

Der KIM-1 dürfte zur Zeit zweifellos zu den verbreitetsten Mikrocomputern auf dem Hobbymarkt gehören. Wir bringen daher in diesem Heft auch einiges für die Besitzer dieses etwa 800 DM „teuren“ Systems, beschränken uns dabei aber auf die Programmierung im Maschinencode.

Herwig Feichtinger

KIM-1 – mehr als nur ein Spielzeug

1 KIM-Hardware

Der KIM-1 besitzt nicht nur ein sechsstelliges LED-Siebensegment-Display (normalerweise dient es zur Anzeige von Speicheradressen und Daten) und eine Sedezimal-Tastatur zur Eingabe in Maschinensprache, sondern auch ein Fernschreiber-Interface (ASCII, 20 mA) und eine Schaltung, die das Aufzeichnen von Programmen bzw. Datenblöcken auf einem gewöhnlichen Mono-Kassettenrecorder erlaubt.

Bild 1 zeigt die Speicherbereichs-Verteilung des KIM-1. Die „Zero Page“ (Seite Null) hat bei dem verwendeten Mikroprozessor 6502 von MOS Technology eine besondere Bedeutung; Adressen in diesem Speicherbereich können mit einer Art von Kurzform-Adressierung angesprochen werden, wobei die führenden Nullen weggelassen werden. Dadurch spart man bei dem jeweiligen Befehl ein Byte. Ein Teil der „Zero Page“ wird bereits von dem in einem ROM gespeicherten Monitor-Programm benötigt, das für die Anzeige, für die Tastenfeld-Decodierung und die Magnetband-Aufzeichnung dient.

Der ROM-Bereich ist auf die beiden Chips 6530-002 und 6530-003 verteilt, die auch I/O-Ports und insgesamt zwei Zeitgeber (Timer) enthalten. Ferner besitzen sie je einen 64 x 8-bit-RAM-Speicher.

Zur Speichererweiterung sind verschiedene Zusatzplatinen lieferbar, ebenso für den Anschluß an den in den USA recht verbreiteten S-100-Bus und zur Darstellung von ASCII-Zeichen auf einem Fernsehgerät.

2 Die CPU 6502

Der Mikroprozessor 6502 ist hardwaremäßig sehr mit dem 6800 verwandt; beide sind – bis auf eine Ausnahme – sogar stiftkompatibel. Bei der Software sieht es allerdings etwas anders aus. Der 6502 besitzt einen Akkumulator und zwei Indexregister (X und Y); beim 6800 ist es genau umgekehrt.

Der 6502 bietet eine große Anzahl von Adressierungsmöglichkeiten: „Immediate“, „Absolute“, „Zero Page“ (s. o.), „Accu“, „(Indirect, X)“, „(Indi-

rect), Y“, „Zero Page, X“, „Absolute, X“, „Absolute, Y“, „Relative“ (bei bedingten Sprüngen), „Indirect“ (bei unbedingten Sprüngen) und „Zero Page, Y“.

Die bedingten Sprünge (Branch-Befehle) erlauben die Adressierung von max. 127 bzw. 128 Bytes vor- bzw. rückwärts und benötigen nur zwei Bytes (8080: drei Bytes).

Von den bei 8 bit Befehlslänge möglichen 256 Kombinationen sind knapp 150 als Befehle ausgenutzt. Das 8-bit-Status-Register (S) enthält Flags für Negative, Overflow, Break (das ist eine Art Software-Interrupt), Dezimal/Sedezimal (in beiden Systemen kann der 6502 addieren und subtrahieren), Interrupt-Sperrung, Null, Übertrag.

Eine besondere Eigenschaft des 6502 ist auch der Speicherzugriff im „Pipelining“-Verfahren, der dafür sorgt, daß jede Taktphase ausgenutzt wird. Er ist einer der Gründe, warum der BASIC-Interpreter für den 6502 einer der schnellsten überhaupt ist. Doch davon nur am Rande; wir wollen uns hier ja auf die Verwendung der „rohen“ KIM-Platine beschränken.

3 Nützliche Monitor-Unterprogramme

Wie schon erwähnt, dient das im KIM als ROM gespeicherte Monitorprogramm unter anderem dazu, die Tasteneingabe zu ermöglichen und auf dem sechsstelligen Display in sedezimaler Form vierstellige

Erweiterung bis 64 K	{ FFFF	Timer und I/O	{ 173F
	{ 2000	Frei für Erweiterungen,	{ 1700
	{ 1FFF	z. B. RAM	{ 16FF
ROM 6530-002	{ 1C000		{ 0400
ROM 6530-003	{ 1BFF	Freies RAM	{ 03FF
	{ 1800		{ 0200
Monitor-RAM	{ 17FF	Stack-Bereich	{ 01FF
	{ 17EC		{ 00FF
Freies RAM	{ 17EB	Monitor-RAM	{ 00EF
	{ 1780	Freies RAM	{ 00EE
Monitor-I/O	{ 177F	(Zero Page)	{ 0000
	{ 1740		

Bild 1. Speicherbereichsverteilung beim KIM-1

Adressen und zweistellige Daten darzustellen. Eine ganze Reihe von Monitor-Unterprogrammen kann aber auch in Anwenderprogrammen eine nützliche Verwendung finden; *Tabelle 1* zeigt die interessantesten.

Auch für die Art und Weise, aus einem Anwenderprogramm durch einen Sprung ins Monitorprogramm zurückzukehren, gibt es beim KIM-1 einige Möglichkeiten, wie *Tabelle 2* zeigt. Diese Tatsache erweist sich besonders während der Programm-Entwicklung manchmal als sehr nützlich.

Und *Tabelle 3* zeigt schließlich, wie einige Monitor-Unterprogramme benutzt werden, um ein Speicher-Testprogramm zu realisieren. Es prüft, ob sich in allen Zellen die Daten 00 und FF speichern lassen; damit werden jeweils alle 8 bit auf „Low“ und „High“ getestet. Der Test beginnt bei der Adresse, deren niederwertiges Byte in der Zelle 0000 und deren höherwertiges Byte in der Zelle 0001 steht und hält bei der Adresse an, bei der er zum erstenmal versagt. Natürlich ist es nicht möglich, die „Zero Page“ damit zu testen, da dort ja das Testprogramm selbst steht. Das Programm sei aber jedem empfohlen, der sich gerade einen KIM-1 oder eine zusätzliche RAM-Karte erwarb, um (vor Ablauf der Garantiefrist!) die richtige Funktion aller Speicherzellen zu prüfen. Das Monitor-Unterprogramm SCAND erlaubt es dabei, den Ablauf zu verfolgen; es sorgt dafür, daß die gerade getestete Adresse (und die Daten FF) in der Anzeige zu sehen sind. Der Ablauf läßt sich erheblich beschleunigen,

Tabelle 1. Nützliche Monitor-Programme

Name	Adresse	Verlorene Wirkung Register	Wirkung
SCANS	1F1F	A, X, Y	Zeigt den Inhalt der Zellen FB, FA, F9 im Display an. Wenn eine Taste gedrückt ist, wird das Zero-Flag gleich Null gesetzt.
SCAND	1F19	A, X, Y	Zeigt die durch FB, FA spezifizierte Adresse und die dort gespeicherten Daten an. Sonst wie SCANS.
GETKEY	1F6A	A, X, Y	Akku enthält die der gedrückten Taste entsprechenden Daten. A \geq 15 (hex.): keine Taste gedrückt.
INCPT	1F63	-	Erhöht die Zelle FA um 1. Wenn dabei ein Übertrag auftritt, wird auch FB um 1 erhöht.
GETCH	1E5A	A, Y	Lädt den Akku mit einem TTY-Zeichen.
PRTBYT	1E3B	Y	Druckt den Akkuinhalt als zwei Hex-Ziffern auf dem Fernschreiber.
PRTPNT	1E1E	A, Y	Druckt den Inhalt der Zellen FB und FA auf dem Fernschreiber.
OUTCH	1EA0	A, Y	Druckt den Akku-Inhalt als ASCII-Zeichen auf dem Fernschreiber.
OUTSP	1E9E	A, Y	Druckt einen Leerraum auf dem Fernschreiber.

wenn auf diese Anzeige verzichtet wird, weil der Unterprogramm-Aufruf SCAND einige Millisekunden in Anspruch nimmt. Die drei Bytes 20 19 1F (Adresse 001B) wären dann durch EA EA EA (No Operation) zu ersetzen. Dies ist besonders bei sehr umfangreichen Speicherblöcken sinnvoll.

4 Magnetband-Aufzeichnung

Das im KIM-1 verwendete PLL-System für die Wiedergewinnung der Digitalsignale aus Frequenz-Umstaptsignalen vom Kassettenrecorder ist gegenüber Phasenschwankungen und Amplitudenänderungen bis zu etwa 10 dB recht unempfindlich. Schwierigkeiten können aber auftreten, wenn

- vor dem Aufnahme- bzw. Wiedergabestart nicht die Daten 00 in die Zelle 00F1 geladen werden, um die sedezimale Arbeitsweise sicherzustellen;
- die (nur für die Wiedergabe benötigte) 12-V-Spannung mehr als etwa 100 mV Brumm aufweist;

Tabelle 2. Rückkehr ins Monitor-Programm

Name	Adresse	Geretete Register	Angezeigte Adresse	Bemerkungen
SAVE	1C00	A,X,Y,S	aktuelle A.	Meist als NMI-Vektor; günstig auch als IRQ-Vektor für BRK-Befehl
RST	1C22	-	Programmstartadr.	Stack-Pointer wird rückgesetzt, I/O-Ports werden als Eing. geschaltet.
START	1C4F	-	Programmstartadr.	Keine Wirkung auf den Status.
-	1925	-	0000	Praktisch bei Programmen die die Zelle 0000 als Argument benutzen.
LOAD9	1929	-	FFFF	Normalerweise als Fehler-Anzeige.

Tabelle 3. Speicher-Testprogramm

Adresse	Mnemonisch	Sedez.-Code
0002	LDA Z,00	A5 00
0004	STA Z,FA	85 FA
0006	LDA Z,01	A5 01
0008	STA Z,FB	85 FB
000A	LDY 1,00	A0 00
000C	TYA	98
000D	STA(FA),Y	91 FA
000F	CMP(FA),Y	D1 FA
0011	BNE 11	D0 11
0013	LDA 1,FF	A9 FF
0015	STA(FA),Y	91 FA
0017	CMP(FA),Y	D1 FA
0019	BNE 09	D0 09
001B	JSR SCAND	20 19 1F
001E	JSR INCPT	20 63 1F
0021	JMP 000A	4C 0A 00
0024	IMP 1C22	4C 22 1C

- das Tonbandgerät schon bei etwa 3.6 kHz einen starken Amplitudenabfall aufweist;
- wenn die Bandkassette einen hohen „Drop-Out“-Anteil aufweist;
- der Wiedergabeverstärker bei abgeschaltetem Lautsprecher, d. h. hochohmiger Last, zum Schwingen neigt.

Die Störanfälligkeit gegenüber „Drop-Outs“ (wenn sie etwa 15 dB nicht übersteigen) und niederfrequenten Störgeräuschen, wie etwa 50-Hz- oder 100-Hz-Brumm, läßt sich erheblich vermindern, wenn auf der KIM-1-Platine der Koppelkondensator C6 (0,22 µF) auf etwa 4,7...10 nF verringert wird. Zur Überwachung des Wiedergabevorganges ist es auch praktisch, den Kassettenrecorder so umzubauen, daß der eingebaute Lautsprecher nicht beim Einstecken der NF-Verbindungsleitung abgeschaltet wird. Dazu ist meist lediglich die Verdrahtung an der Ohrhörer-Buchse zu ändern. Damit es bei dem für den KIM-1 günstigsten NF-Pegel nicht zu laut wird, kann man in Serie zum Lautsprecher einen Vorwiderstand von z. B. 47 Ω schalten.

Manche Bandfabrikate besitzen leider einen katastrophal hohen „Drop-Out“-Anteil. Mit gewissen Einschränkungen läßt sich aber sagen: Je teurer, desto besser. Sollte sich aber das Drop-Out-Problem nicht beseitigen lassen, so ist entweder der Tonkopf verschmutzt oder die in der Kassette enthaltene Band-Andruck-Feder nach innen verbogen.

5 Siebensegment-Alphabet

Wer keinen Fernschreiber oder kein Datensichtgerät besitzt (ersterer ist laut, zweiterer teuer), wird vielleicht die Möglichkeit begrüßen, das Siebensegment-Display des KIM-1 zur Anzeige eines Pseudo-Alphabets zu verwenden. Zugegeben, die Ziffern und Zeichen in *Bild 2* sehen etwas seltsam aus, aber was will man von sieben Segmenten schon verlangen...

Das in *Tabelle 4* aufgelistete Programm ermöglicht es, die Inhalte der Zellen 0006...0001 als ASCII-Zeichen zu interpretieren und als Zeichen so darzustellen, wie das aus *Bild 2* ersichtlich ist. Dabei benutzt es

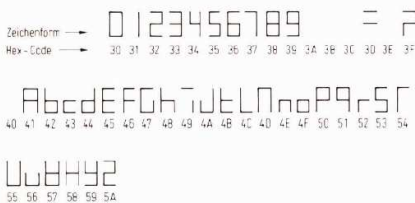


Bild 2. Etwas ungewohnt sieht das Siebensegment-Alphabet schon aus, aber immerhin enthält es alle Buchstaben und einige Zeichen

eine Tabelle, die bei der Adresse 0300 beginnt; die Zeichenform läßt sich durch Ändern der Tabellendaten natürlich beliebig abwandeln, da im KIM-1 die Codeumwandlung nicht durch festverdrahtete Decodierer, sondern allein durch die Software geschieht. Zeichen, die nicht in *Tabelle 4* enthalten sind, werden lediglich als Leerstelle interpretiert. Sicher gewöhnt man sich recht schnell an die Darstellungsform, und wenn auch Groß- und Kleinbuchstaben gemischt dargestellt werden müssen, so ist das Siebensegment-Alphabet doch die preiswerteste Möglichkeit der Darstellung von ASCII-Zeichen.

Späteren Erweiterungen sind natürlich kaum Grenzen gesetzt; Drucker, Sichtgerät, RAM-Karten haben nur eine Voraussetzung: ein gefülltes Sparschweinchen.

Tabelle 4. Siebensegment-Pseudoalphabet

Adresse	Mnemonisch	Sedez.-Code
0200	LDA L7F	A9 7F
0202	STA 1741	8D 41 17
0205	LDX L09	A2 09
0207	LDY L06	A0 06
0209	LDA 0000,Y	B9 00 00
020C	STY Z,FC	84 FC
020E	TAY	A8
020F	CPY L30	C0 30
0211	BCC 04	90 04
0213	CPY L5B	C0 5B
0215	BCC 02	90 02
0217	LDY L2F	A0 2F
0219	LDA 02D1,Y	B9 D1 02
021C	LDY L00	A0 00
021E	STY 1740	8C 40 17
0221	STX 1742	8E 42 17
0224	STA 1740	8D 40 17
0227	LDY L7F	A0 7F
0229	DEY	88
022A	BNE FD	D0 FD
022C	INX	E8
022D	INX	E8
022E	LDY Z,FC	A4 FC
0230	DEY	88
0231	BNE D6	D0 D6
0233	STX 1742	8E 42 17
0236	LDA L00	A9 00
0238	STA 1741	8D 41 17
023B	JMP 0200	4C 00 02

Umwandlungs-Tabelle: (Leerstelle: -)

0300	-,0,1	80 BF 86
0303	2,3,4	DB CF E6
0306	5,6,7	E6 FD 87
0309	8,9,-	FF EF 80
030C	-,,-,=	80 80 C1
030F	-,7,-	80 D3 80
0312	A,B,C	F7 FC D8
0315	D,E,F	DE F9 F1
0318	G,H,I	BD 84 85
031B	J,K,L	9E F8 B8
031E	M,N,O	B7 D4 DC
0321	P,Q,R	F3 E7 DO
0324	S,T,U	ED B1 BE
0327	V,W,X	9C FE F6
032A	Y,Z	EE DB