

Dr. Dieter Götz

Z80-EMUF mit Display und Tastatur

In mc 1983, Heft 4, wurde der äußerst preiswerte Z80-EMUF vorgestellt [1]. Im vollausgebauten Zustand verfügt er über 40 programmierbare Ein-/Ausgabeleitungen und zusätzlich über eine Reihe von Steuer- und Interruptleitungen. Ziel dieses Beitrages ist es, seinen Einsatz durch den Anschluß einer einfachen Tastatur und Anzeige sowie durch einen entsprechenden Monitor noch vielseitiger zu machen.

Das Grundkonzept war, mit möglichst wenig Hardware auszukommen, andererseits aber die Zahl der vorhandenen Ein-/Ausgabeleitungen für den späteren Anschluß von A/D- bzw. D/A-Wandlern zu erhalten. Es wurde deshalb eine zusätzliche Schnittstelle, und zwar der Parallelbaustein 8255, an den EMUF angeschlossen.

Er findet neben der Stromversorgung auf dem reichlich bemessenen Lochraster- teil der EMUF-Platine Platz. Zur Adreß- decodierung wird ein noch freier Anschluß des 2-Bit-Binärdecoders (74139) des EMUF verwandt (Pin 10). Die Adres- sen für den 8255 sind 20H...23H. Außer der Schnittstelle werden nur noch sechs 7-Segment-Anzeigen, 13

Transistoren, 16 Tasten und einige Wi- derstände benötigt. Das Multiplexen der sechs Digits und die Codierung der 7-Segment-Ziffern wird dem EMUF übertragen.

Von den Ein-/Ausgabeleitungen des EMUF wird nur eine einzige benötigt und zwar Bit 7 von Port B des Z80-PIO 0. Sie dient zum seriellen Datenaustausch mit anderen Computern. Im vorliegen- den Fall war dies ein TRS-80, M1, auf dem z. B. größere Programme erstellt und getestet wurden, die dann anschlie- ßend zum EMUF transferiert wurden. Andererseits können auch vom EMUF gesammelte Daten zur Weiterverarbei- tung, z. B. für eine graphische Auswer- tung, überspielt werden.

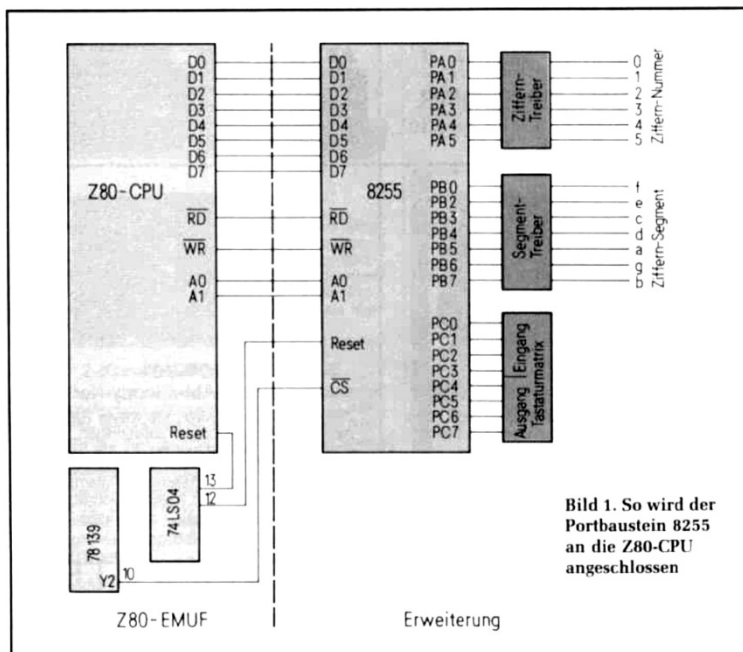
Der Anschluß der Siebensegment-Anzeigen

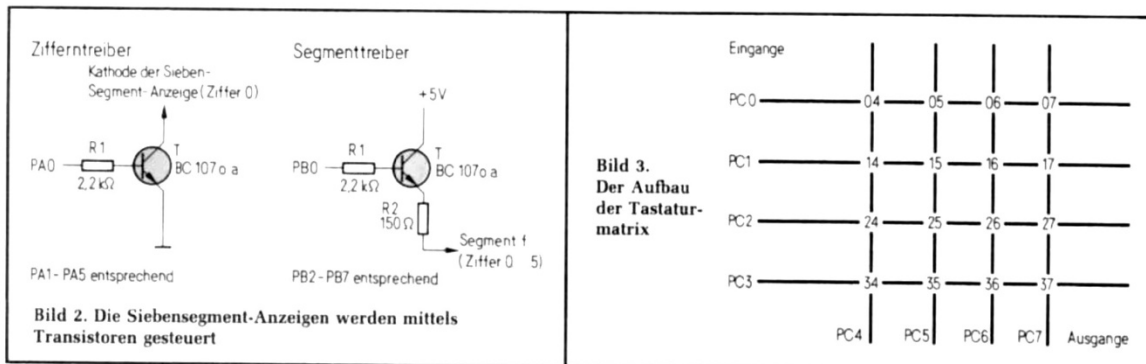
Bild 1 zeigt den Anschluß der Schnitt- stelle an die Z80-CPU. Das Reset-Signal des Z80 muß noch invertiert werden. Dies geschieht über die noch freien Pins 13 und 12 des sich auf der Platine befin- denden Inverterbausteins. Von Port A des 8255 werden die Ausgänge 0...5, von Port B die Ausgänge 0 und 2...7 benötigt. Die Tastatur wird an Port C ange- schlossen.

Da die Stromaufnahme der verwendeten Siebensegment-Anzeigen (HA 1077y von Siemens, gemeinsame Kathode) re- lativ gering ist, genügen als Treiber Transistoren vom Typ BC 107. Der An- schluß der Transistoren als Segment- bzw. Zifferntreiber ist aus Bild 2 ersicht- lich.

Die Zuordnung der Matrixelemente der Tastatur

Matrix- element	Bedeutung	
	ohne Shift	mit Shift
07	Ziffer: 0	Ziffer: 8
17	1	9
27	2	A
37	3	B
06	4	C
16	5	D
26	6	E
36	7	F
04	Shift (S)	Shift (S)
14	Clear (CR)	Out (O)
24	Break (BK)	In (IN)
34	Display (DP)	-
05	Enter (EN)	-
15	Insert (I)	-
25	Breakpoint (BP)	-
35	Go (G)	-





Zum Eingeben braucht man eine Tastatur

Auch bei der Tastatur wurde das eingangs erwähnte Konzept einer Minimierung der Hardware eingehalten. Es wurden lediglich 16 Tasten verwendet. Um neben den 16 Ziffern noch zusätzliche Funktionstasten zu haben, wurden die Tasten zum größten Teil doppelt belegt. Bild 3 zeigt den Anschluß der Tastatur-

matrix. Die Bedeutung der Matrixelemente zeigt die Tabelle.

Der Monitor mit seinen Funktionen

Das Listing des Monitors ist aus Bild 4 ersichtlich. Beim Einschalten des EMUF meldet sich der Monitor mit 'r u n'. Mit Ausnahme des IN-, O- und CR-Befehls ist jetzt eine entsprechende Speicherstelle einzuge-

ben (zur Erinnerung: ROM:0000-07FF; RAM:8000-87FF). Die Speicherplätze 87D4-87FF werden durch den Monitor belegt. Der Stack beginnt bei 87D3. Nachfolgend nun eine Aufstellung der möglichen Befehle:
Display (DP)
Format: nnnnDP
(nnnn = 4stellige Adresse)
Ausgabe: Inhalt der Speicherstelle nnnn wird auf Ziffer 5 und 6 angezeigt.

0000:	31 d3 87 3e 81 d3 23 dd 21 d6 87 dd 36 oo ef dd	02a0:	oo dd 7e o5 dd 77 o1 7a 47 cd 29 o2 dd 21 e1 87
0010:	36 o1 5f dd 36 o2 dc dd 36 o3 cd c3 23 oo oo oo	02b0:	dd 7e o4 dd 77 o2 dd 7e o5 dd 77 o3 c1 c9 3e oo
0020:	c3 5d o3 dd 36 o4 49 dd 36 o5 d9 dd 36 o6 e7 af	02c0:	d3 22 21 eo 87 34 cd 97 oo 7b fe o2 c2 d7 o2 3e
0030:	32 f1 87 32 df 87 32 eo 87 32 dd 87 3e o3 32 de	02d0:	o2 32 df 87 c3 be o2 fe o6 ca 19 o3 fe o4 ca 7b
0040:	87 oo oo oo oo oo oo cd ec oo cd 83 o3 3e oo d3	02e0:	o2 oe o5 21 de 87 71 cd d3 oo 3e oo d3 22 21 eo
0050:	22 cd 97 oo 7b fe o2 ca cf o1 fe o3 ca d7 o1 fe	02f0:	87 34 cd 97 oo oe o4 21 de 87 71 7b fe o2 c2 o9
0060:	o4 ca 7b o2 fe o5 ca e3 o1 fe o6 ca 7e o2 fe o7	0300:	o3 3e o2 32 df 87 c3 ea o2 fe o4 ca 7b o2 fe o6
0070:	ca be o2 fe o8 ca 4a o3 fe o9 ca 43 o3 fe oa ca	0310:	ca 19 o3 cd d3 oo c3 be o2 cd ef o1 cd oc o2 54
0080:	fe o3 fe ob ca oo o5 c2 91 oo 21 eo 87 34 c3 4d	0320:	fd 21 e7 87 fd 23 fd 23 cd 1b o2 7c 62 77 3e o3
0090:	oo cd d3 oo c3 8a oo cd bd oo db 22 b7 e2 a8 oo	0330:	11 de 87 12 cd 8c o2 cd ef o1 cd oc o2 cd 27 o2
00a0:	21 eo 87 af 77 c3 97 oo 21 eo 87 7e b7 c2 97 oo	0340:	c3 be o2 cd ef o1 cd oc o2 e9 cd ef o1 cd oc o2
00b0:	cd bd oo db 22 b7 ea 97 oo cd oa o1 c9 af 47 57	0350:	7e 32 ed 87 22 ee 87 3e e7 77 c3 8a oo 33 33 ed
00c0:	5f 21 e1 87 13 cd fa oo 23 eb 29 eb 7b fe 40 c2	0360:	73 fc 87 3b 3b e5 f5 3a ed 87 2a ee 87 77 f1 e1
00d0:	c5 oo c9 o6 oo 21 de 87 4e 21 e1 87 o9 73 dd 79	0370:	cd 94 o3 cd ec oo af 32 ee 87 32 ef 87 32 ed 87
00e0:	fe ff c2 e6 oo 3e o3 21 de 87 77 c9 o6 o6 21 e1	0380:	c3 oo oo dd 21 e1 87 dd 36 oo 4c dd 36 o1 1c dd
00f0:	87 3e oo 77 o5 c8 23 c3 f1 oo 7b d3 20 7e d3 21	0390:	36 o2 44 c9 ed 43 f2 87 ed 53 f4 87 22 f6 87 dd
0100:	oe 44 dd 20 fd 3e oo d3 9d c9 c5 e5 21 9f o1 3a	03a0:	22 f8 87 fd 22 fa 87 32 fo 87 16 o7 dd 21 fo 87
0110:	df 87 b7 ca 1b o1 o6 oo oe 1o o9 3e oo 32 df 87	03b0:	o1 d6 87 dd 6e oo dd 66 o1 dd e5 d5 cd 9o o2 af
0120:	o6 oa 3e oo d3 22 db 22 o5 c2 22 o1 e6 of fe of	03c0:	32 e5 87 d3 22 oa 32 e6 87 c5 cd 97 oo 7b fe o6
0130:	c4 7c o1 23 23 23 23 o6 oa 3e do d3 22 db 22 o5	03d0:	c2 ca o3 21 eo 87 34 c1 d1 dd e1 o3 dd 23 dd 23
0140:	c2 39 o1 e6 of fe of c4 7c o1 23 23 23 o6 oa	03e0:	15 c2 b3 o3 cd ec oo 3a fo 87 ed 4b f2 87 ed 5b
0150:	3e bo d3 22 db 22 o5 c2 5o o1 e6 of fe of c4 7c	03f0:	f4 87 2a f6 87 dd 2a f8 87 fd 2a fa 87 c9 3e cf
0160:	o1 23 23 23 23 o6 oa 3e 7o d3 22 db 22 o5 c2 67	0400:	d3 o3 3e 7f d3 o3 cd 5o o4 7e 4f cd 1a o4 23 1b
0170:	o1 e6 of fe of c4 7c o1 7b e1 c1 c9 fe oe c2 85	0410:	7b b2 2o f5 c3 oo oo oo oo f5 c5 e5 79 f5 cd
0180:	o1 7e c3 9d o1 23 fe od c2 8f o1 7e c3 9d o1 23	0420:	27 o4 f1 e1 c1 f1 c9 37 o6 o9 f5 d4 3c o4 dc 41
0190:	fe ob c2 99 o1 7e c3 9d o1 23 fe o7 7e 5f c9 o2	0430:	o4 f1 1f 1o f5 cd 3c o4 cd 3c o4 c9 af d3 o1 18
01a0:	o3 o4 o5 o6 o7 o8 o9 cb 7b 7f a8 bf 88 f6 fa o2	0440:	o6 3e ff d3 o1 18 oo 21 16 oo 2b 7c b5 2o fb c9
01b0:	oa ob oo oo oo oo oo 35 dc 77 67 ff fb ef 5f bf	0450:	21 e1 87 af 77 23 77 23 77 23 77 23 3e af 77 23
01c0:	88 f6 fa cb 7b 7f a8 ff fb ef 5f 35 dc 77 67 3e	0460:	3e ef 77 cd bd oo af d3 22 cd 97 oo 7b fe o2 ca
01d0:	o2 32 df 87 c3 8a oo cd ec oo 21 de 87 3e o3 77	0470:	9o o4 fe o9 ca 7f o4 fe o6 ca 98 o4 c2 86 o4 21
01e0:	c3 8a oo cd ef o1 cd oc o2 cd 27 o2 c3 8a oo 16	0480:	eo 87 34 c3 66 o4 cd d3 oo 21 eo 87 34 c3 66 o4
01f0:	o6 fd 21 e7 87 dd 21 e1 87 21 bf o1 cd 52 o2 78	0490:	3e o2 32 df 87 c3 7f o4 cd ef o1 cd oc o2 eb d5
0200:	fd 77 oo dd 23 fd 23 15 c2 f9 o1 c9 fd 21 e7 87	04a0:	21 e1 87 af 77 23 77 23 77 23 77 23 3e af 77 23
0210:	fd 7e oo 47 fd 7e o1 cd 6o o2 6f fd 7e o2 47 fd	04b0:	3e 77 77 cd bd oo oo oo oo af d3 22 cd 97 oo
0220:	7e o3 cd 6o o2 67 c9 7e 47 cd 6a o2 fd 21 bf o1	04c0:	7b fe o2 ca e7 o4 fe o6 ca d6 o4 fe o9 ca fo o4
0230:	dd 21 e1 87 o6 oo 4d fd o9 fd 7e oo dd 77 o4 fd	04d0:	oo oo oo c2 dd o4 21 eo 87 34 c3 ba o4 cd d3 oo
0240:	21 bf o1 4c fd o9 fd 7e oo dd 77 o5 3e o1 32 dd	04e0:	21 eo 87 34 c3 ba o4 3e o2 32 df 87 c3 d6 o4 oo
0250:	87 c9 oo o6 oo dd 7e oo 4e b9 c8 o4 23 c3 58 o2	04f0:	cd ef o1 cd oc o2 d1 d5 ed 52 d1 eb c9 oo oo oo
0260:	cb 27 cb 27 cb 27 cb 27 8o c9 47 cb 2f cb 2f cb	0500:	3e cf d3 o3 3e ff d3 o3 oo cd 5o o4 cd 2o o5 77
0270:	2f cb 2f e6 of 67 78 e6 of 6f c9 c3 oo 3a dd	0510:	23 1b 7b b2 ca oo oo o1 of oo cd 44 o5 c3 oc o5
0280:	87 fe o1 c2 8a oo cd 8c o2 c3 e3 o1 cd oc o2 23	0520:	d9 db o1 17 3o fb o6 o8 11 ob oo c3 9e o5 11 15
0290:	c5 7d 54 47 cd 29 o2 dd 21 e1 87 dd 7e o4 dd 77	0530:	oo cd 3e o5 db o1 17 cb 19 1o f3 79 c9 1b 7b
		0540:	b2 2o fb c9 ob 79 bo 2o fb c9 oo oo oo oo oo oo

Bild 4. Das Monitorprogramm ist nur knapp 1.5 KByte lang

Zitat des Monats

...In ihrem Kurs konstruieren sie einen Kleincomputer. Nach der Button-Up-Technik. Binär. Im Speicherbereich von 16 Bytes. Zwei Jahre dauert es, bis er fertig ist.

Aus „Erziehung und Wissenschaft“, Zeitschrift der Lehrer-Gewerkschaft GEW, Nr. 6/1984, Seite 24.

Es sollte wohl „bottom up“ heißen...

Enter (EN)
Format: EN
Ausgabe: Inhalt der Speicherstelle nnnn + 1 auf Ziffer 5 und 6. Speicherstelle nnnn + 1 auf Ziffern 0...3. Abbruch durch Drücken der Break-Taste.

Insert (I)
Format: nnnnImmEN
(mm = Hexadezimalzahl)
Ausgabe: mm wird in die nnnn Speicherzelle übernommen. Anzeige der Speicherstelle nnnn + 1 auf den Ziffern 0...3. Inhalt der Speicherstelle nnnn + 1 auf Ziffer 5 und 6. Wenn keine Break-Taste gedrückt ist, erwartet der EMUF die Eingabe der nächsten Hexadezimalzahl für die angezeigte Speicherstelle.

Clear (CR)
Format: CR
Ausgabe: Display wird gelöscht.

Break (BK)
Format: BK
Ausgabe: EMUF meldet sich mit 'r u n'.

Go (G)
Format: nnnnG
Ausgabe: Programm wird bei Adresse nnnn gestartet.

Breakpoint (BP)
Format: nnnnBP
Ausgabe: Bei Adresse nnnn wird ein Breakpoint gesetzt (RST20). Beim Erreichen des Breakpoint wird eine Routine angesprochen, die die Register A, BC, DE, HL, IX, IY und SP anzeigt. Dabei erscheint auf Ziffer 6 eine Abkürzung für das entsprechende Register. Durch Drücken der Enter-Taste wird das nächste Register angezeigt. Nach dem letzten

Register wird der Breakpoint wieder gelöscht, und der Monitor meldet sich mit 'r u n'.

In (IN)
Serielle Eingabe von Daten über Bit 7 des PIO 0 Port B

Format: IN
Ausgabe: Auf Ziffer 4 und 5 erscheint AN. Monitor erwartet Anfangsadresse für die Ablage der aufzunehmenden Daten.

Format: nnnnEN
Ausgabe: Auf Ziffer 4 und 5 erscheint EN. Monitor erwartet Endadresse für die Ablage der aufzunehmenden Daten.
Format: nnnnG
Bis alle Daten eingelesen sind, erscheint auf Ziffer 5 ein E.
Voraussetzung für eine ordnungsgemäße Eingabe ist ein entsprechendes Programm beim die Daten sendenden Com-

puter. Die Übertragungsrate beträgt etwa 2400 Baud.

Out (O)
Serielle Ausgabe von Daten über Bit 7 des PIO 0, Port B

Format: 0
Ausgabe: Analog zur Eingabe von Daten.

Erweiterungen sind möglich

Der Monitor belegt ungefähr 1,5 KByte des 2-KByte-EPROMs (2716). Es ist durchaus denkbar, die fünf noch freien Tasten mit weiteren Funktionen zu belegen. Aber auch auf der vorgestellten Stufe ermöglicht der Monitor zusammen mit der Tastatur und dem Display einen recht flexiblen Einsatz des Z80-EMUF.

Literatur

[1] Kanis, Wolfgang: Der Z80-EMUF. mc 1983, Heft 4, S. 112.

Analoganzeige mit dem C-64

Die in mc 11/1983 auf Seite 80 beschriebene Analoganzeige wurde auf den C-64 übertragen und um eine zweite Anzeige erweitert. Hierdurch ist es sogar möglich, vergleichende Messungen am Bildschirm durchzuführen. Die Game-Paddle-Eingänge des C-64 dienen dabei als Analog-/Digital-Wandler. Durch Anschluß von zwei NTC-Widerständen (150 kΩ bei 25 °C) an den Stiften 5 und 9 mit +5 V (Stift 7) als Bezugspotential wird der C-64 damit zu einem Temperatur-Meßgerät mit zwei Meßstellen (Bild 1).

in Basic-Programm (Bild 2) generiert nach seinem Start das zur interruptgesteuerten Anzeige nötige Maschinenprogramm. Gleichzeitig könnte ein Basic-

Programm die A/D-Wandler-Werte mit PEEK(54298) und PEEK(54297) abfragen und weiterverwenden; die Werte liegen zwischen 0 und 255. Gestartet wird das Maschinenprogramm mit SYS 12*4604096; hierbei wird der Interrupt-Vektor des C-64 verstellt.

Klaus Welker

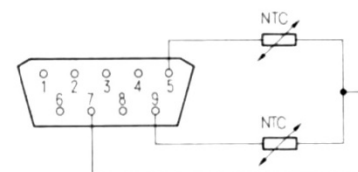


Bild 1. Messung von zwei Temperaturen am C-64

```
100 REM*****
110 REM* 2-KANAL ANALOGANZEIGE *
120 REM* AUF C-64 *
130 REM* *
140 REM* BEFRAGE DER A/D - WANDLER *
150 REM* AN PORT (1) *
160 REM*****
1000 DEF FOR1= 49152 TO 49297 :PROMPT:POKE1,ARX+R+NEXT
1010 IFY<0:17534 THENPRINT"FEHLER!"END
1020 DATA120,169,15,141,20,3,169,192,141,21,3,98,96,1,173,26,212,133,182,74
1030 DATA174,133,189,10,10,10,133,2,165,182,56,229,2,133,165,162,164,2,24
1040 DATA192,8,144,10,169,231,157,4,232,228,189,208,248,164,165,185,138,192
1050 DATA157,4,232,169,101,157,4,232,224,33,208,248,173,25,212,133,182,74
1060 DATA174,133,189,10,10,10,133,2,165,182,56,229,2,133,165,162,164,2,24
1070 DATA192,8,144,10,169,231,157,40,4,232,228,189,208,248,164,165,185,138
1080 DATA192,157,40,4,232,169,101,157,40,4,232,224,33,208,248,164,165,185,138
1090 DATA101,116,117,97,246,234,231
1100 POKE53280,0:POKE53281,0:PRINTCHR$(5)
1110 PRINTCHR$(147)
1120 SYS12*4096:REM START :C000
```

Bild 2. Basic-Routine zum Generieren des nötigen Maschinenprogramms