



**Hinweise
Zur Anwendung
Lerncomputer LC 80
für die
Programmierung von
EPROM's U2716C**

Heft 2

Applikation

Hinweise zur Anwendung des

Lerncomputers LC -80

Autor: Dipl.-Ing. Gunther Zielosko

Programmierung und Löschung von EPROMs U 2716 C

Selbstbau eines Programmiermoduls

Software zum Programmiermodul

Selbstbau eines UV-Löschgerätes

**veb mikroelektronik >karl marx< erfurt
stammbetrieb**

DDR — 5010 Erfurt, Rudolfstraße 47 Telefo 5 80 Telext 061 306



Für die aufgeführten Schaltungen wird keine Gewähr bezüglich Patentfreiheit übernommen.

Nachdruck, auch auszugsweise, nur mit Genehmigung des Herausgebers.

Inhaltsverzeichnis

| | | |
|---------|--|----|
| 0. | Einleitung | 5 |
| 1. | Kurzbeschreibung des EPROMsU 2716 C | 6 |
| 2. | Vorbereitung des LC-80 | 8 |
| 3. | Die Schaltung des Programmiermoduls | 10 |
| 4. | Inbetriebnahme des Programmiermoduls | 15 |
| 5. | Software | 16 |
| 5.1. | Ladeprogramm im RAM | 17 |
| 5.1.1. | Hauptprogramm | 17 |
| 5.1.2. | Unterprogramm INIT | 19 |
| 5.1.3. | Unterprogramm LESEN | 19 |
| 5.1.4. | Unterprogramm LEER | 20 |
| 5.1.5. | Unterprogramm PROGR | 20 |
| 5.1.6. | Unterprogramm VERGL | 22 |
| 5.1.7. | Unterprogramm ADVOR | 23 |
| 5.1.8. | Unterprogramm ADINK | 23 |
| 5.1.9. | Unterprogramm DATIN | 25 |
| 5.1.10. | Unterprogramm AUS | 25 |
| 5.1.11. | Unterprogramm ENDE | 26 |
| 5.1.12. | Tabelle der Anzeigetexte und Ladeparameter | 27 |
| 5.2. | Das Ladeprogramm im ROM 3 | 32 |
| 6. | Bedienungsanleitung | 32 |
| 6.1. | Teiloperationen | 33 |
| 6.2. | Kombination verschiedener Unterprogramme | 35 |
| 7. | Löschung von EPROMs | 36 |
| 7.1. | UV-Löschgerät zum Selbstbau | 38 |
| 7.2. | Gesundheits-, Arbeits- und Brandschutz | 40 |
| 8. | Literaturverzeichnis | 43 |

0. Einleitung

Die Elektronikindustrie der DDR stellt den Anwendern der Mikrorechentechnik leistungsfähige Programmier- und Löschtechnik für EPROMs der verschiedenen Generationen zur Verfügung. Dabei handelt es sich entweder um hochproduktive Geräte zur gleichzeitigen Programmierung vieler Schaltkreise (Multiprogrammer) oder um in komplette Systeme eingebaute Programmiermodule.

Beide Konzepte eignen sich nur bedingt für Anwender, die nur selten EPROMs zu programmieren haben oder für Amateure, die ernsthaft in die Mikrorechentechnik einsteigen wollen. Die breite Verfügbarkeit des Lerncomputers LC-80 aus dem VEB Mikroelektronik "Karl Marx" Erfurt - Stammbetrieb gestattet nunmehr auch diesem Anwenderkreis die Nutzung des modernen Speichermediums EPROM.

Die vorliegende Schrift beschreibt ein EPROM-Programmiermodul als Zusatzbaustein für den LC-80, seinen Hardwareaufbau und das dazugehörige Softwaresystem sowie die dazu erforderliche Löschtechnik. Der wichtigste Grundsatz für das vorgestellte System ist die einfache Realisierbarkeit und damit der niedrige Preis. Dadurch bedingt machen sich einige Kompromisse erforderlich, wie z. B. die Beschränkung des Systems auf nur einen EPROM-Typ, den U 2716 C. Dies scheint aber aus zwei Gründen vertretbar, einmal ist der U 2716 C für die nächste Zeit der am meisten verwendete EPROM und zum anderen ist nur dieser Typ im LC-80 einsetzbar. Dennoch ist eine Aufrüstung des Programmiermoduls, insbesondere für den Typ U 2732 C ohne große Probleme möglich.

1. Kurzbeschreibung des EPROMs U 2716 C

Der Schaltkreis U 2716 C ist ein statischer, elektrisch programmierbarer und UV-löschbarer Festwertspeicher (EPROM). Der U 2716 0 wird in n-Kanal-Silicon-Gate-Technologie hergestellt und befindet sich in einem 24poligen DIL-Keramikgehäuse.

Der Schaltkreis besitzt eine Speicherkapazität von 16384 bit mit einer Organisation von 2048 x 8 bit.

Bild 1: Anschlußbelegung und Schaltungskurzzeichen

Bezeichnung der Anschlusses

| | |
|-----------------|-----------------------------------|
| A 0 ... A 10 | Adresseneingänge |
| D 0 ... D 7 | Datenein-/ausgänge |
| /CE | Chipaktivierungseingang |
| /OE | Eingang zur Freigabe der Ausgänge |
| U _{PR} | Programmierungseingang |
| U _{CC} | Betriebsspannung (+5 V) |
| U _{SS} | Bezugspotential (0 V) |

Der EPROM U 2716 C kann in verschiedenen Betriebsarten arbeiten, die durch die unterschiedliche Beschaltung von drei Anschlüssen ausgewählt werden. Die folgende Tabelle 1 zeigt das, ohne auf die möglichen Toleranzen der einzelnen Pegel einzugehen. Dabei ist L : logisch "0", H . logisch "1" und x ein beliebiger Zustand. Die Pegel sind als Standard-TTL-Pegel zu verstehen.

| Funktion | /CE | /OE | U _{PR} | Datenleitungen |
|----------------------|--------------|-----|-----------------|----------------|
| Lesen | L | L | +5 V | Ausgänge |
| Standby | H | x | +5 V | hochohmig |
| Programmieren | \int_{L}^H | H | +25 V | Eingänge |
| Programmiervergleich | L | L | +25 V | Ausgänge |
| Programmiersperre | L | H | +25 V | hochohmig |

Tabelle 1

In der Betriebsart "Lesen" funktioniert der U 2716 C wie ein ROM. Diese Beschaltung wird im LC-80 benutzt.

Der "Standby"-Zustand inaktiviert den EPROM (z. B. beim Zugriff der CPU auf den RAM-Bereich). Beim U 2716 C wird dabei die Betriebsstromaufnahme um 75 % gesenkt.

Im Gegensatz zu älteren EPROMs kann die Programmierspannung am Anschluß U_{PR} während des gesamten Programmierablaufes statisch anliegen (+25 V ± 1 V). Die Programmierimpulse werden als TTL-Pegel an /CE gegeben, die Zuschaltung der Programmierspannung auf die Speicherzellen erfolgt durch die Innenschaltung des U 2716 C. Alle Speicherstellen eines Bytes (eine Adresse) werden gleichzeitig programmiert, der Programmierimpuls dauert 50 ms.

Die Betriebsart "Programmiervergleich" bietet die Möglichkeit, ohne Abschaltung der Programmierspannung sofort nach dem Programmieren einer Adresse diese zu lesen und auf Richtigkeit zu kontrollieren.

Weitere elektrische Angaben, Grenzwerte und Kennwerte sind den gültigen Datenblättern und der TGL zu entnehmen.

Der EPROM U 2716 C ist UV-löschbar. Durch die spezielle Gehäuseausführung kann die einprogrammierte Information mit UV-Licht gelöscht werden. Zur Löschung werden handelsübliche UV-C-Strahler mit einer Strahlungs-dosis von

$$\sigma_{\min} \leq 15 \text{ Ws/cm}^2 \text{ für Quarzglasdeckel, } \lambda_{\text{UV}} = 254 \text{ nm}$$

$$\sigma_{\min} \leq 30 \text{ Ws/cm}^2 \text{ für Keramikdeckel, } \lambda_{\text{UV}} = 254 \text{ nm}$$

verwendet.

Dabei sollte der Abstand zwischen Gehäuseoberkante des Schaltkreises und dem Lampenkolben $\leq 2,5$ cm betragen. Hinweise zur praktischen Löschtechnologie befinden sich im Abschnitt 7.

2. Vorbereitung des LC-80

Zum effektiven Betrieb des Programmiermoduls sind einige Vorbereitungen am LC-80 erforderlich.

Der Lerncomputer besitzt in der Grundausstattung einen RAM-Arbeitsspeicher von 1 KByte. Dieser reicht nicht aus, um den kompletten Inhalt eines U 2716 C aufzunehmen (2 KByte). Optimal ist daher die Aufrüstung des LC-80-RAM-Speichers um weitere 2 KByte. Bei der Verwendung von 4 CMOS-RAMs U 224 D hält sich der zusätzliche Strombedarf in Grenzen und die Vorschriften zum Betrieb des LC-80 werden eingehalten.

Es werden die vier Positionen oberhalb des in der Grundausstattung vorhandenen RAM-Speichers bestückt, so daß der RAM-Bereich dann von Adresse 2000H bis 2BFFH reicht. Nach dem (sehr sorgfältigen!!) Einlöten der vier RAMs wird deren Funktion überprüft. Neben der RAM-Erweiterung macht es sich erforderlich, wenigstens einen zusätzlichen ROM-Steckplatz zu schaffen, um programmierte EPROMs im LC-80 auch einsetzen zu können. Auch hier ist zu beachten, daß die Stromversorgung des LC-80 (und damit die Temperatur des integrierten Festspannungsreglers sowie der Gleichrichterdioden) weiter belastet wird. Praktische Versuche haben jedoch gezeigt, daß funktionell keine Störungen zu erwarten sind.

Es ist eine 24polige Steckfassung (VEB KSG) in die mittlere ROM-Position (ROM 3) einzulöten. Diese Position hat die Adressen 1000 H bis 17FFH.

Abschließend muß noch eine Drahtbrücke oberhalb des USER-Steckverbinders X 1 (+5 V an X 1/A 1) eingelötet werden, um die Betriebsstromversorgung des Programmiermoduls zu sichern.

Alle Zusatzbauelemente sind mit Abblock-Kondensatoren - 10 nF zu beschalten. Lötaugen dafür sind an allen ROM- und RAM-Positionen des LC-80 vorgesehen.

Im Anschluß an diese Hardware-Änderungen sollte eine komplette Überprüfung aller zusätzlich eingebauten Bauelemente erfolgen. Dies kann elegant mittels kurzer Prüfprogramme erfolgen, die alle Speicherplätze im Zusatz-RAM beschreiben und lesen. Die ROM-Position 3 kann dazu mit einem programmierten U 2716 C oder U 505 D bestückt und geprüft werden.

3. Die Schaltung des Programmiermoduls

Bild 2 zeigt die komplette Schaltung des Programmiermoduls. Das Modul ist über einen 26poligen Steckverbinder (gehört zum Lieferumfang des LC-80) mit dem USBR-PORT des Lerncomputers verbunden. Alle Daten- und Steuersignale liefert die USER-PIO. Port A wird multivalent genutzt:

- zum Datentransport im Direktverkehr mit dem U 2716 C
- zur Adressierung des U 2716 C über die Zwischenspeicher V 4042 D (IC 1 ... IC 3).

Port 3 organisiert die komplette Systemsteuerung. Dabei sind

- B 0 und B 1 für die Auswahl von Adreßbereichen oder Daten,
- B 2 für die Auswahl des Zustandes von /CE und
- B 3 für die Auswahl des Zustandes vom /OE und die Zuschaltung der Programmierspannung an U_{PR}

verantwortlich

Die Tabelle 2 zeigt die Zuordnung von Schaltfunktionen auf die jeweiligen Signale von B 0 und B 1.

| B 0 | B 1 | Wirkung |
|-----|-----|---|
| 0 | 0 | U_{CC} für U 2716 C ist abgeschaltet |
| 1 | 0 | Port A liefert Adressen A 8 ... A 10, U_{CC} liegt an +5 V |
| 0 | 1 | Port A liefert Adressen A 0 ... A 7, U_{CC} liegt an +5 V |
| 1 | 1 | Port A dient zum Datentransfer, U_{CC} liegt an +5 V |

Tabelle 2

Mit den logischen Verknüpfungen der Signale B 0 und B 1 wird die Übernahme der folgenden Ausgabe des Port A vorbereitet.

Die Signale ARDY und /ASTB bilden dann den Übernahmeimpuls für die drei Adreßspeicher IC 1 ... IC 3.

B 2 steuert direkt den /CE-Eingang und B 3 den /OE-Eingang des U 2716 C.

Über den Zustand /OE wird außerdem die Programmierspannung an U_{PR} des U 2716 C gesteuert ($/OE = B 3 = H \rightarrow U_{PR} +25 V$). Ist $/OE = B 3 = L$, sperrt T 3 und die Spannung an U_{PR} wird über D 1 vom Zustand an U_{CC} bestimmt. Liegen dort +5 V an, erhält U_{PR} den Pegel von ca. +4,6 V (Germaniumdiode 1).

Auch U_{CC} ist softwaremäßig steuerbar, wie Tabelle 2 gezeigt hat. Wenn B 0 und B 1 L-Pegel führen, sperrt T 1 und schaltet damit die Betriebsspannung für den EPROM ab. Mit den gezeigten logischen Verknüpfungen können nun alle benötigten Funktionen des U 2716 C per Software aufgerufen werden. Die Schaltung wurde so ausgelegt, daß vor Beginn und nach Beendigung der Operationen am U 2716 C alle Signale und Betriebsspannungen abgeschaltet werden können.

Noch einige Hinweise zur Bereitstellung der Betriebsspannungen. Die +5 V-Versorgung erfolgt durch den LC-80. Auch dies ist eine Zusatzbelastung des internen Netzteiles des Lerncomputers. Funktionell sind keine Störungen zu befürchten, da der integrierte Festspannungsregler bis 1 A und mehr belastbar ist. Auch die zusätzliche Erwärmung ist vertretbar, da der EPROM immer nur kurzzeitig betrieben wird. Ein kompletter Programmierzyklus dauert nur ca. 1 Minute, ein Lesevorgang sogar nur etwa 2 Sekunden. Komplizierter ist die Bereitstellung der Programmierspannung von +25 V. Diese muß sehr konstant gehalten werden und darf auch unter stark schwankender Last (0 ... 30 mA) nicht die Grenzwerte des U 2716 C erreichen. Manche Import-EPROMs vertragen sogar noch weniger Toleranz der Programmierspannung (z. B. SU-Typ K 573 RF 2; +25 V $^{+0,5 V}_{-1 V}$). Es empfiehlt sich daher, die Programmierspannung in gewissen Grenzen variabel zu halten. Folgende Grundsätze sind zu beachten:

- Eine (auch nur durch überlagerte Impulse!) zu hohe Programmierspannung zerstört den EPROM unweigerlich!

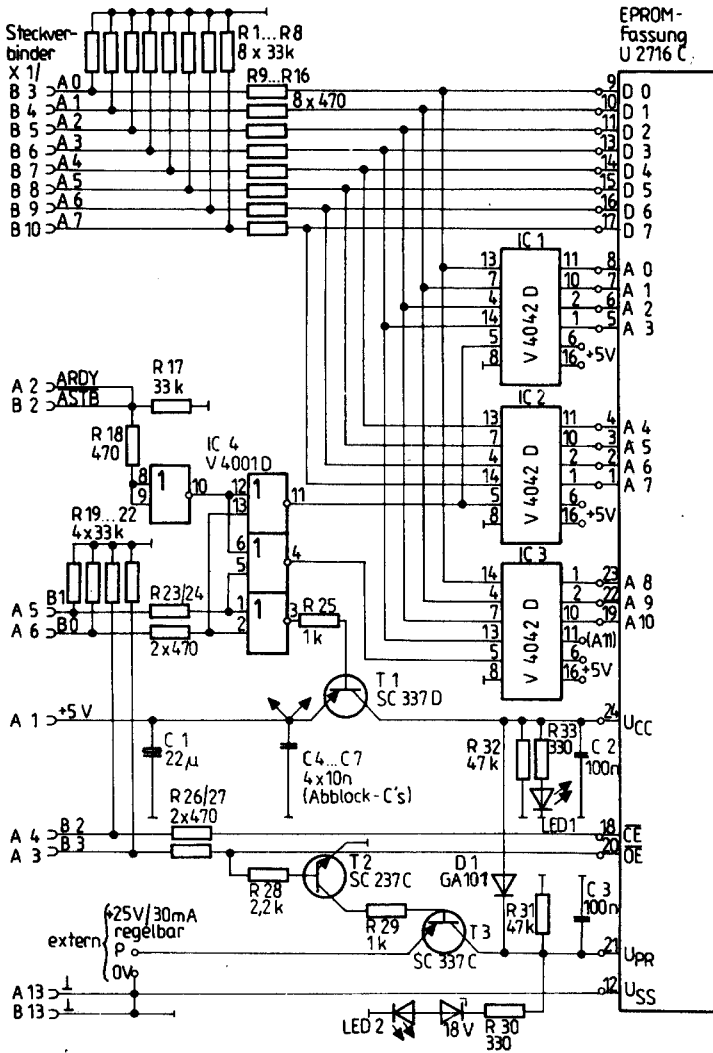


Bild 2: Schaltbild des Programmiermoduls (R29 = 10 KOhm)

- Eine zu niedrige Programmierspannung gestattet, wenn überhaupt, nur eine oberflächliche Programmierung. Das bedeutet einen eventuellen Datenverlust im Laufe der Betriebszeit, schadet aber dem Bauelement ansonsten nicht.

Der Amateur wird aus Kostengründen die Programmierspannung nie an die obere Grenze legen, +24,5 V haben sich bei praktisch allen 2716-Typen als ausreichend erwiesen.

Neben der Einhaltung der Programmierspannungsgrenzen ist außerdem eine Strombegrenzung mit relativ scharfem Einsatz ratsam. Ein U 2716 C benötigt beim Programmieren aus der +25 V-Quelle einen Strom von maximal 30 mA. Wird eine Strombegrenzung auf diesen Wert vorgenommen, ist eine Zerstörung des EPROMs kaum noch zu befürchten. Auch der Schalttransistor T 3 wird damit geschont. Der praktische Aufbau des +25 V-Netzteiles kann auf verschiedene Weise erfolgen. Gut geeignet ist eine Schaltung mit dem integrierten Festspannungsregler MAA 723, da hier die Spannungskonstanz und die Strombegrenzung problemlos gewährleistet werden können.

Eine andere Möglichkeit bietet sich im Einsatz eines Transverters gemäß Bild 3 an.

Die Eingangsspannung ist eine Wechselspannung von 10 ... 12 V, die aus einem unabhängigen Netztrafo gewonnen wird (evtl.. zweites LC-80-Netzmodul). Der mit dem Timer-IC B 555 D bestückte Transverter bietet eine ausgezeichnete Spannungsregelung und über R 38 die Möglichkeit der Einstellung der Programmierspannung. Eine exakte Strombegrenzung ist nicht gewährleistet, jedoch ist die Stromabgabe des Transverters nicht sehr groß.

Ein Kurzschluß am Anschluß U_{PR} des U 2716 C sollte vermieden werden, da hierdurch zumindest T 5 gefährdet wird.

Vor der ersten Inbetriebnahme des Transverters ist das Potentiometer R 38 in die Endstellung zu drehen, die nicht an Masse liegt! Erst dann wird der Spannungssollwert eingeregelt.

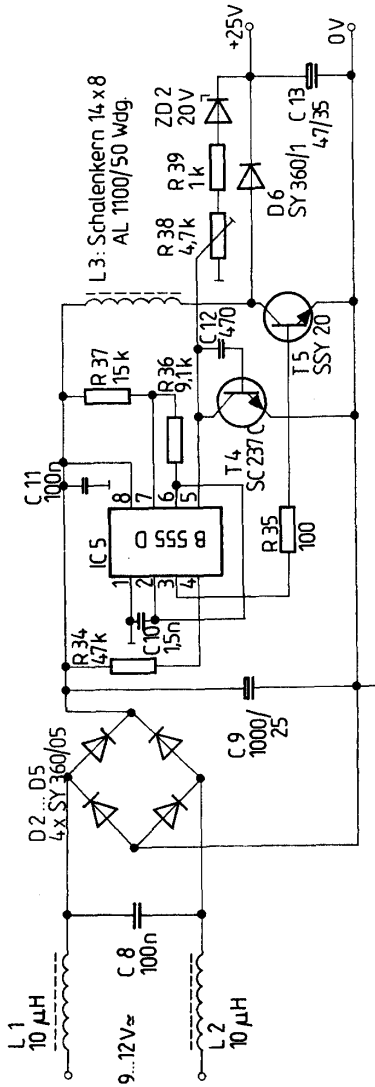


Bild 3: Transverter für Programmierspannung (Der Schleifer des Potis R38, 4,7 KOhm, muß an der Basis von T4 angeschlossen sein, nicht am Kollektor. C 12 bleibt zwischen Basis und Kollektor)

4. Inbetriebnahme des Programmiermoduls

Alle Schaltungsteile werden auf richtige Verdrahtung und Bestückung geprüft, die Steckfassung auf dem Modul ist leer und der LC-80 abgeschaltet. Erst jetzt wird das Modul über den Steckverbinder X 1 mit dem LC-80 verbunden. Nach dem Anschluß der +25 V-Quelle an den Punkt P des Moduls und an Masse wird der LC-80 eingeschaltet.

Zuerst werden alle Pins der Programmierfassung auf Spannungsfreiheit kontrolliert. Kann an irgendeinem Pin nach dem Einschalten den LC-80 eine Spannung gegen Masse gemessen werden, liegt ein Fehler vor, der behoben werden muß!

Jetzt wird durch ein kurzes Programm der Anschluß B 0 der USER-PIO aus logisch "1" gebracht (siehe LC-80 - Handbuch, Seite 120 bzw. Seite 159 - ältere Ausführung -), B 1, B 2 und B 3 bleiben auf "0". Damit muß an den Pins 24 (U_{CC}) und 21 (U_{FR}) der Programmierfassung eine Spannung von ca. +5 V anliegen (an U_{FR} um die Diodendurchflußspannung von D 1 verringert). Dasselbe muß sich durch den B 1 -Anschluß der USER-PIO erreichen lassen.

Danach wird die Funktion der Signale /CE (durch B 2) und /OE (durch B 3) überprüft. Die Messung erfolgt an den Pins 18 bzw. 20 der Programmierfassung.

Am Pin 21 der Programmierfassung wird die Wirkung von B 3 auf U_{FR} geprüft. Sind B 1 und B 2 gleich 0, muß bei B 3 = 1 eine Spannung von +25 V zu messen sein, bei B 3 = 0 müssen 0 V anliegen. Wird dann B 1 auf 1 gesetzt, muß Pin 21 ca. +4,6 V führen.

Nach Abschluß dieser statischen Tests können die genannten Signale auch dynamisch kontrolliert werden, sofern ein Oszillograph zur Verfügung steht.

Zur optischen Kontrolle des Zustandes des Programmiermoduls im Betrieb dienen die beiden Leuchtdioden LED 1 und LED 2, die über entsprechende Beschaltung an den Pins 24 und 21 der Programmierfassung liegen. LED 1 signalisiert, daß an der

Fassung U_{cc} mit +5 V beschaltet ist, und LED 2, daß U_{PR} mit +25 V belegt ist. Damit wird die Funktionsfähigkeit dieser Schaltungsteile kontrollierbar und außerdem sichergestellt, daß bei EPROM-Wechsel alle Betriebsspannungen ausgeschaltet sind. Diese Forderung des Bauelementeherstellers ist unbedingt zu beachten!

5. Software

Das im folgenden dargestellte Softwarekonzept gestattet einen schrittweisen Aufbau. Durch ein in den RAM-Speicher eingegebenes Programm kann ein erster EPROM programmiert werden. Der Inhalt dieses EPROMs wird wieder dieses (entsprechend modifizierte) "Ladeprogramm" sein. Wird der so programmierte EPROM auf die ROM-Position 3 des LC-80 gebracht, sind alle weiteren EPROM-Programmierungen ohne RAM-Eingaben möglich; das Ladeprogramm gehört dann sozusagen zum Betriebssystem den LC-80. Voraussetzungen für dieses Konzept sind die unter 2. genannten Hardware-Umrüstungen des Lerncomputers.

Das Programmsystem ist vor allem als "Handwerkszeug" für eine erweiterte Nutzung des LC-80 vorgesehen, sein Hauptwert liegt also in seiner Anwendung. Deshalb wurde auf eine umfassende Beschreibung der Software verzichtet. Dagegen wird der praktische Umgang mit dem Programmsystem ausführlich erläutert.

Zur Vermeidung von Irrtümern wurde im Programmlisting auf die

sonst übliche Darstellung von Hezadezimalzahlen mit nachgestelltem "H" verzichtet. Dadurch findet der Benutzer alle Angaben so vor, wie sie auch auf dem Display und der Tastatur des LC-80 erscheinen.

5.1. Ladeprogramm im RAM

Das folgende Programmsystem besteht aus einem Hauptprogramm, mehreren Unterprogrammen und einer Tabelle für die Testdarstellung. Die Funktionen der einzelnen Programmteile werden kurz erläutert. Das Programmsystem beginnt auf der Adresse 2000 und endet bei 21A8. Der Bereich 2400 bis 2BFF (2 KByte-Zusatz-RAM) bleibt für die Daten reserviert, die in den EPROM geladen werden sollen.

5.1.1. Hauptprogramm

Das Hauptprogramm organisiert den gesamten Programmierablauf einschließlich der Funktionen:

- Leerkontrolle (Ist EPROM vollständig leer? - FF?)
- Einlesen eines programmierten EPROMs in den RAM-Bereich
- Vergleich Ist- und Sollwert jeder Zelle.

Die folgenden Programme gehen von der Bestückung des LC-80 mit einem U 2716 C aus. Bei Bestückung mit 2 ROMs U 505 D ändern sich alle mit * versehenen Adressen gemäß Bedienungsanleitung LC-80, S. 58!

| | | | |
|------|--------------|----------------|---|
| 2000 | 21 84 21 | LD HL, 2184 | } Eintragen von Start- und Zieladresse sowie Byte-Anzahl aus der Tabelle in die RAM-Plätze, die im Kas-settenbetrieb File-Name usw. enthalten |
| 2003 | 11 EB 23 | LD DE, 23EB | |
| 2006 | 01 06 00 | LD BC, 0006 | |
| 2009 | ED B0 | LDIR | |
| 200B | CD 4E 20 | CALL INIT | Initialisierung Port B |
| 200E | CD 64 21 | H1: CALL AUS | Grundzustand: $V_{CC}, V_{PP} = 0 V$ |
| 2011 | DD 21 9C 21 | LD IX, 219C | Anzeige "U 2716" |
| 2015 | CD 5A 04 * | CALL DAK 1 | |
| 2018 | FE 1F | CP 1F | LD ? |
| 201A | F5 | PUSH AF | |
| 201B | CC 58 20 | CAZ LESEN | |
| 201E | F1 | POP AF | |
| 201F | FE 1E | CP 1E | ST ? |
| 2021 | 20 EB | JRNZ EB | H1 |
| 2023 | CD 73 20 | CALL LEER | |
| 2026 | 06 05 | LD B, 05 | 5 Programmierzyklen |
| 2028 | C5 | H2: PUSH BC | |
| 2029 | CD 96 20 | CALL PROGR | |
| 202C | CD 5F 03 | CALL TON | 1 Ton aus dem Monitorprogramm |
| 202F | CD D1 20 | CALL VERGL | |
| 2032 | C1 | POP BC | |
| 2033 | 10 F3 | DJNZ F3 | H2 |
| 2035 | F5 | PUSH AF | |
| 2036 | CD 64 21 | CALL AUS | |
| 2039 | F1 | POP AF | |
| 203A | 38 09 | JRC 09 | H3 |
| 203C | DD 21 A5 05* | LD IX, 05A5 | Anzeige "ERROR" |
| 2040 | CD 5A 04* | CALL DAK 1 | |
| 2043 | 18 C9 | JR C9 | H1 |
| 2045 | DD 21 8F 21 | H3:LD IX, 2187 | Anzeige "READY" |
| 2049 | CD 5A 04* | CALL DAK 1 | |
| 204C | 18 C0 | JR C0 | H1 |

5.1.2. Unterprogramm INIT

Das Unterprogramm INIT dient zur Initialisierung des Port B der USER-PIO.

```
204E  3E FF      LD A, FF      } PIO-Port B, Mode 3
2050  D3 FB      OUT FB        }
2052  3E F0      LD A, F0      } E/A-Definition:
2054  D3 FB      OUT FB        } B 0 ... B 3 = Ausgänge
                                   B 4 ... B 7 = Eingänge
2056  C9                RET
2057  00                NOP
```

5.1.3. Unterprogramm LESEN

Das Unterprogramm LESEN realisiert die Übernahme des Inhaltes des auf der Programmierfassung steckenden EPROMs U 2716 C in den RAM-Speicher des LC-80 (2. und 3. RAM, Adressen 2400 bis 2BFF). Nach Abschluß des Vorganges erscheint die Anzeige "READY".

```
2058  CD FD 20      CALL ADVOR
205B  CD 1C 21      L1: CALL ADINK
205E  CD 4F 21      CALL DATIN
2061  FD 77 00      LD (IY+00), A
2064  FD 23                INC IX
2066  CD 73 21      CALL ENDE
2069  20 F0                JRNZ F0          L1
206B  DD 21 8F 21      LD IX, 2187      Anzeige "READY"
206F  CD 5A 04*       CALL DAK 1
2072  C9                RET
```

5.1.4. Unterprogramm LEER

Das Unterprogramm LEER vergleicht einzeln jedes Byte des auf der Programmierfassung steckenden EPROMs mit FF. Sind alle Zellen leer, wird "LEER" angezeigt, ansonsten "ERROR".

| | | | |
|------|-------------|-----------------|------------------|
| 2073 | CD FD 20 | CALL ADVOR | |
| 2076 | CD 1C 21 | O1: CALL ADINK | |
| 2079 | CD 4F 21 | CALL DATIN | |
| 207C | FE FF | CP FF | Vergleich mit FF |
| 207E | 20 11 | JRNZ 11 | O2 |
| 2080 | CD 73 21 | CALL ENDE | |
| 2083 | 20 F1 | JRNZ F1 | O1 |
| 2085 | DD 21 96 21 | LD IX, 2196 | Anzeige "LEER" |
| 2089 | 06 FF | LD B, FF | Anzeigetest |
| 208B | CD 83 04* | O3: CALL DAK 2 | |
| 208E | 10 FB | DJNZ FB | O3 |
| 2090 | C9 | RET | |
| 2091 | 21 3C 20 | O2: LD HL, 203C | |
| 2094 | E3 | EXX (SP), HL | |
| 2095 | C9 | RET | |

5.1.5. Unterprogramm PROGR

Im Unterprogramm PROGR wird der Inhalt von RAM 2 und 3 byteweise in den auf der Programmierfassung steckenden EPROM geladen. Nach Abschluß erfolgt die Anzeige "READY". Pro Byte wird ein Programmierimpuls von ca. 10 ms erzeugt. Diese Zeit wird jedesmal durch Aufruf von DAK 2 realisiert, ein Nebeneffekt ist die Anzeige von Adressen und Daten auf dem Display.

```

2096 DD 21 F2 23 LD IX, 23F2
209A CD FD 20 CALL ADVOR
209D DB F9 IN F9
209F CB DF SET 3, A /OE => 1 } Programmier-
20A1 CB 97 RES 2, A /CE => 0 } sperre
20A3 D3 F9 OUT F9
20A5 CD 1C 21 P1: CALL ADINK
20A8 FD 7E 00 LD A, (IY+00)
20AB D3 F8 OUT F8
20AD CD C3 04* CALL DADP
20B0 21 F8 23 LD HL, 23F8
20B3 5E LD E, M
20B4 23 INC HL
20B5 56 LD D, M
20E6 1B DEC DE
20B7 CD B7 04* CALL ADRSDP
20BA DB F9 IN F9
20BC CB D7 SET 2, A /CE => 1 }
20BE D3 F9 OUT F9 } Programmier-
20C0 CD 83 04* CALL DAK 2 } impuls
20C3 DB F9 IN F9 } ca. 10 ms
20C5 CB 97 RES 2, A /CE => 0 }
20C7 D3 F9 OUT F9
20C9 FD 23 INC IY
20CB CD 73 21 CALL ENDE
20CE 20 D5 JRNZ D5 P1
20D0 C9 RET

```

5.1.6. Unterprogramm VERGL

Das Unterprogramm VERGL organisiert einen Bitmustervergleich zwischen EPROM und Zusatz-RAM. Bei Übereinstimmung erscheint "PASS", bei Nichtübereinstimmung "FAIL".

```
20D1  CD FD 20      CALL ADVOR
20D4  CD 1C 21     V1: CALL ADINK
20D7  CD 4F 21      CALL DATIN
20DA  FD 46 00      LD B, (IY+00)
20DD  FD 23        INC IY
20D7  B8          CP B
20E0  20 0C        JRNZ 0C      V2
20E2  CD 73 21      CALL ENDE
20E5  20 ED        JRNZ ED      V1
20E7  DD 21 89 21   LD IX, 2189  Anzeige "PASS"
20EB  37          SET CF
20EC  18 05        JR 05      V3
20EE  DD 21 A2 21  V2:LD IX, 21A2  Anzeige "FAIL"
20F2  B7          OR A      CY: = 0
20F3  06 FF        V3: LD B, FF  Anzeigezeit
20F5  F5          V4: PUSH AF
20F6  CD 83 04*    CALL DAK 2
20F9  F1          POP AF
20FA  10 F9        DJNZ P9     V4
20FC  C9          RET
```


5.1.7. Unterprogramm ADVOR

ADVOR dient zur Herstellung der Anfangsbedingungen bei der Adressierung von RAM und EPROM sowie zur Nullsetzung des Byte-Zählers.

```
20FD  21 FE 23      LD HL, 23FE
2100  36 00      LD M, 00
2102  23          INC HL
2103  36 00      LD M, 00
2105  21 ED 23    LD HL, 23ED
2108  5E          LD E, M
2109  23          INC HL
210A  56          LD D, M
210B  D5          PUSH DE
210C  FD E1      POP IY
210E  23          INC HL
210F  11 F8 23    LD DE, 23F8
2112  01 02 00    LD BC, 0002
2115  ED B0      LDIR
2117  3E 07      LD A, 07
2119  D3 F9      OUT F9
211B  C9          RET
```

5.1.8. Unterprogramm ADINK

Das Unterprogramm ADINK organisiert die Erhöhung der Adressen von RAM und EPROM sowie des Byte-Zählers, bis der vorgegebene Betrag (2 KByte) erreicht wird.

| | | | |
|------|----------|-------------|--|
| 211C | 3E 0F | LD A, 0F | |
| 211E | D3 FA | OUT FA | |
| 2120 | 21 F8 23 | LD HL, 23F8 | |
| 2123 | DB F9 | 1: IN F9 | Im Unterprogramm AUS wird zu dieser Marke gesprungen. |
| 2125 | CB 87 | RES 0, A | |
| 2127 | D3 F9 | OUT F9 | |
| 2129 | 7E | LD A, M | |
| 212A | 4F | LD C, A | |
| 212B | D3 F8 | OUT F8 | |
| 212D | 23 | INC HL | |
| 212E | DB F9 | IN F9 | |
| 2130 | CB C7 | SET 0, A | |
| 2132 | CB 8F | RES 1, A | |
| 2134 | D3 F9 | OUT F9 | |
| 2136 | 7E | LD A, M | |
| 2137 | 47 | LD B, A | |
| 2138 | D3 F8 | OUT F8 | |
| 213A | 03 | INC BC | |
| 213B | 70 | LD M, B | |
| 213C | 2B | DEC HL | |
| 213D | 71 | LD M, C | |
| 213E | DB F9 | IN F9 | |
| 2140 | CB CF | SET 1, A | |
| 2142 | D3 F9 | OUT F9 | |
| 2144 | 21 FE 23 | LD HL 23FE | |
| 2147 | 5E | LD E, M | |
| 2148 | 23 | INC HL | |
| 2149 | 56 | LD D, M | |
| 214A | 13 | INC DE | |
| 214E | 72 | LD M, D | |
| 214C | 2B | DEC HL | |
| 214D | 73 | LD M, E | |
| 214E | C9 | RET | |

5.1.9. Unterprogramm DATIN

Das Unterprogramm DATIN ist zuständig für das Einlesen eines EPROM-Bytes in das entsprechende RAM-Byte bei vorher organisierter Adressierung.

| | | |
|------|-------|----------|
| 214F | DB F9 | IN F9 |
| 2151 | CB 97 | RES 2, A |
| 2153 | D3 F9 | OUT F9 |
| 2155 | 3E 4F | LD A, 4F |
| 2157 | D3 FA | OUT FA |
| 2159 | DB F8 | IN F8 |
| 215B | F5 | PUSH AF |
| 215C | DB F9 | IN F9 |
| 215E | CB D7 | SET 2, A |
| 2160 | D3 F9 | OUT F9 |
| 2162 | F1 | POP AF |
| 2163 | C9 | RET |

5.1.10. Unterprogramm AUS

Bei AUS wird auf allen PIO-Leitungen 0 ausgegeben, damit werden auch U_{CC} und U^{FR} abgeschaltet, ebenso /CE und /OE.

| | | | |
|------|-------------------------|--------------|--|
| 2164 | 3E 0F | LD A, 0F | |
| 2166 | D3 FA | OUT FA | |
| 2168 | 21 8A 05 * ¹ | LD HL, 058A | |
| 216B | CD 23 21 | CALL ADINK 1 | Hier wird nicht ADINK angesprungen, sondern die Marke 1 in diesem Unterprogramm! |
| 216E | 3E 00 | LD A, 00 | |
| 2170 | D3 F9 | OUT F9 | |
| 2172 | C9 | RET | |

*¹) Bei Bestückung des LC-80 mit 2 ROMs U 505 D ist hier einzutragen:

| | | | |
|------|----------|-------------|--|
| 2168 | 21 8A 09 | LD HL, 098A | |
|------|----------|-------------|--|

5.1.11. Unterprogramm ENDE

Das Unterprogramm ENDE vergleicht den Byte-Zähler mit 2 K (hexadezimal 800). Je nach Ergebnis wird das Zero-Flag gesetzt. Bei Z = 1 sind alle Bytes abgearbeitet.

| | | | |
|------|----------|-------------|--|
| 2173 | 21 FE 23 | LD HL, 23FE | |
| 2176 | 4E | LD C, M | |
| 2177 | 23 | INC HL | |
| 2178 | 46 | LD B, M | |
| 2179 | 21 EB 23 | LD HL, 23EB | |
| 217C | 5E | LD E, M | |
| 217D | 23 | INC HL | |
| 217E | 56 | LD D, M | |
| 217F | EB | EX DE, HL | |
| 2180 | 87 | OR A | CY = 0 setzen, Z-Flag setzen, wenn H1 = BC |
| 2181 | ED 42 | SBC HL, BC | |
| 2183 | C9 | RET | |

5.1.12. Tabelle der Anzeigetexte und Ladeparameter

| | | | | |
|------|----|-----|--|----------|
| 2184 | 00 | } | Anzahl der zu übertragenden Bytes | |
| 2185 | 08 | | (800 hexadezimal - 2048 dezimal - 2 KByte) | |
| 2186 | 00 | | Anfangsadresse im RAM-Bereich (2400) | |
| 2187 | 24 | | | |
| 2188 | 00 | } | Anfangsadresse beim zu programmierenden | |
| 2189 | 00 | | EPROM U 2716 C (0000) | |
| 218A | AE | } | "S" | "PASS" |
| 218B | AE | | "S" | |
| 218C | 6F | | "A" | |
| 218D | 4F | | "P" | |
| 218E | 00 | | | |
| 218F | 00 | | | |
| 2190 | AB | } | "Y" | "READY" |
| 2191 | E9 | | "D" | |
| 2192 | 6F | | "A" | |
| 2193 | CE | | "E" | |
| 2194 | 48 | | "R" | |
| 2195 | 00 | | | |
| 2196 | 00 | | | |
| 2197 | 48 | } | "R" | "LEER" |
| 2198 | CE | | "E" | |
| 2199 | CE | | "E" | |
| 219A | C2 | "L" | | |
| 219B | 00 | | | |
| 219C | EE | } | "6" | "U 2716" |
| 219D | 21 | | "1" | |
| 2198 | 25 | | "7" | |
| 219F | CD | | "2" | |
| 21A0 | 00 | | | |
| 21A1 | E3 | "U" | | |

| | | | |
|------|----|-----|----------|
| 21A2 | 00 | | |
| 21A3 | C2 | "L" | } "FAIL" |
| 21A4 | 21 | "I" | |
| 21A5 | 6F | "A" | |
| 21A6 | 4E | "F" | |
| 21A7 | 00 | | |
| 21A8 | FF | | |

Nach einer gründlichen Kontrolle des eingegebenen Programmes sollte dieses zunächst auf Kassette "gerettet" werden (Startadresse 2000, Endadresse 21A8, File-Name 2716).

Danach kann bereits, auch ohne EPROM, eine gewisse Funktionskontrolle von Hard- und Software erfolgen.

Dazu ist der LC-80 abzuschalten, das Programmiermodul anzustecken und alle Verbindungen herzustellen. Dann wird der Computer wieder eingeschaltet und das Kassettenprogramm "2716" eingelesen. Die EPROM-Programmierung bleibt leer.

- Tasten RES und ADR betätigen
- Spätestens jetzt müssen U_{CC} und U_{PR} auf 0 V-Potential liegen. LED 1 und LED 2 dürfen nicht leuchten.
- EX betätigen, es erfolgt die Anzeige "U 2716",
- U_{CC} und U_{PR} bleiben auf 0 V.
- ST betätigen, Anzeige "ERROR", U_{CC} und U_{PR} gehen auf +5 V. LED 1 muß leuchten.
- EX drücken, Anzeige "U 2716", U_{CC} und U_{PR} gehen wieder auf 0 V. LED 1 verlischt.
- LD betätigen, nach ca. 2 Sekunden erfolgt Anzeige "READY", während dieser Zeit müssen U_{CC} und U_{PR} auf +5 V liegen, LED 1 leuchtet.
- EX , Anzeige "U 2716"
- RES und ADR
- Jetzt Adresse 2400 eingeben, dort muß der Speicherinhalt 00 angezeigt werden. Dies gilt auch für alle Folgeadressen bis 2BFF.

Wenn alles wie beschrieben funktioniert hat, kann die Erprobung fortgesetzt werden. Durch Aus- und Wiedereinschalten des LC-80 wird der gesamte RAM-Speicher gelöscht und danach das Programm "2716" erneut geladen. Mit folgendem kurzen Programm wird es zusätzlich auf den Bereich 2400 ... 25A8 gebracht:

| | | | |
|------|----------|-------------|----------------------------------|
| 2200 | 21 00 20 | LD HL, 2000 | Anfangsadresse der Quelldaten |
| 2203 | 11 00 24 | LD DE, 2400 | Anfangsadresse des Zielbereiches |
| 2206 | 01 A8 01 | LD BC, 01A8 | Byte-Anzahl (01A8 hex.) |
| 2209 | ED B0 | LDIR | |
| 220B | 76 | HALT | |

Das Programm wird auf Adresse 2200 gestartet und ist mit Aufleuchten der HALT-LED beendet. Ab Adresse 2400 muß jetzt ebenfalls das komplette Ladeprogramm stehen.

Da beabsichtigt ist, dieses Programm in den ersten zu programmierenden EPROM zu bringen, sind einige Korrekturen notwendig.

Alle Unterprogramme und anderen Einsprungadressen sind so umzuschreiben, daß sie später auf der ROM-Position 3 erreicht werden können. Tabelle 3 zeigt die Adressen, die dort eingetragenen Daten und die neuen Daten, die statt dessen eingegeben werden müssen (siehe S. 30).

Auch diese Daten und Adressen werden nochmals überprüft. Hard- und Software sind nun bereit zur ersten Programmierung eines EPROMs. Dies geht dann wie folgt vor sich:

| Adresse | alte Daten | neue Daten |
|---------|------------|------------|
| 2402 | 21 | 11 |
| 240D | 20 | 10 |
| 2410 | 21 | 11 |
| 2414 | 21 | 11 |
| 241D | 20 | 10 |
| 2425 | 20 | 10 |
| 242B | 20 | 10 |
| 2431 | 20 | 10 |
| 2438 | 21 | 11 |
| 2448 | 21 | 11 |
| 245A | 20 | 10 |
| 245D | 21 | 11 |
| 2460 | 21 | 11 |
| 2468 | 21 | 11 |
| 246E | 21 | 11 |
| 2475 | 20 | 10 |
| 2478 | 21 | 11 |
| 247B | 21 | 11 |
| 2482 | 21 | 11 |
| 2488 | 21 | 11 |
| 2493 | 20 | 10 |
| 249C | 20 | 10 |
| 24A7 | 21 | 11 |
| 24CD | 21 | 11 |
| 24D3 | 20 | 10 |
| 24D6 | 21 | 11 |
| 24D9 | 21 | 11 |
| 24E4 | 21 | 11 |
| 24EA | 21 | 11 |
| 24F1 | 21 | 11 |
| 256D | 21 | 11 |

Tabelle 3

- Betätigen von RES , ADR und EX , es erscheint "U 2716".
- Ein (wirklich!) leerer EPROM U 2716 C wird (richtig herum!) in die Programmierfassung des Moduls gesteckt.
- ST wird gedrückt und nach kurzer Zeit (2 s) entweder "LEER" oder "ERROR" angezeigt: letzteres, wenn der EPROM nicht vollständig leer ist.
- Diese Anzeige erfolgt nur für wenige Sekunden, bei "LEER" beginnt sofort danach die Programmierung - man sieht dabei die jeweilige EPROM-Adresse und die dazugehörigen Daten für etwa 10 ms. Ist die letzte EPROM-Adresse (07FF) erreicht, erscheint "PASS" oder "FAIL" (bei nicht vollständiger richtiger Programmierung). Unabhängig davon, wie der Datenvergleich ausgeht, wird der gesamte Programmiervorgang noch viermal wiederholt. Dies ist notwendig, um die insgesamt vorgeschriebenen 50 ms Programmierzeit pro Adresse einzuhalten.
- Wenn wenigstens der letzte Programmierzyklus erfolgreich war, erscheint danach "PASS" und dann "READY".

Damit ist der erste EPROM auf dem Programmiermodul programmiert worden. Da er, wenn alles funktioniert hat, das modifizierte Ladeprogramm enthält, kann der LC-80 jetzt abgeschaltet werden.

5.2. Das Ladeprogramm im ROM 3

Der EPROM kann aus der Programmierfassung des Programmiermoduls genommen und in die auf Position 3 befindliche 24polige Steckfassung gesetzt werden. Das Programmiermodul kann dabei am USER-Bus angeschlossen bleiben.

Wird der LC-80 jetzt eingeschaltet, muß auf der Adresse 1000 das Ladeprogramm stehen, natürlich mit den schon geänderten Daten. Dieses Ladeprogramm beansprucht 01A8 Bytes (hex.), das ist nur ca. 1/4 der Kapazität des U 2716 C. Der noch freie Speicherplatz kann später für Erweiterungen des Betriebssystems oder andere Programme benutzt werden.

6. Bedienungsanleitung

Wenn zukünftig EPROMs gelesen oder beschrieben werden sollen, werden zuerst das Programmiermodul in den abgeschalteten LC-80 gesteckt und alle notwendigen Verbindungen hergestellt (insbesondere die Programmierspannung anschließen!). Erst dann dürfen der Computer und die 25 V-Quelle eingeschaltet werden!

- RES und ADR betätigen
- Adresse 1000 eingeben, EX drücken
- Anzeige "U 2716" erscheint

- Soll der Inhalt eines programmierten EPROMs (oder ROMs) in den RAM-Speicher den LC-80 ab Adresse 2400 gelesen werden, wird LD betätigt, nach Ausführung erscheint "READY" (ca. 2 s).
- Mit EX wird der Ausgangszustand wieder hergestellt: "U 2716".
- Soll ein EPROM geladen werden, müssen natürlich die dafür bestimmten Daten im RAM-Bereich ab 2400 stehen. Nach dem Drücken von ST erfolgt automatisch eine Leerkontrolle des zu programmierenden EPROMs. Ist der EPROM leer, erscheint kurz die Anzeige "LEER" und dann wird sofort programmiert. Ist er nicht vollständig leer, erscheint "ERROR" - es erfolgt dann keine Programmierung.
- Beim eigentlichen Programmiervorgang können Adressen und Daten beobachtet werden. Eine erfolgreiche Programmierung wird mit "PASS", ein Fehler mit "FAIL" quittiert. Nach insgesamt 5 Programmierzyklen wird "READY" angezeigt.

6.1. Teiloperationen

Bisher wurden nur komplette EPROMs gelesen oder geladen. Es ist aber möglich, auch kürzere Programme oder Einzelbytes in bereits teilweise programmierte EPROMs zu laden. Die Bedienung erfolgt dann wie folgt:

- RES, ST betätigen, die Anzeige ist dann " X.X.X.X.-F " (X bedeutet hier, daß die dort angezeigten Werte ohne Bedeutung sind).

- Über die Tastatur werden jetzt die zu übertragenden Bytes in hexadezimaler Form eingegeben. Bei 72 Bytes (hex.) ist die abschließende Anzeige dann " 0.0.7.2.-F "
- + drücken, es erscheint die Anzeige " X.X.X.X.-S "
- Über die Tastatur wird die Startadresse im LC-80 eingegeben (meist im RAM-Bereich, vorzugsweise ab 2400; es ist aber genauso möglich, einen ROM-Bereich in einen EPROM zu übertragen - aber nicht umgekehrt!).
Nach der Eingabe z. B. der Startadresse 2000 ist die Anzeige dann " 2.0.0.0.-S "
- + drücken, es erscheint die Anzeige " X.X.X.X.-E "
- Jetzt Eingabe der Startadresse im EPROM, der zu programmieren ist. Die EPROM-Adressen beginnen grundsätzlich bei 0000 und enden beim U 2716 C bei 07FF. Soll z. B. der EPROM-Bereich ab 01B0 beladen werden, muß auf dem Display zu lesen sein: " 0.1.B.0.-E "
- RES, ADR betätigen
- 1 , 0 , 0 , B , also Adresse 100B eintragen!
- EX drücken es erscheint dann wieder die Anzeige "U 2716".
- Danach kann mit ST programmiert und mit LD gelesen werden, wie im Abschnitt 6. behandelt.

Zusammengefaßt: Die Anfangsbedingungen zur Teilladung oder zum Teillesen eines EPROMs werden genauso gesetzt wie beim Betrieb des LC-80 mit Kasettenrecorder. Dabei haben die Anzeigen aber eine andere Bedeutung:

F - Anzahl der zu behandelnden Bytes
 S - Startadresse im LC-80 (z. B. RAM)
 E - Startadresse im EPROM auf dem Programmiermodul

Im obigen Beispiel sollten 72 Bytes (F) aus dem RAM-Bereich ab 2000 (S) in die EPROM-Adressen ab 01B0 (E) geladen werden oder umgekehrt.

Nach einer solchen Manipulation darf das Ladeprogramm nur auf Adresse 100B gestartet werden, da sonst der Programmanfang

automatisch folgende Bedingungen setzen würde:

F = 0800
S = 2400
E = 0000.

6 2. Kombination verschiedener Unterprogramme

Unter 6,. Wurde die Handhabung des automatisierten Lade- bzw. Lesevorganges dargestellt, wobei der EPROM grundsätzlich komplett behandelt wurde. Unter 6.1. wurde gezeigt, wie dies mit EPROM-Teilbereichen erfolgt. In diesem Abschnitt wird gezeigt, wie die einzelnen Unterprogramme nach eigenen Wünschen zusammengestellt werden können. Voraussetzung dafür ist die erfolgte Festlegung der Anfangsbedingungen gemäß Abschnitt 6. (Manipulation mit dem gesamten EPROM) oder 6.1. (Behandlung nur eines Teilbereiches). Das Programm ist dann mit Adresse 1000 oder 100B zu starten, das Ergebnis ist "U 2716".

Nun werden RES und ADR betätigt und auf einem noch unbenutzten RAM-Bereich wird das folgende Programm eingegeben:

| | | | |
|------|----------|------------|-----------------------------|
| 2000 | CD 4E 10 | OALI, INIT | |
| 2003 | CD XX 10 | CALL XX | (gewünschtes Unterprogramm) |
| 2006 | CD 64 11 | OALL AUS | siehe B. 36) |
| 2009 | 76 | HALT | |

RES , ADR , EX

Das Unterprogramm XX kann dabei sein:

58 - LESEN
73 - LEERKONTROLLE
96 - PROGRAMMIEREN
D1 - VERGLEICHEN

Mit etwas Übung wird das Programmsystem relativ leicht beherrscht. Die konsequente Unterprogrammtechnik erlaubt es auch, später eigene Programmzusammenstellungen zu verwenden.

7. Löschung von EPROMs

Das ernsthafte Arbeiten mit Mikrorechnern setzt das Programmieren von EPROMs und damit auch deren vorschriftsmäßiges Löschen voraus. Beide Arbeiten werden im Gegensatz zu anderen elektronischen Bauelementen meist vom Anwender durchgeführt, der daher Mitverantwortung für die Qualität und Zuverlässigkeit des EPROMs trägt. Besonders das Löschen dieser Bauelemente setzt einige Kenntnisse über die Mechanismen ihrer Informationsspeicherung voraus. Die Informationsspeicherung bei EPROMs des Typs U 2716 C

beruht auf der Aufladung sog. Floating-Gates, die praktisch kleine Kondensatoren darstellen. Diese Kondensatoren werden mittels komplizierter Vorgänge beim Programmieren geladen und müssen dann ihre Ladung über Jahre (!) hinweg behalten. Die Ladungen auf den Floating-Gates steuern ihrerseits die Feldeffekttransistoren der Speichermatrix.

Nach außen haben diese Speicherzellen natürlich digitalen Charakter, d. h. ihre Ladungen bewirken einen Low- oder High-Pegel am entsprechenden Datenausgang. Intern kann es aber durch

- unzureichende Ladung
- Ladungsverluste oder
- unvollständiges Löschen

zu instabilen Zuständen kommen, d. h. ein programmiertes Bit geht verloren bzw. ein nicht programmiertes kommt hinzu. Es gibt auch Fälle, bei denen dies durch Temperatur- oder Spannungsschwankungen sporadisch auftritt.

Deshalb ist bei allen Arbeiten mit EPROMs auf die exakte Einhaltung von Vorschriften und Empfehlungen der Hersteller zu achten.

Beim Löschen gilt folgendes:

- Quarzglas- oder Keramikfenster vor dem Löschen säubern (Azeton, Spiritus), jede unnötige Verschmutzung vermeiden.
- EPROMs nach der latenten Löschzeit noch einmal mit der doppelten Zeit nachlöschen. Die latente Löschzeit ist die Zeit, nach der ein EPROM gerade auf allen Adressen leer ist (FF). Es empfiehlt sich, bei allen Exemplaren einmal diese Löschzeit zu ermitteln (z. B. Leerkontrolle im 5-Minuten-Abstand durchführen) und diese Zeit mit 3 multipliziert irgendwo zu vermerken. Dies ergibt dann zukünftig sichere Löschungen.

- Programmierte EPROMs lichtdicht verschließen, da auch Umgebungslight (Tageslicht, Leuchtstofflampen) langfristig einen Ladungsverlust bewirken kann.

7.1. UV-Löschgerät zum Selbstbau

Voraussetzung für den Selbstbau sind Fachkenntnisse auf dem Gebiet der Elektroinstallation und die Einhaltung aller geltenden Bestimmungen des Gesundheits-, Arbeits- und Brandschutzes!

Die für die EPROM-Löschung notwendige Strahlung im Wellenlängenbereich 253 nm (UV-C-Strahlung) wird in geeigneter Form vom UV-Strahler HNS 8 geliefert. Dies ist eine leuchtstofflose Version der Leuchtstofflampe LS 8 (8 Watt) mit ähnlichen Abmessungen und elektrischen Anschlußbedingungen, jedoch UV-durchlässigem Glaskolben. Damit wird ein problemloser Geräteaufbau möglich, denn es sind alle Zubehörteile der LS 8 (Sockel, Vorschaltgerät LXGu 8, Starter St 20) zu verwenden.

Der Strahler HNS 8 wird in Dunstabzugshauben für Küchen zur Keimtötung benutzt und ist in Elektro- und Haushaltwarengeschäften für ca. 80,- M zu haben.

Die Grundschaltung für den Betrieb der HNS 8 zeigt Bild 4.

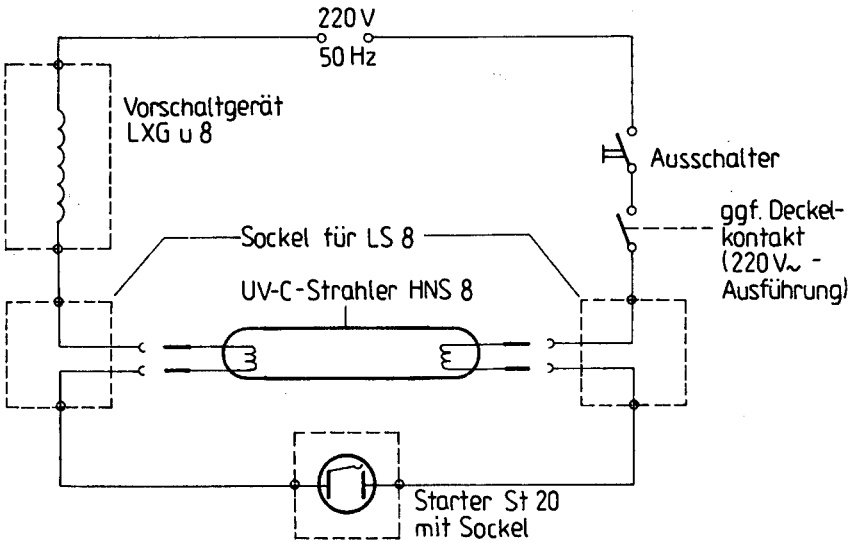


Bild 4: Schaltschema für HNS 8-UV-Strahler

Praktisch muß der Aufbau so erfolgen, daß die HNS 8 in einem geschlossenen Gehäuse untergebracht ist und die zu löschenden EPROMs zur Oberfläche des Strahlers einen Abstand von ca. 25 mm haben. Eine Zeitautomatik (z. B. Kurzzeitwecker oder elektronische Abschaltung z. B. mit E 355 D) sollte einen unbeabsichtigten Dauerbetrieb unbedingt verhindern (siehe auch Punkt 7.2.!).

7.2. Gesundheits-, Arbeits- und Brandschutz

Das EPROM-Löschgerät ist beim Bau und im Betrieb nicht ganz ungefährlich. Deshalb einige wichtige Hinweise:

Aufbau

- Das Gerät ist netzbetrieben! Damit gelten alle Bestimmungen der TGL 200-602 und TGL 200-611. Insbesondere die erforderlichen Schutzmaßnahmen zur Verhinderung der Berührung spannungsführender Teile sind peinlich einzuhalten. Empfohlen wird der Aufbau in Schutzkontaktausführung (Schuko) mit Blechgehäuse und Schutzleiteranschluß, da ein Kunststoffgehäuse (Voraussetzung für die Ausführung in Schutzisolierung) infolge der ständigen UV-Bestrahlung sehr schnell altert und die mechanische Festigkeit verliert. Die Schutzkontaktausführung verlangt natürlich den Betrieb ausschließlich an Schutzkontaktsteckdosen!
- Es ist unbedingt darauf zu achten, daß Augen und Haut nicht der UV-Strahlung ausgesetzt werden. Schon wenige Sekunden Einwirkungszeit auf die Augen können schwere Verletzungen verursachen, da das UV-Licht der HNS 8 viel kurzwelliger ist als z. B. das der Höhensonne! Deshalb sind Funktionsprüfungen in der Aufbauphase grundsätzlich mit der elektrisch identischen Leuchtstoffröhre LS 8 durchzuführen.
- Für den Betrieb mit dem UV-Strahler HNS 8 ist unbedingt eine vollständige Abdeckung des Strahlers (auch gegen Streulicht) zu gewährleisten. Konstruktiv kann das z. B. durch einen Einschub gelöst werden, auf dem die EPROMs in das Gerät eingeschoben werden. Eine andere Möglichkeit ist eine Konstruktion mit Deckel, der erst beim Schießen über Mikrotaster den UV-Strahler

mit dem Netz koppelt (auf Berührungssicherheit achten!).
Insgesamt muß die Konstruktion und die Ausführung "narrensicher" sein - insbesondere bei Anwendung im Hobbybereich (Kinder !!).

Betrieb

Zusätzlich zu den o. a. Gefahren kommen beim Betrieb noch weitere hinzu.

Die extrem kurzwellige Strahlung erzeugt gefährliche Schadstoffe, z. B. Ozon und nitrose Gase. Zwar entstehen nur geringe Konzentrationen, ein Dauerbetrieb ist aber auf jeden Fall zu vermeiden. Deshalb sollten die Löschvorgänge nicht allzu häufig erfolgen und dann gleich mehrere EPROMs gleichzeitig behandelt werden.

Folgende Regeln sind einzuhalten:

1. Nur Kurzzeitbetrieb (ca. 30 Minuten) durchführen!
2. Für ausreichende Belüftung sorgen!
3. Bestrahlung (auch kurzzeitig) von Haut und Augen ausschließen!
4. Unkontrollierten Betrieb vermeiden! Keinesfalls Abschalten vergessen!
5. Gerät nur an Steckdose mit Schutzkontakt betreiben!
6. Gerät nach dem Abschalten noch ca. 10 Minuten geschlossen lassen, dadurch erfolgt ein Abbau der im Inneren befindlichen Gase!

8. Literaturverzeichnis

1. Bedienungsanleitung Lerncomputer LC-80 1.
Ausgabe November 1984
VEB Mikroelektronik "Karl Marx" Erfurt - Stammbetrieb
2. Handbuch LC-80
VEB Mikroelektronik "Karl Marx" Erfurt - Stammbetrieb
3. Hertzsch, A.: CMOS-Logikschaltkreise
Band 212 aus der Reihe "elektronika"
Militärverlag der DDR, Berlin 1983
4. Schultze, K./Trettin, T./Henke, K.:
Programmieren der EPROMs U 555 C und U 2716 C
radio fernsehen elektronik, Jahrgang 34 (1985), Heft 11,
Seite 700
Verlag Technik
5. TGL 43077/01 - 04
Unipolarer UV-löschbarer Festwertspeicherschaltkreis U
2716 C

RFT



**veb mikroelektronik
· karl marx · erfurt
stammbetrieb**

DDR-5023 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