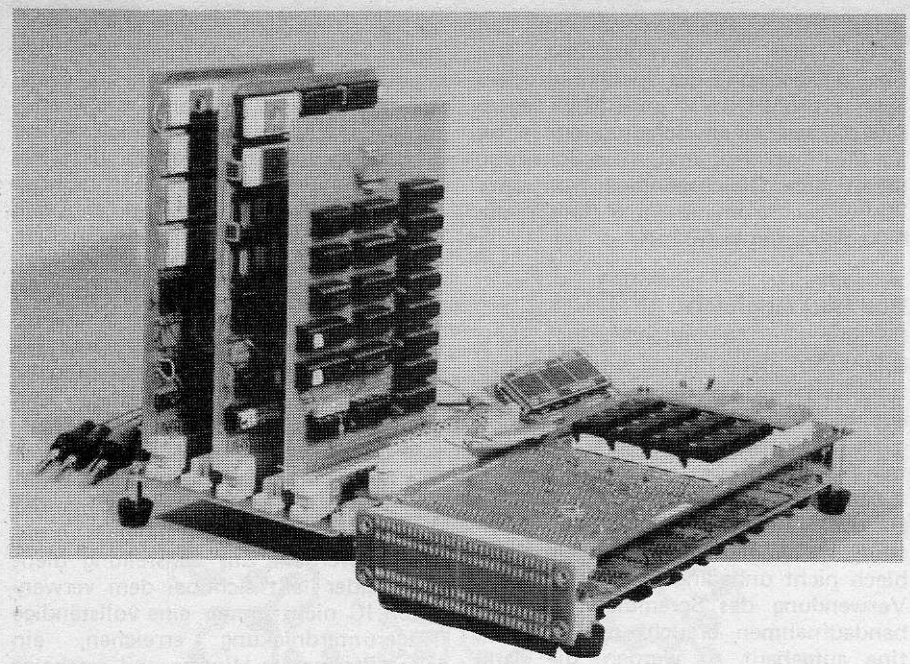


Junior - Computer: Systemsoftware wächst

2 KByte mehr an Intelligenz

Hier geht es um "Geistiges": um Software. Haben Sie die Hardware Ihres Juniors schon auf den neuesten Stand gebracht (siehe Elektor, Mai 1981)? Dann fehlt nur noch die zugehörige Software. Das Systemprogramm TAPE MANAGEMENT stellt den Datentransport zwischen dem Junior und einem oder zwei Kassettenrekordern sicher. Zu ihm gehören fünf neue Tastenfunktionen des hexadezimalen Keyboards. Für den reibungslosen Datenaustausch mit dem Elekterminal oder einem geeigneten Drucker sorgt das Systemprogramm PRINTER MONITOR. Darin sind zehn Funktionen enthalten, die sich durch Drücken verschiedener Tasten auf einem angeschlossenen ASCII-Keyboard aktivieren lassen. Einige Tastenfunktionen sind mit den Standardfunktionen AD, DA, +, PC und GO verwandt, andere dagegen gänzlich neu. So können zum Beispiel die Inhalte von Speichern und μP-Registern unmittelbar in hexadezimalem Format ausgegeben werden.

Man kann es natürlich auch anders sehen: Die Kassetten-Software macht zusätzliche Beschriftungen der fünf Steuertasten PC . . . GO notwendig, dann diese Tasten des hexadezimalen Keyboards erhalten eine dritte Funktion. Reicht der Platz dafür noch aus, oder muß die Schrift, ähnlich wie bei verschiedenen Münzen, auf dem Rand untergebracht werden? Doch auch wenn das Wort SAVE auf Taste AD (= Taste INSERT) fehlt, läßt sich mit ihr etwas Neues anfangen. Die Kassetten-Software verhilft dieser Taste zu einer Eigenschaft, die insbesondere die Viel-Programmierer begrüßen werden: Durch Knopfdruck lassen sich Daten auf Magnetband aufzeichnen und wieder abrufen; eine einfache Tonbandkassette wird zum magnetischen Notizblock.
Zwar kommt man auch ohne dieses externe Gedächtnis aus, solange die Programme nicht allzu lang sind; sie können natürlich jederzeit mit Hilfe der Funktionen AD, DA und + eingegeben werden. Wenn aber die Interface-Karte angeschlossen ist und sich ihre RAM-Kapazität auf nur 1 K beschränkt, reicht der frei verfügbare Adressenbereich bereits von Ø2ØØ bis Ø7FF. Will man diesen Bereich auf die bisherige Weise mit einem Programm füllen, so müßten 1536 Bytes eingetippt werden. Das dürfte auch für den geübtesten Programmierer des Guten ein wenig zu viel sein.

Die Bandkassette: ein magnetisches RAM

Lohnend ist die Investition von rund hundert Mark für einen Mono-Kassettenrekorder auf jeden Fall, oder ist ein derartiges Gerät etwa schon vorhanden? Dann fehlen zum Aufbau einer Programmbibliothek nur noch einige C60-Kassetten. Eine solche Kassette hat bekanntlich pro Durchlauf eine Spieldauer von 30 Minuten. Hiervon müssen die Start- und Stoppzeichen sowie die Pausen abgezogen werden, so daß für die Programmaufzeichnung etwa 25 Minuten übrig bleiben. Bei einer Ge-

1

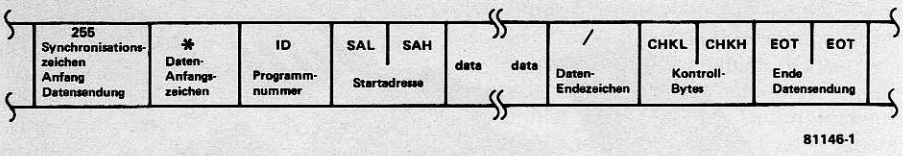


Bild 1. So stehen die Daten auf dem Band: Jedem Datenblock gehen 255 Synchronisationszeichen, das Datenblockbeginnzeichen, die Programmnummer und die Startadresse voran; auf den Datenblock folgen das Datenblockzeichen, zwei Kontroll-Bytes und zwei Datensende-Endzeichen. Dieses Prinzip wird unter anderem auch beim Mikrocomputer KIM angewendet.

2

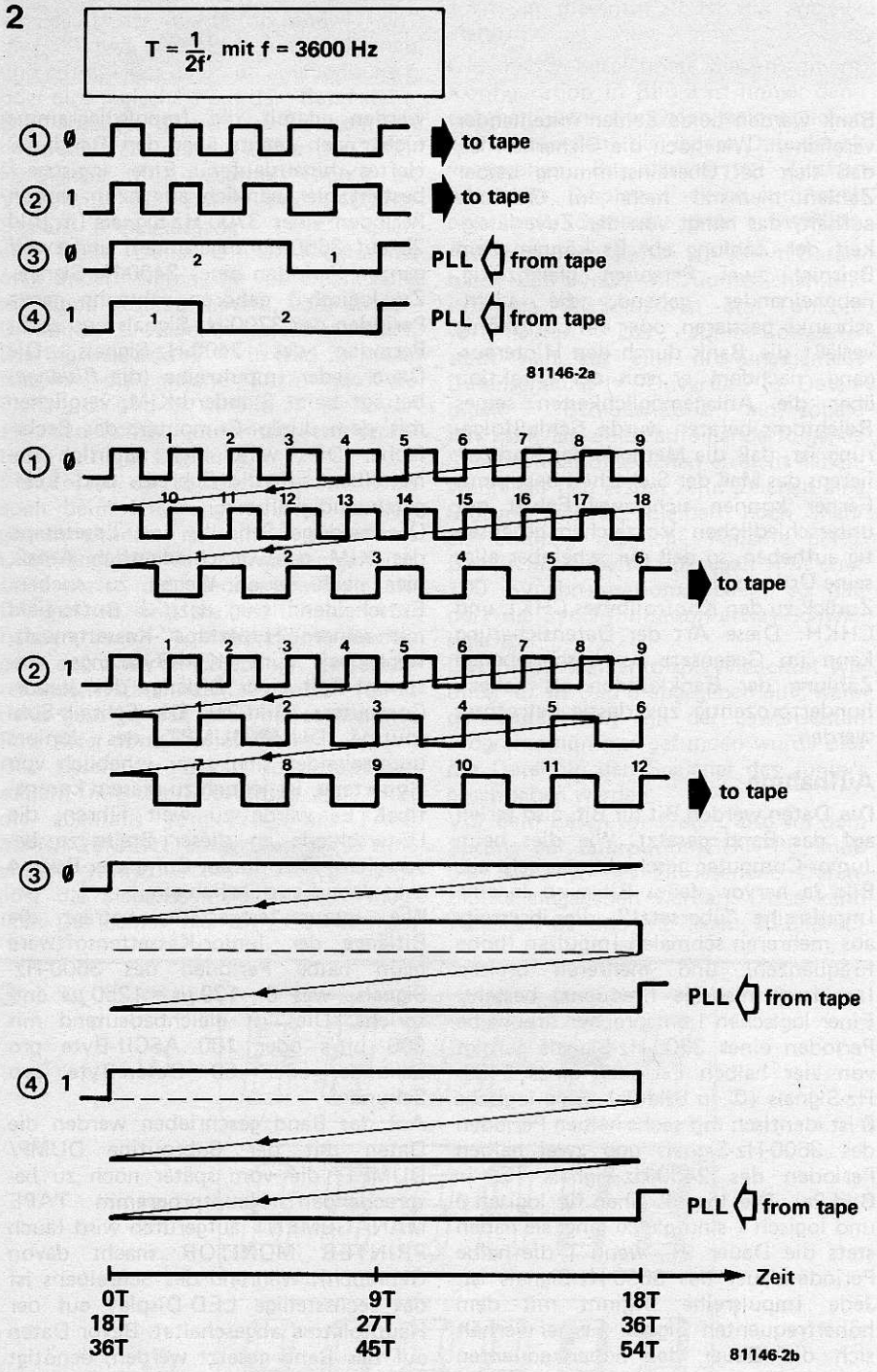


Bild 2. Die logischen Signale Ø und 1 werden in tonfrequente Impulsreihen "übersetzt", bevor sie zum Kassettenrekorder gelangen (① und ②). Beim Lesen vom Band erzeugt eine PLL-Schaltung aus den Tönen die Signale ③ und ④. Bild 2a zeigt diese Signale, wie sie beim Junior-Computer auftreten, Bild 2b gibt die Verhältnisse beim KIM wieder. Die Diagramme des KIM (bild 2b) mußten zweifach unterteilt werden, weil seine Datenübertragungsgeschwindigkeit um ein Vielfaches niedriger als die des Junior-Computers ist.

schwindigkeit von 50 Datenbyte pro Sekunde (wie dieser Wert zustande kommt, wird später erklärt) lassen sich auf jeder Spur 25 mal 60 mal 50 Byte speichern; dies sind mehr als 73 KByte (1 KByte = 1024 Byte)! Vergleicht man Kapazität und Kosten einer für diesen Zweck völlig ausreichenden C60-Chromdioxid-Kassette mit anderen Datenträgern, dann erweist sich nur ein 100-Blatt-Notizblock im Format DIN A4 als preiswerter.

Daten auf Magnetband

Aus Bild 1 geht hervor, wie ein Programm auf dem Band untergebracht ist. Übrigens muß es sich nicht unbedingt um ein Programm handeln, es können auch beliebige andere Daten wie Tabellen oder Texte sein, die zusammen einen Datenblock bilden.

Die Skizze in Bild 1 zeigt Ähnlichkeit mit einer Schlange: An den Kopf schließt sich ein mehr oder weniger langer Körper (der Datenblock) an, gefolgt von einem Schwanz. Diese Art der Datenspeicherung ist bis auf einen wichtigen Unterschied identisch mit der Aufzeichnungsmethode des Mikrocomputers KIM. Lassen wir nun die einzelnen Körperteile der Schlange am Tonkopf des Kassettenrekorders vorüberziehen:

1. *255 Synchronisationszeichen.* Diese dienen zur eindeutigen Unterscheidung der Daten vom eventuell vorangesetzten, gesprochenen Kommentar ("Dies ist meine erste 24-Stunden-Software-Uhr" usw.). Dazu folgende Anmerkung: Sämtliche Zeichen stehen im ASCII-Format auf dem Band, einem Sieben-bit-Kode, zu dem noch ein achtes Bit hinzugefügt ist. Das achte Bit dient speziellen Zwecken; hier ist es Ø. Die einzelnen Bit der ASCII-Bytes sind *nacheinander* auf dem Band untergebracht (serielle Datenspeicherung). Die Synchronisationszeichen haben, in hexadezimaler Schreibweise, den ASCII-Kode 16.
2. *Das Datenblockbeginnzeichen* *. Es signalisiert, daß die Synchronisationszeichen beendet sind und nun der Datenblock folgt. Dieses Zeichen hat den hexadezimalen ASCII-Kode 2A.
3. *Die Programmnummer ID.* Damit sich gespeicherte Programme schnell wiederfinden lassen, werden sie fortlaufend nummeriert: ID bedeutet "Identifikation". Vergeben werden können maximal 254 Programmnummern, was den hexadezimalen Zahlen Ø1 . . . FE entspricht. Die Zahlen ØØ und FF sind ausgenommen; sie haben eine andere Bedeutung.
4. *Das rechte Startadreßbyte SAL.* Dieses gibt zusammen mit dem nachfolgenden Byte SAH die Adresse an, bei der die Übernahme von Daten auf das Band begonnen wurde. Meistens ist dies gleichzeitig die Adresse des Speicherplatzes, der beim Lesen der Daten vom Band das erste Datenbyte aufnimmt.
5. *Das linke Startadreßbyte SAH.* Seine Bedeutung ist bereits vorstehend

erklärt.

6. *Der Datenblock.* Jedes Datenbyte wurde bei der Aufzeichnung in zwei ASCII-Bytes umgewandelt (pro Nibble ein ASCII-Byte), so daß 16 bit auf dem Band ein Datenbyte verkörpern. Das erste Datenbyte ist das Byte, das unter der Startadresse SAH, SAL im Speicher stand, während das letzte Byte des Datenblocks durch die Endadresse EAH, EAL minus Eins gekennzeichnet wurde.

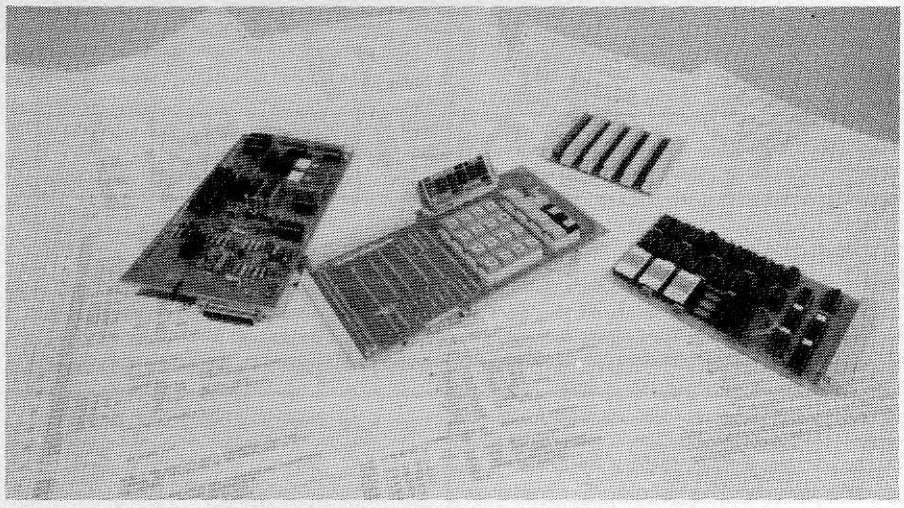
7. *Das Datenblockendzeichen /.* Dieses Zeichen signalisiert das Ende des Datenblocks; es hat den hexadezimalen ASCII-Kode 2F.

8. *Die Kontrollbytes CHKL und CHKH.* Mit Hilfe dieser beiden Bytes läßt sich kontrollieren, ob der Datentransport fehlerfrei verlief. Auf dem Weg zur Kassette und später in umgekehrter Richtung kann nämlich unter Umständen einiges schiefgehen. Ursache sind meistens sogenannte Dropouts des Magnetbands; sehr viel seltener führt ein falsch eingestellter PLL (siehe "PLL-Abgleich") zur Verfälschung von Daten. Kontrolliert wird hier wie folgt: Zu Beginn der Aufzeichnung sind die Bytes CHKL und CHKH beide ØØ. Von SAL an werden nacheinander SAL, SAH und sämtliche Daten zu CHKL hinzuaddiert. Dabei handelt es sich um den Zahlenwert der Daten vor ihrer Umwandlung in den ASCII-Kode. Unberücksichtigt bleibt bei der Addition die Programmnummer ID. Die Anzahl der Überläufe von CHKL über den Wert FF wird in CHKH festgehalten. Erreicht auch der Inhalt von CHKH den Wert FF, so beginnt das Ganze von vorn. Beim Lesen der Daten vom Band läuft genau die gleiche Prozedur ab: Sämtliche Zahlenwerte werden addiert und schließlich mit den auf dem Band stehenden Werten von CHKL und CHKH verglichen. Stimmen sie nicht überein, dann ist beim Datentransport mit hoher Wahrscheinlichkeit ein Fehler unterlaufen. Bei gleichen CHKH- und CHKL-Werten ist dagegen ein fehlerfreier Datenaustausch so gut wie sicher.

Um diese Methode der Datensicherung erschöpfend zu erklären, müßten mehrere Seiten des vorliegenden Hefts mit Abhandlungen über Statistik, Informationstheorie und ähnlicher trockener Materie gefüllt werden. Aus naheliegenden Gründen soll dies unterbleiben. Erwähnenswert ist aber, daß die anscheinend unnötige Umwandlung der Datenbytes in jeweils zwei ASCII-Bytes mit der Datensicherung in Zusammenhang steht.

Eine ungefähre Vorstellung von der Grundlage der Methode gibt folgende Parallele: Eine Sparkasse oder Bank ist bestrebt, das Vermögen ihrer Sparer so sicher wie möglich aufzubewahren. Es muß verhindert werden, daß sich jemand im Gebäude einschließen läßt, um später mit der Beute auszubrechen.

Man zählt deshalb die Kunden, die während der Öffnungszeiten die Bank betreten, sowie die Kunden, die die Bank verlassen. Beim Schließen der



Bank werden beide Zahlen miteinander verglichen. Wie hoch die Sicherheit ist, daß sich bei Übereinstimmung beider Zahlen niemand mehr im Gebäude aufhält, das hängt von der Zuverlässigkeit der Zählung ab. Es können zum Beispiel zwei Personen gleichzeitig, nebeneinander gehend, die Lichtschranke passieren, oder ein Lottokönig verläßt die Bank durch den Hinterausgang, nachdem er von der Direktion über die Anlagemöglichkeiten seines Reichtums beraten wurde. Schlußfolgerung ist, daß die Methode des Kontrollierens das Maß der Sicherheit bestimmt. Ferner können sich zwei Fehler mit unterschiedlichen Vorzeichen gegenseitig aufheben, so daß nur scheinbar alles seine Ordnung ist.

Zurück zu den Kontrollbytes CHKL und CHKH: Diese Art der Datensicherung kann im Gegensatz zur beschriebenen Zählung der Bankkunden als nahezu hundertprozentig zuverlässig betrachtet werden.

Aufnahme . . .

Die Daten werden Bit für Bit, also seriell auf das Band gesetzt. Wie dies beim Junior-Computer geschieht, das geht aus Bild 2a hervor. Jedes Bit wird in eine Impulsreihe "übersetzt", die ihrerseits aus mehreren schmalen Impulsen (hohe Frequenzen) und mehreren breiten Impulsen (niedrige Frequenz) besteht. Einer logischen 1 entsprechen drei halbe Perioden eines 3600-Hz-Signals gefolgt von vier halben Perioden eines 2400-Hz-Signals (② in Bild 2a). Eine logische Ø ist identisch mit sechs halben Perioden des 3600-Hz-Signals und zwei halben Perioden des 2400-Hz-Signals (① in Bild 2a). Die Impulsreihen für logisch Ø und logisch 1 sind gleich lang; sie haben stets die Dauer 9T, wenn T die halbe Periodendauer des 3600-Hz-Signals ist. Jede Impulsreihe beginnt mit dem höherfrequenten Signal. Ferner verhält sich die Dauer des höherfrequenten Signals zur Dauer des niederfrequenten Signals entweder wie eins zu zwei oder wie zwei zu eins.

Bild 2b macht zum Vergleich das Verfahren deutlich, das der Mikrocomputer KIM benutzt. Die Zeitachse mußte in drei Abschnitte unterteilt werden, damit die Impulsdiagramme nicht nach rechts über den Rand des Heftes hinauslaufen. Eine logische 1 besteht hier nämlich aus neun ganzen Perioden eines 3700-Hz-Signals (in Bild 2b auf 3600 Hz abgerundet) und zwölf ganzen Perioden eines 2400-Hz-Signals. Zu logisch Ø gehören achtzehn ganze Perioden des 3700-Hz-Signals und sechs Perioden des 2400-Hz-Signals. Die Dauer jeder Impulsreihe (die *Bitlänge*) beträgt beim Standard-KIM, verglichen mit dem Junior-Computer, das Sechsfache. Dies wirkt sich natürlich unmittelbar auf die Schreib- und Lesegeschwindigkeit aus.

Das niedrige Schreib- und Lesetempo des KIM gab verschiedentlich Anlaß, hier nach neuen Wegen zu suchen. Entscheidend trug dazu J. Butterfield mit seiner "Hypertape"-Kassettensoftware bei. Eine KIM-Bytelänge entspricht fast einer Bitlänge des Junior-Computers (Bild 2a). Die Schreib-Subroutine DUMP/DUMPT des Juniors unterscheidet sich zwar erheblich von Hypertape, ist jedoch zu diesem kompatibel. Es würde zu weit führen, die Unterschiede an dieser Stelle zu besprechen. Das Junior-Computer-Buch 4 geht darauf ausführlich ein.

Wie schon festgestellt, beträgt die Bitlänge der Junior-Kassettensoftware neun halbe Perioden des 3600-Hz-Signals, was $9 \cdot 139\,\mu s = 1250\,\mu s$ entspricht. Dies ist gleichbedeutend mit 800 bit/s oder 100 ASCII-Byte pro Sekunde oder 50 Daten-Byte pro Sekunde.

Auf das Band geschrieben werden die Daten mit der Subroutine DUMP/DUMPT, die vom später noch zu besprechenden Hauptprogramm TAPE MANAGEMENT aufgerufen wird (auch PRINTER MONITOR macht davon Gebrauch). Während des Schreibens ist das sechsstellige LED-Display auf der Hauptplatine abgeschaltet. Bevor Daten auf das Band gesetzt werden, benötigt der Computer noch folgende Informationen: 1. die Programmnummer ID (Ø1 . . . FE), 2. die Startadresse SA und 3. die Adresse, die um eine höher als die Endadresse EA ist (EA + 1). Die Addition von 1 ist wegen der Kompatibilität mit der KIM-Software notwendig.

. . . und Wiedergabe

Werfen wir noch einmal einen Blick auf Bild 2a. Dort sind auch die verschiedenen Ausgangssignale des PLL dargestellt, die bei der Rückwandlung der Tonsignale in binäre logische Signale entstehen. Die Arbeitsweise des PLL wird im Artikel über die Kassettenhardware ausführlich besprochen; hier interessieren nur die PLL-Ausgangssignale (③ und ④ in Bild 2a).

Aus dem Bild geht deutlich hervor, daß sich das Tastverhältnis des PLL-Ausgangssignals entweder wie 2 : 1 oder wie 1 : 2 verhält. Die Lese-Software vergleicht das Verhältnis von "High" und "Low" des PLL-Ausgangssignals und entscheidet dann, ob eine logische Ø oder eine logische 1 auf dem Band steht. Die absolute Dauer ist vollkommen nebensächlich; nur die Dauer des 3600-Hz-Signals (PLL-Ausgang "High") im Verhältnis zur Dauer des 2400-Hz-Signals (PLL-Ausgang "Low") spielt eine Rolle. Daher können Programme oder andere Daten, die von einem KIM auf Band gesetzt wurden, vom Junior-Computer problemlos gelesen werden. Die Signale ③ und ④ in Bild 2b haben nämlich die gleiche Form wie die Signale ③ und ④ in Bild 2a; sie unterscheiden sich nur durch die etwa sechsfache zeitliche Dehnung.

Ein Vorteil der sowohl beim Junior als auch beim KIM angewandten Zeitvergleichsmethode ist eine weitgehende Unabhängigkeit von Schwankungen und Differenzen der Bandgeschwindigkeit. Differenzen sind praktisch immer vorhanden, wenn Aufnahme und Wiedergabe auf zwei verschiedenen Kassettenrekordern stattfinden. Es wurde ferner dafür gesorgt, daß auch der sogenannte PLL-Jitter ohne Einfluß bleibt.

Das Lesen der Daten vom Band geschieht mit der Subroutine RDTAPE, die ebenfalls vom Programm TAPE MANAGEMENT aufgerufen wird. Eine visuelle Kontrolle des Lesevorgangs ist über die Siebensegment-Anzeigen möglich: Die beiden rechten LED-Anzeigen geben Aufschluß über das Geschehen; in Bild 3 sind drei möglichen Konfigurationen skizziert. Das Display leuchtet wie unter ① angegeben auf, wenn

a. das am Aufnahme-Wiedergabe-Kopf vorbeilaufende Bandstück (Kassettenrekorder in Stellung Wiedergabe) einen Abschnitt zwischen zwei Datenblöcken, gesprochene Kommentare oder überhaupt nichts enthält. Die Anzeige ist dann nicht stabil, das Display flackert;

b. ein Datenblock wiedergegeben wird, dessen Kopf fehlt, oder wenn der wiedergegebene Datenblock nicht die zuvor eingegebene Programmnummer trägt; in diesem Fall ist die Anzeige stabil.

Die mit ② bezeichnete Siebensegment-Konfiguration in Bild 3 ist immer dann sichtbar, wenn Synchronisationszeichen gelesen werden, die jedem Datenblock vorangehen. Bei den ersten Zeichen kann das Display flackern, um nach etwa einer Sekunde stabil zu werden.

Auf dem Band stehen vor jedem Datenblock 255 Synchronisationszeichen, die in etwa 2,5 Sekunden am Tonkopf vorbeilaufen. Der Junior-Computer stellt sich auf eine ordnungsgemäße Datensendung (= "Ouvertüre" + Datenblock + "Schlußakkord") ein, sobald ihn zehn lückenlos aufeinanderfolgende Synchronisationszeichen erreicht haben. Wenn bei den ersten zehn Zeichen eine Störung auftrat, bleiben noch mehr als zwanzig mögliche Anläufe übrig. Der KIM arbeitet dagegen mit nur 100 Synchronisationszeichen, so daß dort die Synchronisation etwas Schwieriger ist.

Das Siebensegmentdisplay leuchtet wie unter ③ in Bild 3 angegeben auf, wenn der Datenblock mit der gewünschten Programmnummer gefunden wurde und die Daten in den Speicher des Juniors geschrieben werden.

Vor dem Lesen von Daten, also vor dem Sprung zur Subroutine RDTAPE, muß die Nummer des zu lesenden Datenblocks eingegeben werden. Diese kann zwischen Ø1 und FE liegen, so daß auf jedem Band 254 unterschiedliche Programmnummern vorkommen können. Darüber hinaus gibt es noch zwei weitere Möglichkeiten: Gibt man vor dem Lesen als Programmnummer ØØ oder FF in den Computer ein, dann wird der erstbeste Datenblock gelesen. Bei ØØ bleibt die Programmnummer dieses Datenblocks unberücksichtigt; der Block wird beginnend mit der zugehörigen, auf Band befindlichen Startadresse SA in den Speicher des Computers gesetzt. FF als eingegebene Programmnummer hat zur Folge, daß nicht nur die Programmnummer des Datenblocks, sondern auch die auf dem Band stehende Startadresse bedeutungslos ist. Der Block wird dann in einen Bereich des Arbeitsspeichers übernommen, dessen Startadresse zuvor von Hand eingegeben wurde. Auf diese Weise ist ein Umsetzen und Aneinanderfügen von beliebigen auf dem Band befindlichen Datenblöcken möglich. Allerdings setzt das die genaue Kenntnis der Bandstellen voraus, an denen die betreffenden Datenblöcke beginnen. Ein Kassettenrekorder mit eingebautem Bandzählwerk ist hier von großem Vorteil.

3

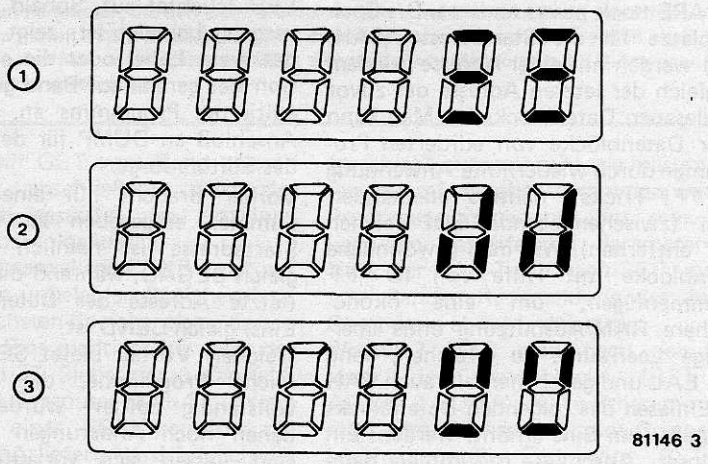


Bild 3. Das Suchen, Finden und Lesen eines Datenblocks vom Band kann auf dem Siebensegmentdisplay verfolgt werden. Was die drei abgebildeten Konfigurationen bedeuten, ist im Text erklärt.

Datenverwaltung

TAPE MANAGEMENT

Das Programm TAPE MANAGEMENT könnte man auch "Tape Monitor" nennen. Dieses Programm sorgt für den reibungslosen Ablauf, wenn es um das Schreiben von Daten auf Band oder das Lesen der Daten vom Band geht. Das Programm, das länger als 1024 Byte und kürzer als 2048 Byte ist, befindet sich in einem EPROM vom Typ 2716; dieses EPROM kann daher noch zusätzlich einige "hausgemachte" Bytes aufnehmen.

Der Speicherbereich von TAPE MANAGEMENT, nachfolgend kurz TM genannt, umfaßt die Adressen Ø8ØØ . . . . ØC7F; die Startadresse ist Ø81Ø (nicht Ø8ØØ!). In einigen Fällen wird TM über den Editor (siehe Buch 2) verlassen, in anderen Fällen springt man von TM durch Drücken der Taste RST zum Monitor zurück.

Unmittelbar nach dem Start (AD Ø8 1Ø GO) erscheint die Konfiguration ① aus Bild 4 auf dem Display. Drückt man anschließend die Taste PAR (= Plustaste), dann wechselt die Anzeige zu Konfiguration ②, ③ usw. bis ⑧ über. Auf ⑧ folgt wieder ①; das Spiel beginnt dann von vorn.

Die Buchstaben PAR auf der Plustaste bedeuten "Programm-Parameter". Gemeint sind damit die Informationen, die der Computer für das Lesen oder Schreiben eines Programms benötigt: Es sind dies ID (die Programmnummer) und ferner SAH, SAL, EAH, EAL, BEG(AD)H, BEG(AD)L, END(AD)H und END(AD)L. Hier wurde die Bytereihenfolge H-L gewählt, da diese sich bequemer als L-H handhaben läßt.

Sobald der Name des einzugebenden

oder zu ändernden Parameters auf den Displays erscheint, werden nacheinander die betreffenden numerischen Tasten gedrückt. Die Tastenwerte (Nibbles = halbe Bytes) erscheinen wie vom Datenmodus des Monitors gewohnt von rechts schiebend auf den beiden rechten LED-Anzeigen. Nach dem Start von TM sind die ersten fünf Parameter Null (ØØ), während die restlichen vier Parameter XX sind. Dieser Fall ist in Bild 4 gezeichnet.

Die Tastenfunktion PAR dient als Hilfe beim Eingeben der Daten, die dem Junior-Computer vor dem anschließenden Drücken einer weiteren Funktionstaste bekannt sein müssen. Sie ist auch eine bequeme Alternative für das Eintippen von AD ØØE2 XX + YY. Man vergißt nämlich leicht, ob in ØØE2 der Parameter BEGADL oder BEGADH stehen muß.

Anmerkung: Zu den neun Parametern aus Bild 4 gehören neun nach ihnen benannte Speicherplätze in Seite ØØ bzw. Seite 1A. Die Speicherplätze 1A69 . . . 1A7F dürfen während des Lesens von Daten, die auf dem Band stehen, nicht überschrieben werden!

Hier nun die Beschreibung der vier eigentlichen Tastenfunktionen:

1. Zuerst *SAVE*, ein neuer Name und eine neue Funktion der Taste AD.

Dem Wort kann man bereits entnehmen, daß es um "retten" oder "aufbewahren" geht. Genau dies trifft zu, denn mit SAVE wird ein Datenblock aus dem Speicher des Juniors auf Band gesetzt. Natürlich muß vorher noch der Kassettenrekorder in Stellung Aufnahme geschaltet werden.

Ebenfalls vorher ist die Programmnummer (ID) auszuwählen (nicht ØØ oder FF!) und zusammen mit den Parametern SAH, SAL, EAH und EAL des zu schreibenden Datenblocks in den Computer einzugeben. Achtung! EAH/EAL müssen um Eins höher sein als die tatsächliche Endadresse des Datenblocks. Lautet beispielsweise die letzte Adresse Ø3FF, dann gibt man EAH = Ø4 und EAL = ØØ ein.

Nach Drücken von SAVE wird die Subroutine DUMP aufgerufen. Die rote Aufnahme-LED D5 leuchtet, während das Siebensegmentdisplay verlischt. Sobald der Datenblock auf dem Band steht, meldet sich sofort der Computer mit "IDXX" zurück, wobei XX gleich der gewählten Programmnummer ist.

Anmerkung: Es empfielt sich, ID, SA und EA sowie den Stand des Bandzählwerks in ein Gesamtverzeichnis einzutragen, in das alle verfügbaren Programme aufgenommen werden.

2. *Taste GET* ist identisch mit Taste PC.

Das Drücken dieser Taste hat zur Folge, daß mit Hilfe der Subroutine RDTAPE ein bestimmter Datenblock vom Band gelesen und in den Arbeitsspeicher des Junior-Computers gesetzt wird. Voraussetzung ist natürlich das Starten des Kassettenrekorders in der Betriebsart Wiedergabe. Vorher ist nur noch die Nummer des gewünschten Datenblocks einzugeben, es sei denn, man wählt ID = FF. Auf dem Band stehen nur Datenblöcke, deren Programmnummern zwischen Ø1 und FE liegen. Gibt man vor Drücken von GET die Programmnummer ØØ ein, dann wird der erste auf dem Band folgende Datenblock gelesen, ungeachtet der tatsächlichen Programmnummer dieses Datenblocks. Will man auf diese Weise einen bestimmten Datenblock lesen, dann muß das Bandzählwerk des Kassettenrekorders zu Hilfe genommen werden. Der Datenblock wird an der Stelle in den Speicher des Computers gesetzt, die die Startadresse SAH, SAL spezifiert; sie steht in diesem Fall zusammen mit dem Datenblock auf dem Band.

Gibt man vor Drücken der Taste GET als Programmnummer FF ein, dann wird ebenfalls der erste folgende Datenblock gelesen. Auch jetzt spielt die tatsächliche Programmnummer keine Rolle. Der Datenblock wird jedoch in einen Speicherbereich des Computers geschrieben, dessen Startadresse SAH, SAL zuvor von Hand eingegeben wurde. Die auf dem Band stehenden Startadresse ist hierbei ohne Bedeutung.

Nach Drücken von GET wird die Subroutine RDTAPE aufgerufen; dann leuchtet die grüne Wiedergabe-LED D4 auf. Das Siebensegmentsdisplay des Junior-Computers zeigt eins der in Bild 3 wiedergegebenen Muster an, deren Bedeutung bereits erklärt wurde. Sobald der Datenblock in den Speicher eingelesen ist, meldet sich der Junior-Computer mit "IDXX" zurück (① in Bild 4), wobei XX die gewählte Programmnummer (oder ØØ bzw. FF) ist.

Anmerkung: Nach Einlesen eines Datenblocks ist nur der Inhalt von ID (① in Bild 4) und bei ID = FF zusätzlich der Inhalt von SAH, SAL von Bedeutung. Der Inhalt von EAL, EAH muß dagegen nicht gleich der Endadresse des gerade gelesenen Datenblocks sein!

Wenn FF als Programmnummer eingegeben wurde, geschieht nach Drücken von GET und nach Ausführung von RDTAPE noch etwas anderes: Die Speicherplätze für die Startadresse (SAH, SAL) werden mit einer Adresse geladen, die gleich der letzten Adresse des zuvor eingelesenen Datenblocks ist. Man kann daher Datenblöcke von editierten Programmen durch wiederholte Anwendung des "FF-Tricks" nahtlos aneinanderfügen (zwischenliegende EOF-Zeichen "77" entfernen). Will man gewöhnliche Datenblöcke mit Hilfe von ID = FF zusammenfügen, um eine ökonomischere RAM-Ausnutzung ohne überflüssige Leerräume zu erreichen, dann muß EAL und gegebenenfalls auch EAH vor Einlesen des folgenden Datenblocks angepaßt (um Eins erhöht) werden. Ein nahtloser Anschluß ist immer dann notwendig, wenn ein Programm aus einzelnen, auf dem Band verteilten Datenblöcken besteht. Die Bandstellen, an denen diese Datenblöcke stehen, müssen natürlich bekannt sein.

3. *EDIT* ist die neue Bezeichnung der Taste DA, die Funktion von EDIT ist dagegen nicht mehr ganz neu. Ein Druck auf EDIT hat nämlich ebenso wie AD 1CB5 GO den Kaltstart des Editors zur Folge. Vorher gibt man BEGAD und ENDAT mit Hilfe der Funktion PAR ein (PAR so lange drücken, bis BEG(AD)H auf den Displays steht, Daten eingeben, PAR drücken, Daten eingeben usw.). Wie bereits bekannt, zeigt das Display nach dem Kaltstart des Editors die Ziffern 77 an. Nach Drücken von EDIT geschieht dies natürlich ebenfalls.

Die Tastenfunktion EDIT erscheint zunächst überflüssig; aus der Beschreibung der vierten Tastenfunktion wird jedoch deutlich, daß dies keineswegs der Fall ist:

4. *Taste SEF* erfüllte vor dem Start von TM als Taste GO ihre Aufgabe.

Die Tastenfunktion SEF, eine Abkürzung von *S*ave *E*dited *F*ile, dient folgendem Zweck: Mit ihr wird ein Datenblock auf das Band gesetzt (gerettet), der aus einem vollständig oder unvollständig editierten Programm besteht. Dies ist ein Programm, das noch nicht assembliert ist.

Vorausgesetzt, daß vorher EDIT gedrückt wurde (Kaltstart des Editors), werden alle Programmdaten ab der Beginnadresse BEGAD (die ebenso wie ENDAD vor Drücken von EDIT eingegeben wurde) in Form eines Datenblocks mit der Subroutine DUMP auf Band geschrieben. Die Endadresse weist hierbei der Vektor CEND an.

Bevor ein solcher Datenblock mit SEF auf das Band gesetzt werden kann, muß *bei nicht eingeschaltetem Junior-Computer* (BEGAD und CEND stehen auf der RAM-Seite ØØ!) vom Editor über den Monitor nach Tape Management gesprungen werden:

RST Ø81Ø GO; anschließend ID eingeben und dann SEF.

Das Schreiben der Daten auf Band geschieht mit der Subroutine DUMP. Nach Drücken von SEF ist das Display dunkel; nur noch die rote Aufnahme-LED leuchtet auf. Sobald der Schreibvorgang beendet ist, zeigt das Display das erste Label oder die erste Instruktion des gerade auf Band geschriebenen editierten Programms an, weil TM in Anschluß an DUMP für den Warmstart des Editors sorgt.

Vorher braucht nur eine Programmnummer eingegeben zu werden; die Startadresse ist nämlich automatisch gleich BEGAD, während die Endadresse (letzte Adresse des Datenblocks plus Eins) gleich CEND ist.

Welchen Vorteil bietet SEF? Umfangreiche Programme, die noch nicht vollständig editiert wurden oder bei denen noch Änderungen zu erwarten sind, lassen sich vorläufig "auf Eis legen", d.h. auf Band setzen. Wenn die Bearbeitung eines Teilabschnittes fortgesetzt werden soll (natürlich sind mehrere "Baustellen" möglich), braucht

4

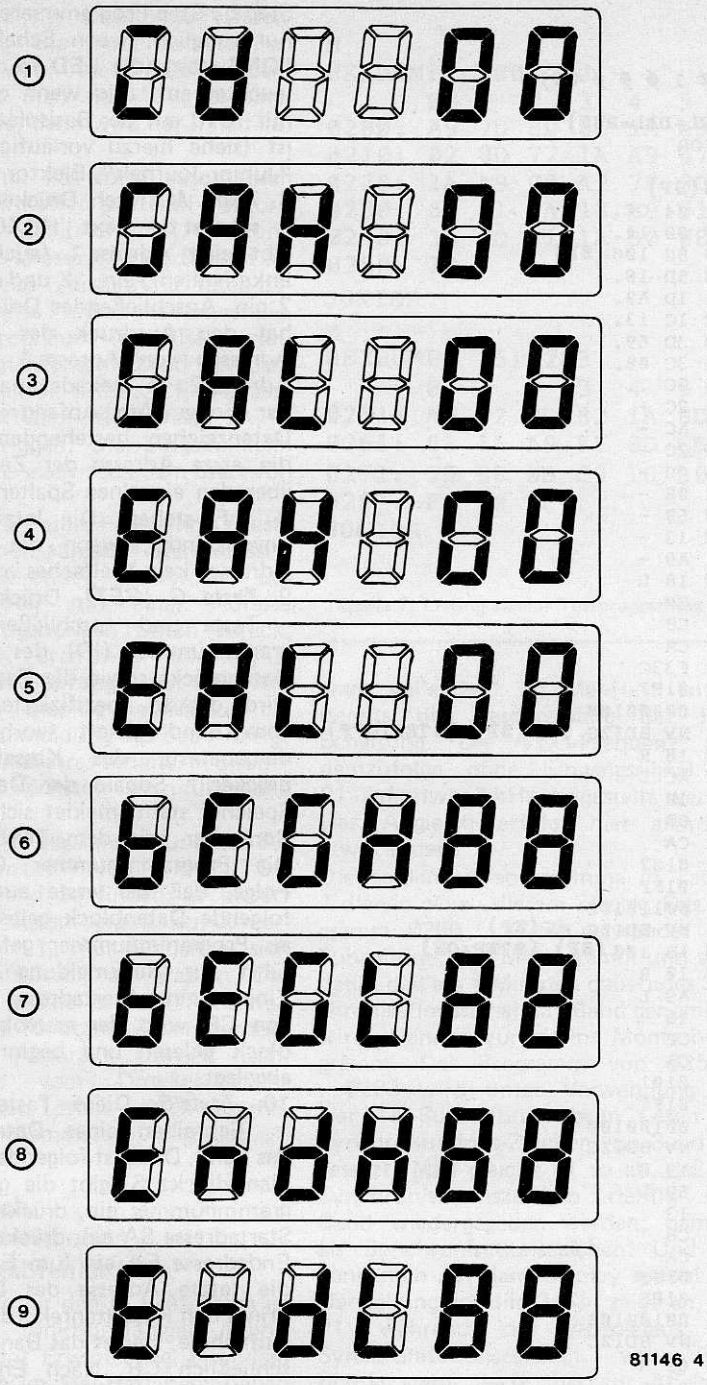


Bild 4. Die neun Parameter, die den Datentransport zum Band und vom Band betreffen, werden vom Systemprogramm TAPE MANAGEMENT einzeln sichtbar gemacht. Die ersten vier LED-Anzeigen geben den Namen des Parameters an, während die beiden letzten LED-Anzeigen die zugehörigen Daten wiedergeben.

dieser nur mit GET vom Band gelesen zu werden; anschließend wird der Editor warm gestartet. Im einzelnen geschieht dabei folgendes:
Der Endadressenvektor CEND zeigt auf den höchsten unbelegten Speicherplatz. Auf dem nächsten Speicherplatz, dessen Adresse um Eins niedriger ist, steht das EOF-Zeichen 77. Siehe hierzu Kapitel 8 von Junior-Computer-Buch 2. Wenn CEND bei einer SEF-Operation die Endadresse EA liefert, wird folglich die 77 als letztes auf das Band gesetzt. Die Parameter BEGAD = SA und CEND = EA braucht man jedoch vor Drücken von SEF nicht einzugeben (geschieht automatisch), sie müssen dem Programmierer aber zusammen mit der Programmnummer bekannt sein. Man liest die betreffenden Parameter mit Hilfe der PAR-Taste *nach* SEF und anschließender Rückmeldung des Junior-Computers ab und notiert sie.
Weshalb? Weil man nach dem Einlesen des Datenblocks (RST oder AD Ø81Ø GO XY; XY = Programmnummer) den Rücksprung zum Editor vorbereiten muß. Erst wird RST gedrückt (Sprung von TM zum Monitor), dann setzt man in BEGAD (L = ØØE2, H = ØØE3) die notierten Daten (BEGAD = SA), in CEND setzt man EA, und ferner setzt man BEGAD auch in CURAD (L = ØØE6, H = ØØE7). Dann wird der Editor *warm* gestartet: AD 1CCA GO. Da CURAD gleich BEGAD ist, erscheint die erste Instruktion auf dem Display.
Anmerkung: In diesem Fall *niemals* den Editor *kalt* starten, zum Beispiel mit EDIT!!! Dann wird nämlich der Inhalt der ersten Adresse des gelesenen und editierten Datenblocks mit 77 überschrieben, so daß ein Datenchaos die Folge ist.
Noch eine Anmerkung: Wenn mit ID = FF mehrere editierte Datenblöcke eingelesen werden, gilt CEND als Endadresse des zuletzt eingegebenen Datenblocks!
Man kann unter Verwendung von FF als Programmnummer beim Lesen von einem oder eventuell mehreren editierten Datenblöcken andere Speicherbereiche wählen und Datenblöcke auf diese Weise umsetzen. Natürlich müssen hierbei die zuständigen Parameter CEND und CURAD ebenfalls angepaßt werden.

Kommunikationswege

PRINTER MONITOR

Das Systemprogramm PRINTER MONITOR, nachfolgend kurz PM genannt, kann zusammen mit einem Drucker beträchtliche Mengen an Papier verschlingen. Ähnlich verhält es sich mit der Beschreibung von PM. Da aber dieser Artikel über die neue Systemsoftware des Junior-Computers nur einen orientierenden Überblick geben soll und die ausführliche Darstellung der Kassetten-Software wichtiger erschien, fassen wir uns nachfolgend kurz.
Das Systemprogramm PM befindet sich in einem EPROM vom Typ 2716; es nimmt den Adressenbereich 1ØØØ.. ..14F3 ein. Ebenso wie TM füllt auch PM sein EPROM nicht vollständig aus, so daß noch etwas Platz für ergänzende Software übrig bleibt. Die Startadresse von PM ist 1ØØØ.
Was kann PM? Dieses Systemprogramm realisiert unter anderem Tastenfunktionen, die mit den bereits vorhandenen Monitor-Tastenfunktionen AD, DA, + und GO vergleichbar sind. Der Unterschied besteht darin, daß mit PM jede Operation "protokolliert" werden kann. Das sechsstellige Siebensegmentdisplay der Junior-Computer-Standardversion gibt stets nur die letzte Operation wieder, denn jedes neue Bild überschreibt das alte. Schließt man jedoch einen geeigneten Drucker an, dann wird alles übersichtlich und dauerhaft aufgelistet. Weniger dauerhaft ist das Protokoll, wenn man ein Videodisplay (z.B. das Elekterminal) benutzt. Ein solches Datensichtgerät kann nur eine begrenzte Zeilenanzahl wiedergeben (die Seitenerweiterung für das Elekterminal erhöht dessen Kapazität, dafür entfällt hier das Nachfüllen von Papier).
PM wird mit Hilfe des Monitor-Programms gestartet: AD 1ØØØ GO. Nach Drücken der Taste RES (= RUBOUT)

auf dem Keyboard des Elekterminals (oder bei anderen Geräten: DEL zusammen mit CTRL) meldet sich der Junior-Computer mit dem Text "JUNIOR". Nun kann mit den Tasten Ø . . . 9 und A . . . F des ASCII-Keyboards eine Adresse eingegeben werden. Die nicht signifikanten (links stehenden) Nullen können dabei wegfallen: "200" genügt, wenn Adresse Ø2ØØ gemeint ist. Die Adresse wird zusammen mit dem zugehörigen Inhalt ausgedruckt bzw. abgebildet, wenn man die Taste SP (SPACE = Zwischenraum) drückt. Will man den angezeigten Speicherplatz mit neuen Daten laden, dann werden zuerst die Daten eingegeben (nacheinander zwei Tasten Ø . . . F drücken), anschließend wird die Taste "." (Punkt) gedrückt. Der Computer lädt daraufhin die Daten und läßt die nächste Adresse und ihren Inhalt erscheinen. Dieser kann auf die gleiche Weise überschrieben werden, worauf die nächste Adresse erscheint usw.

Tastenfunktionen

Neben verschiedenen Hilfsfunktionen wie RUB, CR (Carriage Return oder RETURN) und "," stehen zehn Tastenfunktionen zur Verfügung:

1. *Taste "–" (Minus)*. Durch Drücken dieser Taste wird die Arbeitsadresse (= zuletzt ausgedruckte Adresse) um Eins herabgesetzt. Es erscheint die neue Adresse zusammen mit ihrem Inhalt.
2. *Taste "+" (Plus)*. Diese Taste erhöht die Arbeitsadresse um Eins. Sichtbar werden die neue Adresse und ihr Inhalt.
3. *Taste SPACE (Zwischenraum)*. Die eingegebene Arbeitsadresse und ihr Inhalt erscheinen. Diese Tastenfunktion ist bis auf die Reihenfolge von Adresseneingabe und Drücken der Funktionstaste identisch mit AD.
4. *Taste "." (Punkt)*. Die eingegebenen Daten werden unter der Arbeitsadresse in den Speicher geschrieben. Die Funktion ist mit DA vergleichbar; hier wird jedoch zuerst die Adresse eingegeben und dann die Funktionstaste gedrückt.
5. *Taste R (RUN)*. Mit ihr wird, ebenso wie mit der GO-Taste, ein eingegebenes Programm an der Arbeitsadresse gestartet.
6. *Taste L (LIST)*. Die Inhalte sämtlicher Register des 6502-Mikroprozessors werden in Form einer Liste ausgegeben. In aufeinanderfolgenden Zeilen erscheinen AC, Y, PC, SP und PR (P-Register). Der Inhalt des P-Registers ist als Bitmuster sichtbar; unter jedem Bit ist der Name des Flag angegeben: N, V, (Zwischenraum), B, D, I, Z, C.
7. *Taste P (Program Counter)*. Macht den Stand des Programmzählers PC unmittelbar vor dem Sprung vom Anwenderprogramm (nach Ausführung einer Instruktion) zu PM sichtbar. Taste P dient ebenso wie die Monitor-Taste PC dazu, die Ausführung der nächsten Instruktion (R drücken) vorzubereiten. Step-by-Step-Programmieren mit PM ist nur möglich, wenn Schalter S24 auf "ON" steht (die LED in der GO-Taste leuchtet auf) *und* wenn die Schaltung mit IC10 auf der Basisplatine angepaßt ist (siehe hierzu vorläufig Bild 1b des "Junior-Journals", Elektor April 1981).
8. *Taste M*. Nach Drücken von M erscheint der Text "HEXDUMP". Man gibt eine Adresse 1 (auch hier ohne linke Nullen), ein "," und dann Adresse 2 ein. Anschließendes Drücken von CR hat den Ausdruck des Inhalts aller Adressen von Adresse 1 bis inklusive Adresse 2 in hexadezimalem Format zur Folge. Am Anfang jeder aus 16 Datenzeichen bestehenden Zeile steht die erste Adresse der Zeile, während über den einzelnen Spalten die Zeichen Ø . . . F stehen. Die letzte Reihe ist unvollständig, wenn die Anzahl der Adressen kein Vielfaches von 16 ist.
9. *Taste G (GET)*. Drückt man diese Taste und anschließend die Programmnummer (ID) des gewünschten Datenblocks sowie die Taste CR, dann wird der so spezifizierte Datenblock vom Band geholt (vorher die Wiedergabetaste des Kassettenrekorders drücken!). Sobald der Datenblock im Speicher steht, meldet sich der Junior-Computer mit dem Text "READY". Die Programmnummer ØØ hat zur Folge, daß der erste auf dem Band folgende Datenblock gelesen wird. FF als Programmnummer gefolgt von CR führt zur Rückmeldung "SA". Nach Eingabe einer Startadresse und Drücken von CR wird der erstfolgende Datenblock gelesen und beginnend bei SA abgelegt.
10. *Taste S*. Diese Taste dient zum Schreiben eines Datenblocks auf das Band. Dazu ist folgendes notwendig: Man drückt S, gibt die gewählte Programmnummer ein, drückt "," gibt die Startadresse SA ein, drückt ",", gibt die Endadresse EA ein (um Eins höher als die letzte Adresse des Datenblocks), bringt den Kassettenrekorder in Stellung Aufnahme, startet das Band und drückt schließlich CR. Nach Ende der Aufnahme meldet sich der Junior-Computer mit dem Text "READY" zurück.

So viel in Kurzfassung zu den einzelnen Tastenfunktionen. Hier nun noch einige ergänzende Hinweise: Bei der Eingabe von numerischen Daten (ASCII-Tasten Ø . . . 9 und A . . . F) wird erst hinterher entschieden, ob es sich um eine Arbeitsadresse oder um die unter einer Arbeitsadresse zu speichernden Daten handelt (Taste "." oder Taste SPACE). Un-

```
5

(RST 1 Ø Ø Ø GO)

(CTRL+DEL=RUB)
JUNIOR

1A7E (SP)
1A7E  Ø4 CF.
1A7F  ØØ 14.
1A8Ø  8Ø 1ØØ (SP)
Ø1ØØ  5D 18.
Ø1Ø1  1D A9.
Ø1Ø2  1C 13.
Ø1Ø3  3D 69.
Ø1Ø4  3C Ø8.
Ø1Ø5  3C .
Ø1Ø6  2C +
Ø1Ø7  AC -
Ø1Ø6  2C -
Ø1Ø5  ØØ -
Ø1Ø4  Ø8 -
Ø1Ø3  69 -
Ø1Ø2  13 -
Ø1Ø1  A9 -
Ø1ØØ  18 L
ACC: C0
Y  : CB
X  : CA
PC : F33C
SP : Ø1FF
PR : ØØØØØ1ØØ
     NV BDIZC 1ØØ (SP) (STEP:OFF)
Ø1ØØ  18 R
Ø1Ø7  AC L
ACC: 1B
Y  : CB
X  : CA
PC : Ø1Ø7
SP : Ø1FF
PR : ØØ11Ø1ØØ
     NV BDIZC F3 (SP)
ØØF3  1B 1ØØ (SP) (STEP:ON)
Ø1ØØ  18 R
Ø1Ø1  A9 L
ACC: 1B
Y  : CB
X  : CA
PC : Ø1Ø1
SP : Ø1FF
PR : ØØ1ØØ1ØØ
     NV BDIZC P
Ø1Ø1  A9 R
Ø1Ø3  69 L
ACC: 13
Y  : CB
X  : CA
PC : Ø1Ø3
SP : Ø1FF
PR : ØØ1ØØ1ØØ
     NV BDIZC P
Ø1Ø3  69 R
Ø1Ø5  ØØ L
ACC: 1B
Y  : CB
X  : CA
PC : Ø1Ø5
SP : Ø1FF
PR : ØØ1ØØ1ØØ
     NV BDIZC P
Ø1Ø5  ØØ R
Ø1Ø7  AC L
ACC: 1B
Y  : CB
X  : CA
PC : Ø1Ø7
SP : Ø1FF
PR : ØØ11Ø1ØØ   (STEP:OFF!)
     NV BDIZC M
HEXDUMP: 1ØØ,1Ø5
       Ø  1  2  3  4  5  6  7  8  9  A  B  C  D  E  F
Ø1ØØ: 18 A9 13 69 Ø8 ØØ

JUNIOR

S11,1ØØ,1Ø6
READY
```

mittelbar nach Ausführung der Tastenfunktion sind die zugehörigen Datenbuffer Null. Die Arbeitsadresse ist daher ØØØØ, wenn nur SPACE gedrückt wird; drückt man nur "." bei einer Arbeitsadresse, dann wird der Inhalt auf ØØ gesetzt.

Das Programm PM sorgt automatisch für die Spezifikation des NMI-Vektors; es ist NMIL = CF (Adresse 1A7A) und NMIH = 14 (Adresse 1A7B). Dies ist für die schrittweise Ausführung (Step-by-Step-Mode) eines Programms notwendig. Wenn ein Programm mit BRK endet, dann kann man anschließend mit dem IRQ-Sprungvektor IRQL = CF (Adresse 1A7E) und IRQH = 14 (Adresse 1A7F) nach PM springen. Die Eingabe kann sowohl vor als auch nach dem Start von PM erfolgen.

Nach dem Start eines Programms (Taste R und Arbeitsadresse = Startadresse), das mit BRK endet, meldet sich der Junior-Computer mit einer Adresse sowie den zugehörigen Daten zurück, die vom BRK-"Bremsweg" abhängig ist (sofern der IRQ-Sprungvektor auf 14CF zeigt). Beim Step-by-Step-Modus besteht die Rückmeldung aus der Anzeige der Adresse und ihres Inhalts, in der der Opcode des nächsten auszuführenden Befehls steht.

Ein Beispiel für die Anwendung des Systemprogramms PRINTER MONITOR ist nebenstehend zu finden; es basiert auf dem Additionsprogramm aus Junior-Computer-Buch 1. Hier handelt es sich um einen Ausdruck auf Papier. Das Elekterminal würde ohne Seitenerweiterung nur die 16 letzten Zeilen sichtbar machen. Im Ausdruck wurden nachträglich die vom Drucker nicht berücksichtigten Tasten- und Schalterbetätigungen in Klammern hinzugefügt.

```
M
HEXDUMP:  200,250
      Ø  1  2  3  4  5  6  7  8  9  A  B  C  D  E  F
Ø200: A9 7D 8D 6C 1A A9 C3 8D 6D 1A A9 Ø3 8D 76 1A A9
Ø210: Ø2 8D 77 1A A9 47 A2 FF 8D 82 1A 8D 78 1A 8E 83
Ø220: 1A A9 ØØ A2 7F 8D 8Ø 1A 8E 81 1A A9 DD 8D ØØ 1A
Ø230: 8D Ø1 1A 18 A9 Ø1 6D ØØ 1A 8D ØØ 1A A9 ØØ 6D Ø1
Ø240: 1A 8D Ø1 1A BØ Ø8 A9 16 2Ø A3 ØA 4C 33 Ø2 4C 1D
Ø250: 1C
JUNIOR
M
HEXDUMP:  251,283
      Ø  1  2  3  4  5  6  7  8  9  A  B  C  D  E  F
Ø251: A9 32 8D 82 1A 8D 78 1A A9 7E 8D 83 1A A9 7F 8D
Ø261: 81 1A A9 FF 8D 6B 1A 2Ø C2 ØB 6E 6B 1A AD 6B 1A
Ø271: 2Ø E8 ØB C9 16 DØ FØ 2Ø 36 ØC 2Ø 5D ØC C9 16 FØ
Ø281: F6 DØ DF
JUNIOR
```

Tabelle 7. Listing zweier Testprogramme zum PLL-Abgleich.

PLL-Abgleich
Daten speichern ohne "Rechtschreibfehler"

Voraussetzung für den PLL-Abgleich ist natürlich ein funktionsfähiger Junior-Computer samt Erweiterung. Nachdem also alles wie im Mai-Heft beschrieben aufgebaut ist, muß zunächst das erweiterte Netzteil überprüft werden. Am besten legt man sich entsprechende Lastwiderstände zurecht und überprüft damit die Belastungsfähigkeit der verschiedenen stabilisierten Spannungsquellen. Ist der Test zufriedenstellend verlaufen, kann man die Verbindungen zu Basis- und Interfaceplatine herstellen. Die Interfaceplatine muß für den folgenden Abgleich mit einem programmierten (mit TM) IC4 bestückt sein. Einige Kontrollfunktionen müssen nun zeigen, daß alles in Ordnung ist: Betätigen der RESET-Taste erlaubt den Sprung ins Standard-Monitorprogramm. Nach Eingabe von AD Ø 8 1 Ø (Start TM) muß "id 00" auf dem Display zu sehen sein. Bleibt also noch der PLL-Abgleich, um auch alle Bytes fehlerfrei auf Band speichern zu können. Der Artikel "Junior-Computer: Hardware vollendet" im Mai-Heft enthält bereits die Beschreibung der PLL-Schaltung. Die VCO-Frequenz muß demzufolge ohne Eingangssignal mit P1 auf etwa 3 kHz eingestellt werden. Der Abgleich erfolgt hier allerdings etwas anders.

Die beiden Hilfsprogramme in Tabelle 7 dienen genau diesem Zweck. Das Programm Ø2ØØ . . . Ø25Ø verwendet eine Subroutine im TM-Programm und sorgt dafür, daß ein 4 Minuten dauerndes Synchronisationssignal auf Band genommen wird. Danach zurück ins Monitor-Programm. Das Programm von Ø251 . . . Ø283 wird unter Verwendung von vier TM-Subroutinen beim Lesen der Synchronisations-Zeichen von Band eingesetzt. Man gleicht P1 so ab, daß die Synchronisationszeichen richtig vom Band wiedergegeben werden: nämlich als Synchronisationszeichen. Und das kann man auf dem Display **sehen**! Die Darstellung in Bild 3, ② zeigt an, daß P1 während des Abspielens der Synchronisationszeichen von Band richtig steht. Jetzt aber zur Abgleich-Prozedur:

1. Das Gerät wird eingeschaltet und das Programm gemäß Tabelle 7 eingegeben.
2. Man schließt einen Kassetten-Rekorder an und dreht P2 ganz auf. Der Aufnahmepegel-Einsteller wird – falls vorhanden – in Mittelposition gestellt.
3. Man startet den Rekorder in Aufnahmestellung "Record" und gibt ein: AD Ø 2 Ø Ø GO. Die rote "Aufnahme-LED" leuchtet auf; die Synchronisationszeichen werden auf Band genommen.
4. Nach etwa 4 Minuten ist die Aufnahme beendet. Die rote LED verlischt. Das Display zeigt "Ø2ØØA9" an. Der Rekorder wird gestoppt und bis zum Anfang zurückgespult.
5. Man startet den Rekorder nun in Wiedergabestellung "Play" (bei Verwendung des Lautsprecher-Ausgangs → Lautstärke-Einsteller in Mittelstellung) und gibt AD Ø 2 5 1 GO ein. Die grüne "Wiedergabe-LED" leuchtet auf. Hat man eine Bandstelle vor den Synchronisations-Zeichen "erwischt", zeigt das Display mit Sicherheit das "Zwischenzeichen" laut Bild 3, ① an. Ist man allerdings sicher, daß etwa aufgrund der Bandzähler-Anzeige Synchronisationszeichen wiedergegeben werden, kann der Abgleich von P1 beginnen.
6. P1 wird solange verstellt, bis das Muster aus Bild 3, ② auf dem Display erscheint. Bei richtiger Einstellung von P1 ist während der Wiedergabe von Synchronisationszeichen **nur** dieses Muster zu sehen.

Zur Sicherheit sollte man diese Abgleich-Prozedur bei einer geringen Lautstärke so oft wiederholen, bis kein Zweifel mehr besteht, daß bei der Wiedergabe von Synchronisationszeichen das **richtige** Muster auf dem Display erscheint. Bei **falscher** Stellung von P1 muß in diesem Fall Muster ① aus Bild 3 zu sehen sein. ◀