

Dipl.-Ing. A. MUGLER – Y27NN, Dipl.-Ing. H. MATHES

Eine folgende Prüfung bezieht sich auf die ordnungsgemäße Erzeugung des ASCII-Kodes bei Tastenbetätigung und die richtige Einbindung der Shift- und Controlfunktion (Mehrfachbelegung der Tasten). Dazu schließt man an die Ausgänge TD0 bis TD6 und TAST über Vorwiderstände (470 Ω) LED gegen Masse an. Das Signal TAST muß mit jeder Betätigung einer sich in der Matrix befindenden Taste High-Signal aufweisen. Die an TD0 bis TD6 angeschlossenen LED zeigen binär den ASCII-Kode der gedrückten Taste an.

**Stromversorgung**

Die Leiterplatte kann bis auf den Überspannungsschutz des +5-V-Reglers (VT302, VT304) vollständig bestückt werden. Danach schließt man Wicklung 4 des Transformators an den Eingang der

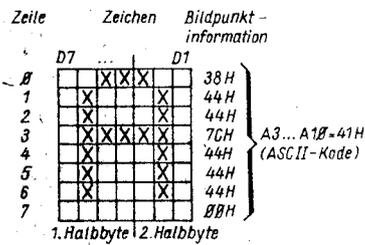
Graetzbrücke des -12-V-Reglers an. Nach dem Einschalten muß die LED VD304 leuchten und am Ausgang des Reglers +12 V liegen. Analog wird mit dem -5-V-Regler und Wicklung 3 verfahren. Liegen die -5 V an (VD 303 leuchtet), muß Relais K301 anziehen, dessen Kontakt K301/1 im +12-V-Regler schließen, K301/2 öffnen und somit den Regler freigeben. Nun ist der +12-V-Regler über seine Brückeneingänge an Wicklung 2 des Transformators anzuschließen. Liegen am Ausgang +12 V (VD302 leuchtet), kann der +5-V-Regler in Betrieb genommen werden. Den Längstransistor VT303 (KU 607) habe ich auf einem Aluminium-Kühlblech der Größe 200 mm × 100 mm × 2,5 mm montiert. Nach Anschluß der Transformatorwicklung 1 und Einschalten der Netzspannung müssen am Ausgang +5 V vorhan-

den sein (VD301 leuchtet). Mit dem Einstellregler R301 stellt man die Strombegrenzung auf etwa 3 A ein. Abschließend werden der +5-V-Überspannungsschutz bestückt, alle Spannungen noch einmal nachgemessen und auf Stabilität bei Belastung kontrolliert. Bei Verwendung von vorher auf Funktion geprüften Bauelementen stellt der Aufbau der Stromversorgung keine Schwierigkeit dar.

**Der komplette PC/M-Computer**

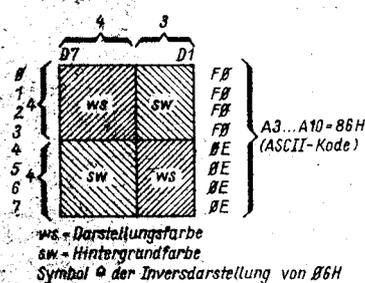
Sind der Aufbau und die Inbetriebnahme der einzelnen Baugruppen entsprechend Punkt 3.5. erfolgreich durchgeführt, können alle Baugruppen miteinander verbunden werden. Der Computer ist dann als Einheit zu testen. Als erstes schaltet man die Anschlüsse +5 V, -5 V und GND der Stromversorgung an die zentrale Platine. Nach dem Einschalten müssen die LED der IFSS-Schnittstellen leuchten, die Spannung +5 V muß an allen Punkten der zentralen Platine stabil (minimal 4,75 V) zu messen sein, die Stromaufnahme darf 1,5 A nicht übersteigen. Nun wird die Tastatur angeschlossen. Dabei steigt die Stromaufnahme maximal um weitere 90 mA an. Nachdem die BSA mit der zentralen Platine verbunden ist, liegt die Stromaufnahme bei etwa 2,5 A.

**Alphanumerische Zeichendarstellung:**



Zeile 7 dient der Darstellung von Unterlängen D7 realisiert den horizontalen Zeichenabstand

**Graphiksymbol:**



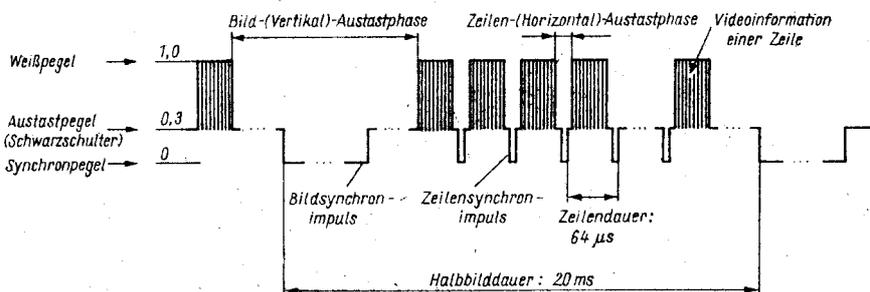
Leiterplatten zu dieser Beitragsserie fertigt die Firma Ing. E. Kolbe, PSF 137, Berlin, 1197

0FC00H	1. Zeichen...	1. Zeile	64. Zeichen	0FC3FH
0F000H		1. Zwischenzeile		0FB3FH
0FC40H		2. Zeile		0FC7FH
0F040H		2. Zwischenzeile		0FB7FH
0FC80H		3. Zeile		0FCBFH
0F080H		3. Zwischenzeile		0FBBFH
0FCC0H		4. Zeile		0FCFFH
0F0C0H		:		0FBFFH
0FB00H		13. Zwischenzeile		0FB3FH
0FF40H		14. Zeile		0FF7FH
0FB40H		14. Zwischenzeile		0FB7FH
0FF80H		15. Zeile		0FFBFH
0FB80H		15. Zwischenzeile		0FBBFH
0FFC0H		16. Zeile		0FFFFH
0FB00H		16. Zwischenzeile		0FBFFH

Bild 11: Aufbau von alphanumerischen Zeichen und Graphiksymbolen

Bild 12: Adressen der Zeichenpositionen auf dem Bildschirm

Bild 13: Zeitdiagramm des BAS-Signals



Jetzt können, bei abgeschalteter Betriebsspannung, die programmierten EPROMs D14 bis D16 gesteckt werden. Bei ordnungsgemäßer Funktion aller Baugruppen und ihrer Verbindungen muß nach dem Einschalten des Computers, beginnend auf der ersten Bildschirmzeile, die Systemauskunft zu sehen sein. In diesem Zustand ist die Tastatur zu testen. Bei Betätigung der Tasten des entsprechenden Zeichens muß dieses auf dem Bildschirm erscheinen.

Nun bleiben noch die Kontrolle des Kassetteninterfaces, des NMI-Generators sowie ein umfassender Test des PC/M-Computers durch die Arbeit mit den einzelnen Kommandos und Funktionen der beschriebenen Software.

Bei der Arbeit mit dem KMBG muß dessen Tonkopf auf beste Wiedergabe der hohen Frequenzen eingestellt sein. Geschwindigkeits-, Gleichlauf- und Pegelchwankungen haben auf das beim PC/M-Computer zum Einsatz kommende Verfahren kaum einen Einfluß. Magnetische Fehlstellen, sogenannte „drop out's“, können dabei jedoch das beste Programm unbrauchbar machen. Aus diesem Grund empfiehlt es sich, jedes Programm aus Sicherheitsgründen zweimal nacheinander auf Kassette zu speichern. Das Überspielen einer 124 KByte umfassenden „Diskette“ von Band dauert etwa fünf Minuten. Nun läßt man ein Programm von Kassette einlesen und ver-

ändert dabei den Einstellregler R1 auf der zentralen Platine so lange, bis der Computer fehlerfrei alle Blöcke des Programms erkennt. Anschließend erfolgt mit R2 bei Aufnahme eines Programms der Abgleich, bis eine verzerrungs- und übersteuerungsfreie Aufnahme erreicht

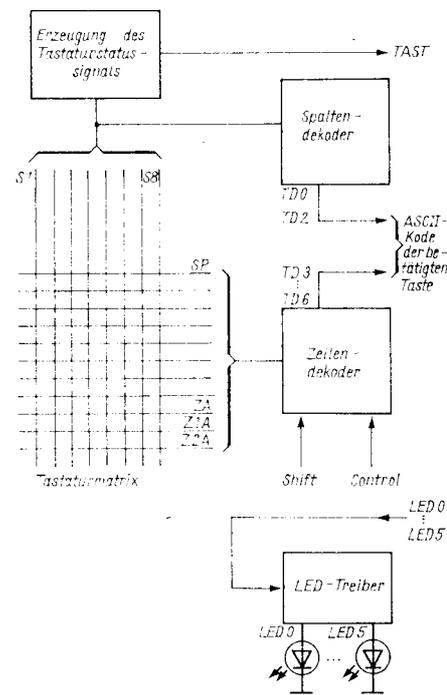


Bild 14: Übersichtsstromlaufplan der Tastatur

ist, die sich fehlerfrei wieder einlesen läßt. Eventuell sind C3 (100 pF bis 680 pF) und C4 (4,7 nF bis 100 nF) zu verändern. Damit sind der Aufbau und die Inbetriebnahme des PC/M-Computers abgeschlossen. Nun kann die Arbeit mit dem dazu vorhandenen Programmpaket einschließlich Betriebssystem (Debugger, VTCOP usw.) erfolgen. Das Mustergerät fand einschließlich des KMBG und eines maximal drei Karten (170 mm x 135 mm) fassenden Einschubs in einem Gehäuse aus Aluminiumblech der Größe 530 mm x 335 mm x 85 mm Platz. Auf der Rückseite habe ich, das Gehäuse als Kühlfläche nutzend, die Spannungsregler MA 7812, MA 7805 sowie den Kühlkörper mit dem Transistor VT303 montiert. Die LED für die Anzeige der KMBG-Funktionen und der Spannungen befinden sich neben dem Netzschalter in der Frontblende. Die Tastatur wurde als separate Baueinheit aufgebaut. Ihr Einbau in den Computer ist denkbar.

5. Betriebssystem

5.1. Die Struktur

Das Betriebssystem des PC/M-Computers habe ich in Form einzelner Blöcke erstellt. Diese Blöcke (Module) arbeiten weitgehend unabhängig voneinander. Sie lassen sich damit sowohl leicht austauschen als auch an andere Hardware anpassen. Die nachfolgenden Abschnitte

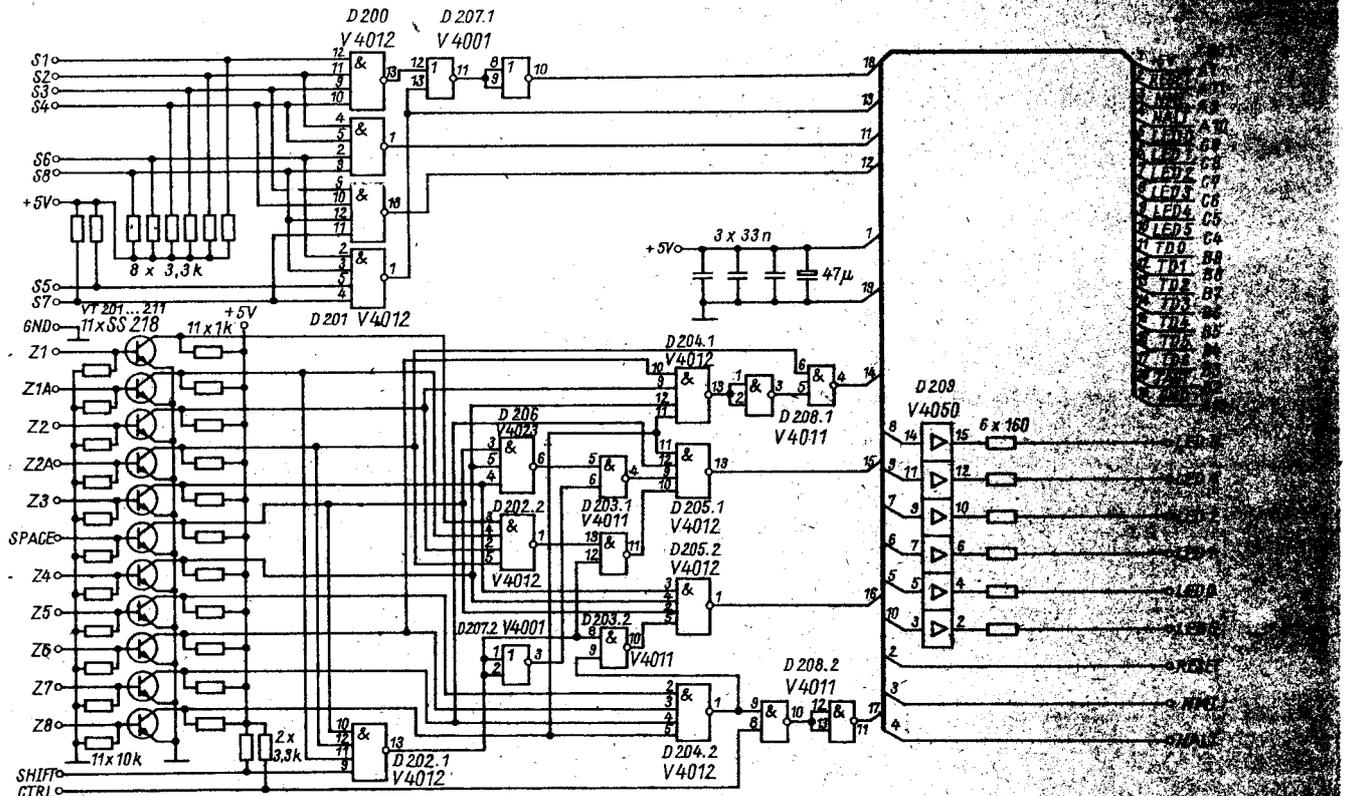


Bild 15: Stromlaufplan der Tastaturelektronik

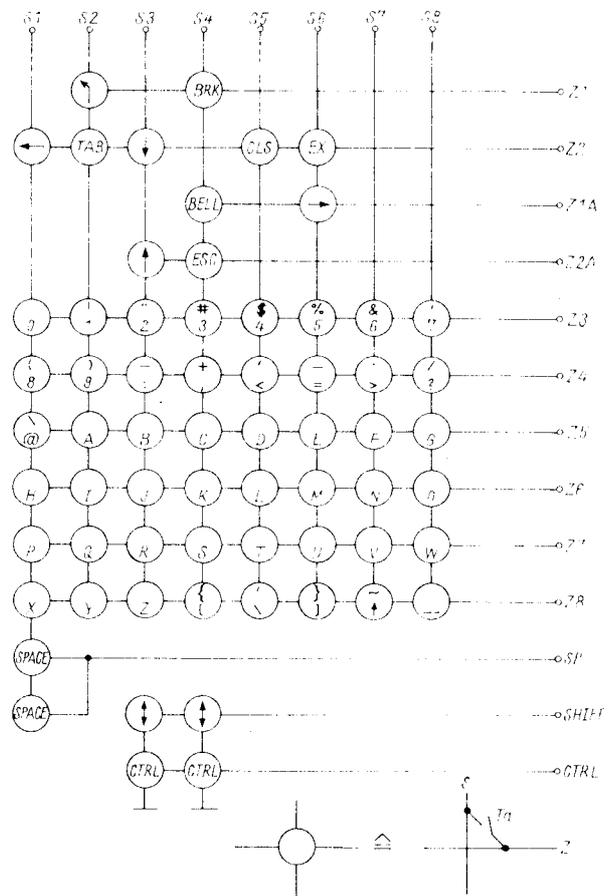
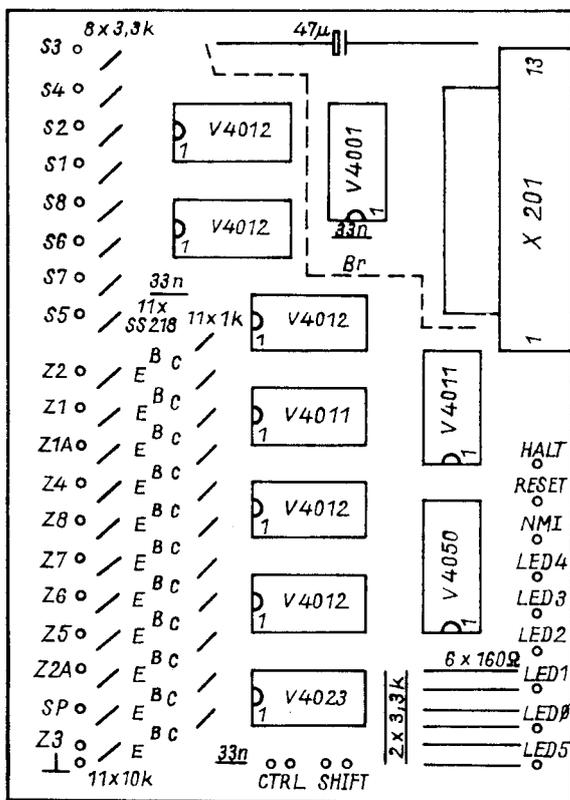
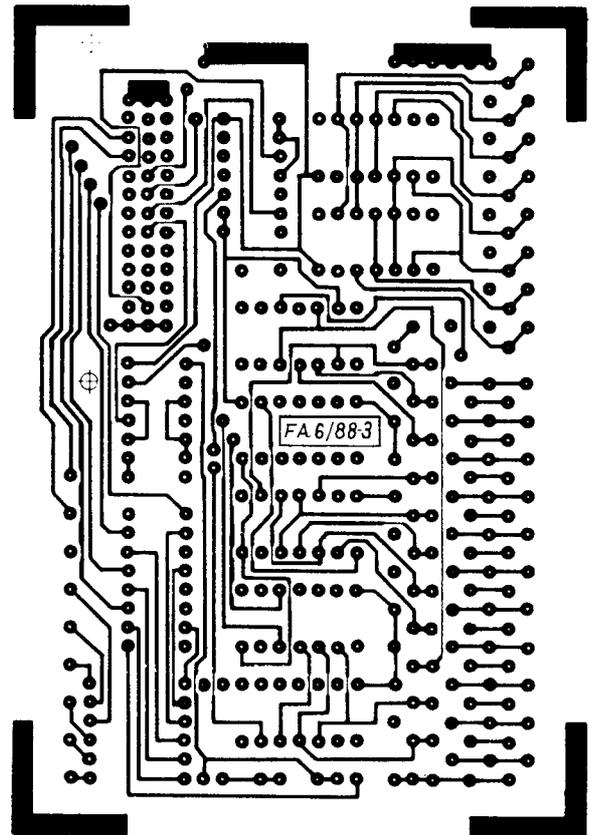
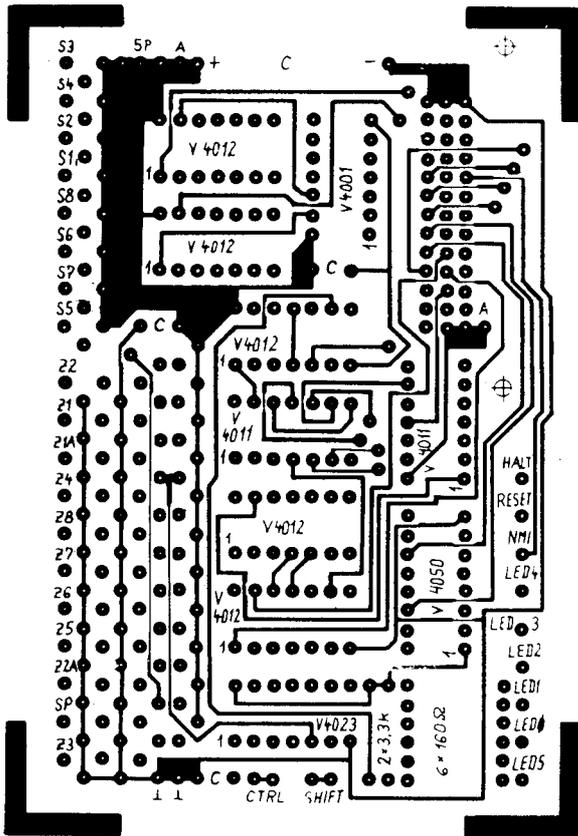


Bild 16a: Layout der Bestückungsseite der Platine für die Tastaturelektronik

Bild 16b: Layout der Leiterseite der Platine für die Tastaturelektronik

Bild 16c: Bestückungsplan der Platine für die Tastaturelektronik

Bild 17: Darstellung der in der Matrix angeordneten 65 Tasten

enthalten die erforderlichen Informationen. Die Ein- und Austrittspunkte der Module sind in Listen (Sprungvektoren) auf den ersten Adressen des jeweiligen Modules zusammengefaßt. Eine Erweiterung ist möglich, wenn man weitere Sprungvektoren anfügt. Die Reihenfolge der Sprünge und deren Bedeutung sollte aber unter allen Umständen erhalten bleiben, um die Kompatibilität zu anderen Computern des gleichen Typs zu erhalten.

Die Bestandteile des PC/M-Grundbetriebssystems sind:

- das BIOS (BASIC Input Output System);
- der Debugger (Eingeben, Ändern und Testen von Programmen und Dateien);
- das Kassettenmodul V-Tape (logischer Kern des Grundbetriebssystems und Kassettenarbeit).

Werden die Programmteile

- CCP (Control Command Processor) und
- BDOS (Basic Disc Operating System)

nachgeladen, erhält man ein CP/M-kompatibles Betriebssystem, für das es bereits eine Vielzahl von Programmen gibt.

### 5.2. Der Software-Kern

Kern des gesamten Betriebssystems ist eine Sammlung von Programmen, die die Hardware des Rechners unmittelbar steuern (physische Treiber). Diese Routinen tragen den Charakter von Standardschnittstellen, die dem CP/M- bzw. SCP-BIOS entsprechen [5]. Viele Programme von Heimcomputern oder anderen Systemen verwenden diese oder sehr ähnliche Schnittstellen, wodurch sich der Aufwand bei der Programmanpassung sehr stark reduzieren läßt. Voraussetzung ist natürlich eine ähnliche Hardware und der gleiche Mikroprozessortyp.

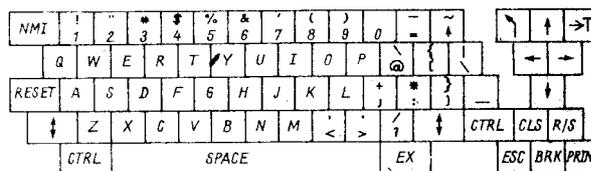
Das BIOS beginnt auf der Adresse 0DE00H des Computers. In lückenloser Folge stehen ab dieser Adresse Sprünge, die zu den einzelnen Programmteilen des BIOS verzweigen. Das BIOS ist in zwei Versionen vorgestellt; je nach Ausbaustufe des RAM-Bereiches. Wird nur eine RAM-Bank verwendet (64 KByte), so sind verschiedene Routinen im BIOS nicht verwendbar und das System ist nicht mehr als CP/M-kompatibler Rechner einsetzbar. Trotzdem ist eine Fülle von Programmen nutzbar. Ist der Rechner mit insgesamt 128-KByte-RAM ausgerüstet, kann bereits mit einem RAM-Floppy von 62 KByte gearbeitet werden. Dazu existiert ein BIOS, das zwei RAM-Floppy's zu je 62 KByte verwalten kann (Bild 5). Bei 192 KByte RAM ist dann ein BIOS mit einem RAM-Floppy zu 124-KByte-RAM einzusetzen, da viele Programme einen hohen Speicherbedarf

haben und nicht auf mehrere Floppys (RAM-Bereich) verteilt werden dürfen (z. B. WordStar). Das BIOS-Listing ist in Bild 36 dargestellt. Die BIOS-Routinen sind im einzelnen:

#### ● BOOT (Kaltstart; 0DE00H)

Der Start des Betriebssystems erfolgt nach RESET oder nach dem Einschalten. Nach Vorbereitung der Hardware für den Betrieb und verschiedenen Grundeinstellungen wird das Betriebssystem vom ROM in den RAM geladen und der ROM-Bereich danach abgeschaltet. Dadurch ist der gesamte Arbeitsspeicher des Mikroprozessors als RAM verfügbar und beliebig beschreibbar, was wiederum die Anpassung fremder Software erleichtert.

Bild 18: Ansicht der realisierten Tastenanordnung



Nach Löschen des Bildschirms erfolgt eine Kaltstartauskunft mit Anzeige der Systemversion. Die Systemports (Kassettengerät und SIO-Schnittstelle) werden initialisiert. Die Steuerwörter für die Initialisierung habe ich in einer Tabelle zusammengefaßt. Sie sind erweiterbar bzw. ergänzbar (Adresse 0E3B2H bis 0E3F1H, bei 124-KByte-RAM-Floppy). In dieser Tabelle ist zuerst der Port eingetragen, auf den das nachfolgende Steuerwort auszugeben ist. Schließlich erfolgt ein Sprung in das Kassettenmodul V-Tape, welches zusätzlich die Steuerung des Systems übernimmt.

#### ● WBOOT (Warmstart; 0DE03H)

Die Routine versucht, in das RAM-Floppy-Betriebssystem (Bestandteil des CP/V-Systems) einzusteigen bzw. wieder dorthin zurückzukehren. Gleichzeitig lädt das Programm den Debugger und das V-Tape-Modul vom ROM nach. Nun wird geprüft, ob CCP und BDOS bereits geladen sind. Ist das der Fall, erscheint die Angabe des aktuellen Laufwerkes, und die Arbeit im CP/M-kompatiblen CP/V-System kann beginnen. Verschiedene CP/M-Programme zerstören während ihrer Arbeit den CCP. Um ein häufiges Nachladen zu vermeiden, ist der CCP im ROM abgelegt. Das BDOS ist grundsätzlich von Kassette nachzuladen, es wird aber im Normalfall während der Programmarbeit nicht zerstört. Stellt das Programm einen Fehler im BDOS bzw. CCP fest, erscheint die Auskunft "CCP/BDOS Laden!" (CCP-ROM ok). Dann muß man das entsprechende Modul von

Kassette nachladen. Die ROM-Belegung ist:

- IS D14-BIOS,
- IS D15-Debugger,
- IS D16-V-Tape,
- IS D17-CCP.

Der Rechner ist bereits mit einer Bestückung von D14 und D15 arbeitsfähig.

#### ● CSTS (Control Status, Tastaturstatus; 0DE06H):

Die Routine kehrt mit einer Information über den Tastaturstatus in das aufrufende Programm zurück. Wurde eine Taste gedrückt, enthält das Register A der ZVE den Wert 0FFH, ist keine Taste gedrückt, enthält es 00H.

#### ● CI (Consol Input, Tastaturabfrage; 0DE09H):

Diese Routine kehrt mit dem Code der gedrückten Taste ins Register A der ZVE zurück. Durch den Tastenkode 01EH wird der Tastenklick (kurzer Signalton) ein- bzw. ausgeschaltet. Ist der Signalton ausgeschaltet, zeigt LED 2 dies an. Der Kode 013H wird für die Run/Stop (Lauf/Halt)-Funktion verwendet und durch LED 1 angezeigt. Der Tastenkode 01FH ist zur Rückkehr aus dem RAM-Floppy-System in das CP/V-Grundbetriebssystem nutzbar.

#### ● CO (Consol Output, Zeichenausgabe; 0DE0CH):

Ein im Register C der ZVE abgelegtes ASCII-Zeichen wird auf der Konsole ausgegeben. Das Beschreiben des Bildschirms erfolgt zeilenweise, links oben beginnend. Ist die Kursordarstellung zugelassen, erscheint die nächste zu beschreibende Bildschirmposition mit der inversen Zeichendarstellung (Bildpunkte hell statt dunkel und umgekehrt).

(wird fortgesetzt)

#### Literatur

- [1] Kieser, H.; Meder, M.: Mikroprozessortechnik, 4. Auflage, VEB Verlag Technik, Berlin 1986
- [2] Kühn, E.: Handbuch TTL- und CMOS-Schaltkreise, 2. Auflage, VEB Verlag Technik, Berlin 1986
- [3] Classen, L.; Oefler, U.: Wissenspeicher Mikrorechnerprogrammierung, 1. Auflage, VEB Verlag Technik, Berlin 1986