

Werner Kolbe

RAM-Test nebenbei

Die meisten Benutzer von Tischcomputern werden mit der Zeit die Erfahrung gemacht haben, daß ihr Computer erstaunlich zuverlässig ist und daß fast nie Ausfälle auftreten. Viele benutzen ihre RAM-Testprogramme nach kurzer Zeit nicht mehr, da das Resultat immer das gleiche ist: Alles ist in Ordnung.

Bis vor kurzem gehörte auch ich zu diesem Typ von Computerbenutzer. Ein umfangreiches Programm, das ich erstellt hatte, brauchte eine große Menge Daten von der Diskette, und ich hatte zahlreiche Befehle zur Abfrage des Fehlerkanals eingebaut, um sicherzustellen, daß jeder Lese- oder Schreibfehler gemeldet wurde. Die Daten wurden von der Diskette in den Computer gelesen, ergänzt und geändert, und später, nach

einigen Stunden Arbeit, wieder auf die Diskette zurückgeschrieben. Dabei wurde selbstverständlich eine Back-up-Kopie gemacht.

Eines Tages wurde es offenbar, daß irgend etwas mit den Daten nicht stimmen konnte. Ich versuchte, die Ursache beim Diskettensystem zu orten, aber nach einiger Zeit mühsamer Fehlersuche stellte sich heraus, daß ein RAM-Fehler im Computer die Ursache war. Ein einzi-

ges Bit des 32-KByte-RAM ging nach einiger Zeit von alleine von 1 nach 0, anstatt auf 1 zu bleiben. Da ein Teil der Daten während der Bearbeitung im Computer verfälscht worden war, half auch die Back-up-Kopie nichts. – Etwa drei Wochen Arbeit waren verloren. Zusätzlich erhielt ich die Hiobsbotschaft, daß Commodore für die RAMs 6550 meines alten PET jetzt über 50 DM verlangt. Glücklicherweise wurden die RAM-Adapter, die ich in den USA bestellte (Optimized Data), sofort per Luftpost geliefert, und alle Bausteine des Typs 6550 konnten durch die billigen 2114 (ca. 5 DM) ersetzt werden.

Nachher ist man immer klüger

So ein Desaster durfte nicht noch einmal passieren. Ich baute in mein Programm daher folgende zusätzliche Sicherheitsvorkehrungen ein:

1. Nach jedem Lesevorgang von der Diskette und danach, vor dem Zurückschreiben der geänderten Daten auf die Diskette, werden alle Möglichkeiten der Plausibilitätskontrolle genutzt. Der Bereich der Ziffern und der

```

0014 0000          SCREEN = $0000      ;SHIRM ADRESSE
0015 0000          IRV = $F0          ; INTERRUPT VECTOR
0016 0000          MEMP = $34        ; SPEICHERENDE
0017 0000          DUMBY = $FFFF    ;
0018 0000          ;
0019 0000          * = $0000-$CB     ; FUER 32K RAM
0020 7F35          ;
0021 7F35 35 7F   STPTR .WORD POIN-2
0022 7F37 08 7F   POIN .WORD ENTER
0023 7F39 78      INIT SEI
0024 7F3A AD 35 7F LDR STPTR      ; SCHUTZE PROGRAMM
0025 7F3D 85 34   STA MEMP
0026 7F3F AD 35 7F LDR STPTR+1
0027 7F42 85 35   STA MEMP+1
0028 7F44 AD 37 7F LDR POIN
0029 7F47 A6 90   LDX IRV
0030 7F49 85 90   STA IRV
0031 7F4B 8E 37 7F STX POIN
0032 7F4E 8E A3 7F STX OUT+1
0033 7F51 AD 38 7F LDR POIN+1
0034 7F54 A6 91   LDX IRV+1
0035 7F56 85 91   STA IRV+1
0036 7F58 8E 38 7F STX POIN+1
0037 7F5B 8E A4 7F STX OUT+2
0038 7F5E 58     CLI
0039 7F5F 50     RTS
0040 7F60          ;
0041 7F60 A5 35   ENTER LDR MEMP+1
0042 7F62 CD A7 7F CMP TEST+2
0043 7F65 90 09   BCC RESET
0044 7F67 D8 0F   BNE INCR
0045 7F69 AD A6 7F LDR TEST+1
0046 7F6C C5 34   CMP MEMP
0047 7F6E 98 08   BCC INCR
0048 7F70          ;
0049 7F70 A9 FF   RESET LDR #FFF
0050 7F72 8D A6 7F STA TEST+1
0051 7F75 8D A7 7F STA TEST+2
0052 7F78          ;
0053 7F78 EE A6 7F INCR INC TEST+1
0054 7F7B AD A6 7F LDR TEST+1
0055 7F7E 8D A9 7F STA TEST+4
0056 7F81 8D AC 7F STA TEST+7
0057 7F84 8D AF 7F STA TEST+10
0058 7F87 D8 0F   BNE BEGIN
0059 7F89 EE A7 7F INC TEST+2
0060 7F8C AD A7 7F LDR TEST+2
0061 7F8F 8D AA 7F STA TEST+5
0062 7F92 8D AD 7F STA TEST+8
0063 7F95 8D B0 7F STA TEST+11
0064 7F98          ;
0065 7F98 A2 AA   BEGIN LDX #210101010
0066 7F9A 20 A5 7F JSR TEST
0067 7F9D A2 55   LDX #01010101
0068 7F9F 20 A5 7F JSR TEST
0069 7FA2 4C FF FF JMP DUMBY
0070 7FA5          ;
0071 7FA5 AD FF FF TEST LDR DUMBY
0072 7FA8 8E FF FF STX DUMBY
0073 7FAB EC FF FF CPX DUMBY
0074 7FAE 8C FF FF STA DUMBY
0075 7FB1 D8 01   BNE FAIL
0076 7FB3 60     RTS
0077 7FB4          ;
0078 7FB4 A2 0F   FAIL LDX #15
0079 7FB6 8D EF 7F L1 LDR MSG,X
0080 7FB9 C9 40   CMP #840
0081 7FBB 98 02   BCC L2
0082 7FBD 29 1F   AND #81F
0083 7FBF 90 00 80 L2 STA SCREEN,X
0084 7FC2 CA     DEX
0085 7FC3 10 F1   BPL L1
0086 7FC5 AD A7 7F LDR TEST+2
0087 7FC8 20 D6 7F JSR HEXOUT
0088 7FCB AD A6 7F LDR TEST+1
0089 7FCE 20 D6 7F JSR HEXOUT
0090 7FD1 68     PLA
0091 7FD2 68     PLA
0092 7FD3 4C 70 7F JMP RESET
0093 7FD6          ;
0094 7FD6 46     HEXOUT PHA
0095 7FD7 4A     LSR A
0096 7FD8 4A     LSR A
0097 7FD9 4A     LSR A
0098 7FDB 4A     LSR A
0099 7FDB 20 E1 7F JSR HEX
0100 7FDE 68     PLA
0101 7FDF 29 0F   AND #80F
0102 7FE1 18     CLC
0103 7FE2 69 F3   ADC #256-10
0104 7FE4 80 02   BCS L3
0105 7FE6 69 39   ADC #839
0106 7FE8 69 00   L3 ADC #0
0107 7FEA E8     INX
0108 7FEB 9D 10 80 STA SCREEN+16,X
0109 7FEE 68     RTS
0110 7FEF 52 41   HSG .BYTE 'RAM FEHLER BEI:!'
0111 7FFF          .END

```

Bild 1. In den Interruptzyklus des CBM wird dieses Speichertestprogramm eingefügt

einzelnen Dezimalstellen wird geprüft, ebenso wie einzelne Zeichen.

2. Ein in Maschinencode geschriebenes Programm, das in den Interruptzyklus eingefügt wurde, testet nun laufend und ohne den Ablauf des Basic-Hauptprogramms zu stören den Zustand der RAM-Speicherstellen. Jeder Speicherausfall wird dadurch innerhalb kürzester Zeit gemeldet. Dieses Programm wird nachstehend in einzelnen beschrieben.

Alle sechzigstel Sekunde ein Byte

Ein Fehler kann an jeder Stelle innerhalb des RAMs auftreten. Aus diesem Grund muß das RAM-Testprogramm wirklich alle Zellen prüfen, einschließlich „Zero Page“ und Stapel. Nur das Gebiet, in dem das Testprogramm selbst gespeichert ist, braucht nicht getestet zu werden, da dieser Speicherplatz vom Basic-Programm nicht benutzt wird. Es ist daher praktisch, wenn das Testprogramm am oberen Ende des verfügbaren Speichers liegt, damit der Test in einem Durchgang ab Null durchlaufen wird. Bild 1 zeigt das Assemblerlisting des Programms. In dieser Form läuft es auf jedem 32-KByte-PET/CBM mit Upgrade oder neueren ROMs. Für Computer mit weniger als 32 KByte RAM ist die Speichergrenze von jetzt \$8000 entsprechend zu verändern (z. B. auf \$4000 für 16 KByte Speicher).

Mit SYS 32569 (nach INIT) wird der RAM-Test in den Hardware-Interruptzyklus eingefügt. Er schützt sich automatisch gegen Überschreiben durch Basic. Von nun an wird alle sechzigstel Sekun-

Spruch des Monats

„Osborne und Peddle sind Leute mit brillanten Ideen. Aber es fehlt ihnen die Fähigkeit, ein Unternehmen zu führen.“

Chris Christiansen von der amerikanischen Finanzierungsgesellschaft „Yankee-Group“ über Adam Osborne (Osborne Computer) und Chuck Peddle (ehemaliger 6502- und PET-Entwickler, jetzt Chef von Victor Technologies).

de ein Byte des RAM getestet. Basic-Programme können ungehindert geladen werden und sie laufen, ohne daß der ständig durchlaufende RAM-Test in irgendeiner Weise Einfluß nähme.

Das Testprogramm speichert den Inhalt der zu prüfenden RAM-Zelle zuerst im Akkumulator des Prozessors ab. Dann wird ein Testbyte in die Zelle hineingeschrieben und wieder zurückgelesen. Ein Vergleich mit dem Original gibt nun Auskunft über den Zustand der Speicherstelle. Ist das Ergebnis in Ordnung, so wird der ursprüngliche Wert der Zelle aus dem Akkumulator wieder zurückgeschrieben, und das Ganze wird mit einem anderen Testbyte wiederholt. Danach wird die normale Interruptschleife des CBM fortgesetzt.

Wenn der Test negativ verläuft, erscheint eine Fehlermeldung auf dem

Bildschirm, und die Adresse der fehlerhaften RAM-Zelle wird im Hexcode angezeigt. Danach beginnt der Test wieder bei Null.

Das Programm wirkt vielleicht etwas merkwürdig. Die Verwendung der indirekten Adressierung war jedoch verboten, da das einen Zero-Page-Zeiger benötigt hätte und diese beiden Bytes dann von der Prüfung hätten ausgenommen werden müssen. Also wurde ein sich selbst verändernder Code mit absoluter Adressierung benutzt. Das Programm verändert sich also selbst, um die verschiedenen Speicherplätze zu adressieren.

Pro sechzigstel Sekunde wird jeweils nur eine RAM-Zelle getestet. Es dauert daher ungefähr neun Minuten, bis ein Speicherbereich von 32 KByte durchgetestet ist. Dies mag langsam erscheinen, ist aber im Verhältnis zur Ausfallrate der RAMs sicher schnell genug.

Für Anwendungsprogramme, die den Kassettenrecorder benutzen, muß der Interruptvektor auf den ursprünglichen Wert zurückgesetzt werden, da er bei Schreib- und Lesevorgängen verwendet wird. Dies geschieht mit SYS32569. Ein weiterer Unterprogrammaufruf (SYS32569) schaltet den Speichertest wieder ein.

Diejenigen, die keinen Assembler haben, können das Programm mit dem Basic-Lader (Bild 2) in den Speicher bringen. Die Summe aller Bytes ist 25 762; damit können Sie kontrollieren, ob Sie richtig eingegeben haben. Sie können das Programm auch mit dem Monitor in das RAM laden. Anschließend kann es direkt vom Monitor mit S"1:RAM-TEST",08,7F35,8000 abgespeichert werden.

```

100 REM *** DAUER-SPEICHER-TEST ****
110 REM BASIC LADER
120 REM
130 REM FUER 32K PET/CBMS
140 REM
150 PRINT"LOADING .."
160 FOR I=32569 TO 32767
170 READ CODE: POKE I, CODE
180 NEXT I
190 PRINT:PRINT"EIN/RUS MIT SYS 32569 ."
200 NEW
210 DATA 53,127,96,127,120,173,53,127,133,52
220 DATA 173,54,127,133,53,173,55,127,166,144
230 DATA 133,144,142,55,127,142,163,127,173,56
240 DATA 127,166,145,133,145,142,56,127,142,164
250 DATA 127,88,96,165,53,205,167,127,144,9
260 DATA 208,15,173,166,127,197,52,144,8,169
270 DATA 255,141,166,127,141,167,127,238,166,127
280 DATA 173,166,127,141,169,127,141,172,127,141
290 DATA 175,127,208,15,238,167,127,173,167,127
300 DATA 141,170,127,141,173,127,141,176,127,162
310 DATA 170,32,165,127,162,85,32,165,127,76
320 DATA 255,255,173,255,255,142,255,255,236,255
330 DATA 255,141,255,255,208,1,96,162,15,189
340 DATA 239,127,201,64,144,2,41,31,157,0
350 DATA 120,202,16,241,173,167,127,32,214,127
360 DATA 173,166,127,32,214,127,104,104,76,112
370 DATA 127,72,74,74,74,74,32,225,127,104
380 DATA 41,15,24,105,246,176,2,105,57,105
390 DATA 0,232,157,16,128,96,82,65,77,32
400 DATA 70,69,72,76,69,82,32,66,69,73
410 DATA 58,36,42
READY.

```

Bild 2. Wer das Programm nicht mit Assembler oder Monitor eingeben will, kann diesen „Basic-Lader“ verwenden. Die Summe aller Bytes ist 25 762