGESTELLE LADEN
                                        ;
1808 CDD107             CALL    ANWEIN  ;WARTEN AUF TASTENBETAETIGUNG
                                        ;(EINGABE EINES HEX-ZEICHENS)
                                        ;
180B E60F               ANI     0FH     ;HOEHERWERTIGES HALB-BYTE DES
                                        ;TASTENWORTES AUSBLENDEN
                                        ;
180D CDC905             CALL    UMW     ;TASTENWORT IN ANZEIGEWORT UM-
                                        ;WANDELN
                                        ;
1810 4F                 MOV     C,A     ;REG. C MIT DEM ANZEIGEWORT
                                        ;LADEN (ANZEIGEWORT ZWISCHEN-
                                        ;SPEICHERN
                                        ;
1811 CDC707     SCHL:   CALL    ANWAUS  ;ANZEIGEWORT AUSGEBEN
                                        ;
1814 CD001B             CALL    WARTE   ;1 SEKUNDE WARTEN UND ZAHL AUS-
                                        ;GEBEN
                                        ;
1817 CDBC07             CALL    ANWAZL  ;ANZEIGEFELD LOESCHEN
                                        ;
181A CD001B             CALL    WARTE   ;1 SEKUNDE WARTEN UND ANZEIGE
                                        ;DUNKEL
                                        ;
181D 79                 MOV     A,C     ;AKKU MIT ANZEIGEWORT LADEN
                                        ;
181E 0607               MVI     B,07H   ;REG. B MIT ANZEIGESTELLE
                                        ;LADEN
                                        ;
1820 C31118             JMP     SCHL    ;SPRUNG NACH "SCHL"

                ;DIESES PROGRAMM KANN NUR DURCH DIE BETAETIGUNG DER
                ;RESET-TASTE VERLASSEN WERDEN.
```

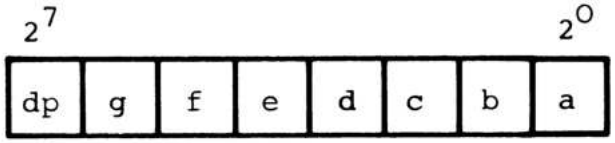
Flußdiagramm

Aufgabe 6



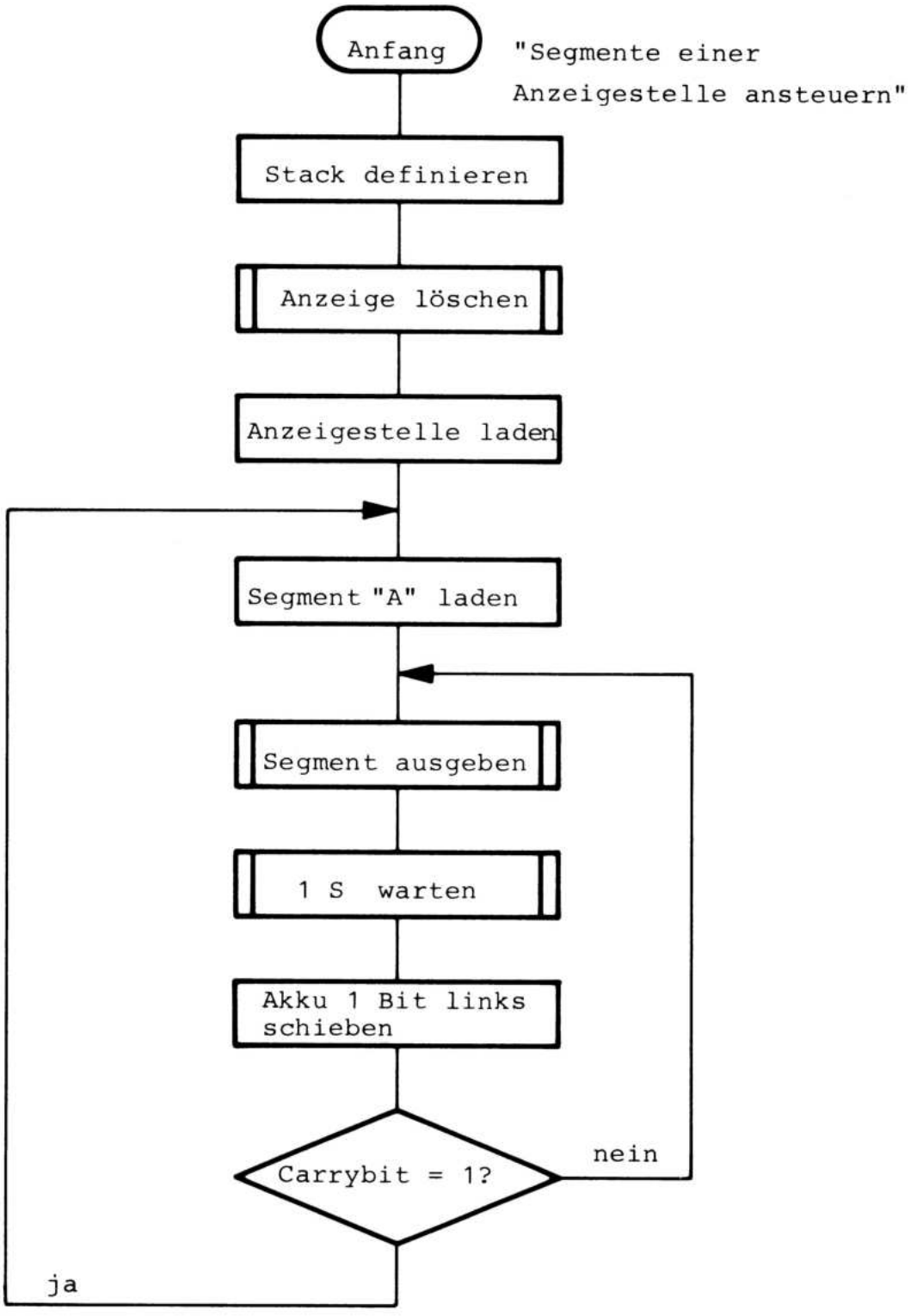
```
                ;*****************************************************
                ;       A U F G A B E   7
                ;*****************************************************
                ;
                ;IN DIESER AUFGABE WIRD DIE ANSTEUERTECHNIK FUER DIE
                ;7-SEGMENT-ANZEIGEN GEUEBT:
                ;ES SOLLEN DIE SEGMENTE EINER ANZEIGESTELLE EINZELN AN-
                ;GESTEUERT WERDEN. DIE SEGMENTE SOLLEN NACHEINANDER IM
                ;SEKUNDENTAKT UND IM UHRZEIGERSINN AUFLEUCHTEN. WIR BE-
                ;GINNEN MIT DEM A-SEGMENT (OBERER QUERBALKEN).
                ;
                ;-----------------------------------------------------
1800            ORG 1800H
                ;
07BC =          ANWAZL  EQU     07BCH
07D1 =          ANWEIN  EQU     07D1H
07C7 =          ANWAUS  EQU     07C7H
1B00 =          WARTE   EQU     1B00H
                ;*****************************************************

1800 31E81B     ANFANG: LXI     SP,1BE8H;KELLERSPEICHERZEIGER SETZEN
                                        ;
1803 CDBC07             CALL    ANWAZL  ;ANZEIGEFELD LOESCHEN
                                        ;
1806 0607               MVI     B,07H   ;REG. B MIT ANZEIGESTELLE LADEN
                                        ;
1808 3E01       ERNEUT: MVI     A,01H   ;AKKU MIT DEM WERT DES SEG-
                                        ;MENTS "A" LADEN
                                        ;
180A CDC707     ROTIER: CALL    ANWAUS  ;SEGMENT AUF ANZEIGEFELD AUS-
                                        ;GEBEN
                                        ;
180D CD001B             CALL    WARTE   ;1 SEKUNDE WARTEN
                                        ;
1810 07                 RLC             ;AKKU-INHALT UM 1 BIT NACH
                                        ;LINKS SCHIEBEN (BIT 7 INS
                                        ;CARRY-BIT)
                                        ;
1811 D20A18             JNC     ROTIER  ;CARRY-BIT = 0, SPRUNG NACH
                                        ;"ROTIER"
                                        ;CARRY-BIT = 1, NAECHSTEN BE-
                                        ;FEHL HOLEN
                                        ;
1814 C30818             JMP     ERNEUT  ;SPRUNG NACH "ERNEUT" (ANZEIGE
                                        ;BEGINNT BEIM SEGMENT "A")

                ;DIESES PROGRAMM KANN NUR DURCH DIE BETAETIGUNG DER
                ;RESET-TASTE VERLASSEN WERDEN, DA DURCH DEN SPRUNG NACH
                ;"ERNEUT" EINE ENDLOS-SCHLEIFE PROGRAMMIERT WURDE.

1817                    END
```





Anzeigewort

Flußdiagramm Aufgabe 7



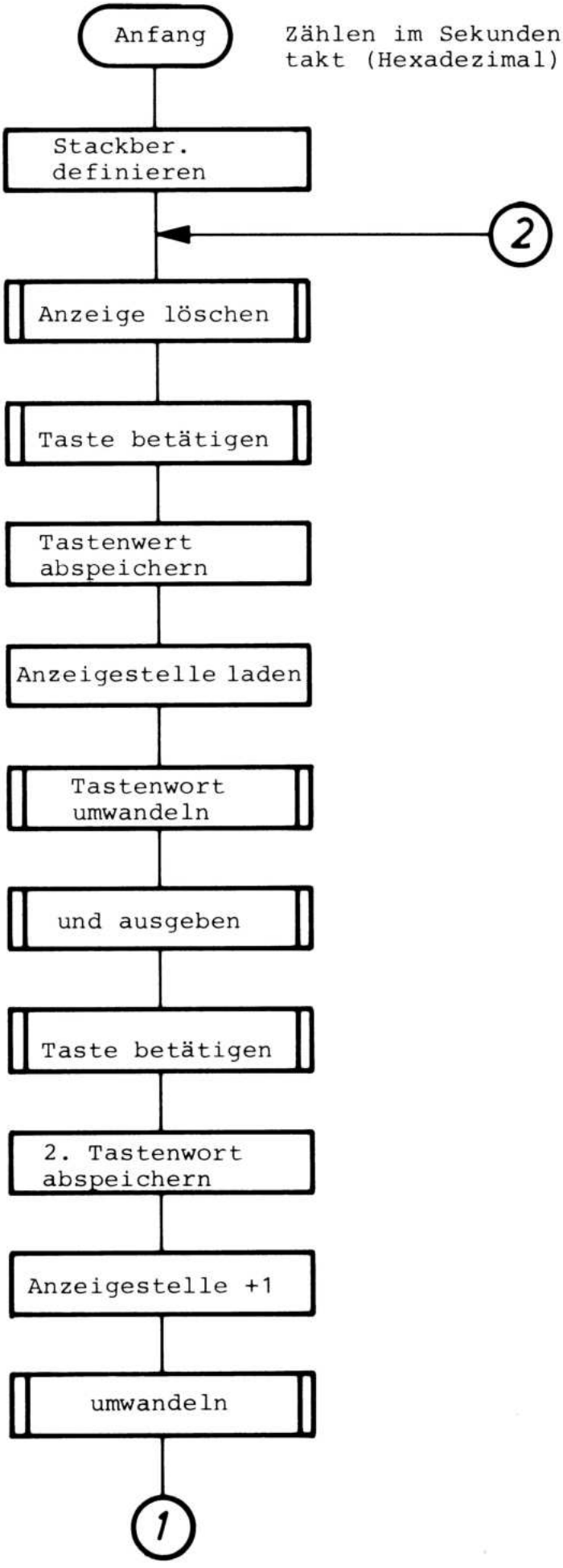
```
                ;*****************************************************
                ;        A U F G A B E   8
                ;*****************************************************
                ;
                ;ES SOLL IM SEKUNDENTAKT VON NULL BIS ZU EINER VORGE-
                ;GEBENEN ZWEISTELLIGEN ZAHL GEZAEHLT UND ANGEZEIGT
                ;WERDEN:
                ;    1) HEXADEZIMAL
                ;    2) DEZIMAL
                ;DIE ZAHLENVORGABE ERFOLGT AUCH 2-STELLIG UND SOLL
                ;RECHTS IN DER ANZEIGE EIN SEKUNDE LANG ANGEZEIGT. NACH
                ;EINER PAUSE VON 2 SEKUNDEN SOLL DER ZAEHLVORGANG BEGINNEN.
                ;
                ;IN DIESER AUFGABE WIRD DASER HEX-ZAEHLEN BESCHRIEBEN.
                ;DAS DEZIMALE ZAEHLEN FOLGT IN DER NACHSTEN AUFGABE 9.
                ;-----------------------------------------------------
1800            ORG 1800H
                ;
07BC =          ANWAZL  EQU     07BCH
07D1 =          ANWEIN  EQU     07D1H
05C9 =          UMW     EQU     05C9H
07C7 =          ANWAUS  EQU     07C7H
1B00 =          WARTE   EQU     1B00H
                ;*****************************************************
1800 31E81B     ANFANG: LXI     SP,1BE8H;KELLERSPEICHERZEIGER SETZEN

                        ;**ZAHL EINGEBEN UND ANZEIGEN**

1803 CDBC07     BEGINN: CALL    ANWAZL  ;ANZEIGEFELD LOESCHEN UND
1806 CDD107             CALL    ANWEIN  ;WARTEN AUF TASTENBETAETIGUNG
                                        ;
1809 E60F               ANI     0FH     ;HOEHERWERTIGES HALB-BYTE DES
                                        ;TASTENWORTES AUSBLENDEN
                                        ;
180B 4F                 MOV     C,A     ;1. TASTENWORT IM REG. C AB-
                                        ;SPEICHERN
                                        ;
180C 0606               MVI     B,06H   ;ANZEIGESTELLE LADEN
                                        ;
180E CDC905             CALL    UMW     ;TASTENWORT IN ANZEIGEWORT UM-
                                        ;WANDELN
                                        ;
1811 CDC707             CALL    ANWAUS  ;ANZEIGEWORT AUSGEBEN UND
1814 CDD107             CALL    ANWEIN  ;WARTEN AUF ERNEUTE TASTENBE-
                                        ;TAETIGUNG
                                        ;
1817 E60F               ANI     0FH     ;HOEHERWERTIGES HALB-BYTE DES
                                        ;TASTENWORTES AUSBLENDEN
                                        ;
1819 57                 MOV     D,A     ;2. TASTENWORT IM REG. D AB-
                                        ;SPEICHERN
                                        ;
181A 04                 INR     B       ;ANZEIGESTELLE PLUS 1
                                        ;
181B CDC905             CALL    UMW     ;TASTENWORT IN ANZEIGEWORT UM-
                                        ;WANDELN
                                        ;
181E CDC707             CALL    ANWAUS  ;ANZEIGEWORT AUSGEBEN
                                        ;
1821 CD001B             CALL    WARTE   ;1 SEKUNDE WARTEN
                                        ;
1824 79                 MOV     A,C     ;1. TASTENWORT IN DEN AKKU
```

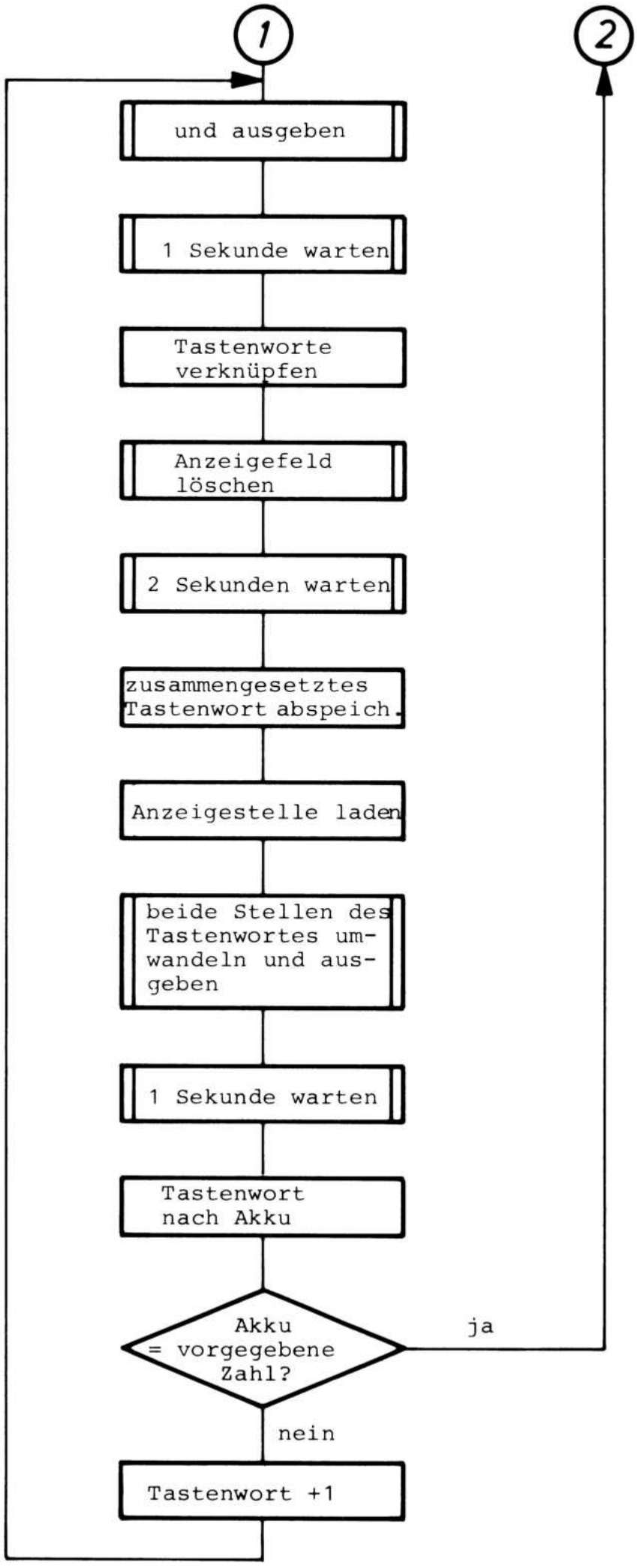
```
1825 0F                 RRC             ;.
1826 0F                 RRC             ;  . AKKU-INHALT UM 4 BIT'S
1827 0F                 RRC             ;  . NACH RECHTS SCHIEBEN
1828 0F                 RRC             ;.  D.H. DAS TASTENWORT STEHT
                                        ;    JETZT IM HOEHRWERTIGEN
                                        ;    HALB-BYTE
                                        ;
1829 82                 ADD     D       ;ZUM VERSCHOBENEN TASTENWORT
                                        ;WIRD DAS 2. TASTENWORT ADDIERT
                                        ;
182A 4F                 MOV     C,A     ;DAS ZUSAMMENGESETZTE TASTEN-
                                        ;WORT IM REG. C ZWISCHEN-
                                        ;SPEICHERN
                                        ;
182B CDBC07             CALL    ANWAZL  ;DAS ANZEIGEFELD WIEDER
                                        ;LOESCHEN
                                        ;
182E CD001B             CALL    WARTE   ;2 SEKUNDEN WARTEN
1831 CD001B             CALL    WARTE   ;

                        ;**ZAEHLEN, AUSGEBEN UND ENDE-ABFRAGEN**

1834 57         ZAEHL:  MOV     D,A     ;DURCH DAS UNTERPROGR. "ANWAZL"
                                        ;IST DER AKKU-INHALT NULL
                                        ;(WIRD IM REG. D ZWISCHENGE-
                                        ;SPEICHERT)
                                        ;
1835 0607               MVI     B,07H   ;REG. B MIT DER ANZEIGESTELLE
                                        ;LADEN
                                        ;
1837 CDC905             CALL    UMW     ;NIEDERWERTIGES HALB-BYTE DER
                                        ;HEX-ZAHL IN ANZEIGEWORT UM-
                                        ;WANDELN
                                        ;
183A CDC707             CALL    ANWAUS  ;AUF ANZEIGEFELD AUSGEBEN
                                        ;
183D 7A                 MOV     A,D     ;AKKU MIT HEX-ZAHL LADEN UND
                                        ;UM 4 BIT'S NACH RECHTS SCHIEBEN
183E 0F                 RRC             ;
183F 0F                 RRC             ;
1840 0F                 RRC             ;
1841 0F                 RRC             ;
                                        ;
1842 05                 DCR     B       ;ANZEIGESTELLE VERAENDERN
                                        ;
1843 CDC905             CALL    UMW     ;HEX-ZAHL IN ANZEIGEWORT UM-
                                        ;WANDELN
                                        ;
1846 CDC707             CALL    ANWAUS  ;AUF ANZEIGEFELD AUSGEBEN UND
1849 CD001B             CALL    WARTE   ;1 SEKUNDE WARTEN
                                        ;
184C 7A                 MOV     A,D     ;AKKU MIT HEX-ZAHL LADEN UND
184D B9                 CMP     C       ;UND MIT DER VORGEGEBENEN
                                        ;ZAHL VERGLEICHEN
                                        ;
184E CA0318             JZ      BEGINN  ;IST DIE ZAHL ERREICHT, SPRUNG
                                        ;NACH "BEGINN"
                                        ;IST DIE ZAHL NOCH NICHT ER-
                                        ;REICHT, GEHE EINEN SCHRITT
                                        ;WEITER
                                        ;
1851 3C                 INR     A       ;HEX-ZAHL PLUS 1
1852 C33418             JMP     ZAEHL   ;SPRUNG NACH "ZAEHL"
```

Flußdiagramm

Aufgabe 8

Zählen im Sekundentakt (Hexadezimal)




1
2
und ausgeben
1 Sekunde warten
Tastenworte verknüpfen
Anzeigefeld löschen
2 Sekunden warten
zusammengesetztes Tastenwort abspeich.
Anzeigestelle laden
beide Stellen des Tastenwortes umwandeln und ausgeben
1 Sekunde warten
Tastenwort nach Akku
Akku = vorgegebene Zahl?
ja
nein
Tastenwort +1

```
                ;*****************************************************
                ;       A U F G A B E   9
                ;*****************************************************
                ;
                ; DEZIMALES ZAEHLEN
                ;
                ;UM DEZIMAL ZAEHLEN ZU KOENNEN, MUSS DIE HEX-ZAHL IN
                ;EINE DEZIMAL-ZAHL UMGEWANDELT WERDEN. DAZU WIRD DER
                ;DAA-BEFEHL BENUTZT. ER IST DER EINZIGE BEFEHL, DER
                ;IN SEINER FUNKTION DAS HILFS-CARRYBIT (AC) ABFRAGT
                ;UND VON DESSEN ZUSTAND ABHAENGIG IST. IN ARITHMETISCHEN
                ;MEHRBYTE-OPERATIONEN WIRD DER DAA-BEFEHL TYPISCHERWEISE
                ;UNMITTELBAR HINTER DEM ARITHMETISCHEN BEFEHL CODIERT,
                ;DAMIT DAS HILFS-CARRYBIT NICHT UNBEABSICHTIGT GEAENDERT
                ;WIRD, BEVOR ES VOM DAA AUSGEWERTET WURDE.
                ;DER *DAA* ARBEITET FOLGENDERMASSEN:
                ;1. FALLS DIE NIEDERWERTIGEN 4 BIT'S DES AKKUS EINEN
                ;   WERT GROESSER 9 HABEN ODER DAS HILFS-CARRYBIT AUF
                ;   1 GESETZT IST, WIRD 6 ZUM AKKU ADDIERT.
                ;2. FALLS DIE HOEHERWERTIGEN 4 BIT'S DES AKKUS EINEN
                ;   WERT GROESSER 9 HABEN ODER DAS CARRYBIT AUF 1 GE-
                ;   SETZT IST, WIRD 6 AUF DIE HOEHERWERTIGEN 4 BIT'S
                ;   DES AKKUS ADDIERT.
                ;
                ;-----------------------------------------------------
1800            ORG     1800H
                ;
07BC =          ANWAZL  EQU     07BCH
07D1 =          ANWEIN  EQU     07D1H
05C9 =          UMW     EQU     05C9H
07C7 =          ANWAUS  EQU     07C7H
1B00 =          WARTE   EQU     1B00H
                ;*****************************************************

1800 31E81B     ANFANG: LXI     SP,1BE8H;KELLERSPEICHERZEIGER SETZEN
                                        ;
1803 1E0A               MVI     E,0AH   ;REG. E MIT DER DEZIMALEN VER-
                                        ;GLEICHSKONSTANTEN LADEN
                                        ;(TASTENBETAETIGUNG WIRD AUF
                                        ;0-9 BEGRENZT)

                        ;**DEZ-ZAHL EINGEBEN UND ANZEIGEN**

1805 CDBC07     ANF1:   CALL    ANWAZL  ;ANZEIGEFELD LOESCHEN
                                        ;
1808 CDD107     ANF2:   CALL    ANWEIN  ;WARTEN AUF TASTENBETAETIGUNG
                                        ;
180B E60F               ANI     0FH     ;HOEHERWERTIGES HALB-BYTE DES
                                        ;TASTENWORTES AUSBLENDEN
                                        ;
180D 4F                 MOV     C,A     ;TASTENWORT IM REG. C ZWISCHEN-
                                        ;SPEICHERN
                                        ;
180E B7                 ORA     A       ;CARRY- UND HILFSCARRY-BIT
                                        ;WERDEN GELOESCHT
                                        ;
180F BB                 CMP     E       ;TASTENWORT WIRD MIT 0A VER-
                                        ;GLICHEN
                                        ;
```

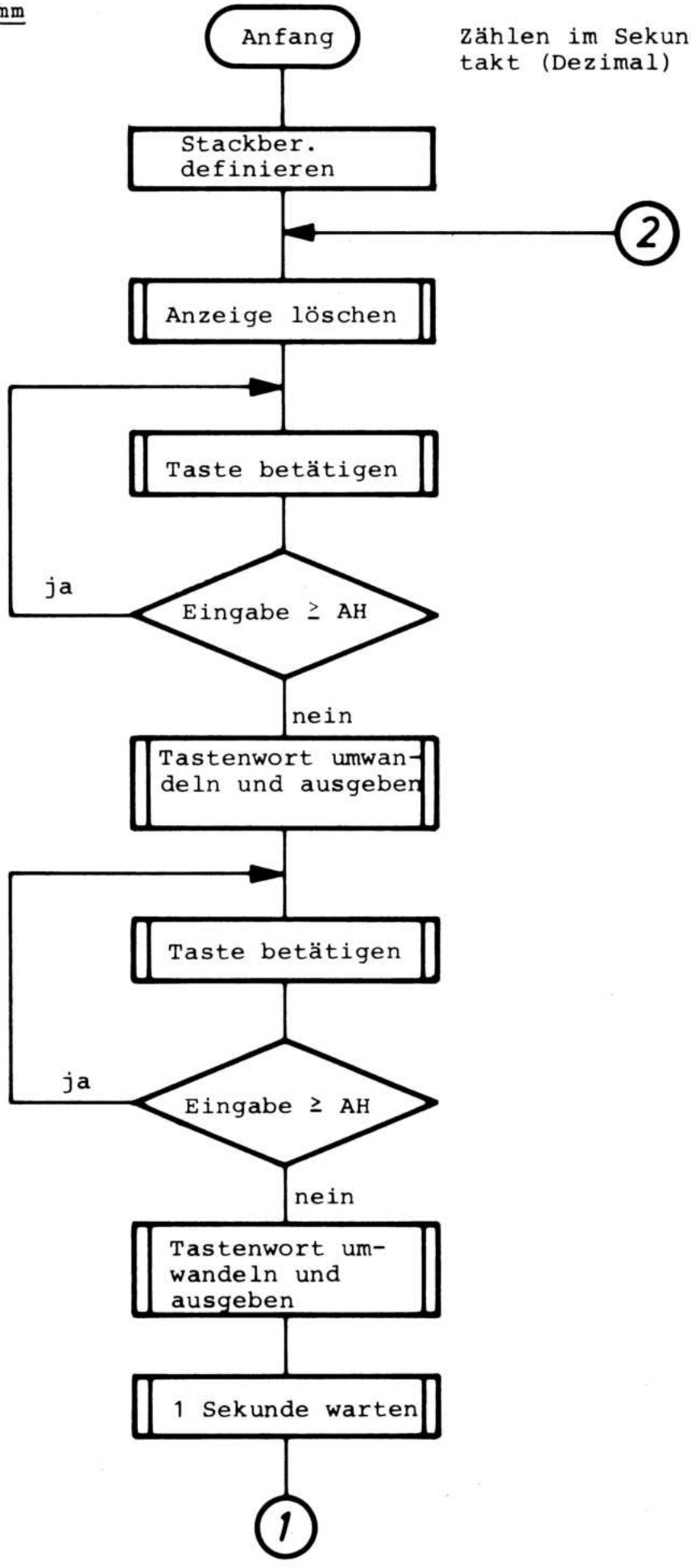
```
1810 D20818            JNC     ANF2    ;IST DAS TASTENWORT >= 0A,
                                       ;SPRUNG "ANF2" (NEUE TASTEN-
                                       ;BETAETIGUNG)
                                       ;IST DAS TASTENWORT < 0A, EINEN
                                       ;SCHRITT WEITER
                                       ;
1813 0606              MVI     B,06H   ;REG. B MIT ANZEIGESTELLE LADEN
                                       ;
1815 CDC905            CALL    UMW     ;TASTENWORT IN ANZEIGEWORT UM-
                                       ;WANDELN
                                       ;
1818 CDC707            CALL    ANWAUS  ;ANZEIGEWORT AUSGEBEN
                                       ;
181B CDD107    ANF3:   CALL    ANWEIN  ;WARTEN AUF ERNEUTE TASTENBE-
                                       ;TAETIGUNG
                                       ;
181E E60F              ANI     0FH     ;HOEHERWERTIGES HALB-BYTE AUS-
                                       ;BLENDEN
                                       ;
1820 57                MOV     D,A     ;2. TASTENWORT IM REG. D
                                       ;ZWISCHENSPEICHERN
                                       ;
1821 B7                ORA     A       ;CARRY- UND HILFSCARRYBIT
                                       ;LOESCHEN
                                       ;
1822 BB                CMP     E       ;TASTENWORT MIT 0A VERGLEICHEN
                                       ;
1823 D21B18            JNC     ANF3    ;TASTENWORT >= 0A, SPRUNG "ANF3"
                                       ;
1826 04                INR     B       ;ANZEIGESTELLE AENDERN
                                       ;
1827 CDC905            CALL    UMW     ;TASTENWORT IN ANZEIGEWORT UM-
                                       ;WANDELN
                                       ;
182A CDC707            CALL    ANWAUS  ;ANZEIGEWORT AUSGEBEN
                                       ;
182D CD001B            CALL    WARTE   ;1 SEKUNDE WARTEN
                                       ;
1830 79                MOV     A,C     ;AKKU MIT 1. TASTENWORT LADEN
                                       ;
1831 0F                RRC             ;AKKU-INHALT UM 4 BIT'S NACH
1832 0F                RRC             ;RECHTS SCHIEBEN
1833 0F                RRC             ;
1834 0F                RRC             ;
                                       ;
1835 82                ADD     D       ;2. TASTENWORT ZUM AKKU ADDIEREN
                                       ;
1836 4F                MOV     C,A     ;DAS ZUSAMMENGESETZTE TASTENWORT
                                       ;IM REG. C ZWISCHENSPEICHERN
                                       ;
1837 CDBC07            CALL    ANWAZL  ;ANZEIGENFELD LOESCHEN
                                       ;
183A CD001B            CALL    WARTE   ;2 SEKUNDEN WARTEN
                                       ;
183D CD001B            CALL    WARTE   ;
```

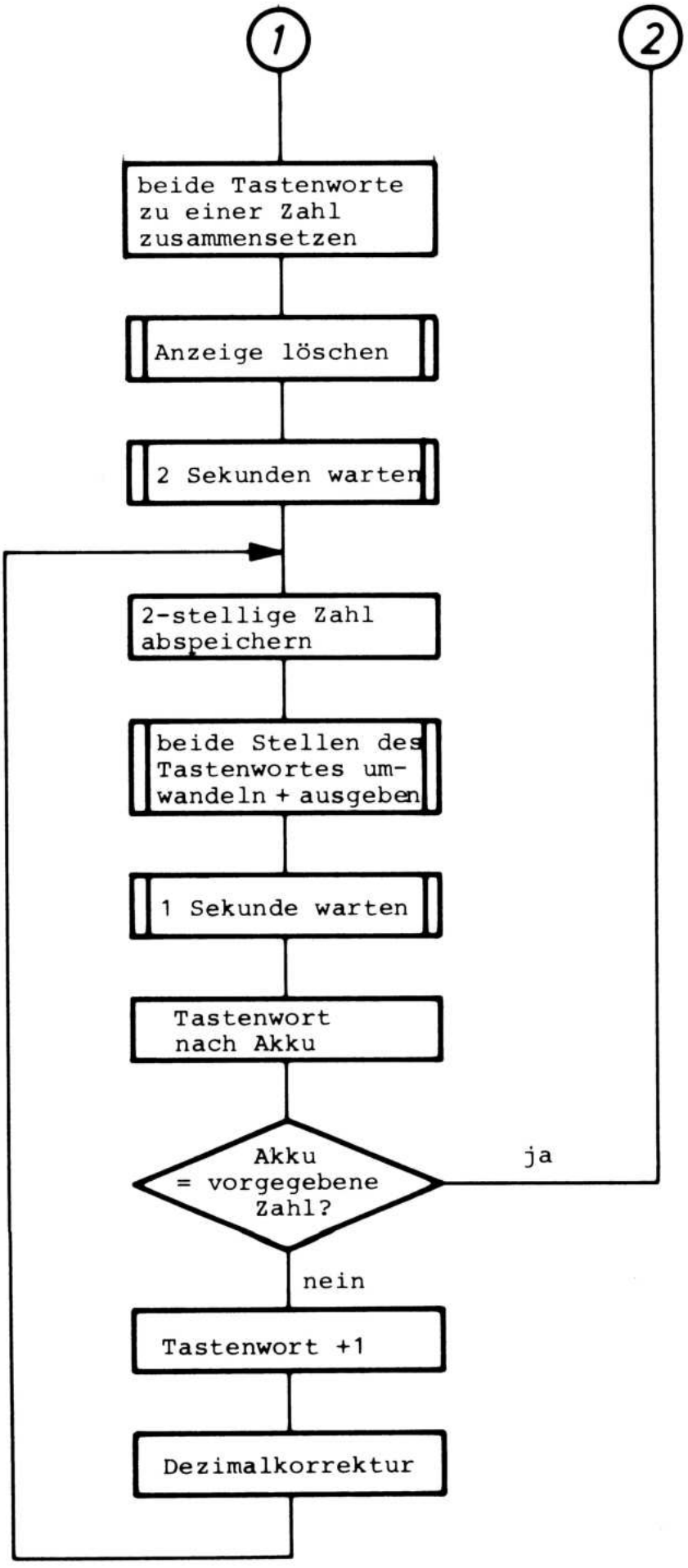
```
                        ;**ZAEHLEN UND DEZIMAL-KORREKTUR**

1840 57         ZAEHL:  MOV     D,A     ;AUSZUGEBENE ZAHL IM REG. D
                                        ;ZWISCHENSPEICHERN
                                        ;
1841 0607               MVI     B,07H   ;ANZEIGESTELLE LADEN
                                        ;
1843 CDC905             CALL    UMW     ;TASTENWORT IN ANZEIGEWORT UM-
                                        ;WANDELN
                                        ;
1846 CDC707             CALL    ANWAUS  ;ANZEIGEWORT AUSGEBEN
                                        ;
1849 7A                 MOV     A,D     ;AKKU MIT AUSZUGEBENER ZAHL
                                        ;LADEN
                                        ;
184A 0F                 RRC             ;AKKU-INHALT UM 4 BIT'S NACH
184B 0F                 RRC             ;RECHTS SCHIEBEN
184C 0F                 RRC             ;
184D 0F                 RRC             ;
                                        ;
184E 05                 DCR     B       ;ANZEIGESTELLE VERAENDERN
                                        ;
184F CDC905             CALL    UMW     ;TASTENWORT IN ANZEIGEWORT UM-
                                        ;WANDELN
                                        ;
1852 CDC707             CALL    ANWAUS  ;AUF ANZEIGEFELD AUSGEBEN
                                        ;
1855 CD001B             CALL    WARTE   ;1 SEKUNDE WARTEN
                                        ;
1858 7A                 MOV     A,D     ;AKKU MIT DEZIMALZAHL LADEN
                                        ;
1859 B9                 CMP     C       ;MIT DER VORGEGEBENEN ZAHL
                                        ;VERGLEICHEN
                                        ;
185A CA0518             JZ      ANF1    ;IST DIE VORGEGEBENE ZAHL ER-
                                        ;REICHT, SPRUNG NACH "ANF1"
                                        ;IST DIE ZAHL NICHT ERREICHT,
                                        ;EINEN SCHRITT WEITER
                                        ;
185D 3C                 INR     A       ;DEZIMAL-ZAHL PLUS 1
                                        ;
185E B7                 ORA     A       ;ZUSTANSBITS CARRY U. HILFSCARRY
                                        ;LOESCHEN
                                        ;
185F 27                 DAA             ;DEZIMALKORREKTUR
                                        ;
1860 C34018             JMP     ZAEHL   ;SPRUNG NACH "ZAEHL"

1863                    END
```

Flußdiagramm

Aufgabe 9

Zählen im Sekundentakt (Dezimal)

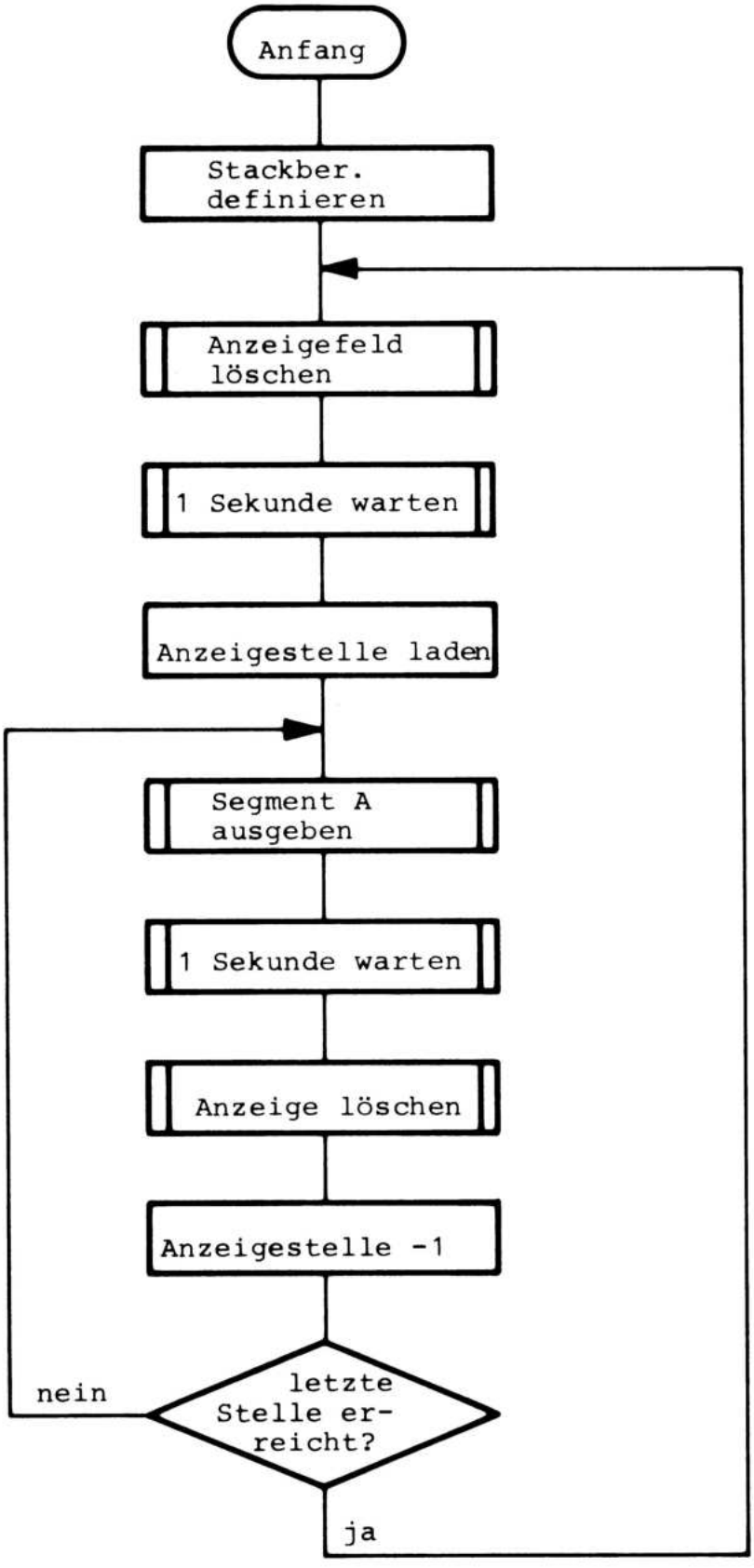



1
2
beide Tastenworte zu einer Zahl zusammensetzen
Anzeige löschen
2 Sekunden warten
2-stellige Zahl abspeichern
beide Stellen des Tastenwortes umwandeln + ausgeben
1 Sekunde warten
Tastenwort nach Akku
Akku = vorgegebene Zahl?
ja
nein
Tastenwort +1
Dezimalkorrektur

```
                ;*****************************************************
                ;       A U F G A B E   10
                ;*****************************************************
                ;
                ;ES SOLL JEWEILS DAS SEGMENT A (OBERER QUERBALKEN) DER
                ;ANZEIGEELEMENTE IM SEKUNDENTAKT ALS LAUFLICHT UEBER
                ;DAS GESAMTE ANZEIGENFELD WANDERN. DIE LAUFRICHTUNG
                ;SOLL VON RECHTS NACH LINKS SEIN.
                ;
                ;-----------------------------------------------------
1800            ORG     1800H
                ;
07BC =          ANWAZL  EQU     07BCH
07C7 =          ANWAUS  EQU     07C7H
1B00 =          WARTE   EQU     1B00H
                ;*****************************************************

1800 31E81B     ANFANG: LXI     SP,1BE8H;KELLERSPEICHERZEIGER  SETZEN

                        ;**VORBEREITUNG UND LADEN DER KONSTANTEN**

1803 CDBC07     BEGINN: CALL    ANWAZL  ;ANZEIGEFELD LOESCHEN UND
1806 CD001B             CALL    WARTE   ;1 SEKUNDE WARTEN
                                        ;
1809 0607               MVI     B,07H   ;REG. B MIT ANZEIGESTELLE LADEN
                                        ;
180B 48                 MOV     C,B     ;ANZEIGESTELLE IM REG. C
                                        ;ZWISCHENSPEICHERN
                                        ;
180C 3E01               MVI     A,01H   ;AKKU MIT DEM WERT DES SEG-
                                        ;MENTS "A" LADEN UND
180E 57                 MOV     D,A     ;IM REG. D
                                        ;ZWISCHENSPEICHERN

                        ;**LAUFLICHT-SCHLEIFE**

180F CDC707     LAUF:   CALL    ANWAUS  ;SEGMENT AUF ANZEIGEFELD AUS-
                                        ;GEBEN UND
1812 CD001B             CALL    WARTE   ;1 SEKUNDE WARTEN
                                        ;
1815 CDBC07             CALL    ANWAZL  ;ANZEIGEFELD LOESCHEN
                                        ;
1818 41                 MOV     B,C     ;REG. B MIT ANZEIGESTELLE LADEN
                                        ;
1819 05                 DCR     B       ;ANZEIGESTELLE AENDERN
181A 48                 MOV     C,B     ;SICHERN
                                        ;
181B FA0318             JM      BEGINN  ;LETZTE STELLE ERREICHT? JA,
                                        ;SPRUNG NACH "BEGINN" (NEUER
                                        ;DURCHLAUF)
                                        ;NEIN, EINEN SCHRITT WEITER
                                        ;
181E 7A                 MOV     A,D     ;AKKU MIT SEGMENT "A" LADEN
                                        ;
181F C30F18             JMP     LAUF    ;SPRUNG NACH "LAUF" (NAECHSTE
                                        ;STELLE)

                ;DIESES PROGRAMM KANN NUR DURCH DIE BETAETIGUNG DER
                ;RESET-TASTE VERLASSEN WERDEN.
```

Flußdiagramm

Aufgabe 10

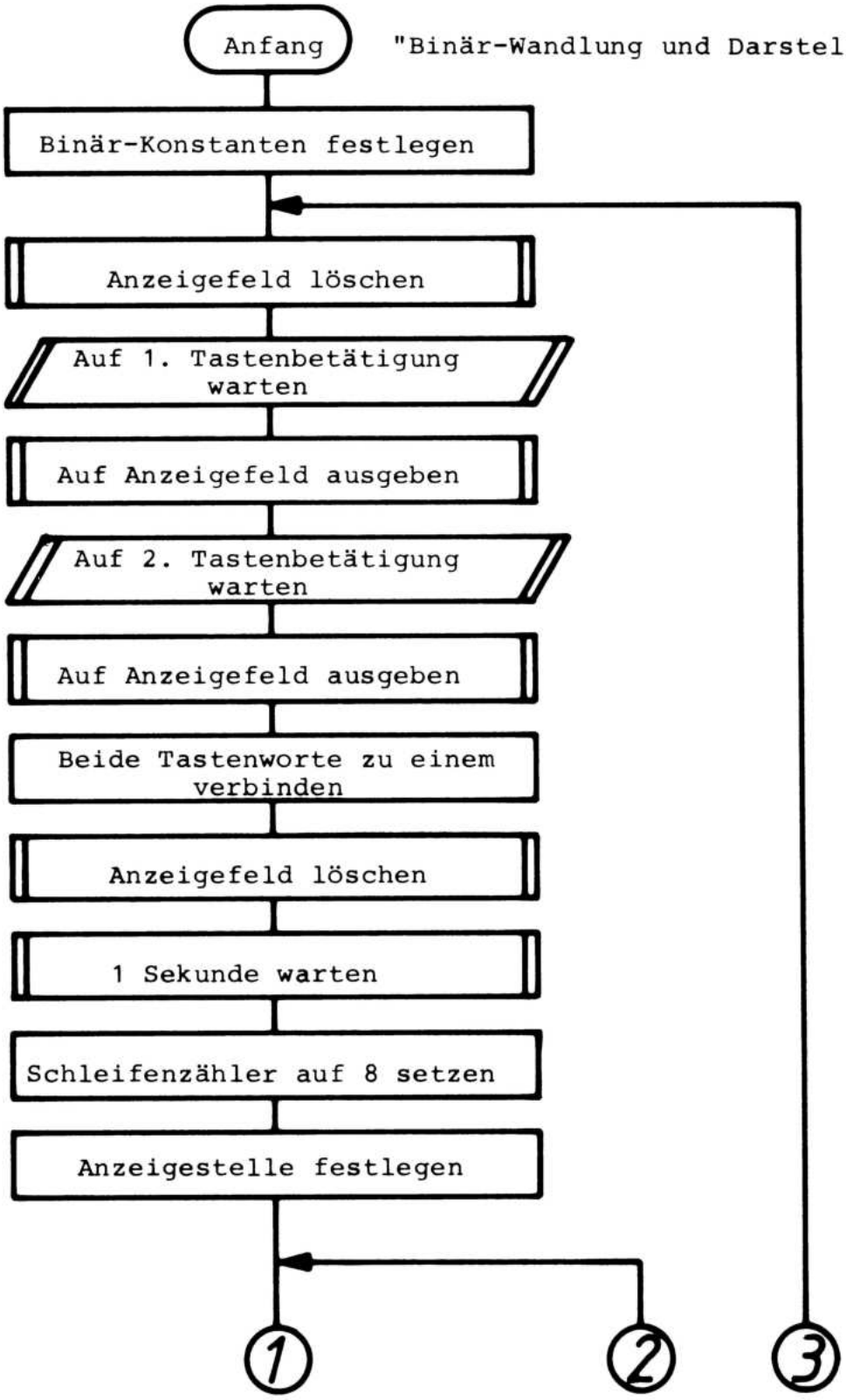


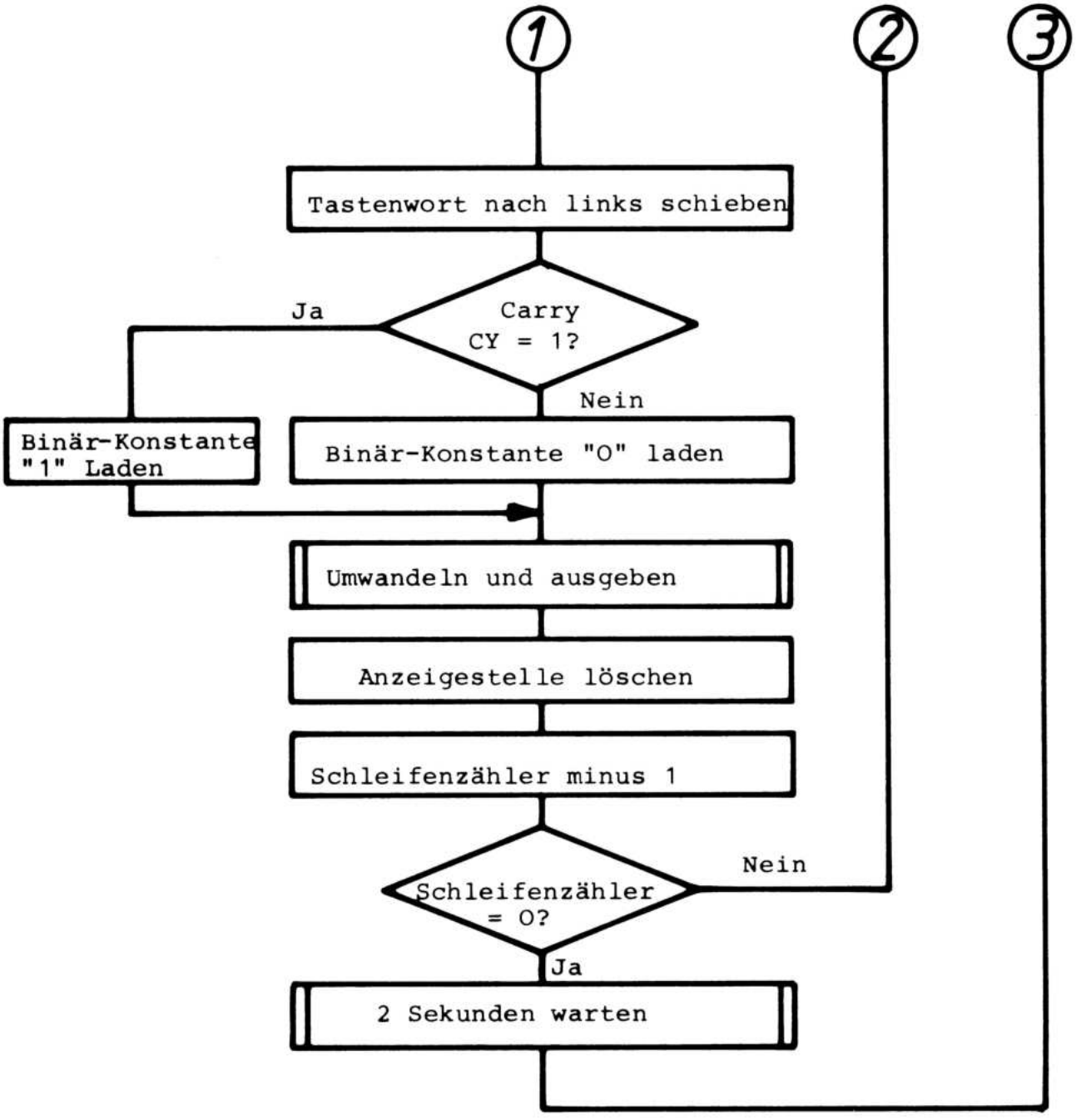
```
                ;*****************************************************
                ;        A U F G A B E   11
                ;*****************************************************
                ;
                ;ES SOLL EINE VORGEGEBENE HEX-ZAHL IN BINAERER DARSTEL-
                ;LUNG IN "0" UND "1" AUF DER ANZEIGE AUSGEGEBEN WERDEN.
                ;DIE VORGABE DER ZAHL ERFOLGT 2-STELLIG UND WURDE BE-
                ;REITS IN DER UEBUNG 8 BESCHRIEBEN. NACH EINER PAUSE
                ;VON EINER SEKUNDE SOLL DIE BINAERDARSTELLUNG IM ANZEI-
                ;GENFELD ERSCHEINEN. LOG. "1" SOLL EINER EINS, LOG "0"
                ;EINER NULL ENTSPRECHEN. EINE NEUEINGABE SOLL NICHT VOR
                ;EINER PAUSE VON 2 SEKUNDEN MOEGLICH SEIN.
                ;
                ;*****************************************************
1800            ORG     1800H

07BC =          ANWAZL  EQU     07BCH
07D1 =          ANWEIN  EQU     07D1H
05C9 =          UMW     EQU     05C9H
07C7 =          ANWAUS  EQU     07C7H
1B00 =          WARTE   EQU     1B00H
                ;-----------------------------------------------------

1800 31E81B     ANFANG: LXI     SP,1BE8H;STAPELZEIGER SETZEN
                                        ;
                                        ;BINAER-KONSTANTEN FESTLEGEN:
1803 97                 SUB     A       ;KONSTANTE "0" WIRD DURCH
                                        ;LOESCHEN DES AKKUS ERREICHT
1804 32001A             STA     1A00H   ;KONSTANTE "0" UNTER ADRESSE
                                        ;1A00H ABSPEICHERN
                                        ;
1807 3C                 INR     A       ;KONSTANTE "1" BILDEN UND UNTER
1808 32011A             STA     1A01H   ;ADRESSE 1A01H ABSPEICHERN
                                        ;
180B CDBC07     NEU:    CALL    ANWAZL  ;ANZEIGEFELD LOESCHEN UND
180E CDD107             CALL    ANWEIN  ;AUF TASTENBETAETIGUNG WARTEN
                                        ;
1811 E60F               ANI     0FH     ;HOEHERWERTIGES HALB-BYTE AUS-
                                        ;BLENDEN
                                        ;
1813 4F                 MOV     C,A     ;1. TASTENWORT IM REG. C
                                        ;ZWISCHENSPEICHERN
                                        ;
1814 0606               MVI     B,06H   ;REG. B MIT ANZEIGESTELLE LADEN
                                        ;
1816 CDC905             CALL    UMW     ;TASTENWORT IN ANZEIGEWORT UM-
                                        ;WANDELN UND AUF
1819 CDC707             CALL    ANWAUS  ;ANZEIGEFELD AUSGEBEN
                                        ;
181C CDD107             CALL    ANWEIN  ;AUF TASTENBETAETIGUNG WARTEN
                                        ;
181F E60F               ANI     0FH     ;HOEHERWERTIGES HALB-BYTE AUS-
                                        ;BLENDEN
                                        ;
1821 57                 MOV     D,A     ;2. TASTENWORT IM REG. D
                                        ;ZWISCHENSPEICHERN
                                        ;
1822 04                 INR     B       ;ANZEIGESTELLE AENDERN
```

```
1823 CDC905            CALL    UMW       ;TASTENWORT IN ANZEIGEWORT
                                         ;UMWANDELN UND AUF
1826 CDC707            CALL    ANWAUS    ;ANZEIGEFELD AUSGEBEN
                                         ;
1829 CD001B            CALL    WARTE     ;1 SEKUNDE WARTEN
                                         ;
182C 79                MOV     A,C       ;BEIDE TASTENWORTE ZU EINEM
                                         ;TASTENWORT ZUSAMMENSETZEN
182D 0F                RRC               ;
182E 0F                RRC               ;
182F 0F                RRC               ;
1830 0F                RRC               ;
                                         ;
1831 82                ADD     D         ;
                                         ;
1832 4F                MOV     C,A       ;ZUSAMMENGESETZTES TASTENWORT
                                         ;IM REG. C ZWISCHENSPEICHERN
                                         ;
1833 CDBC07            CALL    ANWAZL    ;ANZEIGEFELD LOESCHEN UND
1836 CD001B            CALL    WARTE     ;1 SEKUNDE WARTEN
                                         ;
1839 1E08              MVI     E,08H     ;REG. E MIT SCHLEIFENZAEHLER
                                         ;LADEN
                                         ;
183B 0600              MVI     B,00H     ;REG. B MIT ANZEIGESTELLE LDAEN

                ;DAS TASTENWORT WIRD ACHTMAL NACH LINKS GESCHOBEN. DABEI
                ;SCHIEBT SICH BIT 7 IN BIT 0 UND IN DAS CARRY-BIT. DAS
                ;CARRY-BIT WIRD ABGEFRAGT UND BESTIMMT DEN BINAER-AUSDRUCK

183D 79         NAECH:  MOV     A,C       ;AKKU MIT TASTENWORT LADEN
                                         ;
183E 07                 RLC               ;AKKU NACH LINKS VERSCHIEBEN
                                         ;
183F 4F                 MOV     C,A       ;VERSCHOBENES TASTENWORT
                                         ;ZWISCHENSPEICHERN
                                         ;
1840 DA5A18             JC      EINS      ;CARRYBIT ABFRAGEN,
                                         ;CY =1, SPRUNG NACH "EINS"
                                         ;
1843 3A001A             LDA     1A00H     ;CY =0, D.H. AKKU MIT BINAER-
                                         ;KONSTENTE "0" LADEN
                                         ;
1846 CDC905     AUSGAB: CALL    UMW       ;BIN.-KONST. UMWANDELN
1849 CDC707             CALL    ANWAUS    ;AUF ANZEIGEFELD AUSGEBEN
                                         ;
184C 04                 INR     B         ;ANZEIGESTELLE AENDERN
                                         ;
184D 1D                 DCR     E         ;SCHLEIFENZAEHLER AENDERN
                                         ;
184E C23D18             JNZ     NAECH     ;SCHLEIFENZAEHLER NICHT 0,
                                         ;SPRUNG "NAECH" (NAECHSTE
                                         ;STELLE)
                                         ;
1851 CD001B             CALL    WARTE     ;SCHLEIFENZAEHLER =0, BINAER-
1854 CD001B             CALL    WARTE     ;WORT 2 SEKUNDEN ANZEIGEN
                                         ;
1857 C30B18             JMP     NEU       ;NEU-EINGABE MOEGLICH (SPRUNG
                                         ;NACH "NEU")
                                         ;
185A 3A011A     EINS:   LDA     1A01H     ;AKKU MIT BIN.-KONST. 1 LADEN
                                         ;
185D C34618             JMP     AUSGAB    ;SPRUNG ZUR AUSGABE
```

Flußdiagramm

Aufgabe 11




1
2
3
Tastenwort nach links schieben
Carry
CY = 1?
Ja
Nein
Binär-Konstante
"1" Laden
Binär-Konstante "O" laden
Umwandeln und ausgeben
Anzeigestelle löschen
Schleifenzähler minus 1
Schleifenzähler
= O?
Nein
Ja
2 Sekunden warten

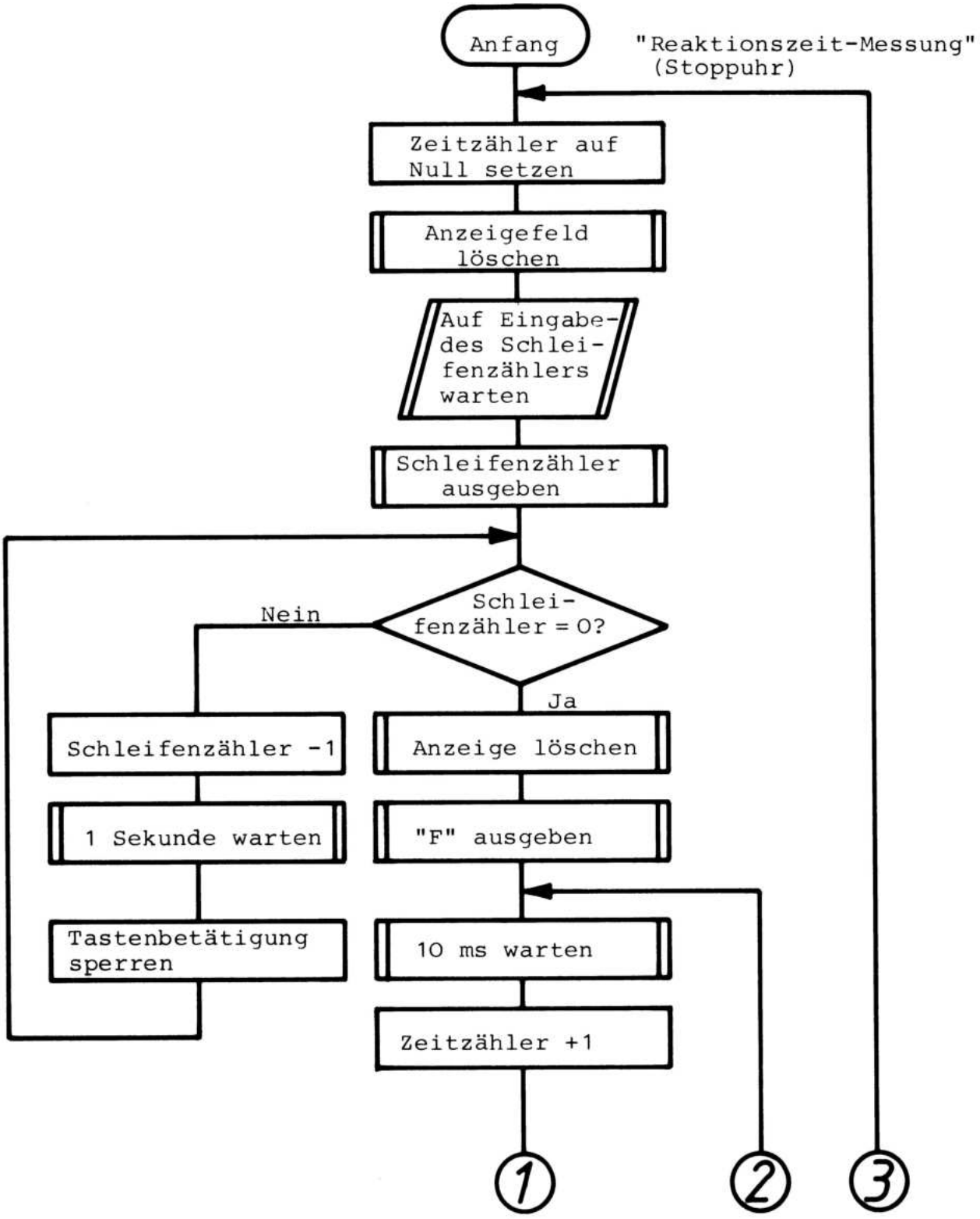
```
                ;*****************************************************
                ;    A U F G A B E  12
                ;*****************************************************
                ;
                ;DIES IST EIN PROGRAMM ZUR REAKTIONSZEIT-MESSUNG.
                ;DABEI SOLL NACH DEM START EINE BELIEBIGE HEX-ZAHL
                ;ZWISCHEN 0 UND 0FH EINGEGEBEN WERDEN. DIESE ZAHL WIRD
                ;INTERN IM 1-SEKUNDENTAKT AUF 0 HERUNTERGEZAEHLT. (DA-
                ;MIT WIRD DIE REAKTIONSZEITMESSUNG ZU EINEM NICHT VOR-
                ;HER BESTIMMBAREN ZEITPUNKT GESTARTET.)
                ;BEI ERREICHEN DER NULL ERSCHEINT IM ANZEIGEFELD EIN F,
                ;ES BEGINNT DIE REAKTIONSZEIT-MESSUNG.
                ;GESTOPPT WIRD DIE MESSUNG DURCH DRUECKEN EINER BELIE-
                ;BIGEN TASTE DER HEXADEZIMAL-TASTATUR.
                ;DIE AUFSUMMIERTE ZEIT WIRD DANN DEZIMAL IN SEKUNDEN
                ;MIT HUNDERSTEL NACH DEM DEZIMALPUNKT AUSGEGEBEN.
                ;MIT DER TASTE "+" WIRD EINE NEUE MESSUNG EINGELEITET.
                ;
                ;*****************************************************

1800            ORG     1800H

07BC =          ANWAZL  EQU     07BCH
07D1 =          ANWEIN  EQU     07D1H
05C9 =          UMW     EQU     05C9H
07C7 =          ANWAUS  EQU     07C7H
1B00 =          WARTE   EQU     1B00H
1B0C =          MS10    EQU     1B0CH

                ;-----------------------------------------------------

1800 31E81B     ANF:    LXI     SP,1BE8H;STAPELZEIGER SETZEN
                                        ;
1803 210000     NEU:    LXI     H,0     ;REG.-P. (HL) MIT 0 LADEN
                                        ;(ZEIT-ZAEHLER)
                                        ;
1806 CDBC07             CALL    ANWAZL  ;ANZEIGEFELD LOESCHEN

                ;EINGABE DES SCHLEIFENZAEHLERS:
                ;-----------------------------

1809 CDD107             CALL    ANWEIN  ;AUF TASTENBETAETIGUNG WARTEN
                                        ;
180C E60F               ANI     0FH     ;HOEHERWERTIGES HALB-BYTE AUS-
                                        ;BLENDEN
                                        ;
180E 4F                 MOV     C,A     ;TASTENWORT IM REG. C ZWISCHEN-
                                        ;SPEICHERN (SCHLEIFEN-ZAEHLER)
                                        ;
180F 0607               MVI     B,07H   ;REG. B MIT ANZEIGESTELLE LADEN
                                        ;
1811 CDC905             CALL    UMW     ;TASTENWORT IN ANZEIGEWORT UM-
                                        ;WANDELN
                                        ;
1814 CDC707             CALL    ANWAUS  ;ANZEIGEWORT AUF ANZEIGEFELD
                                        ;AUSGEBEN
```

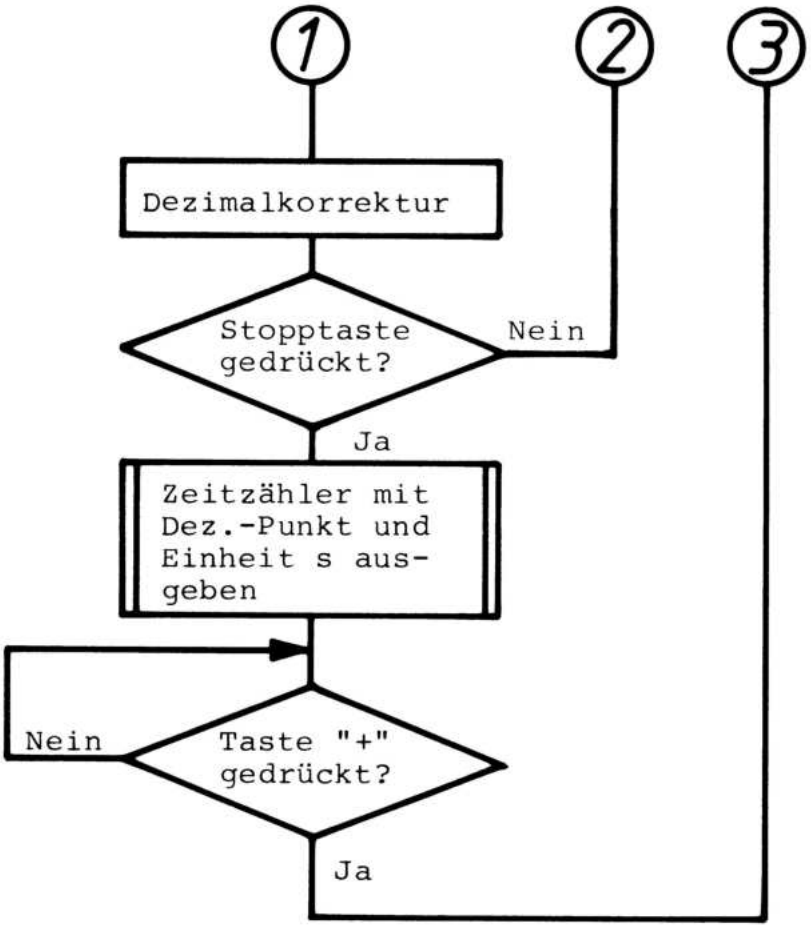
```
                ;SCHLEIFENZAEHLER HERUNTERZAEHLEN:
                ;---------------------------------

1817 79         ZEIT:   MOV     A,C     ;AKKU MIT SCHLEIFENZAEHLER
                                        ;LADEN
                                        ;
1818 FE00               CPI     0       ;SCHLEIFENZAEHLER = 0 ?
                                        ;
181A CA2918             JZ      STOPZ   ;JA, SPRUNG NACH "STOPZ"
                                        ;(BEGINN DER ZEITMESSUNG)
                                        ;
181D 3D                 DCR     A       ;NEIN, SCHLEIFENZAEHLER -1
                                        ;
181E 4F                 MOV     C,A     ;SCHLEIFENZAEHLER ZWISCHEN-
                                        ;SPEICHERN
                                        ;
181F CD001B             CALL    WARTE   ;1 SEKUNDE WARTEN
                                        ;
1822 3EC2               MVI     A,0C2H  ;"FIFO-STATUS" DES 8279 LOESCHEN
1824 D3EF               OUT     0EFH    ;
                                        ;
1826 C31718             JMP     ZEIT    ;SPRUNG NACH "ZEIT"

                ;BEGINN DER REAKTIONSZEITMESSUNG:
                ;---------------------------------

1829 CDBC07     STOPZ:  CALL    ANWAZL  ;ANZEIGEFELD LOESCHEN, AN-
182C 47                 MOV     B,A     ;ZEIGESTELLE LADEN UND F AUF
182D 3E0F               MVI     A,0FH   ;ANZEIGEFELD AUSGEBEN
182F CDC905             CALL    UMW     ;
1832 CDC707             CALL    ANWAUS  ;
                                        ;
1835 CD0C1B     REAK:   CALL    MS10    ;10 MILLISEKUNDEN WARTEN
                                        ;
1838 B7                 ORA     A       ;CARRY- UND HILFSCARRY-BIT
                                        ;LOESCHEN
                                        ;
1839 2C                 INR     L       ;ZEIT-ZAEHLER PLUS 1
                                        ;
183A 7D                 MOV     A,L     ;AKKU MIT ZEIT-ZAEHLER LADEN
                                        ;
183B 27                 DAA             ;DEZIMALKORREKTUR
                                        ;
183C 6F                 MOV     L,A     ;REG. L MIT ZEIT-ZAEHLER LADEN
                                        ;
183D 7C                 MOV     A,H     ;AKKU MIT UEBERLAUF DES ZEIT-
                                        ;ZAEHLERS LADEN
                                        ;
183E CE00               ACI     0       ;EVTL. UEBERLAUF (CARRYBIT)
                                        ;DES ZEITZAEHLERS (REG. L)
                                        ;ADDIEREN, DER DURCH DEN DAA-
                                        ;BEFEHL ENTSTANDEN SEIN KANN
                                        ;
1840 27                 DAA             ;DEZIMALKORREKTUR
                                        ;
1841 67                 MOV     H,A     ;REG. H MIT UEBERLAUF LADEN
```

```
                    ;TASTENABFRAGE:
                    ;--------------

1842 3E40                   MVI     A,40H   ;KOMMANDOWORT "FIFO-RAM LESEN"
1844 D3EF                   OUT     0EFH    ;ZUM 8279 AUSGEBEN
                                            ;
1846 DBEF                   IN      0EFH    ;"FIFO-STATUS" DES 8279 LESEN
                                            ;
1848 E60F                   ANI     0FH     ;TASTATUR-EINGABE ?
                                            ;
184A CA3518                 JZ      REAK    ;NEIN, SPRUNG NACH "REAK"
                                            ;
184D CDBC07                 CALL    ANWAZL  ;JA, ANZEIGEFELD LOESCHEN

                    ;AUSGABE DER REAKTIONSZEIT AUF ANZEIGEFELD:
                    ;------------------------------------------

1850 0604                   MVI     B,04H   ;AUSGABE DER REAKTIONSZEIT:
                                            ;REG. B MIT ANZEIGESTELLE LADEN
                                            ;
1852 7D                     MOV     A,L     ;REG.-P. (HL) AUF ANZEIGEFELD
1853 CDC905                 CALL    UMW     ;AUSGEBEN
1856 CDC707                 CALL    ANWAUS  ;
1859 05                     DCR     B       ;
185A 7D                     MOV     A,L     ;
185B 0F                     RRC             ;
185C 0F                     RRC             ;
185D 0F                     RRC             ;
185E 0F                     RRC             ;
185F CDC905                 CALL    UMW     ;
1862 CDC707                 CALL    ANWAUS  ;
1865 05                     DCR     B       ;
1866 7C                     MOV     A,H     ;
1867 CDC905                 CALL    UMW     ;
186A F680                   ORI     80H     ;DEZIMALPUNKT HINZUFUEGEN
                                            ;(SIEHE CODIERUNG DER SEGMENTE
                                            ;IM ANZEIGEWORT)
186C CDC707                 CALL    ANWAUS  ;
186F 05                     DCR     B       ;
1870 7C                     MOV     A,H     ;
1871 0F                     RRC             ;
1872 0F                     RRC             ;
1873 0F                     RRC             ;
1874 0F                     RRC             ;
1875 CDC905                 CALL    UMW     ;
1878 CDC707                 CALL    ANWAUS  ;
187B 0607                   MVI     B,07H   ;SYMBOL "S" FUER SEKUNDE
187D 3E6D                   MVI     A,6DH   ;AUSGEBEN (SIEHE CODIERUNG DER
187F CDC707                 CALL    ANWAUS  ;SEGMENTE IM ANZEIGEWORT)

                    ;NEUE MESSUNG ?
                    ;--------------

1882 CDD107         TAST:   CALL    ANWEIN  ;NEUE REAKTIONSZEIT-MESSUNG,
1885 E613                   ANI     13H     ;WENN TASTE "+" BETAETIGT WIRD
1887 EE13                   XRI     13H     ;
1889 C28218                 JNZ     TAST    ;
188C C30318                 JMP     NEU     ;
```

Flußdiagramm

Aufgabe 12




1
2
3
Dezimalkorrektur
Stopptaste gedrückt?
Nein
Ja
Zeitzähler mit Dez.-Punkt und Einheit s ausgeben
Nein
Taste "+" gedrückt?
Ja

Aufgabe 13

```
                ;*****************************************************
                ;       A U F G A B E  13
                ;*****************************************************
                ;
                ;DIESES IST DAS PROGRAMM EINER DIGITALEN SOFTWARE-UHR.
                ;
                ;ES SOLLEN STUNDEN, MINUTEN UND SEKUNDEN IN JEWEILS
                ;ZWEI STELLEN ANGEZEIGT WERDEN. DABEI SOLL EINE BE-
                ;LIEBIGE ANFANGSZEIT VORGESETZT WERDEN KOENNEN.
                ;MIT DER TASTE "+" WIRD DIE UHR GESTARTET.
                ;
                ;*****************************************************

1800            ORG     1800H

07BC =          ANWAZL  EQU     07BCH
07D1 =          ANWEIN  EQU     07D1H
05C9 =          UMW     EQU     05C9H
07C7 =          ANWAUS  EQU     07C7H
1B00 =          WARTE   EQU     1B00H

                ;-----------------------------------------------------

1800 31E81B     ANF:    LXI     SP,1BE8H;STAPELZEIGER SETZEN
1803 0E0A               MVI     C,0AH   ;REG. C MIT DER DEZIMAL-KONST.
                                        ;LADEN (TASTEN A-F WERDEN UN-
                                        ;WIRKSAM)
                                        ;
1805 CDBC07             CALL    ANWAZL  ;ANZEIGEFELD LOESCHEN

                ;EINGABE DER STUNDEN:
                ;--------------------

1808 0600               MVI     B,0     ;ANZEIGESTELLE LADEN
                                        ;
180A CD8D18     NEU1:   CALL    EINGAB  ;UNTERPROGRAMM: "EINGAB"
                                        ;(EINGEGEBENEN WERTE WERDEN
                                        ;AUF ANZEIGEFELD AUSGEGEBEN)
                                        ;
180D FE24               CPI     24H     ;WERT FUER DIE STUNDEN >= 24H ?
180F DA1818             JC      ABSP1   ;NEIN, SPRUNG NACH "ABSP1"
                                        ;
1812 CDE818             CALL    LOESCH  ;JA, UNTERPROGRAMM: "LOESCH"
                                        ;(EINGABE LOESCHEN)
1815 C30A18             JMP     NEU1    ;EINGABE WIEDERHOLEN

1818 32001A     ABSP1:  STA     1A00H   ;WERT UNTER ADRESSE 1A00H
                                        ;ABSPEICHERN
```

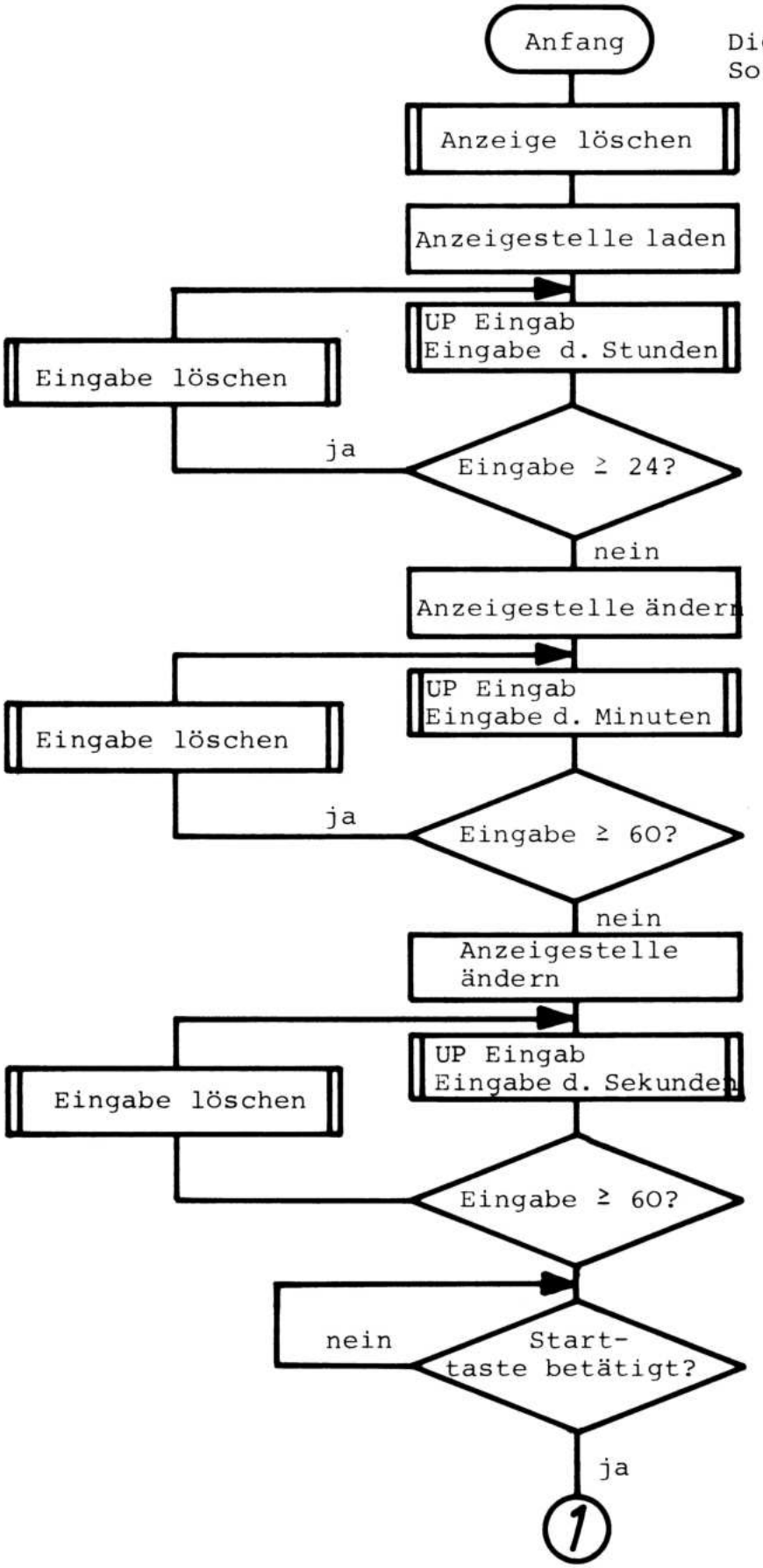
```
                ;EINGABE DER MINUTEN:
                ;--------------------

181B 04                 INR     B       ;ANZEIGESTELLE FUER MINUTEN-
181C 04                 INR     B       ;EINGABE AENDERN
                                        ;
181D CD8D18     NEU2:   CALL    EINGAB  ;UNTERPROGRAMM: "EINGAB"
                                        ;
1820 FE60               CPI     60H     ;WERT FUER DIE MINUTEN >= 60 ?
1822 DA2B18             JC      ABSP2   ;NEIN, SPRUNG NACH "ABSP2"
                                        ;
1825 CDE818             CALL    LOESCH  ;JA, UNTERPROGRAMM: "LOESCH"
1828 C31D18             JMP     NEU2    ;EINGABE WIEDERHOLEN
                                        ;
182B 32011A     ABSP2:  STA     1A01H   ;WERT UNTER ADRESSE 1A01H
                                        ;ABSPEICHERN

                ;EINGABE DER SEKUNDEN:
                ;---------------------

182E 04                 INR     B       ;ANZEIGESTELLE FUER SEKUNDEN-
182F 04                 INR     B       ;EINGABE AENDERN.
                                        ;
1830 CD8D18     NEU3:   CALL    EINGAB  ;UNTERPROGRAMM: "EINGAB"
                                        ;
1833 FE60               CPI     60H     ;WERT FUER DIE SEKUNDEN >= 60 ?
1835 DA3E18             JC      ABSP3   ;NEIN, SPRUNG NACH "ABSP3"
                                        ;
1838 CDE818             CALL    LOESCH  ;JA, UNTERPROGRAMM: "LOESCH"
183B C33018             JMP     NEU3    ;EINGABE WIEDERHOLEN
                                        ;
183E 32021A     ABSP3:  STA     1A02H   ;WERT UNTER ADRESSE 1A02H
                                        ;ABSPEICHERN

                ;ABLAUF STARTEN:
                ;---------------

1841 CDD107     TAST:   CALL    ANWEIN  ;ABLAUF WIRD GESTARTET, WENN
1844 E613               ANI     13H     ;TASTE "+" (TASTENWORT 13H)
1846 EE13               XRI     13H     ;BETAETIGT WIRD
1848 C24118             JNZ     TAST    ;

                ;ZAEHLVORGANG:
                ;-------------

184B CD001B     ZAEHL:  CALL    WARTE   ;1 SEKUNDE WARTEN
                                        ;
184E 3A021A             LDA     1A02H   ;AKKU MIT SEKUNDEN LADEN
                                        ;
1851 B7                 ORA     A       ;CY UND AC LOESCHEN
                                        ;
1852 3C                 INR     A       ;SEKUNDEN + 1
1853 27                 DAA             ;DEZIMALKORREKTUR
                                        ;
1854 32021A             STA     1A02H   ;SEKUNDEN ABSPEICHERN
                                        ;
1857 FE60               CPI     60H     ;60 SEKUNDEN ERREICHT ?
                                        ;
1859 CA6218             JZ      AENDER  ;JA, MINUTEN AENDERN
```

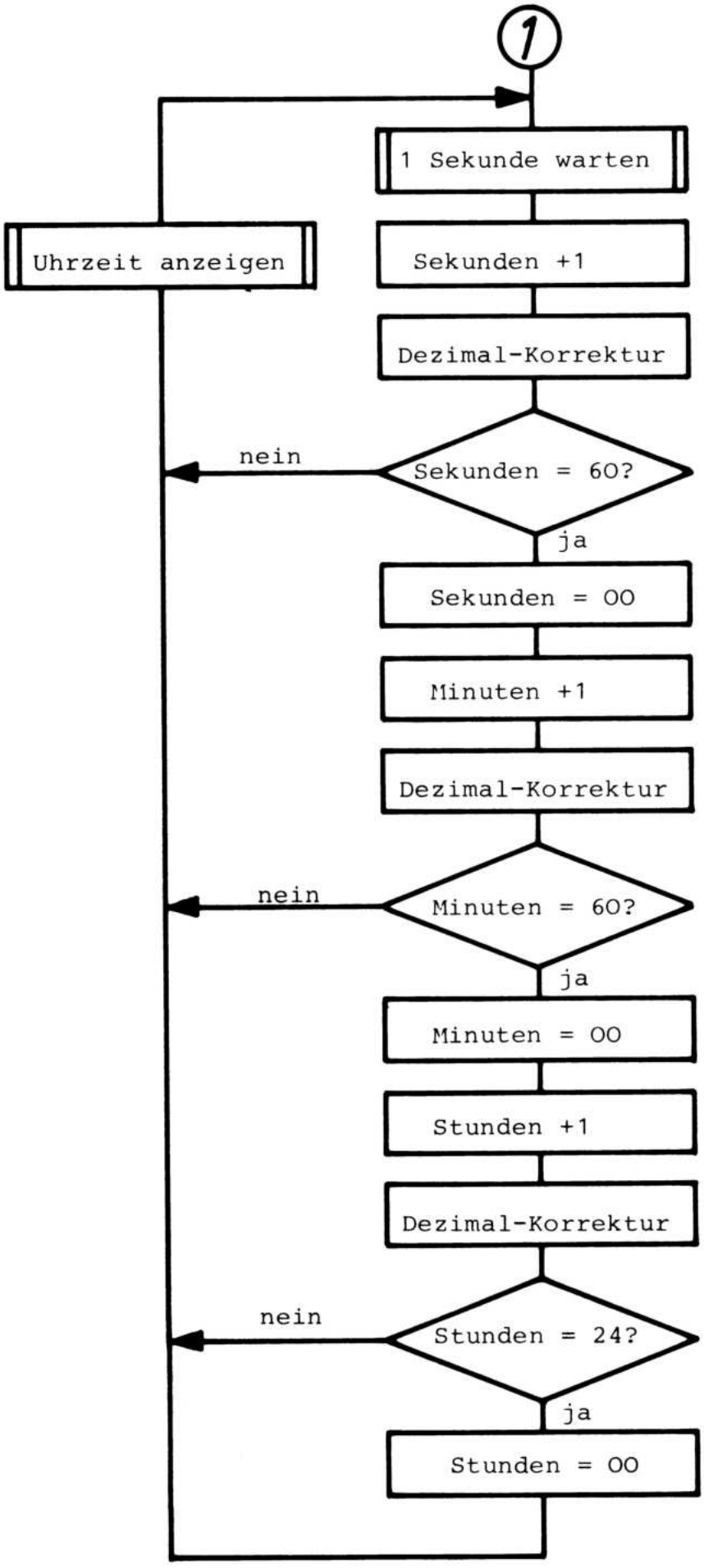
```
185C CDB718    ANZ:     CALL    ANZEIG   ;NEIN, UHRZEIT ANZEIGEN
                                         ;
185F C34B18             JMP     ZAEHL    ;SPRUNG NACH "ZAEHL"


1862 97        AENDER:  SUB     A        ;SEKUNDEN AUF NULL UND
1863 32021A             STA     1A02H    ;ABSPEICHERN
                                         ;
1866 3A011A             LDA     1A01H    ;AKKU MIT MINUTEN LADEN
                                         ;
1869 B7                 ORA     A        ;CY UND AC LOESCHEN
                                         ;
186A 3C                 INR     A        ;MINUTEN + 1
186B 27                 DAA              ;DEZIMALKORREKTUR
                                         ;
186C 32011A             STA     1A01H    ;MINUTEN ABSPEICHERN
                                         ;
186F FE60               CPI     60H      ;60 MINUTEN ERREICHT ?
                                         ;
1871 C25C18             JNZ     ANZ      ;NEIN, SPRUNG NACH UHRZEIT
                                         ;ANZEIGEN "ANZ"
                                         ;
1874 97                 SUB     A        ;JA, MINUTEN AUF NULL UND
1875 32011A             STA     1A01H    ;ABSPEICHERN
                                         ;
1878 3A001A             LDA     1A00H    ;AKKU MIT STUNDEN LADEN
                                         ;
187B B7                 ORA     A        ;CY UND AC LOESCHEN
                                         ;
187C 3C                 INR     A        ;STUNDEN + 1
187D 27                 DAA              ;DEZIMALKORREKTUR
                                         ;
187E 32001A             STA     1A00H    ;STUNDEN ABSPEICHERN
                                         ;
1881 FE24               CPI     24H      ;24 STUNDEN ERREICHT ?
                                         ;
1883 C25C18             JNZ     ANZ      ;NEIN, SPRUNG NACH UHRZEIT
                                         ;ANZEIGEN "ANZ"
                                         ;
1886 97                 SUB     A        ;JA, STUNDEN AUF NULL UND
1887 32001A             STA     1A00H    ;ABSPEICHERN
                                         ;
188A C35C18             JMP     ANZ      ;SPRUNG NACH UHRZEIT ANZEIGEN
```

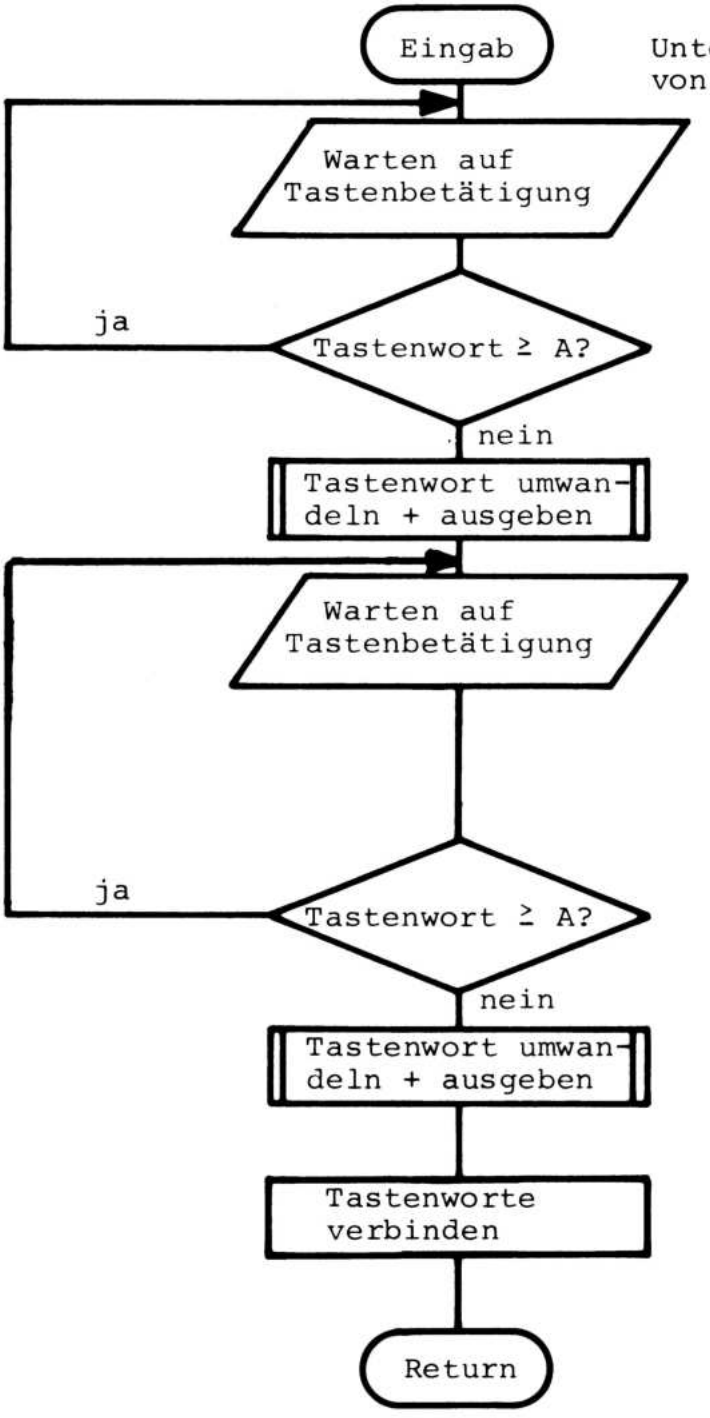
```
                ;UNTERPROGRAMM: "EINGAB"
                ;-----------------------
                ;ES WIRD AUF ZWEIMALIGE TASTENBETAETIGUNG GEWARTET.
                ;SIND DIE WERTE < A, WERDEN SIE AUF DEM ANZEIGEFELD
                ;AUSGEGEBEN. DIE BEIDEN TASTENWORTE WERDEN ZU EINEM
                ;WERT ZUSAMMENGEFUEGT.

188D CDD107     EINGAB: CALL    ANWEIN  ;WARTEN AUF TASTENBETAETIGUNG
1890 E60F               ANI     0FH     ;HOEHERWERTIGES HALB-BYTE AUS-
                                        ;BLENDEN
                                        ;
1892 57                 MOV     D,A     ;TASTENWORT ZWISCHENSPEICHERN
1893 B7                 ORA     A       ;CY UND AC LOESCHEN
1894 B9                 CMP     C       ;MIT DEZIMAL-KONST. VERGLEICHEN
                                        ;
1895 D28D18             JNC     EINGAB  ;TASTENWORT >= A, NEUE EINGABE
                                        ;
1898 CDC905             CALL    UMW     ;TASTENWORT < A, UMWANDELN
189B CDC707             CALL    ANWAUS  ;UND AUSGEBEN
                                        ;
189E CDD107     EIN1:   CALL    ANWEIN  ;WARTEN AUF TASTENBEAETIGUNG
18A1 E60F               ANI     0FH     ;HOEHERWERTIGES HALB-BYTE AUS-
                                        ;BLENDEN
                                        ;
18A3 5F                 MOV     E,A     ;TASTENWORT ZWISCHENSPEICHERN
18A4 B7                 ORA     A       ;CY UND AC LOESCHEN
18A5 B9                 CMP     C       ;MIT DEZIMAL-KONST. VERGLEICHEN
                                        ;
18A6 D29E18             JNC     EIN1    ;TASTENWORT >= A, NEUE EINGABE
                                        ;
18A9 04                 INR     B       ;ANZEIGESTELLE AENDERN, TASTEN-
18AA CDC905             CALL    UMW     ;WORT UMWANDELN UND AUSGEBEN
18AD CDC707             CALL    ANWAUS  ;
                                        ;
18B0 7A                 MOV     A,D     ;BEIDE TASTENWORTE ZU EINEM
18B1 0F                 RRC             ;WERT VERBINDEN
18B2 0F                 RRC             ;
18B3 0F                 RRC             ;
18B4 0F                 RRC             ;
18B5 83                 ADD     E       ;
                                        ;
18B6 C9                 RET             ;RUECKSPRUNG INS HAUPTPROGRAMM


                ;UNTERPROGRAMM: "ANZEIG"
                ;-----------------------
                ;UHRZEIT AUF ANZEIGEFELD AUSGEBEN:
                ;ES WERDEN DIE WERTE FUER SEKUNDEN, MINUTEN UND STUNDEN
                ;IN DEN AKKU GELADEN UND MIT HILFE DES UNTERPROGRAMMS
                ;"AUSGAB" AUF DEM ANZEIGEFELD AUSGEGEBEN.

18B7 0607       ANZEIG: MVI     B,07H   ;ANZEIGESTELLE FUER SEKUNDEN
                                        ;LADEN
                                        ;
18B9 3A021A             LDA     1A02H   ;AKKU MIT SEKUNDEN LADEN
                                        ;
18BC CDD018             CALL    AUSGAB  ;UNTERPROGRAMM: "AUSGAB"
                                        ;WERT AUF ANZEIGEFELD AUSGEBEN
```

```
18BF 05                 DCR     B       ;ANZEIGESTELLE FUER MINUTEN
18C0 05                 DCR     B       ;LADEN
                                        ;
18C1 3A011A             LDA     1A01H   ;AKKU MIT MINUTEN LADEN
                                        ;
18C4 CDD018             CALL    AUSGAB  ;UNTERPROGRAMM: "AUSGAB"
                                        ;
18C7 05                 DCR     B       ;ANZEIGESTELLE FUR STUNDEN
18C8 05                 DCR     B       ;LADEN
                                        ;
18C9 3A001A             LDA     1A00H   ;AKKU MIT STUNDEN LADEN
                                        ;
18CC CDD018             CALL    AUSGAB  ;UNTERPROGRAMM: "AUSGAB"
                                        ;
18CF C9                 RET             ;RUECKSPRUNG

                ;UNTERPROGRAMM: "AUSGAB"
                ;-----------------------
                ;WERT AUF ANZEIGEFELD AUSGEBEN

18D0 57         AUSGAB: MOV     D,A     ;WERT IM REG. D ZWISCHEN-
                                        ;SPEICHERN
                                        ;
18D1 E60F               ANI     0FH     ;HOEHERWERTIGES HALB-BYTE AUS-
18D3 CDC905             CALL    UMW     ;BLENDEN, IN ANZEIGEWORT UM-
18D6 CDC707             CALL    ANWAUS  ;WANDELN UND AUSGEBEN
                                        ;
18D9 05                 DCR     B       ;ANZEIGESTELLE AENDERN
                                        ;
18DA 7A                 MOV     A,D     ;AKKU MIT DEM IM REG. D GE-
18DB 0F                 RRC             ;SPEICHERTEN WERT LADEN,
18DC 0F                 RRC             ;HOEHERWERTIGES HALB-BYTE
18DD 0F                 RRC             ;IN ANZEIGEWORT UMWANDELN UND
18DE 0F                 RRC             ;AUSGEBEN
18DF E60F               ANI     0FH     ;
18E1 CDC905             CALL    UMW     ;
18E4 CDC707             CALL    ANWAUS  ;
                                        ;
18E7 C9                 RET             ;RUECKSPRUNG


                ;UNTERPROGRAMM: "LOESCH"
                ;-----------------------
                ;FALSCH EINGEGEBENEN WERT LOESCHEN

18E8 F5         LOESCH: PUSH    PSW     ;ZUSTANDSWORT RETTEN
                                        ;
18E9 97                 SUB     A       ;AKKU LOESCHEN UND AUF
18EA CDC707             CALL    ANWAUS  ;ANZEIGEFELD AUSGEBEN
                                        ;
18ED 05                 DCR     B       ;ANZEIGESTELLE AENDERN UND
18EE CDC707             CALL    ANWAUS  ;AKKU AUF ANZEIGEFELD AUSGEBEN
                                        ;
18F1 F1                 POP     PSW     ;ZUSTANDSWORT ZURUECKHOLEN
                                        ;
18F2 C9                 RET             ;RUECKSPRUNG
```

Flußdiagramm

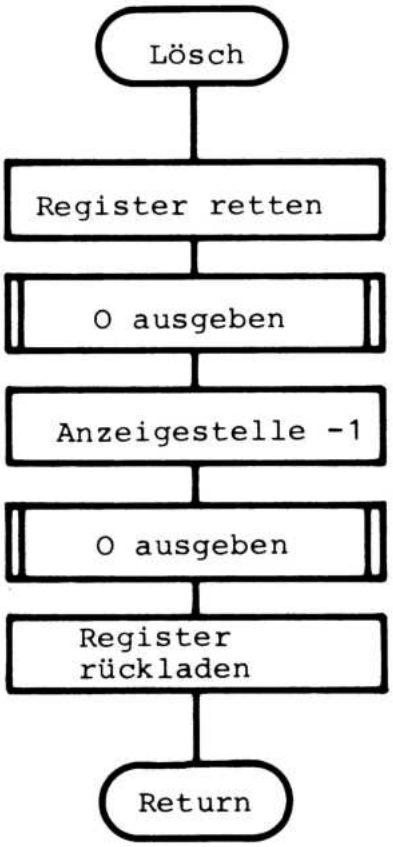



1
1 Sekunde warten
Sekunden +1
Dezimal-Korrektur
Sekunden = 60?
nein
ja
Sekunden = 00
Minuten +1
Dezimal-Korrektur
Minuten = 60?
nein
ja
Minuten = 00
Stunden +1
Dezimal-Korrektur
Stunden = 24?
nein
ja
Stunden = 00
Uhrzeit anzeigen



Unterprogramm für Eingabe von Stdn., Min., Sek.

Unterprogramm für Uhrzeit anzeigen



Unterprogramm für Eingaben löschen

Unterprogramm
für Ausgaben

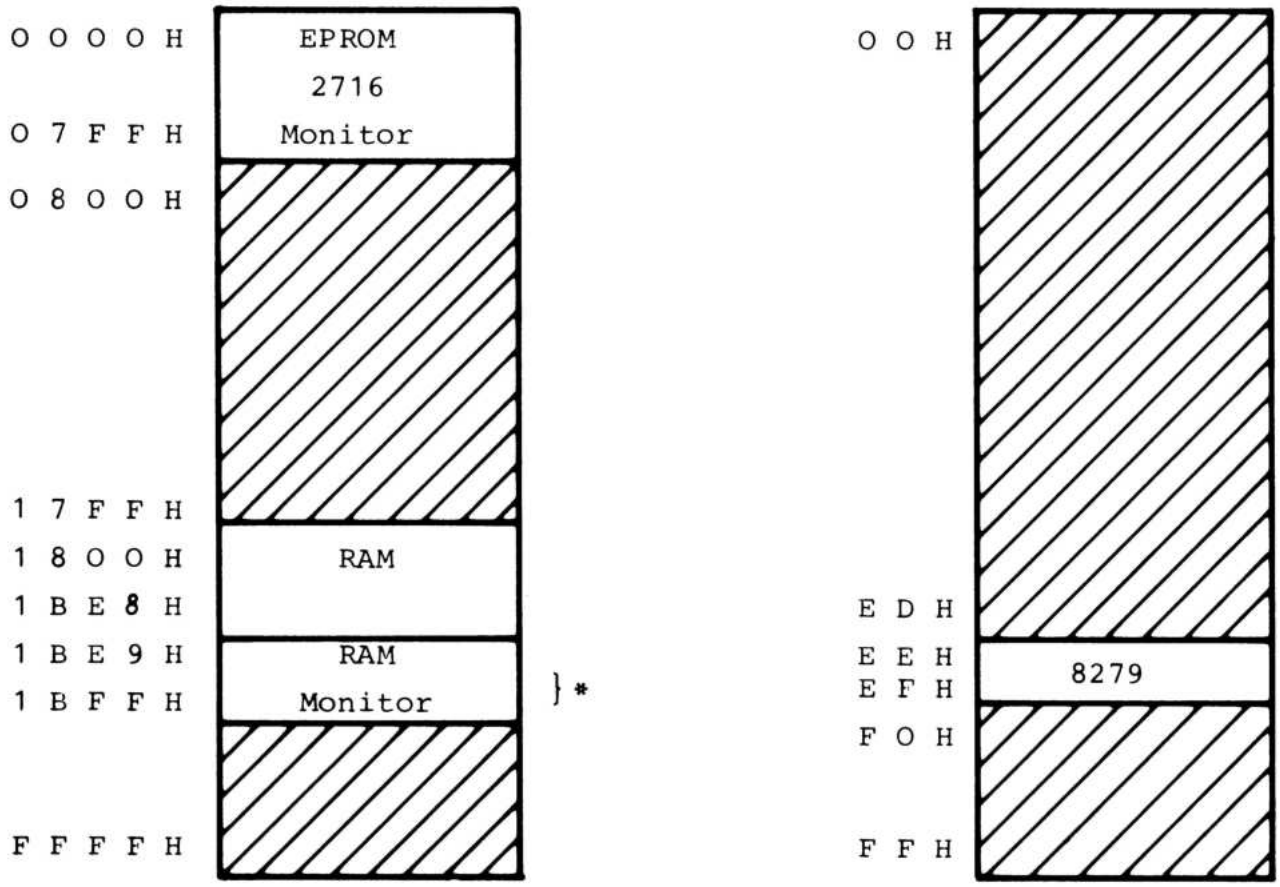
5. Schlußwort zur 3. Lektion

Nachdem wir in dieser Lektion überwiegend Software behandelt haben, wird sich die nächste Lektion mit Hard- und Software beschäftigen. D.h. wir werden den Mikroprozessor in einer anspruchsvolleren Umgebung beschreiben, standardisierte Schnittstellen und integrierte Peripheriebausteine behandeln.

Außerdem werden Sie lernen, wie man den "micromaster" erweitern kann und wie man Peripheriegeräte an ein Mikroprozessorsystem anschließt. Dazu gehört natürlich auch wieder Software, denn wie wir jetzt wissen, geht ohne diese überhaupt nichts.

6. Anhang

6.1 Speicherraum- und Ein/Ausgabebelegung des "micromaster"



* Der Monitor-RAM-Bereich darf
vom Anwender nicht belegt werden!

6.2

```
;*********************************************************
;*********************************************************
;
;      UNTERPROGRAMME IM MONITOR-PROGRAMM DES
;          *** M I C R O M A S T E R ***
;
;*********************************************************
;*********************************************************

;DIE FOLGENDEN UNTERPROGRAMME KOENNEN VOM ANWENDER IN
;EIGENE PROGRAMME EINGEBUNDEN UND DURCH EINEN CALL-BEFEHL
;AUFGERUFEN WERDEN. SIE SIND MIT IHREM NAMEN, IHRER FUNK-
;TION, IHREN PARAMETERN UND VERAENDERTEN REGISTERN VOLL-
;STAENDIG BESCHRIEBEN.

ORG     05C9H
;#############################################################
;PROGRAMM     :UMW (7-SEGM.-CODE FUER ANZEIGE ERZEUGEN
;
;FUNKTION     :UMW WANDELT DAS NIEDERWERTIGE HALBBYTE
;             :DES AKKU IN EIN 7-SEGMENTMUSTER UM.
;             :DIESES MUSTER KANN DANN ALS ANZEIGEWORT
;             :MIT DEM UNTERPROGRAMM *ANWAUS* AUF DAS
;             :ANZEIGEFELD AUSGEGEBEN WERDEN. (SIEHE
;             :UNTER *ANWAUS* FUER DIREKTES LADEN DES
;             :ANZEIGEWORTES)
;EING.PARAM.  :  A =HEX-ZEICHEN IM NIEDERWERTIGEN HALBBYTE
;AUSG.PARAM.  :  A =7-SEG.MUSTER
;VERARND.REG.:PSW
;AUFGER.PROG.:KEINE
;#############################################################

UMW:    PUSH    H
        ANI     0FH         ;NIEDERWERT. HALBBYE MASKIEREN
        LXI     H,HEX0      ;LADE HL MIT TABELLENADR.(HEX0)
        ADD     L           ;ADIERE HEX-CODE HINZU
        MOV     L,A
        MVI     A,00H
        ADC     H
        MOV     H,A
        MOV     A,M         ;7-SEG.MUSTER IN AKKU
        POP     H
        RET

        ;TABELLE FUER HEX-CODE ANZEIGE
        ;"""""""""""""""""""""""""""""""
HEX0:   DB      3FH         ;7-SEG.MUSTER FUER  0
        DB      06H         ;       "           1
        DB      5BH         ;       "           2
        DB      4FH         ;       "           3
        DB      66H         ;       "           4
        DB      6DH         ;       "           5
        DB      7DH         ;       "           6
        DB      07H         ;       "           7
        DB      7FH         ;       "           8
        DB      6FH         ;       "           9
        DB      77H         ;       "           A
        DB      7CH         ;       "           B
        DB      39H         ;       "           C
        DB      5EH         ;       "           D
        DB      79H         ;       "           E
        DB      71H         ;       "           F
```

```
ORG     07BCH
;#############################################################
;PROGRAMM        :ANWAZL  (LOESCHEN DES ANZEIGEFELDES)
;
;FUNKTION        :DAS UEBER DEN TASTATUR-/ANZEIGEBAUSTEIN
;                 8279 GESTEUERTE ANZEIGEFELD WIRD GE-
;                 LOESCHT, D.H. ALLE SEGMENTE DER ANZEIGEN
;                 WERDEN AUSGESCHALTET.
;
;EING.PARAM.     :KEINE
;EINGABEN VON    :8279 (STATUSWORT)
;AUSG.PARAM.     :KEINE
;AUSGABEN AN     :8279 (LOESCHKOMMANDO)
;VERAEND.REG.    :PSW,A,B
;AUFGER.PROG.    :ANWAUS
;#############################################################

ANWAZL: SUB     A       ;CODE FUER  ZEICHEN "NULL" LADEN
        MVI     B,8     ;B-REG FUER ANZEIGESTELLE SETZEN
SLAZL:  DCR     B       ;ANZEIGESTELLE DEKREMENTIEREN
        CALL    ANWAUS  ;ZEICHEN "NULL" AUSGEBEN
                        ;ANZEIGESTELLE = 0 ?
        JNZ     SLAZL   ;NEIN,NAECHSTE STELLE
        RET             ;JA, RUECKSPRUNG


;#############################################################
;PROGRAMM :ANWAUS  (AUSGABE AUF DAS ANZEIGEFELD)
;
;FUNKTION :DER IM A-REG. UEBERGEBENE 7-SEGMENT-CODE WIRD
;          UEBER DEN TASTATUR-/ANZEIGEBAUSTEIN SAB 8279
;          ZUR ANZEIGE AUSGEGEBEN.DIE ANZEUGE - POSITION
;          (STELLE) IST IM B-REG. ZU UEBERGEBEN.
;
;EING.PARAM.     :7-SEGMENT-CODE IM A-REG UND
;                 ANZEIGEPOSITION IM B-REG(STELLE 0=LINKS,
;                 STELLE 7=RECHTS )
;EINGABEN VON    : -
;AUSG.PARAM.     : -
;AUSGABEN AN     :SAB 8279 (ANZEIGE RAM)
;VERAEND.REG.    :KEINE
;
;#############################################################

ANWAUS: PUSH    PSW     ;7-SEGM.-CODE IM STACK SICHERN
        MVI     A,80H   ;MASKE FUER "SCHREIBEN ANZEIGE-
                        ;RAM 0" LADEN
        ADD     B       ;STELLEN-NR. DER ANZEIGEPOSITION
                        ;ZUR MASKE ADDIEREN
        OUT     0EFH    ;ERZEUGTES KOMMANDOWORT ZUM 8279
                        ; AUSGEBEN
        POP     PSW     ;7-SEGMENT-CODE ZURUECKHOLEN
        OUT     0EEH    ;      "         ZUR ANZEIGE UEBER
                        ;8279 AUSGEBEN
                        ;0EEH IST DIE ADRESSE DES ANZEIGE-
                        ;UND DES FIFO-RAM IM 8279
        RET             ;RUECKSPRUNG
```

```
;#########################################################
;PROGRAMM: ANWEIN                    (EINGABE VON TASTATUR)
;
;FUNKTION: DER PUFFERSPEICHER (FIFO-RAM) FUER DIE TASTA-
;          TUREINGABE WIRD GELOESCHT DANN WIRD GEWARTET
;          BIS EINE TASTATUREINGABE ERFOLGT.WIRD EIN ZEI-
;          CHEN EINGEGEBEN, ERFOLGT DER RUECKSPRUNG MIT
;          UEBERGABE DES ZEICHENCODES IM A-REG.
;
;EING.PARAM.     : -
;EINGABEN VON    :8279 (STATUS,FIFO-RAM)
;AUSG.PARAM.     :ZEICHEN IM A-REG
;AUSGABEN AN     :8279 (FIFO-RAM)
;VERAEND.REG.    :PSW(A)
;#########################################################

ANWEIN: MVI     A,0C2H  ;FIFO-STATUS DES 8279 LOESCHEN
        OUT     0EFH
        MVI     A,40H   ;KOMMANDOWORT "FIFO-RAM LESEN"
                        ;ZUM 8279
        OUT     0EFH    ;AUSGEBEN
WAREIN: IN      0EFH    ;FIFO-STATUS DES 8279 LESEN
        ANI     0FH     ;TASTATUREINGABE ?
                        ;BIT3 - 0 = ANZAHL ZEICHEN IM
                        ;FIFO>< 0 ?
        JZ      WAREIN  ;NEIN, WEITER  WARTEN
        IN      0EEH    ;JA,  EINGEGEBENES ZEICHEN
                        ;EINLESEN
        RET             ;RUECKSPRUNG

;#########################################################
;PROGRAMM        :HALLO
;
;FUNKTION        :DIESES IST KEIN UNTERPROGRAMM, DA ES
;                 KEINEN RUECKSPRUNG ERMOEGLICHT. DER
;                 MIKROPROZESSOR ARBEITET IN EINER END-
;                 LOSSCHLEIFE. DAS GERAET KANN NUR DURCH
;                 EINEN RESET WIEDER IN DEN KOMMANDOEIN-
;                 GABE-MODUS GEBRACHT WERDEN. DIESES
;                 PROGRAMM KANN BEISPIELSWEISE AM ENDE
;                 EINES ANWENDER PROGRAMMS DURCH PRO-
;                 GRAMMIERUNG EINES *JMP 07E3H* ANGE-
;                 SPRUNGEN WERDEN. ES WIRD DANN AUF DEM
;                 ANZEIGEFELD DAS WORT
;                        H  A  L  L  O
;                 AUSGEGEBEN.
;#########################################################

        LXI     SP,1BE8H;STACKBEREICH DEFINIEREN
        CALL    ANWAZL  ;ANZEIGEFELD LOESCHEN
BEGINN: LXI     H,HALLO ;HL-REG.-PAAR MIT ANFANG VON
                        ;H A L L O  LADEN
        MVI     B,5
AUSGABE:MOV     A,M
        CALL    ANWAUS  ;AUSGABE AUF ANZEIGEFELD
        INX     H
        DCR     B
        JZ      BEGINN
        JMP     AUSGABE
        NOP
HALLO:  DB      3FH,38H,38H,77H,76H
```

K 7. Lösungen zu den Aufgaben in dieser Lektion

Antwort Seite (3)-7

Die Einschränkungen sind vom verwendeten Assembler abhängig und entsprechen denen des Markenfeldes, siehe Lektion 2, Seiten 9 bis 11.

Antwort Seite (3)-19

Verzweigte Programmstrukturen erfordern die Abfrage einer Bedingung. Die Verzweigung kann Sprünge ins eigene Programm bewirken oder in zwei verschiedene Programme führen.

Antwort Seite (3)-28

Aufgabenstellung sorgfältig lesen und verstehen. Grobgliederung anfertigen, Flußdiagramm zeichnen. Problem stufenweise verfeinern.

Antwort Seite (3)-51

a. Kommando O

b. Der Mikroprozessor führt das Programm aus und läuft danach in einen undefinierten Zustand, da kein Ende programmiert wurde. Sie finden jedoch die Konstanten wieder unter den angegebenen Adressen.

A

8. Hausaufgaben zur Lektion 3

Name:

Anschrift:

Teiln.-Nr.:

Korrektur-Rand
Nicht beschreiben

1. Worauf müssen Sie beim Programmieren einer zeitkritischen Aufgabe achten?

2. Welche Vorteile erlangt man durch die Verwendung symbolischer Adressen?

3. In welche Grundstrukturen läßt sich ein Programm aufgliedern?

4. Erklären Sie kurz den Unterschied zwischen einem Unterprogramm und einem Makro.

Korrektur-Rand
Nicht beschreiben

5. Wie verhält sich der Stapelzeiger bzw. der Inhalt des Stapelzeigerregisters

   a) Wenn in einem Hauptprogramm drei Unterprogramme nacheinander ausgeführt werden?

   b) Wenn aus einem Hauptprogramm in ein Unterprogramm UP1, von diesem in UP2 und dann in UP3 gesprungen wird?

6. Welche Befehle kann man programmieren um den Akku-Inhalt zu Null zu machen?

	Korrektur-Rand Nicht beschreiben
7. Man möchte aus einem Byte, welches im Akku steht, ein oder mehrere Bits ausblenden (zu Null machen). Welcher Assembler-Befehl bewirkt das?	
8. Welche Befehle müssen in Aufgabe 7 geändert werden, damit die Segmente entgegen dem Uhrzeigersinn aufleuchten?	
9. Wie muß Aufgabe 10 geändert werden, damit der obere und der untere Querbalken gleichzeitig als Lauflicht über die Anzeige wandern?	
10. In Aufgabe 2 durfte das Programm aus beschriebenem Grund nicht ab Adresse 1800H liegen. Welches Problem ergibt sich, wenn man den Speicherbereich ab Adresse FFFFH abwärts durchsuchen würde? (Nehmen Sie das Bild der Speicherbelegung zur Hilfe.)	

Korrektur-Rand
Nicht beschreiben

Zensierung:

Lehrgangsleiter: