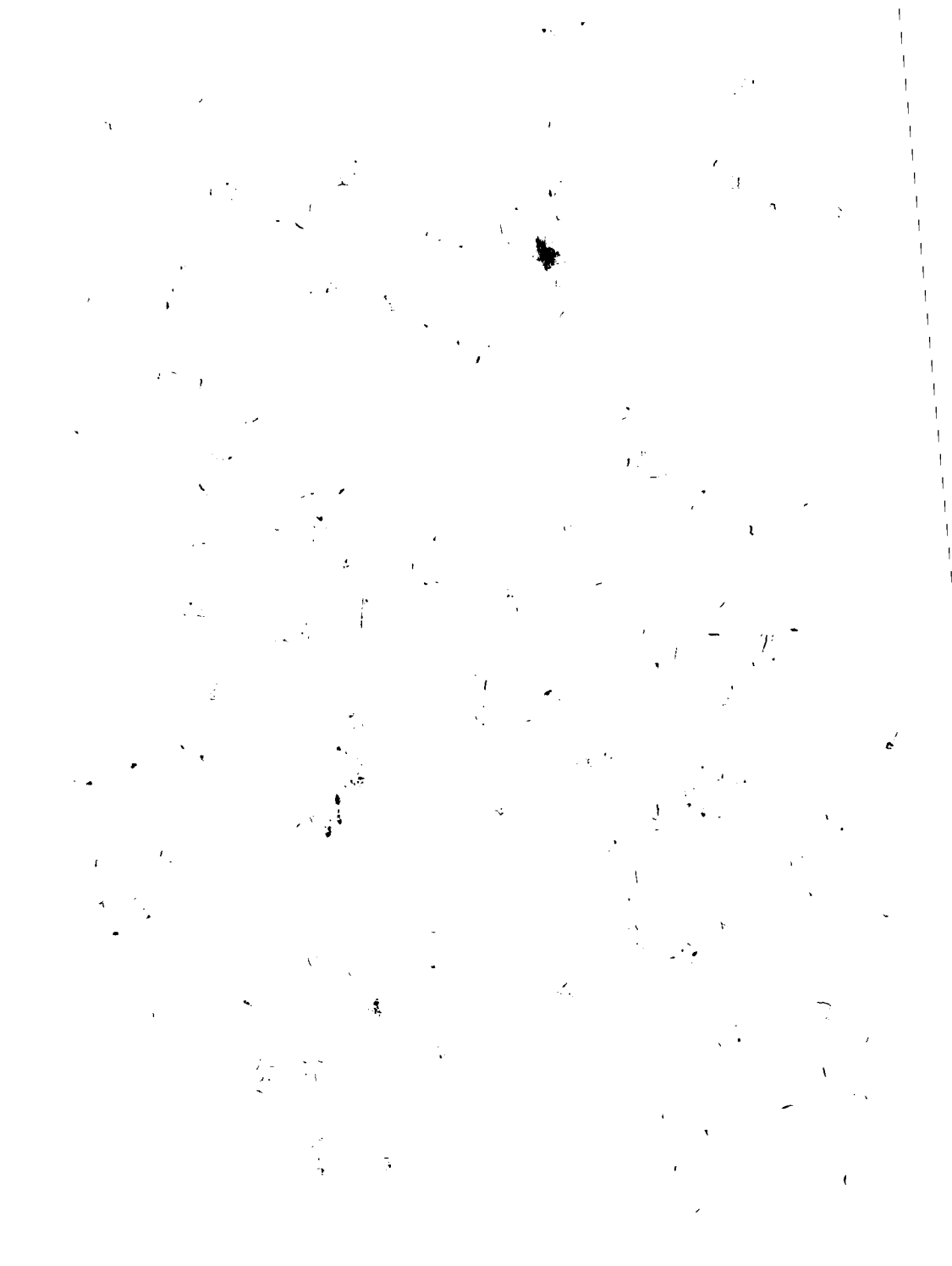


Bedienungsanleitung LC 80



BEDIENUNGSANLEITUNG

Lerncomputer LC 80

2. Ausgabe Mai 1985

**vob mikroelektronik › karl marx › erfurt
stammbetrieb**



DDR- 5010 Erfurt, Rudolfstraße 47 · Telefon 5 83, Telex 061 306

**Änderungen, insbesondere solche, die durch den technischen Fortschritt bedingt sind,
vorbehalten**

Inhaltsübersicht

	Seite
0. Einführung	5
1. Kurzbeschreibung	6
1.1. Technische Kennwerte	6
1.2. Darstellung der Bedienelemente und Anschlußstellen	9
2. Allgemeine Informationen	10
2.1. Beschreibung der Tastatur	10
2.2. Darstellung der 7-Segment-Anzeige	10
2.3. Darstellung der Eingaben	11
2.4. Fehleranzeige	11
3. Inbetriebnahme und Programmeingabe	11
3.1. Stromversorgung	11
3.2. Tasteneingabe	12
3.3. Registeranzeige und Stepfunktion	17
3.4. Magnetbandanschluß	21
3.5. Magnetbandinterface	24
3.6. Speicherbereiche	26
3.7. Periphere Bausteine	26
4. Programmierbeispiele	28
4.1. Einerkomplement	28
4.2. 8-Bit-Addition	28
4.3. Linksverschiebung	29
4.4. Ausblenden der oberen Tetraden	29
4.5. Bestimmung der größeren von zwei Zahlen	30
4.6. Ermittlung der Quadratzahlen	31
4.7. Summieren von Daten	32
4.8. Bestimmung der größten Zahl	33
5. Programmtest und Fehlersuche	34
6. Verwendung des Monitorprogramms	35
6.1. Unterprogramme	35
6.2. Praktische Beispiele	40
7. Hinweise des Herstellers	52
8. Literaturverzeichnis	53
9. Anhang	55
10. Anlage Stromlaufplan	

0. Einführung

Der Lerncomputer LC 80 ist ein Einkarten-Mikrorechner auf der Basis des Mikroprozessorsystems U 880. Er dient in erster Linie dem gründlichen Kennenlernen der Bausteine und dem Erlernen der Programmierung im Maschinencode. Darüber hinaus ist er für einfache Steuerungen, Kontrolleinrichtungen usw. einsetzbar.

Der Lerncomputer ermöglicht:

- die Eingabe von Programmen in Maschinensprache
- das Erlernen der Wirkungsweise der 158 Basisbefehle bzw. der über 450 Operationscodes des Mikroprozessors
- das Erlernen der Programmierung und der Wirkungsweise der Peripheriebausteine PIO (U 855) und CTC (U 857).
- Über zwei Steckverbinder stehen dem Anwender der gesamte CPU-Bus, 12 Ein-/Ausgabeleitungen sowie 4 Handshake-Leitungen des PIO und alle 4 Kanäle des CTC zur freien Verfügung. Damit läßt sich der Lerncomputer für einfache Steuerungen und Regelungen unmittelbar oder in zeitlicher Ablaufsteuerung einsetzen.
- In Verbindung mit einer akustischen Ausgabemöglichkeit können mit dem Lerncomputer einfache akustische Signale bzw. musikalische Spiele programmiert werden (z. B. Uhr mit Weckfunktion).
- Die Ausgabe wird durch eine 6stellige 7-Segment-LED-Anzeige realisiert. Neben der eigentlichen Funktion zur Darstellung der Adressen und Daten kann die Anzeige zur Erzeugung von feststehender oder Wandschrift in 7-Segment-Darstellung sowie für optische Spiele verwendet werden.
- Die Eingabe erfolgt über eine Tastatur mit 25 Tasten, wobei neben den Funktionen auch RESET- und NMI-Signale erzeugt werden können.
- Als externer Speicher kann ein beliebiges Kassetten- oder Spulentonbandgerät angeschlossen werden. Das Laden von Programmen und Daten vom Band wird dabei durch automatisches Aufsuchen des gewünschten Datensatzes und Berechnung einer Prüfsumme unterstützt.

1. Kurzbeschreibung

Der LC 80 ist ein Einplatinenrechner auf der Basis des U 880-Systems. Die Programmierung erfolgt in Maschinensprache (U 880-Befehlssatz). Zur Eingabe wird eine Tastatur mit 25 Tasten (16 Hexadezimal-, 9 Funktionstasten; Einführung in Zahlensysteme durch Handbuch LC 80) genutzt.

Eine 6stellige 7-Segmentanzeige realisiert die Kommunikation zwischen Gerät und Anwender. Über ein Kassetteninterface kann ein Tonbandgerät angeschlossen werden, wodurch die Ein- und Ausgabe von Programmen ermöglicht wird. Die Stromversorgung muß durch Anschluß eines externen Netzteiltes mit 8,5 ... 12 V Wechselspannung oder 10 ... 13 V Gleichspannung/0,6 ... 1 A realisiert werden.

Die Dimensionierung des Netzteiltes ist so ausgelegt, daß keine stromziehenden Zusatzschaltungen benutzt werden.

Der LC 80 darf nur im geöffneten Zustand betrieben werden.

Achtung! Der LC 80 darf nur mit einem Netzteil betrieben werden, das den Sicherheitsbestimmungen nach TGL 200-7045 (bzw. IEC) entspricht. (Schutzkleinspannung nach TGL 200-0602).

Die LED "HALT" (4), (s. Pkt. 1.2.) zeigt an, daß der LC 80 bei der Programmabarbeitung einen HALT-Befehl erreicht hat.

Die LED "OUT" (5), (s. Pkt. 1.2.) wird bei der programmierten Ausgabe von Tönen parallel zur Hörkapsel angesteuert.

Vor der Arbeit mit dem LC 80 ist es zum besseren Verständnis der Probleme der Mikroprozessorprogrammierung günstig, die Bedienungsanleitung und das zugehörige Handbuch LC 80 zu studieren.

1.1. Technische Kennwerte

1.1.1. Informationseingabe/-ausgabe

Tastatur	25stellig (16 Hexadezimal-, 9 Funktionstasten)
Anzeige	6stellige 7-Segmentanzeige
Ein-/Ausgabefunktionen	- Magnetbandinterface mit TB/TA-Anschluß - 12 programmierbare Ein-/Ausgänge, 4 Handshake-Leitungen und 7 CTC-Leitungen - CPU-BUS (ungepuffert)

1.1.2. Funktionen

Bezeichnung	Taste	Funktion
RESET	<input type="button" value="RES"/>	Unterbrechung der Programmausführung, Rücksetzen in Grundzustand erfolgt erst nach Loslassen der Taste
STORE	<input type="button" value="ST"/>	Abspeichern von Programmen und Daten auf Magnetband
LOAD	<input type="button" value="LD"/>	Rückladen von Programmen und Daten vom Magnetband in den Arbeitsspeicher
EXECUTE	<input type="button" value="EX"/>	START von Anwenderprogrammen sowie der Interfacefunktion
NMI	<input type="button" value="NMI"/>	Auslösen eines nichtmaskierbaren Interrupts zur Programmunterbrechung sowie freien Verwendung im Anwenderprogramm
ADDRESS	<input type="button" value="ADR"/>	Adress-Eingabe
DATA	<input type="button" value="DAT"/>	Daten-Eingabe
LAST	<input type="button" value="-"/>	Übergang zum vorherigen Schritt
NEXT	<input type="button" value="+"/>	Übergang zum nächsten Schritt

1.1.3. Allgemeine Kennwerte

- eingesetzte Schaltkreise des Mikroprozessorsystems
 - CPU UD 880 D
 - PIO 2x UD 855 D
 - CTC UD 857 D
- realisierter Speicherumfang
 - 2 KByte ROM 2 x U 505 D
 - 1 KByte RAM 2 x U 214 D
- Stromversorgung 8,5 ... 12 V AC/10 ... 13 V DC (aus externem Netzteil)
- Stromaufnahme bei Nennbedingungen und Grundausstattung
 - \leq 600 mA bei DC
 - \leq 1000 mA bei AC
- Taktfrequenz 900 kHz + 25 kHz - 15 kHz
- Nennarbeitsbedingungen
 - . Umgebungstemperatur +10 °C ... +35 °C
 - . relative Luftfeuchte 10 % ... 80 % bei max. 25 °C linear abfallend von 80 % / 25 °C auf 45 % / 35 °C
- Ausführungsklasse N III für das Erzeugnis

- Ausgangspegel für Magnetbandinterface	$U_{ss} \geq 40 \text{ mV}$ ($R_L \geq 10 \text{ k}\Omega$)
- Lager- und Transportbedingungen	
. Umgebungstemperatur	$-25 \text{ }^\circ\text{C} \dots +55 \text{ }^\circ\text{C}$
. Relative Luftfeuchtigkeit	max. 93 % bei $+25 \text{ }^\circ\text{C}$
. max. Lager- und Transportdauer	6 Monate
- Schutzgrad	IP 00 TGL RGW 778
- Schutzklasse	III
- Abmessung	310 x 255 x 40 mm
- Masse ohne Verpackung	ca. 1,3 kg

1.1.4. Zubehör

1 Stück Verpackung

1 Buchsenleiste für Steckverbinder (26polig, 222-26
TGL 29331 Bl. 04)

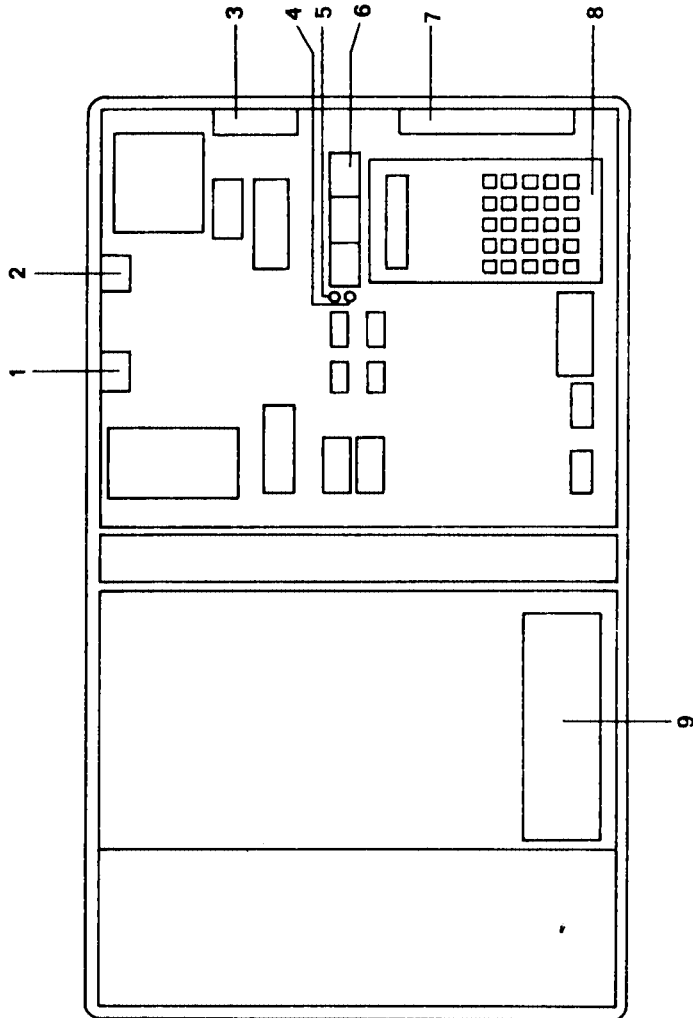
1 Buchsenleiste für Steckverbinder (58polig, 222-58
TGL 29331 Bl. 0.3)

1 Bedienungsanleitung LC 80 G-5403.500

1 Garantieurkunde

1.2. Darstellung der Bedienelemente und Anschlußstellen

- Anschlußbelegung siehe beiliegendes Schaltbild



Legende: 1 Anschluß für externes Netzteil

2 Magnetbandanschluß

3 USER-BUS-Anschluß

4 HALT-LED

5 OUT-LED

6 7-Segment-Anzeige

7 CPU-BUS-Anschluß

8 Tastatur

9 Typschild

2. Allgemeine Informationen

2.1. Beschreibung der Tastatur

Taste	Bezeichnung	Funktion
RES	(RESET)	Die Taste unterbricht sofort die Programmausführung, bringt den Rechner in den Grundzustand und zeigt "LC-80" an.
ST	(STORE)	Die Funktion dient zum Speichern von Programmen und Daten auf Magnetband, um diese später weiter zu verwenden; dabei wird ein Programmname mit auf dem Magnetband abgespeichert.
LD	(LOAD)	Mit dieser Funktion werden Programme oder Daten, welche mittels STORE auf einem Magnetband abgelegt wurden, in den Rechner geladen.
EX	(EXECUTE)	Start der Ausführung eines Programms oder Befehls.
NMI	(NON MASKABLE INTERRUPT)	Auslösen eines NMI an die CPU
ADR	(ADDRESS)	Adress-Eingabe-Taste
DAT	(DATA)	Daten-Eingabe-Taste
-	(LAST)	Übergang zum vorherigen Schritt
+	(NEXT)	Übergang zum nächsten Schritt

2.2. Darstellung der 7-Segment-Anzeige

Die optische Darstellung von Informationen erfolgt auf der 7-Segment-Anzeige des LC 80. Die 6 Stellen können zur Ausgabe von Ziffern und diversen Zeichen verwendet werden.

1	2	3	4	5	6
---	---	---	---	---	---

Adress-	Daten-
spalten	spalten

Ist der Inhalt der Anzeige an einigen Stellen im folgenden Text unbekannt oder unwichtig, werden die entsprechenden Stellen hier mit X.X. dargestellt.

2.3. Darstellung der Eingaben

(ADDRESS) bedeutet, daß der Nutzer 4 Zifferntasten drücken soll, um eine Adresse einzugeben. Bei der Eingabe von mehr als 4 Ziffern werden nur die letzten 4 Ziffern gewertet; wird nichts eingegeben, so wird die in der Anzeige stehende Adresse verwendet. Bei der Eingabe der ersten Ziffer wird die vorherige Adresse durch den LC 80 gelöscht, bei weiterer Eingabe werden die Ziffern jeweils von rechts nach links verschoben.

(DATA) bedeutet, daß der Nutzer 1 Byte Daten in den Speicher eingeben soll; die Funktion entspricht in der Ausführung (ADDRESS).

2.4. Fehleranzeige

Bei einer fehlerhaften Eingabe wird durch den LC 80 die Fehlermeldung "ERROR" angezeigt, solange die Taste gedrückt bleibt. Die Fehleranzeige erfolgt auch bei Übertragungsfehlern vom Magnetbandgerät.

3. Inbetriebnahme und Programmeingabe

3.1. Stromversorgung

Schließen Sie an die Spannungsbuchse des Rechners den Stecker eines Netzteiles von 8,5 ... 12 V Wechselspannung oder 10 ... 13 V Gleichspannung (s. Pkt. 1.1.3.) an. Der LC 80 wird dabei automatisch gestartet. Seine Bereitschaft wird durch den Namen "LC-80" auf dem Display angezeigt, nachdem er die Anfangsmelodie und den Begrüßungstext vorgeführt hat. Sie können mit der Arbeit am Rechner beginnen, sobald der Text "LC-80" in der Anzeige erschienen ist. Sollte diese Anzeige nicht erfolgen, so drücken Sie bitte die Taste "RES", um den Rechner neu zu starten. Wenn das nicht zum Erfolg führt, überprüfen Sie bitte die Stromversorgung.

Falls nach dem Start des LC 80 der Text "LC-80" erscheint, ohne daß vorher die Anfangsmelodie und der Begrüßungstext ausgegeben wurden, ist zunächst die Stromversorgung zu unterbrechen und wieder herzustellen. Sollte auch jetzt nur der Text "LC-80" erscheinen, geben Sie auf die Adresse 23 FC H einen Wert ungleich 80 H (s. Pkt. 3.2.3.) ein und starten Sie das Gerät durch Betätigen

der Taste "RES".

Zeigt der LC 80 keine Reaktion und leuchtet zusätzlich die LED "HALT", so läßt sich auf Speicherfehler schließen und das Gerät ist zur Reparatur zu geben.

Achtung! Der LC 80 darf nur mit einem Netzteil betrieben werden, das den Sicherheitsbestimmungen nach TGL 200-7045 (bzw. IEC) entspricht. (Schutzkleinspannung nach TGL 200-0602). Bei Verwendung von Netzteilen mit einer Stromergiebigkeit von mehr als 2 A muß eine Sicherung (T 1 A) zwischengeschaltet werden, um im Störfall Schäden am Gerät und eine Überhitzung des Rechners zu vermeiden.

3.2. Tasteneingabe

Die Tasten "ST" und "LD" werden unter Pkt. 3.4. erläutert.

3.2.1. RESET

Nach dem Anlegen der Spannung an den LC 80 oder dem Betätigen der RESET-Taste wird ein RESET-Signal für den Rechner erzeugt. Dadurch beginnt der LC 80 mit der Herstellung des Grundzustandes. Nachdem alle Anfangswerte durch das Initialisierungsprogramm eingestellt sind, erscheint der Name "LC-80" in der Anzeige und der Rechner ist bereit zur Arbeit. Es treten zwei verschiedene RESET-Varianten beim LC 80 auf. Bei dem durch das Einschalten der Versorgungsspannung auftretenden "power-on-Reset" beginnt der Rechner mit dem Spielen der Anfangsmusik und dem Begrüßungstext auf der Anzeige. Nach dem Drücken der RESET-Taste erscheint lediglich "LC-80" in der Anzeige. Diese Unterscheidung wird durch das Monitorprogramm vorgenommen. Durch Betätigen der RESET-Taste nach dem Einschalten des Rechners können die Anfangsmusik und der Begrüßungstext übersprungen werden. Die RESET-Taste dient zum Abbrechen von Anwenderprogrammen, die nicht selbst in den Monitor zurückkehren, oder zur definierten Rückkehr in den Grundzustand.

3.2.2. ADDRESS

Nach dem Drücken der Taste "ADR" kann eine Adresse eingegeben werden.

Bedienungsfolge: ADR (ADDRESS)

Beispiel: Setzen der Adresse 2100

Taste	Anzeige	Beschreibung
<input type="text" value="ADR"/>	<input type="text" value="X.X.X.X.X X"/>	Nach dem Drücken der ADR-Taste erfolgt eine durch Dezimalpunkt markierte Anzeige der gültigen Adresse, womit der LC 80 anzeigt, daß er die Eingabe der Adresse erwartet.
<input type="text" value="2"/>	<input type="text" value="0.0.0.2.X X"/>	Drücken der Zifferntaste "2"
<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="0.0.2.1.X X"/>	Drücken der Zifferntaste "1"
<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0.2.1.0.X X"/>	Drücken der Zifferntaste "0"

3.2.3. DATEN, EX, +, -

Nach dem Drücken der Taste "DAT" können Speicherplätze gelesen und im RAM mit Daten beschrieben werden.

Bedienungsfolge: DAT (DATA)

Beispiel: Beschreiben des Speicherplatzes
2100 mit den Daten "CD"

Taste	Anzeige	Beschreibung
	<input type="text" value="2.1.0.0.X X"/>	Zustand der Anzeige nach dem vorherigen Beispiel.
<input type="text" value="DAT"/>	<input type="text" value="2 1 0 0 X.X."/>	Nach dem Drücken der DAT-Taste wechseln die Dezimalpunkte auf die Datenanzeige; der LC 80 ist bereit, die folgenden Ziffern als Daten anzunehmen.
<input type="text" value="C"/>	<input type="text" value="2 1 0 0 0.C."/>	Drücken der (HEX-) Zifferntaste "C"
<input type="text" value="D"/>	<input type="text" value="2 1 0 0 C.D."/>	Drücken der (HEX-) Zifferntaste "D"

Die eingegebenen Daten werden sofort in den Speicher eingeschrieben.

+ - Übergang zum nächsten bzw. vorherigen Schritt

Nachdem in der Anzeige des LC 80 gültige Ziffern stehen (4 Hex-Ziffern auf der linken Seite als Adresse,

2 Hex-Ziffern rechts als Daten), wird durch das Drücken der Taste "+" oder "-" die Adresse um 1 erhöht bzw. erniedrigt. Gleichzeitig erfolgt die Anzeige der entsprechenden Daten und Markierung der Daten-Anzeige für weitere Eingaben. Beispiel: Der Speicherplatz 2101H ist mit 7AH und der Speicherplatz 2102H mit 00H zu laden.

Taste	Anzeige	Beschreibung
	2 1 0 0 C.D.	Anzeige nach vorherigem Beispiel
+	2 1 0 1 X.X.	Nach dem Drücken der Taste "+" wird die Adresse um 1 erhöht und es werden die Daten, welche auf diesem Speicherplatz stehen, angezeigt.
7	2 1 0 1 0.7.	Drücken der Zifferntaste "7"
A	2 1 0 1 7.A.	Drücken der Zifferntaste "A"
+	2 1 0 2 X.X.	Erhöhen der Adresse
0	2 1 0 2 0.0.	Drücken der Zifferntaste "0"

Beispiel: Die Adressenanzeige zeigt 2102 H; der Inhalt des Speicherplatzes 2101 H ist auf '79H' zu ändern.

Taste	Anzeige	Beschreibung
	2 1 0 2 0.0.	Anzeige nach vorherigem Beispiel
-	2 1 0 1 7.A.	Nach Drücken der Taste "-" wird die Adresse um 1 erniedrigt und es werden die dort stehenden Daten angezeigt.
7	2 1 0 1 0.7.	Drücken der Zifferntaste "7"
9	2 1 0 1 7.9.	Drücken der Zifferntaste "9"

EX Ausführung

Mit der Ausführungstaste wird ein Programm auf der Adresse gestartet, die in der Anzeige steht. Während der Abarbeitung des Anwenderprogrammes bleibt die Anzeige dunkel, sofern das Programm nicht selbst die Anzeige bedient.

Bei Fehlbedienung erscheint "ERROR" in der Anzeige.

Taste	Anzeige	Beschreibung
	LC-80	Die Anzeige ist im Grundzustand. Damit wird angezeigt, daß keine Anwenderadresse eingestellt ist.
EX	ERROR	Es wird demzufolge ein Bedienungsfehler angezeigt.
	LC-80	Nach dem Loslassen der EX-Taste kehrt der Rechner in den Grundzustand zurück.
ADR	X.X.X.X.X X	Drücken der ADR-Taste und eingeben der Adresse 2100.
2	0.0.0.2.X X	
1	0.0.2.1.X X	
0	0.2.1.0.X X	
0	2.1.0.0.X X	
EX		Der LC 80 führt das Programm (Anfangsmusik) ab Adresse 2100H aus.

Beispiel: Spielen der Anfangsmusik

Taste	Anzeige	Beschreibung
	X X X X X X	
RES	LC - 8 0	
ADR	X.X.X.X.X X	Anfangsadresse des Programms
2	0.0.0.2.X X	
1	0.0.2.1.X X	
0	0.2.1.0.X X	
0	2.1.0.0.X X	
DAT	2 1 0 0 X.X.	
C	2 1 0 0 0.C.	CALL-Befehl auf Adresse 08EAH
D	2 1 0 0 0.D.	(Monitorprogramm zum Spielen der Musik)
+	2 1 0 1 X.X.	
E	2 1 0 1 0.E.	
A	2 1 0 1 E.A.	
+	2 1 0 2 X.X.	
8	2 1 0 2 0.8.	
+	2 1 0 3 X.X.	

Taste	Anzeige	Beschreibung
7	2 1 0 3 0.7.	HALT-Befehl
6	2 1 0 3 7.6.	
+	2 1 0 4 X.X.	
ADR	2.1.0.4.X X	Adresse auf Anfang
2	0.0.0.2.X X	
1	0.0.2.1.X X	
0	0.2.1.0.X X	
0	2.1.0.0.C D	
EX		Programmstart

Um das Musikstück zu wiederholen, drücken Sie bitte folgende Tasten:

3.2.4. Auslösetaste für nichtmaskierbaren Interrupt

Mit dieser Taste wird an die CPU ein NMI (nichtmaskierbarer Interrupt) ausgelöst. Dieser NMI ist im Gegensatz zu einem, über den INT-Eingang der CPU ausgelösten Interrupt, nicht sperrbar. Ein NMI zwingt die CPU automatisch zu einem RESTART ab Speicherplatz 0066H.

Unter dieser Adresse, die sich innerhalb des Monitorprogramm-bereiches befindet, ist ein Sprung zur RAM-Adresse 2340H gespeichert.

Innerhalb der "power on"-Einschaltroutine des LC 80 wird ab dieser Adresse ein Sprung zu einem Monitorprogramm eingetragen. Dieses Unterprogramm realisiert das kurze Aufleuchten der Anzeige

nach dem Betätigen von . Mittels eines Rückkehrbefehles RETN wird hiernach die Programmabarbeitung unmittelbar nach der Programmstelle fortgesetzt, an der die NMI-Unterbrechung erfolgte.

Möchten Sie die NMI-Funktion innerhalb Ihres Programmes verwenden, so können Sie kürzere NMI-Unterprogramme ab der Adresse 2340H eintragen. Sollten die hierbei verfügbaren 144 Byte nicht ausreichen oder soll Ihr NMI-Unterprogramm an anderer Stelle beginnen, so tragen Sie unter der Adresse

2340H einen Sprungbefehl zu ihrer gewählten Startadresse ein.

3.3. Registeranzeige und Stepfunktion

Zur effektiven Fehlersuche in Anwenderprogrammen, zur Programmverfolgung sowie zum anschaulichen Erlernen der einzelnen CPU-Befehle verfügt der LC 80 über die Funktionen "Registeranzeige" und "Stepfunktion". Beide werden als NMI-Unterprogramm behandelt und können nach Einschreiben eines entsprechenden Sprungbefehles unter der NMI-Startadresse 2340H sehr rationell durch Betätigung von **NMI** aufgerufen werden.

Bitte beachten Sie, daß der Stackpointer als SP-2 angezeigt wird und bei Verlassen o. genannter Funktionen wieder um 2 erhöht wird.

3.3.1. Registeranzeige

Sie ermöglicht die Darstellung und Veränderung aller CPU-Register (mit Ausnahme der I- und R-Register).

Zur Auslösung der Registeranzeigefunktion sind vorher folgende RAM-Zellen zu beschreiben:

ADR	DAT
2340H	C3H
2341H	90H
2342H	0AH

Unter der Adresse 2340H als Startadresse für Anwender-NMI-Unterprogramme wird ein Sprung zur Startadresse des Registeranzeige-Unterprogrammes eingetragen.

Wird nun ein beliebiges Anwenderprogramm abgearbeitet, so wird durch Betätigen von **NMI** das laufende Programm unterbrochen. In der Anzeige erscheint links der Inhalt des Registerpaares AF (bei Erstbetätigung) bzw. der Inhalt des zuletzt dargestellten Paares (bei wiederholter Benutzung des Registeranzeige-Unterprogrammes) sowie rechts der Name des dargestellten Registerpaares.

z. B.

2 1086C

BC = 2108H

6834AF

A'F' = B834H

Durch Betätigung von + wird der Inhalt des jeweils nächsten Registerpaares in der Reihenfolge AF, BC, DE, HL, A'F', B'C', D'E', H'L', IX, IY, SP, PC angezeigt. Nach PC wird mit AF wieder begonnen.

Durch Betätigung von - wird der Inhalt des jeweils vorhergehenden Registerpaares gemäß obiger Reihenfolge angezeigt. Nach AF wird mit PC wieder begonnen.

Soll der Inhalt eines Registerpaares verändert werden, so erfolgt dies durch Betätigen der entsprechenden Zifferntasten. Die Ziffern werden hierbei von rechts nach links durchgeschoben.

Der so geänderte Inhalt des Registerpaares ist vorerst nur Anzeigewert - nicht als wahrer Registerinhalt vorhanden. Dies wird durch die vier Punkte signalisiert:

3.150.XX

Falls Ihnen bei der Eingabe ein Fehler unterlaufen ist und Sie möchten den ursprünglichen Registerinhalt noch einmal wissen, so können Sie ihn in diesem Fall durch Betätigung von + , - zurückrufen.

Erst mit Betätigung von EX wird der Anzeigewert in das jeweils dargestellte Registerpaar übernommen. Sie erkennen dies am Verlöschen der vier Punkte.

Diese Verfahrensweise gibt Ihnen eine Sicherheit gegen versehentliches Verändern eines Registerinhaltes.

Bei Betätigung von DAT erscheint links der Inhalt des Programmschalters PC und rechts die unter dieser Adresse abgelegten Daten.

Durch Betätigung von ADR wird das Unterprogramm "Registeranzeige" verlassen. Alle Registerinhalte werden gemäß den Anzeigewerten von der CPU übernommen (bei Veränderungen nur nach vorheriger Betätigung von EX) und es wird die Programmabarbeitung unter der Adresse, die mit dem Inhalt von PC festgelegt wurde, fortgesetzt.

D. h. bei unverändertem Inhalt von PC wird an der Programmstelle fortgesetzt, wo zuvor die Unterbrechung durch NMI erfolgte.

Durch erneute Betätigung von **NMI** kann die Programmabarbeitung zu jedem Zeitpunkt erneut unterbrochen und die Funktion "Registeranzeige" in beschriebener Weise verwendet werden. Bitte beachten Sie, daß bei Verwendung der Funktion "Registeranzeige" der RAM-Bereich von 22D8H - 2305H durch dieses Unterprogramm belegt wird und somit durch das Anwenderprogramm nicht verwendet werden darf.

3.3.2. Stepfunktion

Die Stepfunktion (Step=Schritt) ermöglicht die befehlswise Abarbeitung eines vorgegebenen Programmes. In der Anzeige wird der Inhalt der einzelnen Registerpaare (analog Funktion "Registeranzeige") dargestellt.

Somit kann die Wirkung der einzelnen CPU-Befehle innerhalb eines Programmablaufes anschaulich verfolgt werden.

Zur Auslösung der Stepfunktion sind vorher folgende RAM-Zellen zu beschreiben:

ADR	DAT
2340H	C3H
2341H	90H
2342H	0BH

Unter der Adresse 2340H als Startadresse für Anwender-NMI-Unterprogramme wird ein Sprung zur Startadresse der Stepfunktion eingetragen.

Nach Betätigung von **ADR** wird jetzt die Startadresse, von der ab ein entsprechendes Programm bzw. Programmabschnitt schrittweise abgearbeitet werden soll, eingetragen.

Der Übergang zur Stepfunktion erfolgt mittels Betätigung von **NMI**. Hierbei wird der erste Befehl (Adresse des ersten Befehlsbytes entspricht der eingegebenen Startadresse) abgearbeitet und danach zur Funktion Registeranzeige (mit allen unter Pkt. Registeranzeige aufgeführten Teilfunktionen, außer bei **ADR**) übergegangen.

Jedoch erscheint als Vorzugsstellung der Programmzählerstand PC bzw. bei allen weiteren Schritten das zuletzt angezeigte Registerpaar.

Mit jeder weiteren Betätigung von **ADR** wird der gemäß

Programmabarbeitung nachfolgende Befehl ausgeführt und danach wiederum zur Funktion "Registeranzeige" übergegangen. Das Abbrechen der Stepfunktion erfolgt mittels **RES** .

Hiernach befindet sich der LC 80 in der Ausgangslage, der RAM-Inhalt bleibt erhalten, so daß hiernach das Anwenderprogramm in gewohnter Weise geändert oder die Abarbeitung neu gestartet werden kann.

Bitte beachten Sie, daß bei Verwendung der Stepfunktion der RAM-Bereich von 22DSH - 2305H durch dieses Unterprogramm belegt wird und somit durch das Anwenderprogramm nicht verwendet werden darf.

Desweiteren ergeben sich einige kleine Einschränkungen:

- Kanal 0 des CTC kann nicht verwendet werden. Er dient innerhalb des Unterprogrammes "Stepfunktion" zur Erzeugung eines Interrupts während der Abarbeitung des jeweils nächsten Anwenderbefehles
- hierzu wird das I-Register auf 23H geladen
- IM 2 wird eingenommen
- ein im Anwenderprogramm enthaltener Befehl "DI" blockiert die weitere Abarbeitung der "Stepfunktion"
- die Abarbeitung von anwender eigenen Interruptroutinen mittels Stepfunktion ist aufgrund der Spezifik dieses Funktionsunterprogrammes nicht möglich.
Derartige Interruptroutinen können aber sehr effektiv nach der im Abschnitt "Programmtest und Fehlersuche" dargelegten Methode getestet werden.

3.4. Magnetbandanschluß

Über den Magnetbandanschluß können Daten und Programme auf Magnetband gespeichert und wieder zurück in den Rechner geladen werden. Die Übertragung erfolgt frequenzkodiert, um eine hohe Störsicherheit zu erreichen. Jedem Programm, welches auf Band abgelegt werden soll, muß dabei ein Name zugewiesen werden, unter dem es später zurückgerufen wird; dieser Name wird mit auf dem Band abgelegt.

Neben dem Programmnamen ist die Anfangs- und Endadresse des zu übertragenden Programms bzw. Datenblocks anzugeben.

Wird dabei eine Endadresse die kleiner als die Anfangsadresse ist angegeben, so erscheint die Anzeige "ERROR".

Nach Betätigung der Taste "-" können die entsprechenden Angaben korrigiert werden.

Die Endadresse darf nicht zum Programm gehören, da der Inhalt nicht übernommen wird.

Die Übertragung eines Programmes von 1 KByte benötigt etwa 1 : 45 min, bei kürzeren Programmen entsprechend weniger.

Der Rechner ist mit einem Dioden- bzw. Überspielkabel (abhängig vom jeweiligen Magnetbandgerät) mit dem Magnetbandgerät zu verbinden. Dieses Kabel muß vor Beginn der Operation in die entsprechende Buchse eingesteckt werden.

Starten Sie bitte das Band bevor Sie die EX-Taste drücken.

A) Übertragung eines Programmes aus dem Speicher zum Tonband
Allgemeine Befehlsfolge:

ST (Filename) + (START ADDRESS) + (END ADDRESS) EX

Beispiel: Speichern Sie die Daten, welche auf den Adressen
2100 - 2103 stehen, unter dem Filenamen F001
auf Band ab.

Taste	Anzeige	Beschreibung
ST	X.X.X.X.- F	Das "F" zeigt an, daß der Filenamenname eingegeben werden kann.
F 0 0 1	F.0.0.1.- F	Filename F001
+	X.X.X.X.- S	"S" zeigt an, daß die Startadresse eingegeben werden kann.
2 1 0 0	2.1.0.0.- S	Startadresse 2100H
+	X.X.X.X.- E	Das "E" zeigt an, daß die Endadresse eingegeben werden kann.
2 1 0 4	2.1.0.4.- E	Endadresse 2104H
EX		Der Speicherinhalt wird auf das Tonband übertragen, die 7-Segment-Anzeige ist aus, das OUT-LED leuchtet.
	2 1 0 4 X.X.	Nach Schluß der Übertragung steht die Endadresse in der Anzeige.

Bitte überprüfen Sie vor einer Übertragung, ob Tonbandgerät und LC 80 ordnungsgemäß verbunden sind. Bringen Sie das Band bzw. die Kassette in Aufnahme position und schalten Sie das Gerät auf Aufnahme. Erst danach betätigen Sie bitte die EX-Taste des LC 80, um die Übertragung zu beginnen; anderfalls besteht die Gefahr, daß die Daten unvollständig aufgezeichnet werden

B) Laden eines Programms vom Magnetband

Allgemeine Befehlsfolge:

LD (Filename) EX

Beispiel: Laden der Daten, die unter dem Namen F001 auf Kassette stehen, (die Daten müssen zuvor mit der STORE-Funktion auf Band gespeichert worden sein).

Überprüfen Sie zu Anfang, ob LC 80 und Tonbandgerät ordnungsgemäß verbunden sind und spulen Sie das Band auf die Anfangsposition zurück.

2. Setzen Sie die Magnetbänder nicht dem Einfluß von starken Magnetfeldern, hohen Temperaturen oder direkter Sonnenbestrahlung aus und vermeiden Sie eine Verschmutzung des Bandes.

3.5. Magnetbandinterface

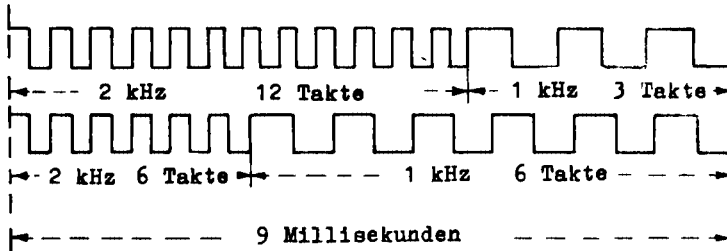
Die abzuspeichernden digitalen Signale gelangen von Bit 1 des Ports B der System-PIO über einen Tiefpaß (R277, C253) und einen Spannungsteiler (R278, R279) an die Diodenbuchse. Die Signale können mit einem beliebigen Kassetten- bzw. Spulentonbandgerät gespeichert werden. Dazu ist eine Verbindung mit dem Diodeneingang des jeweiligen Gerätes herzustellen.

Auf Band gespeicherte Daten werden über ein Verbindungskabel dem Mikrorechner eingegeben. Der Operationsverstärker B861 (N239) verstärkt die Signale, um einen ausreichenden Pegel für den nachfolgenden PIO-Eingang bereitzustellen.

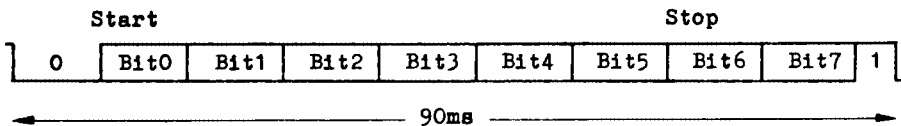
Über Bit 0 von Port B der System-PIO gelangen die gespeicherten Daten zur CPU.

Darstellung des Magnetbandsignals

1. Bit-Darstellung: 12 Takte 2 kHz und 3 Takte 1 kHz entsprechen '0'
 6 Takte 2 kHz und 6 Takte 1 kHz entsprechen '1'



2. Byte-Darstellung



Aufbau des Datensatzes auf dem Magnetband:

LEAD	FILE	START	END	CHK	MID	DATA	FAIL
SYNC	NAME	ADR	ADR	SUM	SYNC	#	SYNC

1 kHz	2	2	2	1	2 kHz		2 kHz
4 Sec	Byte	Byte	Byte	Byte	2 Sec		2 Sec

LEAD SYNC - Anfangssynchronisationsfrequenz
FILE NAME - Programmname
START ADR - Startadresse
END ADR - Endadresse
CHK SUM - Prüfsumme
MID SYNC - Mittensynchronisationsfrequenz
DATA - Programmdaten
FAIL SYNC - Endsynchronisationsfrequenz

3.6. Speicherbereiche

Das Monitorprogramm ist in zwei ROM's U 505 (2x1 KByte) enthalten. Der RAM-Bereich wird durch 2 Schaltkreise U 214 realisiert. Davon sind die letzten 66 Byte für das Monitorprogramm reserviert.

Adresse	Belegung
0000H ... 03FFH	1. ROM
0800H ... 0BFFH	2. ROM
2000H ... 23FFH	1 K-RAM-Speicher

Durch den Decoderschaltkreis DS8205 (D209) wird der ROM-Bereich in Blöcken zu 2 KByte ausgewählt, bei der Adresse 0000H beginnend. Mittels des DS8205 auf Pos. D210 erfolgt die Decodierung des RAM-Bereiches in Blöcken zu 1 KByte, bei der Adresse 2000H beginnend.

Über den Anschluß "WEDY" des CPU-Bus kann mit WEDY = L der gesamte interne Speicherbereich abgeschaltet werden.

Die im ROM-Bereich vorhandenen RESTART-Adressen sind für den Anwender nicht zugänglich. Um sie nutzen zu können, wurde über Sprungbefehle zu festgelegten Adressen im RAM-Bereich ein indirekter Zugriff ermöglicht.

ROM-Adresse	Adresse im RAM-Bereich
RST1 0008H	2308H
RST2 0010H	2310H
RST3 0018H	2318H
RST4 0020H	2320H
RST5 0028H	2328H
RST6 0030H	2330H
RST7 0038H	2338H

3.7. Periphere Bausteine

Die Ansteuerung der Tastatur und der Anzeige erfolgt durch die beiden PIO-Bausteine U 855. Die System-PIO D 206 gibt über das Port A die Segmentinformation und über das Port B die Digit-Information aus. Diese Signale dienen gleichzeitig der Tastaturaktivierung.

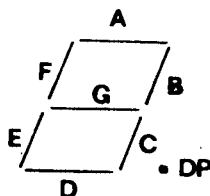
Bit 0 und 1 von Port B werden für das Magnetband-Interface verwendet.

Die Abfrage der Tastatur realisiert die User-PIO D 207 durch die Bits 4 bis 7 von Port B. Die Bits 0 ... 3 von Port B sowie das gesamte Port A stehen für den Anwender zur Verfügung. Dazu sind sie über den Steckverbinder "User-Bus" herausgeführt.

Zuordnung der Anzeige-Segmente zu Port A der System-PIO

D	E	C	DP	G	A	F	B
A7	A6	A5	A4	A3	A2	A1	A0

Segmente
Bits von Port A



Belegung einer 7-Segment-Anzeige

Zuordnung der Digits zu Port B der System-PIO

Adresse				Daten	
B7	B6	B5	B4	B3	B2

Anzeigen
Bits von Port B

Der CTC-Baustein U 857 kann vom Anwender vollständig benutzt werden. Dazu sind alle vier C/TRG-Eingänge sowie drei ZC/TO-Ausgänge über den Steckverbinder "User-Bus" herausgeführt. Zur Interruptkaskadierung (IEO-IEI-Verknüpfung) besitzt der CTC die höchste Priorität, gefolgt von der User-PIO D 207 und zuletzt die System-PIO D 206.

4. Programmierbeispiele

4.1. Einerkomplement

Aufgabe: Vom Inhalt des Speicherplatzes 2040H ist das Einerkomplement zu bilden (Negation). Das Ergebnis ist auf dem Speicherplatz 2041H abzulegen.

ADR	OPCODE	SOURCE-STATEMENT	
2000		ORG 2000H	; ADRESSE PROGRAMMBEGINN
2000	3A4020	BSP1: LD A,(2040H)	; AUSGANGSWERT LADEN
2003	2F	CPL	; KOMPLEMENT BILDEN
2004	324120	LD (2041H),A	; ERGEBNIS ABSPEICHERN
2007	76	HALT	; CPU-HALT
2040		ORG 2040H	; ADRESSE DATEN
2040	6A	DEFB 6AH	; AUSGANGSWERT (BEISPIEL)

Als Ergebnis wird auf dem Speicherplatz 2041H 95H abgelegt.

4.2. 8-Bit-Addition

Aufgabe: Die Inhalte der Speicherplätze 2040H und 2041H sind zu addieren. Die Summe ist auf dem Speicherplatz 2042H abzulegen. (Ein eventueller Übertrag ist nicht zu berücksichtigen).

2000		ORG 2000H	; ADRESSE PROGRAMMBEGINN
2000	214020	BSP2: LD HL,2040H	; ADRESSE ERSTER OPERAND
2003	7E	LD A,(HL)	; OPERAND NACH A LADEN
2004	23	INC HL	; ADRESSE ZWEITER OPERAND
2005	86	ADD A,(HL)	; OPERANDEN ADDIEREN
2006	23	INC HL	; ADRESSE FÜR ERGEBNIS
2007	77	LD (HL),A	; ERGEBNIS ABLEGEN
2008	76	HALT	

```

2040                ORG 2040H                ;ADRESSE DATEN
2040 38             DEFB 38H
2041 2B             DEFB 2BH

```

Als Ergebnis wird auf dem Speicherplatz 2042H 63H abgelegt.

4.3. Linksverschiebung

Aufgabe: Der Inhalt des Speicherplatzes 2040H ist um 1 Bit nach links zu verschieben, das Ergebnis ist auf dem Speicherplatz 2041H abzulegen.

```

2000                ORG 2000H                ;ADRESSE PROGRAMMBEGINN
2000 3A4020  BSP3: LD A,(2040H)              ;OPERAND LADEN
2003 CB 27          SLA A                    ;1 MAL VERSCHIEBEN
2005 324120        LD (2041H),A            ;ERGEBNIS ABLEGEN
2008 76            HALT
2040                ORG 2040H                ;ADRESSE DATEN
2040 6F             DEFB 6FH                ;BITFOLGE 01101111B

```

Als Ergebnis wird auf dem Speicherplatz 2041H 0DEH abgelegt.
(Bitfolge 11011110B)

4.4. Ausblenden der oberen Tetrade

Aufgabe: Die oberen 4 Bit der auf dem Speicherplatz 2040H stehenden Zahl sind zu löschen, die unteren 4 Bit unverändert zu lassen. Das Ergebnis ist auf dem Speicherplatz 2041H abzulegen.

```

2000                ORG 2000H                ;ADRESSE PROGRAMMBEGINN
2000 3A4020  BSP4: LD A,(2040H)              ;OPERAND LADEN
2003 E60F          AND OFH                  ;MASKIEREN DER BITS
2005 324120        LD (2041H),A            ;ABLEGEN DES ERGEBNISSES
2008 76            HALT
2040                ORG 2040H                ;ADRESSE DATEN
2040 B8             DEFB 08BH

```

Als Ergebnis wird auf dem Speicherplatz 2041H 08H abgelegt.

4.5. Bestimmung der größeren von zwei Zahlen

Die größte von der in 2040H und 2041H stehenden Zahlen ist zu bestimmen und auf dem Speicherplatz 2042H abzulegen. Die Zahlen sollen als vorzeichenlose BCD-Zahlen vorliegen.

2000		ORG, 2000H	; ADRESSE PROGRAMMBEGINN
2000	214020	BSP5: LD HL, 2040H	; ADRESSE ERSTER OPERAND
2003	7E	LD A, (HL)	; ERSTER OPERAND NACH A
2004	23	INC HL	; ADRESSE ZWEITER OPERAND
2005	BE	CMP (HL)	; VERGLEICH MIT 2. OPERAND
2006	D20A20	JP NC, FERTIG	; SPR., WENN 1. GRÖßER
2009	7E	LD A, (HL)	; ZWEITER OPERAND NACH A
200A	23	FERTIG: INC HL	; ZIELADRESSE
200B	77	LD (HL), A	; GRÖßERE ZAHL ABLEGEN
200C	76	HALT	
2040		ORG 2040H	; ADRESSE DATEN
2040	79	DEFB 79H	
2041	5A	DEFB 5AH	

Als Ergebnis wird auf dem Speicherplatz 2042H 79H abgelegt.

Durch den 'CP'-Befehl, welcher die Flags beeinflusst, können die folgenden Vergleichoperationen durchgeführt werden. Dabei stellt 'A' den Inhalt des Akkumulators und 'X' den Vergleichsoperanden dar.

Bei $A = X$ ist $Z = 1$ (Z = Zero-Flag)
Bei $A \neq X$ ist $Z = 0$
Bei $A < X$ ist $C = 1$ (C = Carry-Flag)
Bei $A \geq X$ ist $C = 0$

4.6. Ermittlung der Quadratzahlen

Aufgabe: Mittels der Tabellen-Methode ist die Quadratzahl der auf dem Speicherplatz 2040H stehenden Zahl zu bestimmen. Das Ergebnis ist auf dem Speicherplatz 2041H abzulegen. Die Tabelle beginnt auf Adresse 2060H für Werte von 0 bis 9.

2000		ORG 2000H	; ADRESSE PROGRAMMBEGINN
2000	3A4020	BSF6: LD A,(2040H)	; AUSGANGSZAHL NACH A
2003	6F	LD L, A	; INDEX FÜR 16-BIT-ADR
2004	2600	LD H, 00H	; H-REGISTER LÖSCHEN
2006	116020	LD DE,2060H	; ANF.ADR.DER QUADRATTAB.
2009	19	ADD HL, DE	; ANF.ADR + INDEX
200A	7E	LD A, (HL)	; QUADRATZAHL NACH A
200B	324120	LD (2041H), A	; ERGEBNIS ABLEGEN
200E	76	HALT	
2040		ORG 2040H	; ADRESSE DATEN
2040	03	DEFB 03H	
2060		ORG 2060H	; ADR. QUADRATWURZEL-TAB.
2060	00	DEFB 0	
2061	01	DEFB 1	
2062	04	DEFB 4	
2063	09	DEFB 9	
2064	10	DEFB 16	
2065	19	DEFB 25	
2066	24	DEFB 36	
2067	31	DEFB 49	
2068	40	DEFB 64	
2069	51	DEFB 81	

Als Ergebnis wird auf dem Speicherplatz 2041H 09H abgelegt.

Speicherplatz	Hexadezimal	Dezimal
2060H	00H	0 (0^2)
2061H	01H	1 (1^2)
2062H	04H	4 (2^2)
2063H	09H	9 (3^2)
2064H	10H	16 (4^2)
2065H	19H	25 (5^2)
2066H	24H	36 (6^2)
2067H	31H	49 (7^2)
2068H	40H	64 (8^2)
2069H	51H	81 (9^2)

4.7. Summieren von Daten

Aufgabe: Es ist die Summe einer Reihe von Daten zu berechnen, deren Anzahl auf dem Speicherplatz 2041H steht. Die Datenfolge beginnt ab Speicherplatz 2042H. Das Ergebnis ist auf dem Speicherplatz 2040H abzulegen. (Ein eventueller Übertrag ist nicht zu berücksichtigen.)

2000		ORG 2000H	;ADRESSE PROGRAMMBEGINN
2000	214120	BSF7: LD HL,2041H	;ADRESSE ANZAHL
2003	46	LD B,(HL)	;ZÄHLER=ANZAHL D.ZAHLEN
2004	97	SUB A	;SUMME = 0
2005	23	SUM: INC HL	;NÄCHSTE ADRESSE
2006	86	ADD A,(HL)	;SUMME = SUMME + NEUE ZAHL
2007	10FC	DJNZ SUM	;WDHLG., BIS ALLE ZAHLEN
2009	324020	LD (2040H),A	;ERGEBNIS ABLEGEN
200C	76	HALT	
2040		ORG 2040H	;ADRESSE DATEN
2040		DEFS 1	;SPEICHERPLATZ FÜR ERGEBNIS
			;FREIHALTEN
2041	03	DEFB 03H	

2042	28		DEFB 28H
2043	55		DEFB 55H
2044	26		DEFB 26H

Das Ergebnis von 28H + 55H + 26H = A3H ist auf dem Speicherplatz 2040H abgelegt.

4.8. Bestimmung der größten Zahl

Aufgabe: Es ist die größte einer Reihe von Zahlen zu bestimmen. Die Anzahl der Daten ist auf Adresse 2041H angegeben, die Zahlenfolge beginnt auf Adresse 2042H. Die größte der Zahlen ist auf Speicherplatz 2040H abzulegen.

2000			ORG 2000H	;ADRESSE PROGRAMMBEGINN
2000	214120	BSPB:	LD HL,2041H	;ADRESSE ANZAHL
2003	46		LD B,(HL)	;ZÄHLER = ANZAHL D.ZÄHLEN
2004	79		SUB A	;A LÖSCHEN
2005	23	NEXT:	INC HL	;ADRESSE NÄCHSTER ZAHL
2006	BE		CMP (HL)	;NEUE ZAHL MAXIMUM?
2007	D20B20		JP NC,ZÄHL	;SPRUNG, WENN NICHT
200A	7E		LD A,(HL)	;NEUE ZAHL NACH A
200B	10F8	ZÄHL:	DJNZ NEXT	;WDHLG., BIS ALLE ZAHLEN
200D	324020		LD (2040H),A	;GRÖSSTE ZAHL ABLEGEN
2010	76		HALT	
2040			ORG 2040H	;ADRESSE DATEN
2040			DEFS 1	;PLATZ FÜR ERGEBNIS
2041	05		DEFB 05H	
2042	67		DEFB 67H	
2043	79		DEFB 79H	
2044	15		DEFB 15H	
2045	E3		DEFB 0E3H	
2046	72		DEFB 72H	

Als Ergebnis wird auf dem Speicherplatz 2040H 0E3H abgelegt.

5. Programmtest und Fehlersuche

Treten bei der Programmabarbeitung Fehler auf oder erscheinen Ergebnisse falsch, so kann durch die Verwendung des HALT-Befehles das Testen des Programms wesentlich erleichtert werden. Die HALT-LED des LC 80 leuchtet auf, sobald die CPU einen HALT-Befehl abgearbeitet hat. Sie verlöscht erst wieder, wenn die Reset-Taste betätigt oder ein Interrupt angenommen wird. Wenn der HALT-Befehl auf das erste Byte eines Befehls geschrieben wird, zeigt nach dem Programmstart das Aufleuchten der LED an, daß das Programm bis zu dieser Adresse abgearbeitet wurde. Unter Benutzung der Funktion "Registeranzeige" können in diesem Fall nach Betätigung von **NMI** die Registerinhalte mit den theoretischen Sollwerten verglichen werden und auf diese Weise schnell logische Programmfehler ermittelt werden. Durch das Setzen des HALT-Befehls an andere Stellen können Sie somit Programmteile, die bei der Abarbeitung nicht erreicht werden, ermitteln.

Beachten Sie bitte, den HALT-Befehl nach erfolgtem Test wieder durch den richtigen Befehlscode zu ersetzen.

Sind Sie aufgrund des erforderlichen Speicherumfanges für Ihr Anwenderprogramm nicht gezwungen so effektiv wie möglich zu programmieren, so empfiehlt sich folgende Methode:

Fügen Sie nach eigenem Ermessen in bestimmten Abständen HALT-Befehle ein!

(Z. B. unmittelbar von Verzweigungsentscheidungen, zu Beginn einzelner Unterprogramme, unmittelbar nach IN-Befehlen usw.)

Vor dem Start Ihres Anwenderprogrammes bereiten Sie den LC 80 gemäß Abschnitt "Registeranzeige" vor und starten danach Ihr Programm. Wird jetzt ein HALT-Befehl durch die CPU abgearbeitet und leuchtet die HALT-LED, so können Sie, wie oben dargelegt, die Registerinhalte überprüfen.

Im Gegensatz zu dem zuerst erwähnten Einfügen eines HALT-Befehls anstelle des ersten Bytes eines beliebig anderen Befehles, arbeitet Ihr LC 80 jetzt nach Betätigung von **ADR** die nachfolgenden Befehle ab.

Somit können Sie Ihr gesamtes Programm abschnittsweise kontrollieren und nacheinander abarbeiten lassen.

Ist Ihr Programm voll funktionsfähig, dann ersetzen Sie die eingefügten HALT-Befehle einfach durch NOP-Befehle.

6. Verwendung des Monitorprogramms

6.1. Unterprogramme

Innerhalb des Monitorprogrammes des IC 80 sind mehrere Programmteile als Unterprogramme ausgelegt und lassen sich deshalb auch vorteilhaft durch den Anwender nutzen!

ADRESSE	NAME	FUNKTION
0883H	DAK2	Einmalige Ansteuerung von Anzeige und Tastatur, Hauptanwendung ist die Ansteuerung der Anzeige
085AH	DAK1	Ansteuerung von Anzeige und Tastatur, bis eine Taste gedrückt wurde
08CAH	ONESEG	Umwandlung einer Ziffer (untere 4 Bits eines Bytes) in den entsprechenden 7-Segment-Code
08D9H	TWOSEG	Umwandlung von 2 Ziffern (1 Byte) in den entsprechenden 7-Segment-Code und Ablegen im Speicher
08B7H	ADRS DP	Eintragen von 4 Ziffern im Adressanzeigespeicher
08C3H	DADP	Eintragen von 2 Ziffern im Datenanzeigespeicher
0852H	RAMCHK	Test, ob ein Speicherplatz im RAM liegt
0376H	SOUND	Ausgabe eines Tonsignals
0370H	SOUND1K	Tonsignal 1 kHz
0374H	SOUND2K	Tonsignal 2 kHz
08EEH	MUSIC	Spielen von Musik
08EAH	MONMUS	Spielen der Anfangsmusik
DAK2		
Startadresse:		0883H
Funktion:		Einmalige Ansteuerung von Anzeige und Tastatur, alle 6 LED-Anzeigen werden nacheinander angesteuert (Ausführungszeit ca. 10 ms).

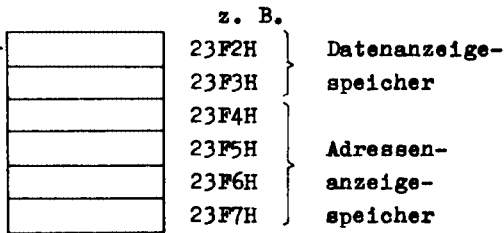
Eintritt: IX, zeigt auf die niederwertigste Adresse des Speicherbereiches, der zur Anzeige gelangen soll.

Austritt: CY = 1, wenn keine Taste gedrückt
CY = 0, wenn eine Taste gedrückt (außer RES oder NMI). Der Positionscode der Taste befindet sich im A-Register (siehe Anhang).

Register: Die Inhalte von AF, A'F', B'C', D'E' werden zerstört.

Beschreibung: Jeder 7-Segment-Anzeige ist ein Byte im Speicher zugeordnet, insgesamt also 6 Byte. Dabei ist der rechtesten LED das niederwertigste Byte zugeordnet.

IX zeigt auf niederwertiges Byte -->



Die einzelnen Bits in einem Byte repräsentieren dabei die einzelnen Segmente und den Dezimalpunkt. Ist ein Bit = 1, so leuchtet das zugehörige Segment.

DAK1

STARTADRESSE: 085AH

FUNKTION: wie DAK2, aber:

- die Funktion wird fortgesetzt, bis eine Taste gedrückt wurde.
- Anstelle des Tastencodes wird der umgewandelte interne Code geliefert, wie er von anderen Teilen des Monitorprogrammes benötigt wird.

EINTRITT: IX zeigt auf die niederwertigste Adresse des Speicherbereiches, der zur Anzeige gelangen soll.

AUSTRITT: Der interne Code befindet sich im A-Register.

REGISTER: Die Inhalte von AF, B, HL, A'F', B'C', D'E' werden zerstört.

ONESEG:

STARTADRESSE: 08CAH
FUNKTION: Umwandeln einer Ziffer in den entsprechenden 7-Segment-Code.
EINTRITT: Die rechten 4 Bit des A-Registers sind die umzuwandelnde Hex-Zahl.
AUSTRITT: Der entsprechende 7-Segment-Code steht im A-Register.
REGISTER: Der Inhalt in AF wird zerstört.

TWOSEG:

STARTADRESSE: 08D9H
FUNKTION: Umwandeln des Inhalts des A-Registers in die zugehörigen 2 7-Segment-Codes.
EINTRITT: Untere Tetrade von A als 1. Ziffer.
Obere Tetrade von A als 2. Ziffer.
AUSTRITT: Der erste Code wird in (HL), der zweite Code in (HL + 1) abgespeichert. HL wird um 2 erhöht.
REGISTER: Die Inhalte der Register AF und HL werden zerstört.

ADRSDP

STARTADRESSE: 08B7H
FUNKTION: Eintragen von 4 Ziffern in den Adressanzeigenspeicher (Adressen 23F4 - 23F7H).
EINTRITT: Anzuzeigende Zahl in DE
AUSTRITT: Entsprechender 7-Segment-Code im Adressanzeigenspeicher
REGISTER: Die Inhalte der Register AF und HL werden zerstört.

DADP

STARTADRESSE: 08C3H
FUNKTION: Eintragen von 2 Ziffern in den Datenanzeigenspeicher (Adressen 23F2 - 23F3H)
EINTRITT: Anzuzeigende Zahl in A

AUSTRITT: Entsprechender 7-Segment-Code im Datenanzeigespeicher
REGISTER: Die Inhalte der Register AF und HL werden zerstört.

RAMCHK

STARTADRESSE: 0852H
FUNKTION: Test ob ein Speicherplatz im RAM liegt
EINTRITT: HL gibt den Speicherplatz an.
AUSTRITT: Z-Flag = 1 wenn (HL) RAM ist.
REGISTER: Der Inhalt der Register AF wird zerstört.

SOUND:

STARTADRESSE: 0376H
FUNKTION: Tonsignal für Lautsprecher
EINTRITT: Der Inhalt des Registers C gibt die Tonfrequenz an. Der Inhalt der Register HL gibt die Anzahl der Takte an;
Höchstwert 32768 Takte

AUSTRITT: ---
REGISTER: Die Inhalte der Register AF, B, DE, HL werden zerstört.

SOUND1K

STARTADRESSE: 0370H
FUNKTION: Ausgabe eines Tonsignals von 1 kHz
EINTRITT: Der Inhalt der Register HL gibt die Anzahl der Takte an;
Höchstwert 32768 Takte

AUSTRITT: ---
REGISTER: Die Inhalte der Register AF, BC, DE, HL werden zerstört.

SOUND2K

STARTADRESSE: 0374H
FUNKTION: Ausgabe eines Tonsignals in 2 kHz
EINTRITT: Der Inhalt der Register HL gibt die Anzahl der Takte an;
Höchstwert 32768 Takte

AUSTRITT: ---

REGISTER: Die Inhalte der Register AF, BC, DE, HL werden zerstört.

MUSIC

STARTADRESSE: 08EEH

FUNKTION: Spielen von Musik

EINTRITT: Im Register IY steht die Startadresse des Musikstückes.

AUSTRITT: ---

REGISTER: Die Inhalte der Register IX, AF, BC, DE, HL werden zerstört.

Beschreibung:

Das Register IY zeigt auf den Anfang des Speicherbereiches in dem die codierten Noten stehen. Jeweils 2 Byte repräsentieren eine Note. Das erste Byte gibt die Tonhöhe, das zweite Byte die Tonlänge an.

Hat das erste Byte den Wert 80H, wird das Musikprogramm verlassen, bei 40H wird das Programm von vorn begonnen, bei 20H wird eine Pause mit der durch das zweite Byte angegebenen Länge gemacht.

Als Werte für die Tonhöhe sind die Zahlen 0H bis 1FH erlaubt. Bezogen auf eine Taktfrequenz von 900 kHz entsprechen aufeinanderfolgende Zahlen jeweils einen Halbtonschritt, wobei der tiefste Ton (00H) etwa dem Ton *ais* entspricht.

Die Tonlänge ist ebenfalls frei wählbar, dabei entspricht eine Verdoppelung der Zahl etwa der doppelten Dauer des Tones. Bitte beachten Sie, daß auf Grund des verwendeten RC-Generators die Taktfrequenz nicht konstant ist und daher die einzelnen Notenwerte nicht exakt erzielt werden, gleiches gilt für die Tonlänge.

Dieses Unterprogramm soll mehr eine Hilfe für musikalische Spielereien sein, anstatt ein ernsthaftes Musizieren zu ermöglichen.

Beispiel:

```
                                ORG 2000H
2000    FD211020                LD IX,NOTEN
2004    CDEE08                  CALL MUSIK
                                ORG 2010H

                                NOTEN
2010    0108                    DEFW 0801H
2012    0208                    DEFW 0802H
2014    0308                    DEFW 0803H
2016    40                      DEFB 40H
```

Es werden drei aufeinanderfolgende Töne aufsteigender Tonhöhe, aber gleicher Dauer (08) ausgegeben. Dies wird endlos wiederholt (Abschluß durch Kurzzeichen 40).

MONMUS

STARTADRESSE: 08EAH
FUNKTION: Spielen der Anfangsmusik
EINTRITT: ---
AUSTRITT: ---
REGISTER: Die Inhalte der Register IX, IY, AF, BC, DE, HL werden zerstört.

6.2. Praktische Beispiele

Beispiel 1: Anzeige 'HELPUS'

Unter Verwendung des Unterprogrammes DAK1 ist der Text 'HELPUS' anzuzeigen, solange nicht die Taste "+" gedrückt wird. In diesem Fall soll der Rechner in den HALT-Zustand gehen.

```
                                ORG 2000H
2000    DD212020    EX1:  LD IX,HELP    ; ADR, TEXT
2004    CD5A08      DISP: CALL DAK1    ; ANZEIGE
2007    FE10        CMP 10H           ; TASTE "+"
2009    20F9        JR NZ,DISP        ; FALSCH TASTE
200B    76          HALT
2020                                ORG 2020H
2020    AE          HELP:  DEFB 0AEH    ;"S"
2021    E3          DEFB 0E3H          ;"U"
2022    4F          DEFB 4FH          ;"P"
```

```

2023 C2          DEFB 0C2H      ; "L"
2024 CE          DEFB 0CEH      ; "E"
2025 6B          DEFB 6BH       ; "H"

```

Durch das Unterprogramm DAK1 wird der Text, der durch das IX-Register adressiert wird, angezeigt. Dieses Unterprogramm wird verlassen, sobald eine Taste (außer RES oder NMI) gedrückt wird. Durch obiges Programm wird getestet, ob die Taste "+" gedrückt wurde. Ist dies der Fall, geht die CPU in den HALT-Zustand; andernfalls wird das Unterprogramm erneut aufgerufen. Die Codierung für die 7-Segment-Anzeige ergibt sich aus dem Bild im Pkt. 3.6. bzw. der Tabelle im Anhang.

Beispiel 2: Blinkende Anzeige 'HELPUS'

Das Programm DAK2 steuert die Anzeige für die Dauer von rund 10 ms an. Der Text 'HELPUS' soll alle 0,5 Sekunden für 0,5 Sekunden aufleuchten.

```

2000          ORG 2000H
2000 212620  EX2: LD HL,BLANK      ; "LEERZEICHEN"
2003 E5          PUSH HL
2004 DD212020 LD IX,HELP        ; TEXT "HELPUS"
2008 DDE3      LOOP: EX (SP),IX   ; AUSTAUSCH TEXT
200A 0632          LD B,32H       ; ANZEIGEZEIT
200C CD8308  LOOP1: CALL DAK2     ; ANZEIGE
200F 10FB          DJNZ LOOP1
2011 18F5          JR LOOP
2020          ORG 2020H
2020 AE          HELP: DEFB 0AEH   ; "S"
2021 E3          DEFB 0E3H       ; "U"
2022 4F          DEFB 4FH        ; "P"
2032 C2          DEFB 0C2H      ; "L"
204 CE          DEFB 0CEH      ; "E"
205 6B          DEFB 6BH       ; "H"
2026 00          BLANK: DEFB 0
2027 00          DEFB 0

```

2028	00		DEFB	0
2029	00		DEFB	0
202A	00		DEFB	0
202B	00		DEFB	0

Zur Änderung der Anzeigzeit ist der Wert auf dem Speicherplatz 200BH zu ändern, der die Anzahl der Schleifen zum Aufruf von DAK2 vorgibt und damit die Zeit bestimmt. Die Änderung des Anzeigetextes ist auf den Speicherplätzen 2026H - 202BH möglich.

Beispiel 3: Blinklicht-Steuerung

Das OUT-LED soll durch HIGH- bzw. LOW-Signale angesteuert werden, so daß dieses LED blinkt.

2000			ORG	2000H
2000	3EFF	EXO3:	LD	A,OFFH
2002	D3F5		OUT	(DIGITAP),A
2004	0650		LD	B,50H
2006	CD1820	LOOP1:	CALL	DELAY
2009	10FB		DJNZ	LOOP1
200B	3EFD		LD	A,OFDH
2000	D3F5		OUT	(DIGITAP),A
200F	0650		LD	B,50H
2011	CD1820	LOOP2:	CALL	DELAY
2014	10FB		DJNZ	LOOP2
2016	18E8		JR	EXO3
2018	OEFF	DELAY:	LD	C,OFFH
201A	0D	LOOP3:	DEC	C
201B	20FD		JR	NZ,LOOP3
201D	C9		RET	

Beispiel 4: Textdarstellung

Mittels der Taste "-" wird die Anzeige gelöscht. Nach dem Drücken der Taste "+" erscheint das Wort "Hallo" in der Anzeige.

Benutzt werden dabei die Text-Definitionen im Monitorprogramm. (Text gemäß Code-Tabelle für die 7-Segment-Anzeige, siehe Anhang, zusammengesetzt.)

```

2000                                ORG 2000H
2000 DD218309   EXO4:   LD IX,DISP3           ; TEXT "HALLO"
2004 CD5A08     DISPL1: CALL DAK1
2007 FE11                               ; TASTE "-"
2009 20F9                               JR NZ,DISPL1
2008 DD218909   LD IX,DISP4           ; LEER-TEXT
200F CD5A08     DISPL2: CALL DAK1
2012 FE10                               ; TASTE "+"
2014 20F9                               JR NZ,DISPL2
2016 DD218909   LD IX,DISP4
201A OE06                               LD C,6
201C 0620       INI1:   LD B,20H
201E CD8308     INI2:   CALL DAK2
2021 10FB                               DJNZ INI2
2023 DD2B                               DEC IX
2025 0D                                                  DEC C
2026 20F4                               JR NZ,INI1
2028 18D6                               JR EXO4

```

Beispiel 5: Umlauf-Spiel

Die Segmente einer Anzeige-Stelle werden einzeln nacheinander angesteuert. Der Umlauf wird mittels der Taste "+" gestoppt und mit jeder anderen Taste (außer Reset- und Interrupt-Taste) fortgesetzt. In der Tabelle kennzeichnet das jeweils erste Byte die Anzeige-Stelle (00XX = rechtes; 05XX = links) und das nachfolgende Byte die Segment-Zuordnung (entsprechend der Beschreibung, z. B. Bit 0 = Segment B).

```

2000                                ORG 2000H
2000 214020     EXO5:   LD HL,TABLE
2003 DD210021   LD IX,MEM
2007 CD3020     LOOP:   CALL CLRDISP
200A 5E                                                  LD E,(HL)
200B 1C                                                  INC E
200C 28F2                               JR Z,EXO5
200E 1D                                                  DEC E
200F 1600                               LD D,0
2011 DD19                               ADD IX,DE
2013 23                                                  INC HL

```

2014	7E		LD A,(HL)
2015	DD7700		LD (IX).A
2018	DD210021		LD IX,HEM
201C	0603		LD B,3
201E	CD8308	LIGHT:	CALL DAK2
2021	3801		JR C,LIGHT1
2023	4F		LD C,A
2024	10F8	LIGHT1:	DJNZ,LIGHT
2026	79		LD A,C
2027	FEOA		OMP OAH
2029	2802		JR Z,STOP
202B	23		INC HL
202C	23		INC HL
202D	2B	STOP:	DEC HL
202E	18D7		JR LOOP
2030	0606	CLRDISP:	LD B,6
2032	DD360000	CLR:	LD (IX+d),OOH
2036	DD23		INC IX
2038	10F8		DJNZ CLR
203A	11FAFF		LD DE,OFFFAH
203D	DD19		ADD IX,DE
203F	C9		RET
2040	0004	TABLE:	DEFW 0400H
2042	0001		DEFW 0100H
2044	0020		DEFW 2000H
2046	0080		DEFW 8000H
2048	0040		DEFW 4000H
204A	0002		DEFW 0200H
204C	FF		DEFB OFFH

Beispiel 6: Tastenwertigkeit

Ermittlung der jeweils zugeordneten Tastenwertigkeit unter Verwendung der Monitor-Unterprogramme.

Das Unterprogramm DAK2 realisiert die Ansteuerung und Abfrage der Tastatur. Die Wertigkeit entspricht der Matrix-Anordnung.

```

2000 CD8308 EX06: CALL DAK2
2003 CDC308 CALL DADP ; Daten-Anzeige
                          laden

```

```

2006 18F8 JR EX06

```

Das Monitor-Unterprogramm DAK1 benutzt DAK2 und ermittelt die Tastenwertigkeit entsprechend der Verwendung im Monitor.

```

2000 CD5A08 EX07: CALL DAK1
2003 CDC308 CALL DADP
2006 18F8 JR EX07

```

Beispiel 7: Multiplikation

Multiplikation zweier 8-Bit-Hex-Zahlen

Die Faktoren stehen in den Speicherplätzen 2100H und 2101H, das Ergebnis wird in die Speicherzellen 2102H (niederwertiges Byte) und 2103H (höherwertiges Byte) abgelegt.

```

2000 ORG 2000H
2000 210021 EX08: LD HL,2100H
2003 4E LD C,(HL)
2004 23 INC HL
2005 56 LD D,(HL)
2006 CDOE20 CALL MULT
2009 23 INC HL
200A 71 LD (HL),C
200B 23 INC HL
200C 70 LC (HL),B
200D 76 HALT

```

; 8-BIT-MULTIPLI-
KATION MIT

; 16-BIT-ERGEBNIS

C x D = BC

; REGISTER A
LÖSCHEN

```

200E 97 MULT: SUB A

```

; 8 BIT

```

200F 0608 LD B,8

```

```

2011 CB19 MULT1: RR C

```

; MULTIPLIKATOR
VERSCHIEB.

```

2013 3001 JR NC,MULT2

```

; KEINE ADDITION

WENN CY = 0

2015	82		ADD A,D	; ADDITION ENTSPR. WERTIGKEIT
2016	CB1F	MULT2:	RR A	; ZWISCHENSPEICHER AUF HÖHERE WERTIG- KEIT UND UNTERES ERGEBNIS-BIT IN CY
2018	10F7		DJNZ MULT1	
201A	CB19		RR C	; LETZT.ERG.-BIT IN REG.C
201C	47		LD B;A	; HÖHERWERT.BYTE IN REG.B
201D	C9		RET	

Beispiel 8: Division

Division zweier 8-Bit-Hex-Zahlen:

Der Divident befindet sich auf dem Speicherplatz 2100H und der Divisor auf dem Speicherplatz 2101H.

Das Ergebnis (X,Y) befindet sich nach der Division auf den Speicherplätzen 2102H (Y) und 2103 (X).

2020			ORG 2020H	
2020	210021	EX09:	LD HL,2100H	
2023	56		LD D,(HL)	
2024	23		INC HL	
2025	5E		LD E,(HL)	
2026	CD2E20		CALL DIV	
2029	23		INC HL	
202A	77		LD (HL),A	
202B	23		INC HL	
202C	71		LD (HL),C	
202D	76		HALT	
				; 8-BIT-DIVISION MIT ; 8-BIT-ERGEBNIS ; D : E = C,A ; (REST IN REG.A)
202E	97	DIV:	SUB A	
202F	0608		LD B,B	; SCHLEIFENZÄHLER
2031	4F		LD C,A	; C LÖSCHEN

2032	CB12	DIV1:	RL D	;HÖCHSTES BIT IN CY
2034	CB17		RL A	;HÖCHSTES BIT IN AKKU
2036	93		SUB E	
2037	3001		JR NC, DIV2	;SPRUNG WENN ERG. POSITIV
2039	83		ADD A, E	;SUBTRAKTION RÜCKGÄNGIG MACHEN
203A	3F	DIV2:	CCF	;ERGEBNIS KORREKTUR
2038	CB11		RL C	;ERGEBNIS IN C SCHIEBEN
2030	10F3		DJNZ, DIV1	;
203F	C9		RET	

Beispiel 9: AD-Anschluß

Abfrage-Programm für einen AD-Wandler C 520 (AD 2020).

Das USER-Port (PORT A) wird entsprechend nachfolgender Schaltung mit den Wandler-Ausgängen gekoppelt. Das Programm realisiert die Initialisierung des Ports sowie eine zyklische Abfrage des ermittelten AD-Wertes und dessen Ausgabe über die LED-Adressanzeige.

Anschlußbedingungen:

BCD-Ausgabe A ... D = Bit 0 ... 3

Digitalausgänge: MSD = Bit 4, NSD = Bit 5, LSD = Bit 6

2000			ORG 2000H	
2000	3ECF		LD A, OCFH; PIO MODE 3	
2002	D3FA		OUT (USERPC), A	
2004	3E7F		LD A, 7FH; E/A-Definition	
2006	D3FA		OUT (USERPC), A	
2008	CD1820	AD01:	CALL AD10	
200B	EB		EX DE, HL ; BCD-Wert in Register DE	
200C	CDB708		CALL ADSDP; LADEN der Adresse Anzeige	
200F	DD21F223		LD IX, 23F2H	
2013	CD8308		CALL DAK2; Anzeige des Wertes	
2016	10F9		JR AD01	
2018	0600	AD10:	LD B, 0	
201A	DBF8	AD11:	IN A, (USERPD)	

201C	57		LD D,A
201D	DBF8		IN A,(USERPD)
201F	BA		CPD
2020	20F8		JRNZ AD11
2022	E67F		AND 7FH
2024	5F		LD E,A
2025	E670		AND 70H
2027	FE60		OMP 60H; Test auf MSD
2029	2008		JRNZ AD12
202B	7B		LD A,E
202C	E60F		AND OFH
202E	67		LD H,A
202F	CBDO		SET 2,B
2031	18E7		JR AD11
2033	FE30	AD12:	OMP 30H; Test auf LSD
2035	2008		JRNZ AD13
2037	7B		LD A,E
2038	E60F		AND OFH
203A	6F		LD L,A
203B	CBC0		SET 0,B
203D	18DB		JR AD11
203F	FE50	AD13:	OMP 50H; Test auf NSD (mittleres Digit)
2041	20D7		JR NZ AD11
2043	7B		LD A,E
2044	CB27		SLA A
2046	CB27		SLA A
2048	CB27		SLA A
204A	CB27		SLA A
204C	B5		ORL
204D	6F		LD L,A
204E	CBC8		SET 1,B
2050	3E07		LD A,7
2052	B8		OMP B
2055	C9		RET

EQU:
 USERPC EQU OFAH
 USERFD EQU OF8H
 ADRSDP EQU 08B7H
 DAK2 EQU 085AH

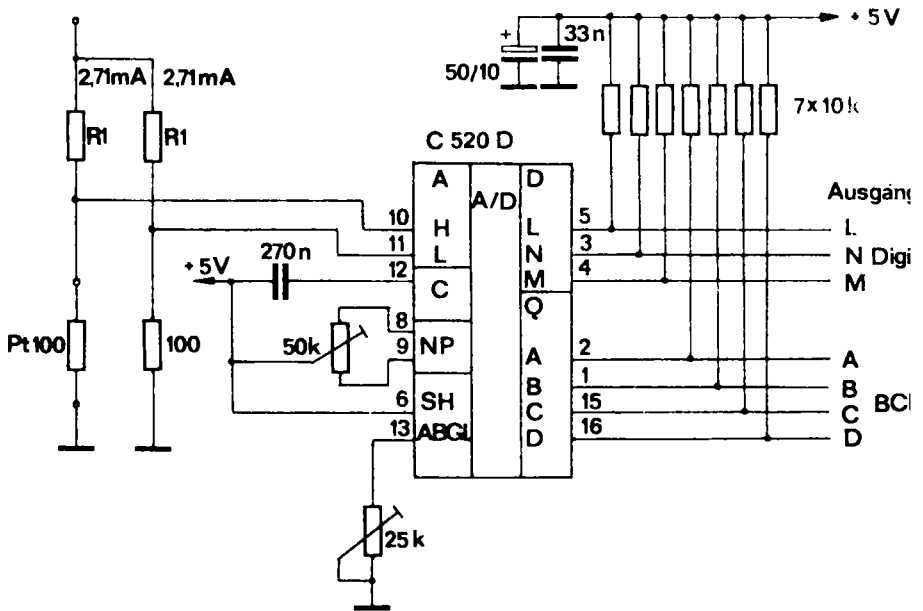


Bild 1: Beschtaltung der A/D Wandler - IS

Beispiel 10: Uhr mit Wecker

Das folgende Beispiel stellt eine Uhr dar. Als Zeitbasis wird dabei der Kanal 0 des CTC verwendet. Die aktuelle Zeit wird ständig mit der vorgegebenen Weckzeit (Stunden und Minuten) verglichen. Als Wecksignal wird die Anfangsmelodie verwendet. Durch das Drücken einer beliebigen Taste (außer RES oder NMI) wird die Melodie abgestellt und wieder die Zeit angezeigt. Das Drücken muß am Ende der Melodie erfolgen, da die Tastaturabfrage an dieser Stelle durch das Programm DAK2 erfolgt.

Vor dem Programmstart sind die Speicherplätze für Sekunden, Minuten und Stunden sowie für die Weckzeit zu setzen. Soll kein Wecken erfolgen, so ist in die Speicherplätze für die Weckzeit "OFFH" zu schreiben.

```
2000                ORG 2000H
2000    ED5E          EX10:    IM 2
2002    3E22                LD A,22H          ; INT.TAB H-BYTE
2004    ED47                LD I,A
2006    AF              XOR A              ; INT.VEC L-BYTE
2007    D3EC                OUT (CTCO),A
2009    3EA5                LD A,0A5H          ; INT, ZEITGEBER,
                                X 256

200B    D3EC                OUT (CTCO),A
200D    3EE9                LD A,0E9H          ; ZEITKONSTANTE
200F    D3EC                OUT (CTCO),A
2011    DD21F223 M1:        LD IX,DATLED    ; ADR.ANZEIGESPEICH.
2015    CD8308                CALL DAK2
2018    3804                JR C,M2          ; SPR.,WENN KEINE
                                TASTE

201A    AF              XOR A
201B    321622                LD (2216H),A    ; WECKER LÖSCHEN
201E    3A1622 M2:        LD A,(2216H)
2021    FE55                CMP 55H
2023    CCEA08                CALL Z,MONMUS    ; WENN WECKZEIT
2026    FB              EI
2027    18E8                JR M1
```

2040		ORG 2040H	
2040	F5	PUSH AF	
2041	C5	PUSH BC	
2042	D5	PUSH DE	
2043	E5	PUSH HL	
2044	211022	LD HL,2210H	; ADR.ZEITSPEICHER
2047	0615	LD B,15H	; GRENZWERT TAKTE
2049	CD8720	CALL INCT	; TAKTE ERHÖHEN
204C	2032	JR NZ,EXIT	; WENN NICHT GRENZWERT
204E	0660	LD B,60H	; GRENZWERT SEKUNDE UND MINUTE
2050	008720	CALL Z,INCT	; GGF.SEK.ERHÖHEN
2053	008720	CALL Z,INCT	; GGF.MINUTEN ERHÖHEN
2056	0624	LD B,24H	; GRENZWERT STUNDEN
2058	003720	CALL Z,INCT	; GGF.STUNDEN ERHÖHEN
205B	3A1122	LD A,(2211H)	
205E	CDC308	CALL DADP	; SEK.ANZEIGEN
2061	2A1222	LD HL,(2212H)	;
2064	EB	EX DE,HL	
2065	GDB708	CALL ADRSDP	; MIN.U.STD.ANZ.
2068	2A1222	LD HL,(2212H)	; TEST, OB WECKZEIT
206B	ED5B1422	LD DE,(2214H)	;
206F	A7	AND A	
2070	ED52	SBC HL,DE	
2072	200C	JR NZ,EXIT	
2074	3A1122	LD A,(2211H)	
2077	FE00	CMP O	
2079	2005	JR NZ,EXIT	
207B	3E55	LD A,55H	; FLAG 'WECKEN' SETZEN
207D	321622	LD (2216H),A	;
2080	E1	POP HL	
2081	D1	POP DE	
2082	C1	POP BC	

EXIT:

2083	F1		POP AF	
2084	FB		EI	
2085	ED4D		RETI	
2087	7E	INCT:	LD A,(HL)	; ZEITBEINHEIT ERH.
2088	C601		ADD A,1	
208A	27		DAA	; BCD-KORR.
208B	77		LD (HL),A	
208C	90		SUB B	; TEST,ÖB GRENZWERT
208D	2001		JR NZ,NEXT	
208F	77		LD (HL),A	; EINHEIT = 0,Z = 1
2090	23	NEXT:	INC HL	
2091	C9		RET	
2200			ORG 2200H	
2200	4020		DEFW 2040H	
2210			ORG 2210H	
2210			DEFS 1	; ZWISCHENZÄHLER
2211			DEFS 1	; SEKUNDEN
2212			DEFS 1	; MINUTEN
2213			DEFS 1	; STUNDEN
2214			DEFS 1	; WECKMINUTEN
2215			DEFS 1	; WECKSTUNDEN
2216			DEFS 1	; WECKFLAG

7. Hinweise des Herstellers

Der Lerncomputer LC 80, ein sorgfältig vorbereitetes Erzeugnis der Mikroelektronik, bedarf keinerlei Wartungs- und Pflegearbeiten.

Da der LC 80 nur im geöffnetem Zustand betrieben werden darf, muß darauf geachtet werden, daß auf der Leiterplatte keine Bauelemente mechanisch beschädigt werden oder durch Fremdkörper Kurzschlüsse entstehen können. Es ist zu beachten, daß die Verkaufsverpackung des LC 80 nicht als Versandverpackung geeignet ist. Bei Eintritt eines möglichen Garantiefalles ist das Gerät für den Versand an den Kundendienst des Herstellers so zu verpacken, daß Transportschäden verhindert werden.

8. Literaturverzeichnis

- (1) H. Kieser, M. Meder: Mikroprozessortechnik - Aufbau und Anwendung des Mikroprozessorsystems U 880 D; Verlag Technik Berlin 1982, 352 Seiten, 36,-- M. Neben einer ausführlichen Beschreibung des Systems U 880 D wird insbesondere auf das U 880-Lernsystem und die FPS 2 eingegangen.
- (2) W. Schwarz, G. Meyer, D. Eckhardt: Mikrorechner-Wirkungsweise, Programmierung, Applikation; Verlag Technik Berlin 1980, 360 Seiten, 32,-- M. Nach einer kurzen Darstellung der Grundlagen werden verschiedene Mikroprozessoren vorgestellt. Für diese werden eine Vielzahl von Programmbeispielen aufgeführt und in verschiedenen Varianten diskutiert.
- (3) A. Jugel: Mikroprozessorsysteme; Verlag Technik Berlin 1978, 204 Seiten, 20,-- M. Dieses Buch dient hauptsächlich der Beschreibung der Grundlagen und der Hardware von Mikrorechnern.
- (4) M. Roth: Mikroprozessoren, Wesen-Technologie-Weiterentwicklung, Aufbau-Programmierung-Anwendung; Wissenschaftliche Zeitschrift der Technischen Hochschule Ilmenau
4. Auflage 1979, 256 Seiten, 17,-- M.
Nach einer Beschreibung der technologischen Grundlagen werden eine Vielzahl von Mikroprozessoren vorgestellt, ebenso weitere für den Aufbau von Mikrorechnern benötigte Schaltkreise. Weiterhin wird auf die Mikrorechnerysteme K 1510 und K 1520 sowie auf verschiedene Entwicklungssysteme, wie z. B. das MRES und MICROCOMBI eingegangen.
- (5) L. Claßen: Programmierung des Mikroprozessorsystems U 880 - K 1520 (Reihe AT, Band 192) Verlag Technik Berlin, 3. Auflage 1983, 79 Seiten, 4,80 M.
Das Buch enthält eine kompakte Beschreibung des Mikroprozessorsystems U 880 D,

insbesondere der U 880-Assemblersprache und der Programmierung der peripheren Schaltkreise.

- (6) Oetker/Claßen: Mikroprozessor - Betriebssysteme (Reihe AT, Band 201); Verlag Technik Berlin
- (7) Autorenkollektiv: Softwaretechnologie für Mikrorechner Verlag: Die Wirtschaft, etwa 12,-- M.
- (8) H. Barthold, H. Baurich: Mikroprozessoren-Mikroelektronische Schaltkreise und ihre Anwendung, 3 Teile (elektronica 186-188); Militärverlag der DDR 1980, je 1,90 M. Während sich Teil 1 mit den Grundlagen der Mikrorechentechnik beschäftigt, geht Teil 2 auf die Mikroprozessoren U 808, U 880 sowie den Intel 8080 ein. Teil 3 enthält die Beschreibung der peripheren Schaltkreise sowie Beispiele für die Programmierung. Eine neue Auflage erschien mit den Heftnummern 202 bis 204.
- (9) Technik der Mikrorechner, Reihe, in: radio, fernsehen, elektronik 26 (1977), H. 17 bis 28 (1979), H. 12 Die Reihe geht ausführlich auf Grundlagen, Hardware, Programmierungstechnik und Mikrorechneranwendung ein.
- (10) Technische Beschreibung
- Zentrale Verarbeitungseinheit CPU U 880 D
 - Schaltkreis für parallele Ein- und Ausgabe PIO U 855 D
 - Schaltkreis für serielle Ein- und Ausgabe SIO U 856 D
 - Schaltkreis für Zähler- und Zeitgeberfunktion CTC U 857 D
- veb mikroelektronik "karl marx" erfurt**
- (11) Befehlsbeschreibung U 880 D
- veb mikroelektronik "karl marx" erfurt**
- (12) Gerhardt Paulin: Kleines Lexikon der Mikrorechentechnik (Reihe AT, Band 206) Verlag Technik Berlin, 1983, 64 Seiten 4,80 M.

9. Anhang

CODE - TABELLE FÜR DIE 7-SEGMENT-ANZEIGE

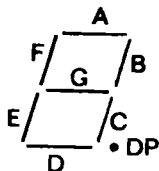
CODE	E7	21	CD	AD	2B	AE	EE	25	EF	AF
ZEICHEN	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
ANZEIGE										

CODE	6F	EA	C6	E9	CE	4E	E6	6B	20	E1
ZEICHEN	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
ANZEIGE										

CODE	CB	C2	6C	68	E8	4F	2F	48	AE	CA
ZEICHEN	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T
ANZEIGE										

CODE	E3	EO	E4	4A	AB	8C	C8	A8	29	08	10
ZEICHEN	U	V	W	X	Y	Z	()	+	-	.
ANZEIGE											

D E C DP G A F B SEGMENTE
 A7 A6 A5 A4 A3 A2 A1 A0 BITS VON PORT A
 DER SYSTEM - PIO



Zahlensystem

Der LC 80 ist eine binär arbeitende Maschine mit einer Wortbreite von 8 Bit (= 1 Byte). Die Notation eines Bytes erfolgt der besseren Übersicht halber in Form zweier Tetraden (oberes und unteres Halbbyte), die im Hexadezimalsystem dargestellt werden. Dieses Zahlensystem ist aufgebaut auf 16 Ziffern, und zwar den Zahlen 0 bis 9 und den Buchstaben A bis F. Ein Vergleich zwischen Dualzahlen, Dezimalzahlen und Hexadezimalzahlen sowie der Darstellung auf der 7-Segment-Anzeige ist in folgender Tabelle aufgeführt. Hexadezimalzahlen werden durch ein nachgestelltes H gekennzeichnet.

Hexadezimal	Dezimal	Dual	7-Segment-Darstellung
0H	0	0000	0
1H	1	0001	1
2H	2	0010	2
3H	3	0011	3
4H	4	0100	4
5H	5	0101	5
6H	6	0110	6
7H	7	0111	7
8H	8	1000	8
9H	9	1001	9
AH	10	1010	A
BH	11	1011	b
CH	12	1100	c
DH	13	1101	d
EH	14	1110	e
FH	15	1111	f

Äquivalenzliste der Bauelemente des LC 80

<u>Originaltyp</u>	<u>Äquivalenztyp</u>	<u>Hersteller (Auswahl)</u>
U 880 CPU	Z-80 CPU	ZILOG, MOSTEK SGS-ATES, SHARP, NEC
U 855 PIO	Z-80 PIO	ZILOG, MOSTEK SGS-ATES, SHARP, NEC
U 857 CTC	Z-80 CTC	ZILOG, MOSTEK SGS-ATES, SHARP, NEC
U 505 ROM (5V-ROM-Vari- ante des 2708)	Beide Schaltkreise ersetzbar durch einen 2716 (K 573 P ϕ 2)	INTEL, SIEMENS, HITACHI SU
U 214 RAM	2114	INTEL, SIEMENS, HITACHI
B 3170 oder MA 7805 (Spannungsregler)	LM 317 MC 7805	NATIONAL SEMICONDUKTOR MOTOROLA
B 861 (Operationsverstärker)	TAA 861	SIEMENS
DL 014 (Schmitt-Trigger)	74 LS 14	TEXAS INSTRUMENTS
DS 8205 (Decoder)	8205	INTEL
VQE 23 (LED-Anzeige)	TIL 827 TLG 824	TEXAS INSTRUMENTS TOSHIBA
DL 000 (4 Nand, je 2 Eingänge)	74 LS 00	TEXAS INSTRUMENTS

Adressenänderungstabelle

Ist Ihr LC 80 nicht mit zwei ROM's U 505, sondern mit einem 2 KByte-EPROM (z. B. K 573 RF5 o.2) bestückt, so ändern sich die Startadressen der nachfolgend aufgeführten Unterprogramme.

Bitte beachten Sie diese auch bei Verwendung der vorn aufgeführten Programmbeispiele.

Name	Adresse (2x U 505)	in	Adresse (2716)
DAK2	0883H		0483H
DAK1	085AH		045AH
ONESEG	08CAH		04CAH
TWOSEG	08D9H		04D9H
ADRSDP	08B7H		04B7H
DADP	08C3H		04C3H
RAMCHK	0852H		0452H
SOUND	0376H		0376H
SOUN1K	0370H		0370H
SOUN2K	0374H		0374H
MUSIK	08EEH		04EEH
MONMUS	08EAH		04EAH
DISP3	0983H		0583H
DISP4	0989H		0589H

Laden der Speicherzelle 2342H bei Verwendung von

Registeranzeige	0A	06
Stepfunktion	0B	07

Tabelle Tastenwertigkeit

Wertigkeit	Taste	Wertigkeit	Taste
0H	0	CH	C
1H	1	DH	D
2H	2	EH	E
3H	3	FH	F
4H	4	10H	+
5H	5	11H	-
6H	6	12H	EX
7H	7	14H	DAT
8H	8	19H	ADR
9H	9	1EH	ST
AH	A	1FH	LD
BH	B		

100

100

100

100

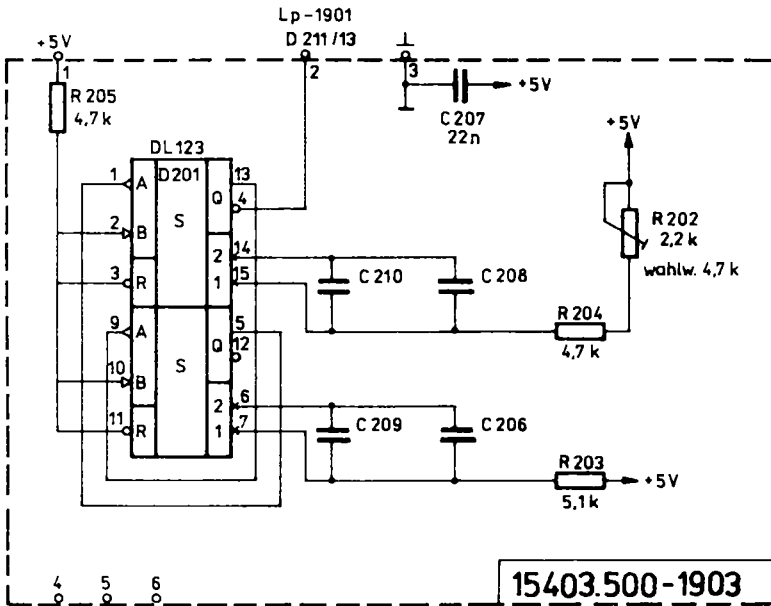
100

100

100

100

100



Im Stromaufplan 15403.500-1901 Sp entfallen folgende Positionen

R 272 68 Ω
 V 218 SAY 20
 R 321 1k
 C 248 2,2n
 C 348 2,2n
 C 258 10n

RFT

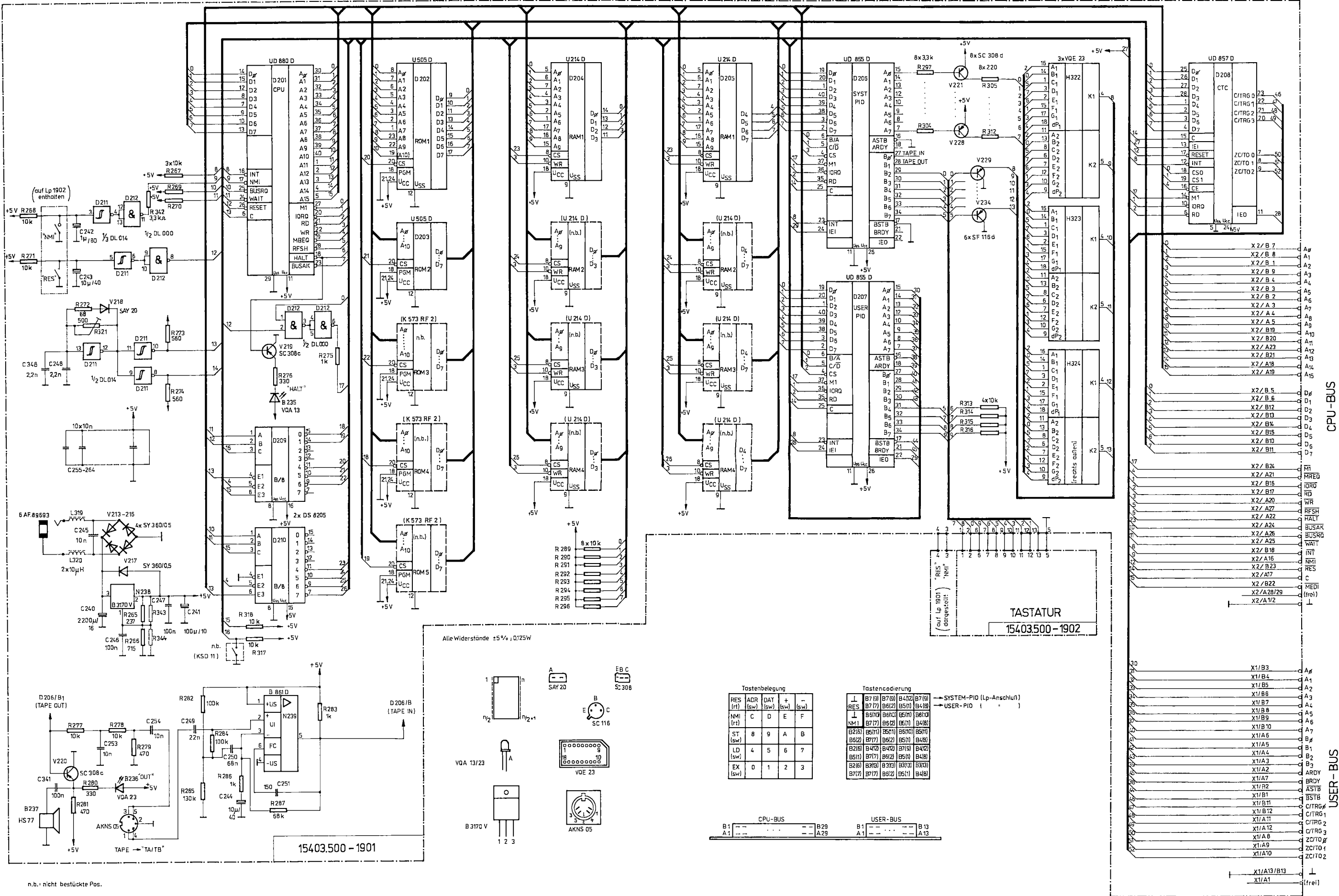


**veb mikroelektronik karl marx erfurt
stammbetrieb**

DDR- 5010 Erfurt, Rudolfstraße 47
Telefon: 5 80, Telex: 061306

**elektronik
export·import**

Volkseigener Außenhandelsbetrieb der
Deutschen Demokratischen Republik
DDR - 1026 Berlin, Alexanderplatz 6
Telex: BLN 114721 elei, Telefon: 2180



n.b. - nicht bestückte Pos.

15403.500 - 1901

TASTATUR
15403.500 - 1902

Alle Widerstände ±5%, 0,125W

Tastenbelegung

RES (rt)	ADR (sw)	DAT (sw)	+	-
NMI (rt)	C	D	E	F
ST (sw)	8	9	A	B
LD (sw)	4	5	6	7
EX (sw)	0	1	2	3

Tastencodierung

RES	B7(9)	B7(6)	B4(2)	B7(9)
RES	B7(7)	B6(2)	B5(1)	B4(9)
NMI	B6(10)	B6(0)	B5(1)	B6(10)
NMI	B7(7)	B5(2)	B6(1)	B4(8)
B2(5)	B5(1)	B5(1)	B5(1)	B5(1)
B5(2)	B7(1)	B6(2)	B5(1)	B4(8)
B2(6)	B4(2)	B4(2)	B7(6)	B4(2)
B5(1)	B7(1)	B5(2)	B5(1)	B4(8)
B2(6)	B3(0)	B3(3)	B3(3)	B3(3)
B7(7)	B7(7)	B5(2)	B5(1)	B4(8)

