



## Interrupt-Uhr mit dem KIM-1

Mikrocomputer werden oft zur automatischen Meßwertverarbeitung herangezogen, und außer der Messung analoger Eingangsgrößen spielt die Zeit dabei eine wichtige Rolle. Versteht man unter „Zeit“ die tatsächliche Uhrzeit, so spricht man auch von „Echtzeit“. Sinnvollerweise beauftragt man den Mikrocomputer selbst damit, die aktuelle Uhrzeit bereitzustellen.

Zur Realisation einer reinen Software-Uhr gibt es mehrere Möglichkeiten. Einmal könnte man eine Verzögerungsschleife so programmieren, daß sie einige Speicherzellen für Stunden, Minuten usw. fortlaufend weiterstellt, so daß

diese die Uhrzeit enthalten. Der Nachteil eines solchen Verfahrens ist so groß, daß es in der Praxis kaum angewendet wird: Der Mikrocomputer ist vollständig damit beschäftigt, die Uhr weiterlaufen zu lassen, und hat z. B. für die Verarbeitung parallel laufender Meßvorgänge keine Zeit mehr.

Die Alternative ist die Ausnutzung des Prozessor-Interrupts. Es ist z. B. möglich, jede volle Sekunde einen Interrupt auszulösen; der Prozessor springt aus dem parallel laufenden Hauptprogramm in eine Interrupt-Routine, die die Uhr um eine Sekunde weiterstellt, und kehrt dann wieder in das Hauptprogramm zurück. Da der relative Zeitbedarf für die Interrupt-Routine minimal ist, kann das Hauptprogramm ungestört z. B. Meßwerte verarbeiten oder mit einem Terminal kommunizieren; es kann aber auch die Uhrzeit auf einem Siebensegment-Display darstellen. Genau dies tut das im Bild aufgelistete 6502-Programm.

Das (KIM-spezifische) Hauptprogramm (03A0...03C0) dient lediglich dazu, den Inhalt der Zellen 00DC, 00DD

und 00DE auf dem sechsstelligen KIM-Display als Stunden, Minuten und Sekunden darzustellen. Der Tag-Zähler (00DB) wird hier nicht angezeigt, ebenso nicht der Viertelsekunden-Zähler (00DF).

Warum eigentlich ein Viertelsekunden-Zähler? Nun, der Mikrocomputer KIM-1 besitzt einen wunderschönen 8-bit-Timer, mit dem man nach einer vorprogrammierten Zeit einen Interrupt auslösen kann (vgl. FUNKSCHAU 1979, Heft 8, Seite 466, „Gebrauchsanleitung für den KIM-Timer“). Er läßt sich maximal aber nur mit einer Zeit von 255 x 1024 µs voreinstellen, so daß der Interrupt nicht jede Sekunde, sondern bereits nach einer Viertelsekunde stattfinden muß. Deswegen fungiert eine Zelle im Zero-Page-Bereich (00DF) als Viertelsekunden-Zähler; ihr Inhalt wird normalerweise nicht weiterverwendet.

Ein ähnliches Programm („Clock“) wurde bereits im „First Book of KIM“ von Charles Parsons veröffentlicht; die Interrupt-Routine umfaßt dabei hexadezimal 5B Bytes. Wendet man dagegen die hervorragenden Möglichkeiten der indizierten Adressierung an, so läßt sich diese Routine auf (hex) 28 Bytes

```
03A0 A9 03 8D FB 17 A9 D8 8D
03A8 FA 17 8D 0E 17 A5 DC 85
03B0 FB A5 DD 85 FA A5 DE 85
03B8 F9 20 1F 1F 20 6A 1F C9
03C0 00 D0 EA 4C 25 19
```

```
03D3 FF TAGE
03D4 24 STUNDEN
03D5 60 MINUTEN
03D6 60 SEKUNDEN
03D7 04 1/4 SEK.
```

```
03D8 48 PHA
03D9 8A TXA
03DA 48 PHA
03DB A2 10 LDX #10
03DD CA DEX
03DE D0 FD BNE 03DD
03E0 A9 F4 LDA #F4
03E2 8D 0F 17 STA 170F
03E5 F8 SED
03E6 A2 05 LDX #05
03E8 CA DEX
03E9 30 10 BMI 03FB
03EB B5 DB LDA DB, X
03ED 18 CLC
03EE 69 01 ADC #01
03F0 DD D3 03 CMP 03D3, X
03F3 90 02 BCC 03F7
03F5 A9 00 LDA #00
03F7 95 DB STA DB, X
03F9 F0 ED BEQ 03E8
03FB D8 CLD
03FC 68 PLA
03FD AA TAX
03FE 68 PLA
03FF 40 RTI
```

```
00DB 04 TAG
00DC 19 STUNDE
00DD 01 MINUTE
00DE 35 SEKUNDE
00DF 02 1/4 SEK.
```

Programm für die Interrupt-Uhr. Das Hauptprogramm springt beim Drücken der KIM-Taste 0 zum Monitor-Programm und erlaubt das Programmieren, während die Uhr weiterläuft. Die „Kaltstartadresse“ ist 03A0; bei laufender Uhr kann man vom Monitorprogramm aus über die Adresse 03AD wieder in das Display-Programm zurück

## FUNKSCHAU-Mikro-Poster

### 6502-Operationscodes

MN.	/IM/AB/ZP/AC/X)	/Y/ZX/ZY/AX/AY
ADC	69 6D 65	-- 61 71 75 -- 7D 79
AND	29 2D 25	-- 21 31 35 -- 3D 39
ASL	-- 0E 06 0A	-- -- 16 -- 1E --
BIT	-- 2C 24	-- -- -- -- -- --
CMP	C9 CD C5	-- C1 D1 D5 -- DD D9
CPX	E0 EC E4	-- -- -- -- -- --
CPY	C0 CC C4	-- -- -- -- -- --
DEC	-- CE C6	-- -- -- D6 -- DE --
EOR	49 4D 45	-- 41 51 55 -- 5D 59
INC	-- EE E6	-- -- -- F6 -- FE --
LDA	A9 AD A5	-- A1 B1 B5 -- BD B9
LDX	A2 AE A6	-- -- -- B6 -- BE
LDY	A0 AC A4	-- -- -- B4 -- BC --
LSR	-- 4E 46 4A	-- -- -- 56 -- 5E --
ORA	09 0D 05	-- 01 11 15 -- 1D 19
ROL	-- 2E 26 2A	-- -- -- 36 -- 3E --
ROR	-- 6E 66 6A	-- -- -- 76 -- 7E --
SBC	E9 ED E5	-- E1 F1 F5 -- FD F9
STA	-- 8D 85	-- 81 91 95 -- 9D 99
STX	-- 8E 86	-- -- -- 96 -- --
STY	-- 8C 84	-- -- -- 94 -- --

BCC	90	BCS	B0	BEQ	F0	BMI	30
BNE	D0	BPL	10	BRK	00	BVC	50
BVS	70	CLC	18	CLD	D8	CLI	58
CLV	B8	DEX	CA	DEY	88	INX	E8
INY	C8	JMI	6C	JMP	4C	JSR	20
NOP	EA	PHA	48	PHP	08	PLA	68
PLP	28	RTI	40	RTS	60	SEC	38
SED	F8	SEI	78	TAX	AA	TAY	A8
TSX	BA	TXA	8A	TXS	9A	TYA	98

Adressierungsarten: IM = Immediate, AB = Absolut, ZP = Zero Page, AC = Accu, X) = Indirekt X, Y) = Indirekt Y, ZX = Zero Page X, ZY = Zero Page Y, AX = Absolut X, AY = Absolut Y