

VC-1541 für Z80-Systeme

Das Diskettenlaufwerk VC-1541 von Commodore ist zur Zeit wahrscheinlich das preiswerteste Laufwerk. Es enthält ein eigenes DOS und ist zum Anschluß an den C-64 konzipiert. Zum Datentransfer wird ein serieller IEC-Bus benutzt. Eine Verbindung mit anderen Systemen ist deshalb nur über eine besondere Schnittstelle möglich.

Das Laufwerk VC-1541 arbeitet mit 5¼-Zoll-Disketten mit einer Speicherkapazität von 170 KBytes je Disk. Das DOS (CBM DOS V2.6) kennt die Befehle NEW (Formatieren), INITIALIZE (Initialisieren einer Diskette), \$ (Direktory lesen), VALIDATE (Rekonstruktion der „Block availability map“, BAM), COPY (Kopieren von Files), RENAME (Umbenennung) und SCRATCH (Löschen). Die Verbindung mit dem C-64 erfolgt über eine serielle IEC-Schnittstelle, die aus nur drei Leitungen besteht, von denen zwei bidirektional sind. Die Leitung ATN (attention) meldet an das Laufwerk, daß ein Datentransfer erfolgen soll. Die Leitungen CLK (clock) und DAT (data) sorgen dann für die Übertragung und die erforderliche Synchronisation. Alle Leitungen sind in Richtung zum Laufwerk invertiert. Zum Anschluß läßt sich der Port-Baustein 8255 verwenden. In *Bild 1* ist die Beschaltung eines Bausteins als serielle IEC-Schnittstelle gezeigt und die Belegung des Steckers des Floppy-Laufwerks.

Zur seriellen Ein- und Ausgabe wurde Port C des 8255-Port-Bausteins verwendet, da gleichzeitig die eine Hälfte Eingang und die andere Ausgang sein kann. Der Portbaustein wird mit dem Befehl 1001 1010 (= 9AH) initialisiert. Im verwendeten Z80-System war die Befehlsadresse des Port-Bausteins 1BH. In einem System mit anderer Adresse müssen die im Hexdump *Bild 2* unterstrichen Stellen entsprechend geändert werden.

Die Einbindung in das Betriebssystem

Zwei Routinen dienen zum Anknüpfen der Floppy-Routinen. Die Subroutine TEX bei 36A0H übergibt ASCII-Zeichen im Register E. TEX muß vom Benutzer definiert werden und darf kein Register verändern. TESTSTP bei 36A3H prüft die Stoptaste und unterbricht bei Bedarf LOAD oder SAVE. Dazu muß das Zero-Flag gesetzt sein. Soll von TESTSTP kein Gebrauch gemacht werden, dann muß mit LD A, FF OR A und RET bei

36A3H „kurzgeschlossen“ werden. Für eine ausführliche Routine TESTSTP steht bei 32 C0H Platz zur Verfügung. Die Software zur Steuerung des Laufwerks ist der Original-Software des C-64 nachempfunden [1]. Sie belegt die Adressen 3200H bis 3800H und benutzt den Bereich von 4090H bis 40FFH für Puffer und Flags (*Tabelle 1*). In diesem Bereich wurden die Adressen so gewählt, daß das kleinere Byte mit der ursprünglichen, beim C-64 verwendeten Adresse identisch ist. 40A5H entspricht also \$A5. *Tabelle 2* enthält eine Liste der verwendeten Subroutinen. Mit den Adressen der Subroutinen und der Bedeutung der Speicherstellen bei 4090H bis 40FFH in *Tabelle 1* ist es möglich, das Programm an ein anderes Z80-System anzupassen.

Die Subroutinen aus der Nähe betrachtet

Die Subroutinen SERCON, SERCOF, BIT1OUT, BIT0OUT und COMPO bedienen den Port-Baustein. SERCON und SERCOF schalten die CLK-Leitung zum Laufwerk ein oder aus (Low oder High, negative Logik), BIT1OUT und BIT0OUT bestimmen den logischen Pegel der DAT-Leitung, COMPO fragt den Bus vom Laufwerk ab (CLKin und DATin werden Bit 7 des Akku und Carry-Flag); diese Routinen enthalten alle eine Verzögerungsschleife von etwa 20 µs Dauer, um dem Laufwerk genügend Zeit zum Erkennen zu geben (der Systemtakt des verwendeten Z80-Systems beträgt 4 MHz). Der logische Pegel der ATN-Leitung zum Laufwerk wird von den Routinen SENDUNTA, SENDUNLI, TALKS, LISTS, SEKATLI und BYTOUT bestimmt.

Die Routinen SENDUNTA und SENDUNLI (Untalk bzw. Unlisten senden) beenden den Datentransfer zwischen der Floppy. Sie werden unter anderem von CLRCH und von IECOFF gerufen. Eröffnet wird ein Datenkanal für die Floppy durch die Routine FOPIEC (File open in IEC). Nach der Prüfung auf korrekte Fileparameter. (Sekundäradresse in 40B9H, Länge des Filenamens in 40B7H) werden die Gerätenummer in 40BAH über die Subroutine LISTS und die Sekundäradresse in 40B9H mit SEKATLI sowie der Filename ab 40E0H mit IECOUT gesendet. Die Gerätenummer eines Laufwerks ist normalerweise 08; diese Nummer kann per Hardware (Trennen von Brücken auf einer Platine im Laufwerk) oder per Software (im Bedienungshandbuch beschrieben) geändert werden.

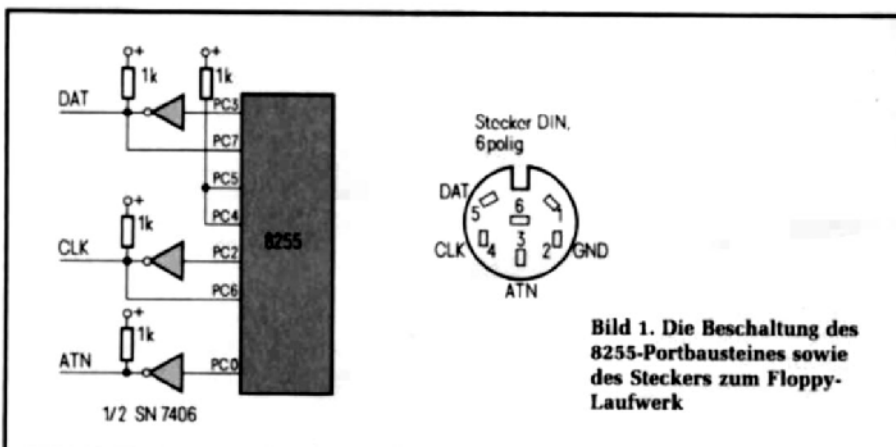


Bild 1. Die Beschaltung des 8255-Portbausteins sowie des Steckers zum Floppy-Laufwerk

Nachdem ein Datenkanal eröffnet worden ist, kann mit IECOUT ein Byte zum Laufwerk gesendet werden. Das zu sendende Byte muß dazu im Akku (Register A) sein. IECIN empfängt ein Byte vom Laufwerk, es steht nach der Rückkehr zum rufenden Programm im Akku. Die Routinen IECOUT, IECIN, IECOFF sowie FOPIEC können also zur Datenübertragung von oder zur Floppy benutzt werden. Sie sind in den Routinen SAVE und LOAD jeweils zu einer Einheit zusammengefaßt. Von diesen beiden Routinen werden auch die anderen Subroutinen (LOVEOUT, LFCROUT, SFINAM, SAVOUT, BSOUT und STROUT) benutzt, die alle dazu dienen, Systemmeldungen wie „LOADING“, „SAVING“ und andere auszugeben.

Speichern und Laden von Programmen

SAVE lädt Daten auf eine Diskette. Die Startadresse, ab der Daten zur Diskette übertragen werden, muß bei 40F0/1H stehen, die Endadresse im Registerpaar BC (zuerst das Low-Byte, dann das High-Byte). Die Startadresse wird ebenfalls

auf der Diskette abgespeichert, so daß die gespeicherten Daten später wieder an dieselbe Stelle geladen werden können.

LOAD lädt Daten von einer Diskette. Hier steht die Startadresse im Registerpaar BC. Ob BC als Startadresse verwendet wird, oder die auf der Disk vorhan-

Tabelle 1: Positionen und Funktionen der verwendeten Puffer und Flags im Bereich 4090H bis 40FFH.

Adresse	Name
4090	Status-Flag
4093	Load/Verify-Flag (00:Load; 01:Verify)
4094	IEC-Ausgabe-Flag
4095	IEC-Ausgabe-Puffer
409D	Flag f. Direkt-Modus (üblich 80H)
40A3	Bitzähler f. serielle Ausgabe
40A4	IEC-Eingangs-Puffer
40A5	Bitzähler f. seriellen Empfang
40AC/D	Startadresse bei Empfang
40AE/F	Zeiger auf Programm-Ende bei Load/Save
40B7	Länge des Filenamens
40BB	Logische Filenummer
40B9	Sekundäradresse
40BA	Gerätenummer (hier immer 08)
40BB/C	Zeiger auf Adresse des Filenamens (400E0/F)
40C0	Hilfspuffer
40C1/2	Endadresse
40C3/4	Startadresse bei Load
40E0/F	Filename

3200	db 1a e6 fb d3 1a c5 06 05 10 fe c1 c9 db 1a f6	0916	a3 36 ca 27 36 3a 93 40 b7 20 24 2a ae 40 e5 cd	06d2
3210	84 d3 1a c5 06 05 10 fe c1 c9 db 1a e6 f7 d3 1a	0918	50 35 e1 77 23 22 ae 40 3a 90 40 cb 77 ca fa 34	0754
3220	c5 06 05 10 fe c1 c9 db 1a f6 08 d3 1a c5 06 05	0919	cd 64 32 cd 3c 36 da 74 36 a7 ed 4b ae 40 c9 2a	07e6
3230	10 fe c1 c9 c5 db 1a 5f 06 05 10 fe db 1a bb 20	0920	ae 40 e5 cd 50 35 e1 be 28 09 3e 10 e5 21 90 4a	0719
3240	f4 c1 cb 27 c9 3e 00 01 3e 03 21 90 40 b6 77 fb	0921	b6 77 e1 23 22 ae 40 3a 90 40 cb 77 28 e1 10 d0	077e
3250	a7 d2 76 32 3a 95 40 cd 91 33 db 1a e6 fe d3 1a	0922	f3 af 21 a5 40 77 cd 00 32 cd 34 32 f2 59 35 06	06d7
3260	c9 00 00 00 f3 cd 0d 32 db 1a f6 01 d3 1a 3e 5f	0923	40 cd 1a 32 05 28 0d 00 00 00 cd 34 32 fa 64	0424
3270	01 3e 3f cd 69 33 db 1a e6 fe d3 1a 06 10 10 fe	0924	35 f2 95 35 3a a5 40 b7 20 05 3e 02 c3 4a 32 cd	0640
3280	cd 00 32 c3 1a 32 00 00 06 ff 10 fe 06 1b 10 fe	0925	27 32 cd 00 32 3e 40 e5 21 90 40 b6 77 e1 21 a5	0600
3290	1b 7a b7 20 f3 7b b7 20 ef c9 00 00 00 00 00 00	0926	40 34 c2 5e 35 3e 08 77 cd 34 32 f2 98 35 2b cb	066e
32a0	00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00	0927	1e cd 34 32 fa a1 35 23 35 20 ed cd 27 32 21 90	065d
32b0	06 be 3a 93 40 b7 28 02 06 cd c3 e8 32 00 00 00	0928	40 cb 76 28 03 cd 7c 32 3a a4 40 fb a7 c9 00 00	06b0
32c0	c3 a3 36 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00	0929	00 00 00 00 ed 43 ae 40 4f 21 00 40 06 00 09 5e	033b
32d0	00 00 00 00 5f cd a0 36 c9 00 00 00 00 00 00 00	0930	23 56 ed 53 c1 40 3a ba 40 fe 08 c2 83 36 3e 61	070e
32e0	00 00 00 00 00 00 00 00 21 9d 40 cb 7e c8 48 06	0931	32 b9 40 3a b7 40 b7 ca 00 36 cd 58 34 cd 14 33	0700
32f0	00 21 00 37 09 7e cb 7f 20 06 cd d4 32 23 18 f5	0932	3a ba 40 cd 67 33 3a b9 40 cd cd 33 06 00 2a c1	066c
3300	cb bf cd d4 32 3e 20 c3 d4 32 00 00 cd 71 32 c3	0933	40 22 ac 40 3a ac 40 cd d4 33 3a ad 40 cd d4 33	0743
3310	64 32 00 00 3a 9d 40 cb 7f c8 06 c6 cd ee 32 3a	0934	a7 ed 4b ae 40 2a ac 40 cd d4 30 20 2a ac 40 7e	06f6
3320	b7 40 47 77 c8 0e 00 2a bb 40 7e cd d4 32 8c 23	0935	e5 cd d4 33 cd a3 36 e1 20 06 cd 3f 36 af 37 a9	0837
3330	3a b7 40 b7 20 f4 c9 00 3a 9d 40 b7 f0 06 b0 cd	0936	23 22 ac 40 01 00 00 a7 ed 42 30 d4 cd 71 32 3a	05b6
3340	e8 32 3a b7 40 b7 c8 06 bb cd e8 32 3a b7 40 b7	0937	b9 40 cb 7f 20 13 3a ba 40 cd 67 33 3a b9 40 e6	072a
3350	47 cd 2a bb 40 7e e3 c5 cd d4 32 c1 e1 23 10 f5	0938	ef f6 e0 cd ad 33 cd 71 32 a7 c9 00 00 00 00 00	0752
3360	c3 60 36 06 f6 48 01 f6 20 f5 3a 94 40 cb 7f 20	0939	1e 0a cd a0 36 1e 0d c3 a0 36 00 06 a8 21 06 0f	0473
3370	11 37 21 a3 40 cb 1e e5 cd f0 33 e1 cb 26 2e 94	0940	21 06 19 21 06 27 21 06 36 21 06 49 21 06 58 21	01fb
3380	cb 26 f1 32 95 40 f3 cd 1a 32 fe 3f 20 03 cd 00	0941	06 67 21 06 78 00 c5 cd 0a 33 c1 21 9d 40 cb 76	05db
3390	32 db 1a f6 01 d3 1a c5 06 05 10 fe c1 f3 cd 0d	0942	20 03 cd e8 32 37 c9 00 00 00 00 00 00 00 00	030a
33a0	32 cd 1a 32 11 01 0a cd 00 32 c3 f0 32 32 95 40	0943	00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00	0000
33b0	cd 9d 33 db 1a e6 fe d3 1a c9 32 95 40 cd 9d 33	0944	00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00	0000
33c0	f3 cd 27 32 cd b3 33 cd 00 32 cd 34 32 fa ca 33	0945	00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00	0000
33d0	fb c9 00 00 21 94 40 cb 7e 20 05 37 cb 1e 20 07	0946	00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00	0000
33e0	e5 f5 cd f0 33 f1 e1 23 77 a7 c9 00 00 00 00 00	0947	00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00	0000
33f0	f3 cd 1a 32 cd 34 32 d4 45 32 cd 00 32 21 a3 40	0948	00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00	0000
3400	cb 7e 20 05 cd 34 32 00 fb cd 34 32 38 fb cd 34	0949	0d 54 4f 4f 20 4d 41 4e 59 20 46 49 4c 45 d3 0d	0474
3410	32 38 fb cd 0d 32 06 08 cd 34 32 d2 48 32 21 95	0950	46 49 4c 45 20 4f 50 45 ce 0d 46 49 4c 45 20 4e	049d
3420	40 cb 0e 38 06 cd 27 32 b7 20 03 cd 1a 32 cd 00	0951	4f 54 20 4f 50 45 ce 0d 46 49 4c 45 20 4e 4f 54	04b3
3430	32 00 00 00 00 00 db 1a e6 f7 f6 04 d3 1a 10 db	0952	20 46 4f 55 4e c4 0d 44 45 56 49 43 45 20 4e 4f	0496
3440	06 10 00 00 00 00 00 00 00 05 ca 48 32 cd 34 32	0953	54 20 50 52 45 53 45 4e d4 0d 4e 4f 54 20 49 4e	04ca
3450	38 f3 fb c9 00 00 00 00 21 b9 40 7e b7 f8 2b 2b	0954	50 55 54 20 46 49 4c c5 0d 4e 4f 54 20 4f 55 54	04cf
3460	46 78 b7 c8 2e 90 36 00 3a ba 40 cd 67 33 3a b9	0955	50 54 20 46 49 4c c5 0d 4d 49 53 53 49 4e 4f 20	04ab
3470	40 f6 f8 cd ad 33 3a 90 40 b7 f2 82 34 f1 f1 c3	0956	46 49 4c 45 4e 41 4d c5 0d 49 4c 4c 45 47 41 4c	04c8
3480	77 36 3a b7 40 b7 28 0f 2a bb 40 47 7e e5 c5 cd	0957	20 44 45 56 49 43 45 20 4e 55 4d 42 45 d2 0d 46	048c
3490	d4 33 c1 e1 23 10 f5 cd 71 32 a7 c9 00 00 00 00	0958	49 4c 45 20 44 41 54 c1 0d 56 45 52 49 46 d9 0d	0503
34a0	ed 43 c3 40 32 93 40 af 32 90 40 3a ba 40 fe 08	0959	4c 4f 41 c4 0d 49 2f 4f 2d 45 52 52 4f 52 20 c0	050b
34b0	c2 93 36 3a b7 40 b7 ca 00 36 3a b9 40 32 c0 40	0960	0d 53 45 41 52 43 48 49 4e c7 0d 46 4f d2 0d 4c	04ee
34c0	cd 38 33 3e 60 32 b9 40 cd 58 34 3a ba 40 cd 64	0961	4f 41 44 49 4e c7 0d 53 41 56 49 4e c7 0d 56 45	052f
34d0	33 3a b9 40 cd ba 33 cd 50 35 32 ae 40 21 90 40	0962	52 49 46 59 49 4e c7 0d 46 4f 55 4e c4 0d 4f cb	05c8
34e0	cb 4e c2 74 36 cd 50 35 32 af 40 3a c0 40 b7 20	0963	00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00	0000
34f0	06 2a c3 40 22 ae 40 cd b0 32 21 90 40 cb 0e cd	0964	00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00	0000

Bild 2. Der Hexdump des Programmes. Bei 3700H beginnt die Liste der Systemmeldungen

dene Adresse von der ursprünglich die gespeicherten Daten stammen, hängt von der Sekundäradresse in 40B9H ab. Ist sie Null, wird die Adresse in BC verwendet. Wenn LOAD beendet ist, steht die Endadresse, bis zu der geladen wurde in 40AE/FH. Bei der Anpassung der Floppy-Routinen zum Beispiel an ein vorhandenes Basic-Programm wird dieser Wert benötigt.

Selbstverständlich können die Routinen nur funktionieren, wenn zuvor die zum Betrieb nötigen Parameter geladen worden sind: Das Load-Verify-Flag in 4093H (statt Load wird ein Prüflasen „Verify“ durchgeführt wenn 4093H nicht Null ist), das Flag in 409AH (die Ausgabe wird vom Display auf den IEC-Bus umgeleitet, wenn 409AH = 08 ist), das Flag in 409DH (im ursprünglichen Commodore-Basic das Direkt-Modus-Flag, muß hier 80H sein) und die Puffer in 40B7H, 40B8H, 40B9H und 40BAH. Die zugehörigen Werte sind Tabelle 1 zu entnehmen. In 40BB/CH muß die Adresse 40E0H abgelegt sein und bei 40E0H muß der Filename in ASCII stehen.

Nicht nur SAVE und LOAD

Zum Abschluß folgen hier vier Routinen zur Bedienung des Laufwerks:

```
RECH LD A,1A
      OUT Control,A
      LD A,08
      CALL TALKS
      LD A,6F
      CALL SEKATTA
LOOP CALL IECIN
      LD E,A
      CALL USDF
      LD A,E
      CP 0D
      JRNZ , LOOP
      CALL IECOFF
      EI
      RET
```

Diese Routine liest den Fehlerkanal des Floppy-Laufwerks.

Zunächst wird der Port-Baustein aktiviert, dann 08 (Gerätenummer) mit TALKS gesendet und 6FH (60+ „15“) als Sekundäradresse mit SEKATTA.

Danach wird Byte für Byte von der Floppy empfangen und mit einer vom Benutzer zu schreibenden Routine ausgegeben, bis Carriage Return (0D) gefunden wird.

Mit IECOFF wird dann der Empfang beendet und das Interruptsystem wieder eingeschaltet.

```
CMOS LD A,1A
      OUT Control,A
      LD A,nn
      LD (40B7),A
      CALL FOPIEC
      EI
      RET
```

Hier wird ein Befehl an das Laufwerk gesendet (z. B. N:TEST,88 d. h. eine Disk wird neu formatiert und mit dem Namen TEST und der Identifikationsnummer 88 versehen). Dazu wird wieder der Port aktiviert, die Länge des Filenamens (in 40E0H) nach 40B7H geladen und FOPIEC gerufen. In 40BBH muß E0H und in 40BCH muß 40H stehen.

```
LD A,1A
OUT Control,A
XOR A
LD BC,nnnn
CALL LOAD
EI
RET
```

Laden von einer Disk: Port initialisieren, Akku = 00 setzen (load statt verify), BC mit der Startadresse nnnn laden und LOAD rufen, nachdem alle anderen Parameter in 409AH, 409DH, 40B7H, 40B8H, 40B9H, 40BAH, 40BBH, 40BCH und 40E0H feststehen (s. Tabelle 1).

```
LD A,1A
OUT Control,A
LD A,F0
LD BC,nnnn
CALL SAVE
EI
RET
```

Abspeichern auf Diskette: Parameter wie im vorigen Beispiel. Bevor SAVE gerufen wird, muß der Akku auf die Stelle im Bereich 40XXH zeigen, die die Startadresse enthält und BC muß die Adresse des letzten zu übertragenden Datums enthalten.

Damit die Anpassung an andere Z80-Systeme leichter durchzuführen ist, kann beim Franzis-Software-Service ein Source-Listing des beschriebenen Programms bestellt werden.

Literatur

- [1] Angerhausen, Becker, Englisch, Gerits: 64 intern. Data Becker, Düsseldorf.
- [2] VC-1541 Floppy-Disk-Bedienungshandbuch, Commodore GmbH, Frankfurt.
- [3] MCS-85 User's Manual. Seiten 4-29ff, Intel.

Tabelle 2: Zusammenstellung der Adressen und der Bedeutung der verwendeten Routinen. Wenn das Programm an einer anderen Speicherstelle laufen soll, müssen diese Adressen geändert werden.

Adresse	Name	Funktion	
3200	SERCON	serial clock on	(Pegel an PC 2)
320D	SERCOF	serial clock off	(Pegel an PC 2)
321A	BIT1OUT	serial data on	(Pegel an PC 3)
3227	BIT0OUT	serial data off	(Pegel an PC 3)
3234	COMPO	compare port	prüft Bit 7 des Ports
3245	STATUS	set status	Statusflag in 4090H setzen
3264	SENDUNTA	send untalk	Abbruch des Datentransfers
3271	SENDUNLI	send unlisten	Abbruch des Datenempfangs
3288	Wait		wartet DE mal 1 ms
32B0	LOVEOUT	load/verify out	gibt „LOAD“ od. „VERIFY“ aus
32D4	BSOUT	bas. sign out	gibt ein ASCII-Zeichen aus
32E8	STROUT	string out	gibt eine Meldung aus
330C	CLRCH	clear channel	beendet eine Sendung
3314	SAVEOUT	save output	gibt „SAVING nn“ aus
3338	SFINAM	searching f. filen.	gibt „SEARCHING FOR nn“ aus
3364	TALKS	send talk	startet einen Datentransfer
3367	LISTS	send listen	startet den Datenempfang
33AD	SEKATLI	sec. adr. after list.	sendet die Sekundäradresse
33BA	SEKATTA	sec. adr. after talk	sendet die Sekundäradresse
33D4	IECOUT	iec-bus output	sendet über den IEC-Bus
33F0	BYTOUT	byte output	sendet ein Byte an den IEC-Bus
3458	FOPIEC	file open on iec	eröffnet File auf IEC-Bus
34A0	LOAD	load	holt Daten vom IEC-Bus
3550	IECIN	iec-bus input	holt ein Byte vom IEC-Bus
35C4	SAVE	save	sendet Daten an IEC-Bus
3660	LFCROUT	linefeed/car. ret.	gibt CR und LF aus
366B	ERRROUT	error output	gibt Fehlermeldung aus
36A0	TEX	output	Zeichenausgabe an Display
36A3	TESTSTP	break	Prüft eine Stop-Taste