

Trace und Single Step für Maschinenprogramme

Maschinenprogramme stürzen bei Fehlern meist ohne Hinweis auf den Fehlerort ab. Mit Trace lassen sich Maschinenprogramme Befehl für Befehl abarbeiten. Es werden dabei die momentanen Registerwerte (Programmcounter, X-, Y-Register, Akku, Stackpointer und Flags) angezeigt. Diese Werte lassen sich ohne weiteres ändern. Als Dreingabe erscheinen auch noch der Zustand des User-Ports und des Datenrichtungsregisters B auf dem Bildschirm.

Das Programm läßt eine Ausführung von Maschinenprogrammen im Einzelschrittmodus zu. Dabei wird das Programm wirklich ausgeführt also nicht simuliert. Es bietet Einzelschritt, langsam und schnellen Trace. Alle Register werden angezeigt und können verändert werden. Zusätzlich wird der Befehl disassembliert. Laden und Abspeichern des Programms geschieht je nach Assemblerversion des Lesers. Das Assemblerprogramm erlaubt ein freies Verschieben von Trace durch Änderung in Zeile 100: *=\$XXXX. Der Startwert für PC (Programmcounter) kann in Zeile 270 frei gewählt werden.

Programmfunktionen

Nach dem SYS-Befehl befindet man sich im Tracemodus. Es sind nur die Tasten F1 bis F7 und X für Exit aktiv. Folgende Register werden angezeigt:

1. PC = Programmcounter.
2. SP = Stackpointer.
3. YR = Y-Register.
4. XR = X-Register.
5. AC = Akkumulator.
6. Prozessorstatusflags.
7. User-Port mit Datenrichtungsregister. Entsprechende Eingangsleitungen sind revers dargestellt.
8. Es werden 1 bis 3 Hexbytes angezeigt, die verändert werden können, dann wird der Befehl disassembliert dargestellt. Trace wartet jetzt auf einen Tastendruck. Der Programmcounter zeigt am Anfang auf Hex C000.

Folgende Tastenfunktionen stehen zur Verfügung:

Taste F7 = Einzelschritt. Pro Tastendruck wird ein Befehl des Testprogramms ausgeführt (genauer gesagt beim Loslassen von F1). Danach werden wieder die Register angezeigt und disassembliert.

Taste F5 = Slow Trace. Solange diese Taste gedrückt ist, wird das Testprogramm Befehl für Befehl abgearbeitet, die Register angezeigt und pro Befehl noch zusätzlich um zirka 65 ms verzögert.

Taste F3 = Tast Trace. Wie F5 jedoch ohne Verzögerung.

Taste F1 = Set Register, Editmodus. Durch Drücken von F1 kommen Sie in den Editmodus.

Beschreibung Editmodus

Die erste Ziffer des Programmcounters wird zur Kennzeichnung des Cursororts revers dargestellt. Sie können jetzt alle angezeigten Werte überschreiben. Der Stackpointer und die Userport-Anzeige können zwar überschrieben werden, dies hat aber keinen Einfluß auf die Werte. Eine Veränderung des SP würde meist zum Absturz des Systems führen, da die CPU nach dem Interrupt nicht mehr die korrekten Rücksprungadressen auf dem Stack vorfindet. Die Cursor-Right-Taste bewegt den Cursor nach rechts, die Cursor-Up-Taste nach links. Neben diesen Steuertasten sind nur die Tasten A bis F, 0 bis 9 für die Hexziffern, der »Pfeil nach oben«, um ein Flag zu setzen, und das »Minuszeichen«, um ein Flag zu löschen, sinnvoll. Die Spacetaste ist auch erlaubt.

Die DELETE-Taste funktioniert nicht. Entsprechen die Änderungen in der PC-Zeile Ihren Wünschen, dann drücken Sie (RETURN) und können die disassemblierte Zeile editieren. Hier sind je nach Befehlslänge 1 bis 3 Hexbytes am Anfang der Zeile veränderbar, das heißt Sie können die Operanden oder auch den Opcode selbst noch vor der Ausführung verändern, was zum Austesten von Programmen sehr praktisch ist. Verlassen können Sie die disassemblierte Zeile wieder mit (RETURN). Sie befinden sich jetzt wieder im Tracemodus, das heißt die Tasten F1, F3, F5, F7 und X sind wieder aktiv.

Den Tracemodus können Sie durch Drücken der X-Taste verlassen, der Computer ist jetzt im Basic-Editmodus. Trace kann mit SYS 49152 wieder gestartet werden, wobei hier der Disassembler immer aktiviert ist. Starten Sie mit SYS 49160, dann ist der Disassembler nur beim Editieren an, Trace ist dann etwas schneller. Setzen Sie Trace nicht auf sich selbst an.

Funktionsweise

Siehe hierzu auch Assemblersourcelisting. Zuerst schalte ich den normalen Tastaturinterrupt über Timer A aus und benütze den Timer B in CIA 1 für meine Interruptroutine. Timer A läuft zwar weiter, aber sendet keine IRQ mehr. Dann setze ich den IRQ-Vektor auf Trace. Trace initialisiert beim Start den Stack und beginnt dann mit der eigentlichen Einzelschrittroutine. Diese Routine dient als neue Interruptroutine, da der IRQ-

Vektor auf Trace geändert wurde. Der Interrupt wird aber nicht mehr alle 1/60 Sekunde durch den Timer A ausgelöst, sondern durch Timer B und zwar alle 25 Mikrosekunden nach Start des Timers.

In dieser Zeit kann der Prozessor das Ende der normalen IRQ-Routine durchlaufen (Register vom Stack holen). Jetzt bleibt aber nur mehr Zeit, um einen Befehl des Testprogramms abzuarbeiten, da Timer B ja schon in genau einer Mikrosekunde erneut einen IRQ sendet. Der Prozessor legt nach diesem einen Befehl alle Register auf den Stack und verzweigt entsprechend dem IRQ-Vektor wieder auf Trace. Für genauere Information siehe Listing. Innerhalb der Traceroutine wird ein IRQ nicht akzeptiert, da sich sonst das Programm immer selbst unterbrechen würde. Trace läßt sich also nur durch einen NMI unterbrechen.

Beispiel:

SYS 49152 = Trace starten. Disassembler an.
Taste F1 drücken = Editmodus wählen.
PC auf \$AF08 setzen. Diese Systemroutine gibt »Syntax Error« aus. Sie können zum Spaß auch die Register verändern, benutzen Sie auch die Cursorsteuertasten.

RETURN drücken = Edit für disassemblierte Zeile. Hier können Sie die Hexbytes editieren. Eine Änderung hätte aber keinen Sinn, da wir ja eine ROM-Routine tracen. Drücken Sie nur (RETURN), und Sie gelangen wieder in den Tracemodus.
F7 drücken = Einen Befehl ab PC ausführen.

F5 drücken = Trace. Anzeige läuft. Flags werden in schneller Folge geändert. Die disassemblierte Zeile ändert sich sehr schnell. Halten Sie die Taste gedrückt, nach ein paar Sekunden sehen Sie schön langsam langsam Buchstabe für Buchstabe »Syntax Error« erscheinen. Befindet sich der Cursor zufällig gerade am unteren Bildschirmrand und ist der Bildschirm vollgeschrieben, dann kann man schön verfolgen, wie die Scrollroutine arbeitet, der Bildschirminhalt wird Zeile für Zeile nach oben geschoben, um Platz für die Meldung zu machen.

(Jürgen Göbel/aa)

LABEL TABELLE

BMINUS	C233	BYT	C1F6	LOO7	C2FB	LOO8	C311
CIA	DC00	CLE1	C27E	LOO9	C31A	LOOP	C1BF
COD1	C483	COD2	C484	LOOP1	C1D2	MREAD	C15F
COD3	C485	CODE2	C33D	OFFSET	C216	OLDX	C482
CODEL	C486	CODL3	C375	OLDY	C481	OPP	C325
COL	D800	CONT1	C079	PP0IN1	C2BE	PP0IN2	C2C4
CONT2	C090	CONT3	C0A4	PP0IN3	C2CA	PRBYTE	C10E
CONT4	C0E9	CONT6	C17D	PREAD1	C404	PREAD2	C422
CRB	DC0F	DRRB	DD03	PREAD3	C43D	PRIZEI	C12C
DISAS	C274	DISOFF	C05C	READ	C1A2	READPC	C3D5
DISON	C487	ENDAS	C3CE	READY	A473	RECHTS	C173
EREAD	C440	EXIT	C0F1	REGISTER	C063	REVERSE	C160
FAST	C0CF	FLSETZ	C081	SCREEN	0400	SET	C13E
GET	C138	GO	C00D	SLOW	C0E7	SPACE	C12A
HEX	C469	ICR	DC0D	STACK	0100	START	C143
IRQVEK	0314	LAENGE	C253	TADR	C800	TAST	E807
LBIT	C209	LINKS	C169	TEXT	C441	TH	DC07
LOO1	C271	LOO10	C34D	TITEL	C037	TL	DC06
LOO11	C356	LOO12	C365	TMP	C479	TMP1	C480
LOO13	C381	LOO14	C394	TRACE	C034	TSTART	C500
LOO15	C3A5	LOO16	C38B	RESETZ	C098	WAIT	C0AE
LOO2	C272	LOO3	C273	WAITL	C0C8	ZAHL	C213
LOO5	C2A4	LOO6	C2B8	ZEICHNOL	C182		

Listing von »Trace und Single Step«

```

2
100: C000          * = 49152
;
;
;TRACE / SINGLE STEP FUER C64          9.84
;
;+DISASSEMBLER / EDITOR
;
;JUERGEN GOEBEL
;
;8 MUENCHEN 82
;
;GROSCHENWEG 19
;
;
;
;TEL. 089 / 432709
;
;
;
150: C000          .OPT 00,P1
160: C000          IRQVEK = $314
160: C000          STACK  = $100
160: C000          COL     = $5296 ;HINTERGRUNDFARBE
170: C000          SCREEN = 1024
170: C000          READY  = $A474-1
180: C000          CIA    = $DC00
180: C000          TL     = CIA+6 ;TIMERWERTE
180: C000          TH     = CIA+7
180: C000          TAST   = $EAB7 ;TASTATURROUT.
190: C000          DDRB   = $DD03
200: C000          ICR    = CIA+13 ;INTERR.CONTROLREG.
200: C000          CRB    = CIA+15
200: C000          TSTART = $+0500
210: C000 EA      NOP
210: C001 A9 00   LDA NO
210: C003 8D 87 C4 STA DISON
210: C006 F0 05   BEQ GO
220: C008 A9 FF   LDA $255
220: C00A 8D 87 C4 STA DISON
230: C00D 78     GO
230: C00E A9 34   LDA $TRACE
230: C010 8D 14 03 STA IRQVEK ;IRQ VEKTOR
240: C013 A9 C0   LDA $TRACE
240: C015 8D 15 03 STA IRQVEK+1 ;AUF TRACE
250: C018 A9 82   LDA $130
250: C01A 8D 0D DC STA ICR ;TIMER B INTERRUPT ERLAUBT
250: C01D A2 FF   LDX $255
250: C01F 9A     TXS
260: C020 A9 A4   LDA $READY ;STACK FUER TRACE
260: C022 48     PHA ;VORBEREITEN
260: C023 A9 73   LDA $READY
260: C025 48     PHA
270: C026 A9 C0   LDA $SC0 ;PC=$C000
270: C028 48     PHA
270: C029 A9 00   LDA NO
270: C02B 48     PHA
280: C02C A9 20   LDA $32
280: C02E 48     PHA
280: C02F A9 00   LDA NO
280: C031 48     PHA
280: C032 48     PHA
280: C033 48     PHA
290: C034 D8     TRACE
290: C035 A0 00   LDY NO
290: C037 89 41 C4 TITEL LDA TEXT,Y ;KOPFZEILE
300: C03A 20 2C C1 JSR PRIZEI ;AUSGEBEN
300: C03D C0 28   CPY $40
300: C03F 50 F6   BNE TITEL
310: C041 BA     TSX
310: C042 8D 06 01 LDA STACK+6,X ;PC AUSGEBEN
310: C045 8D 7C C4 STA TMP+3
310: C048 20 0E C1 JSR PRBYTE
320: C04B 8D 05 01 LDA STACK+5,X
320: C04E 8D 7D C4 STA TMP+4
320: C051 20 0E C1 JSR PRBYTE
330: C054 AD 87 C4 LDA DISON
330: C057 30 03   BMI DISOFF
340: C059 20 74 C2 JSR DISAS
340: C05C 20 2A C1 DISOFF JSR SPACE
340: C05F 8A     TXA ;SP AUSGEBEN
350: C060 20 0E C1 JSR PRBYTE
360: C063 20 2A C1 JSR SPACE
360: C066 8D 01 01 LDA STACK+1,X
360: C069 20 0E C1 JSR PRBYTE
370: C06C E8     INX
370: C06D C0 38   CPY $56
370: C06F 90 F2   BCC REGISTER
370: C071 20 2A C1 JSR SPACE
380: C074 8D 01 01 LDA STACK+1,X ;PROZESSORSTATUS-FLAGS ANZEIGEN
390: C077 A2 08   LDX $8
400: C079 0A     CONT1 ASL
400: C07A 48     PHA
400: C07B A9 5E   LDA $#4 ;PFPEIL
400: C07D 80 02   BCS FLSETZ
410: C07F A9 2D   LDA $#5 ;MINUS
410: C081 20 2C C1 FLSETZ JSR PRIZEI
410: C084 68     PLA
420: C085 CA     DEX
420: C086 D0 F1   BNE CONT1
420: C088 20 2A C1 JSR SPACE
420: C08B A2 08   LDX $8 ;USERPORT ANZEIGEN
430: C08D AD 01 DD LDA DDBR-2
440: C090 0A     CONT2 ASL
440: C091 48     PHA
440: C092 A9 31   LDA $#31
440: C094 80 02   BCS USETZ
450: C096 A9 30   LDA $#30
450: C098 20 2C C1 USETZ JSR PRIZEI
450: C09B 68     PLA
460: C09C CA     DEX
460: C09D D0 F1   BNE CONT2
460: C09F A2 08   LDX $8 ;DATENRICHTUNGSREGISTER
460: C0A1 AD 03 DD LDA DDBR ;LADEN
470: C0A4 1E 41 04 CONT3 ASL SCREEN+65,X
470: C0A7 4A     LSR ;ENTSPRECHENDE BITS DER ANZEIGE
480: C0A8 7E 41 04 ROR SCREEN+65,X ;WERDEN INVERTIERT
480: C0AB CA     DEX
480: C0AC D0 F6   BNE CONT3
    
```

```

490: COAE 20 38 C1 WAIT JSR GET ;WARTET AUF
490: COB1 C9 17 CMP #23 ;F1,F3,F5,F7 ODER X
490: COB3 F0 3C BEQ EXIT
500: COB5 C9 05 BEQ FAST
500: COB7 F0 16 BEQ FAST ;UND VERZWEIGT ENTSPRECHEND
510: COB9 C9 06 CMP #6
510: COB8 F0 2A BEQ SLOW
520: COBD C9 03 CMP #3
520: COBF F0 07 BEQ WAITL
520: COC1 C9 04 CMP #4
520: COC3 D0 E9 BNE WAIT
530: COC5 4C 3E C1 JMP SET
540: COC8 20 38 C1 WAITL JSR GET ;WARTET BIS F7 WIEDER LOSGELASSEN
540: COCB C9 40 CMP #64
540: COCD D0 F9 BNE WAITL
550: COCF A9 16 FAST LDA #B16
550: COD1 8D 06 DC STA TL
560: COD4 A9 00 LDA #0 ;TIMER LADEN
560: COD6 8D 07 DC STA TH
560: COD9 A9 11 LDA #17
560: CODB 8D 0F DC STA CRB ;UND STARTEN
560: CODE AD 0D DC LDA #DCOD ;ENDE IRQ
570: COE1 68 PLA
570: COE2 A8 TAY
570: COE3 68 PLA
570: COE4 AA TAX
580: COE5 68 PLA
590: COE6 40 RTI
590: COE7 A2 00 SLOW LDY #0
590: COE9 CA DEX
590: COEA D0 FD BNE CONT4
590: COEC 88 DEY
590: COED D0 FA BNE CONT4
600: COEF F0 DE BEQ FAST
610: COF1 A9 02 EXIT LDA #2 ;X TASTE
610: COF3 8D 0D DC STA ICR
610: COF6 A9 31 LDA #B31
610: COF8 8D 14 03 STA IROVEK ;SETZT IRQ VEKTOR AUF
620: COFB A9 EA LDA #BEA ;ALTEN WERT
620: COFD 8D 15 03 IROVEK+1
620: C100 A9 04 LDA #4
620: C102 8D 8B 02 STA #028B
620: C105 A9 10 LDA #16 ;REPEAT KORRIG.
630: C107 8D 8C 02 STA #028C
630: C10A 58 CLI
630: C10B 4C 74 A4 JMP READY+1 ;SPRUNG ZU BASIC
640: C10E 48 PHA ;1 BYTE ALS 2 HEXZ. AUF SCHIRM
640: C10F 8E 79 C4 STX TMP
640: C112 4A LSR
640: C113 4A LSR
640: C114 4A LSR
640: C115 4A LSR
650: C116 AA TAX
650: C117 BD 69 C4 LDA HEX,X
660: C11A 20 2C C1 JSR PRIZEI
660: C11D 68 PLA
660: C11E 29 0F AND #0F
660: C120 AA TAX
660: C121 BD 69 C4 LDA HEX,X
660: C124 AE 79 C4 LDY TMP
670: C127 4C 2C C1 JMP PRIZEI
680: C12A A9 20 SPACE LDA #20
690: C12C 29 3F AND #3F ;WEGEN BILDSCHIRNCODE
700: C12E 99 00 04 STA SCREEN,Y
700: C131 A9 01 LDA #1 ;FARBE SETZEN
700: C133 99 00 D8 STA COL,Y
700: C136 C8 INY
700: C137 60 RTS
710: C138 20 87 EA GET JSR TAST ;HOLT TASTENCODE
710: C13B A5 CB LDA #CB
710: C13D 60 RTS
720: C13E 20 74 C2 SET JSR DISAS
720: C141 A0 28 LDY #40 ;F1 TASTE
730: C143 89 00 04 START LDA SCREEN,Y
730: C146 09 80 ORA #128
730: C148 99 00 04 STA SCREEN,Y
730: C14B 8C 79 C4 STY TMP
740: C14E 20 82 C1 JSR ZEICHHOL ;EINGABEROUT.
740: C151 AC 79 C4 LDY TMP
740: C154 C9 0D CMP #13
740: C156 D0 11 BNE LINKS
740: C158 C0 64 CPY #100
740: C15A 10 03 BPL MREAD
740: C15C 4C A2 C1 JMP READ
740: C15F 60 MREAD RTS ;ZUR LESEROUTINE
750: C160 89 00 04 REVERSE LDA SCREEN,Y ;INVERTIEREN
750: C163 29 7F AND #127
750: C165 99 00 04 STA SCREEN,Y
760: C168 60 RTS
770: C169 C9 11 LINKS CMP #17 ;CURSOR LINKS
780: C16B D0 06 BNE RECHTS
780: C16D 20 40 C1 JSR REVERSE
780: C170 88 DEY
780: C171 D0 D0 BNE START
790: C173 C9 1D RECHTS CMP #29 ;CURSOR RECHTS
790: C175 D0 06 BNE CONT6
790: C177 20 60 C1 JSR REVERSE
790: C17A C8 INY
790: C17B D0 C6 BNE START
800: C17D 20 2C C1 CONT6 JSR PRIZEI ;WERT ANZEIGEN
800: C180 D0 C1 BNE START
800: C182 A9 00 ZEICHHOL LDA #0 ;TAST.ABFRAGE
810: C184 85 C6 STA #C6
810: C186 20 87 EA JSR TAST
810: C189 AD 77 02 LDA #277
820: C18C C9 00 CMP #0
820: C18E F0 F2 BEQ ZEICHHOL
820: C190 A0 00 LDY #0
820: C192 8C 77 02 STY #277 ;TASTATURPUFFERSTART
830: C195 C9 85 CMP #85 ;F1 TASTE
830: C197 F0 E9 BEQ ZEICHHOL
840: C199 A0 40 LDY #40 ;VERZOEGERUNG REPEATZAHLER
840: C19B 8C 88 02 STY #288
840: C19E 8C 8C 02 STY #28C
840: C1A1 60 RTS
850: C1A2 20 60 C1 READ JSR REVERSE
850: C1A5 A0 28 LDY #40 ;PC LESEN
850: C1A7 BA TSX
850: C1A8 20 F6 C1 JSR BYT
850: C1AB 9D 06 01 STA STACK+6,X
860: C1AE 8D 7C C4 STA TMP+3
860: C1B1 C8 INY
860: C1B2 20 F6 C1 JSR BYT
870: C1B5 9D 05 01 STA STACK+5,X
870: C1B8 8D 7D C4 STA TMP+4
870: C1BB C8 INY
870: C1BC C8 INY ;SP UEBERLESEN
870: C1BD C8 INY
870: C1BE C8 INY
880: C1BF C8 LOOP INY ;REGISTER LESEN
880: C1C0 20 F6 C1 JSR BYT
880: C1C3 9D 01 01 STA STACK+1,X
880: C1C6 C8 INY
880: C1C7 E8 INX
890: C1C8 C0 38 CPY #56
890: C1CA D0 F3 BNE LOOP
900: C1CC C8 INY
900: C1CD A9 00 LDA #0
900: C1CF 8D 79 C4 STA TMP
900: C1D2 89 00 04 LOOP1 LDA SCREEN,Y ;FLAGS LESEN
900: C1D5 29 1F AND #11111011 ;I FLAG LOESCHEN
910: C1D7 C9 1E CMP #30
910: C1D9 2E 79 C4 ROL TMP
920: C1DC C8 INY
920: C1DD C0 41 CPY #65
920: C1DF D0 F1 BNE LOOP1
920: C1E1 BA TSX
920: C1E2 AD 79 C4 LDA TMP
920: C1E5 29 FB AND #11111011 ;I FLAG LOESCHEN
930: C1E7 9D 04 01 STA STACK+4,X
930: C1EA 20 74 C2 JSR DISAS
930: C1ED 20 D5 C3 JSR READPC
930: C1F0 20 74 C2 JSR DISAS
930: C1F3 4C AE C0 JMP WAIT
940: C1F6 20 09 C2 BYT JSR LBIT ;8 BIT ZAHL VON SCREEN HOLEN
940: C1F9 0A ASL
940: C1FA 0A ASL
940: C1FB 0A ASL
940: C1FC 0A ASL
940: C1FD C8 INY
940: C1FE 8D 79 C4 STA TMP
950: C201 20 09 C2 JSR LBIT
950: C204 18 CLC
950: C205 6D 79 C4 ADC TMP
950: C208 60 RTS
960: C209 89 00 04 LBIT LDA SCREEN,Y ;1 BYTE VON SCREEN IN HEX
960: C20C C9 30 CMP #48
960: C20E 80 03 BCS ZAHL
960: C210 69 39 ADC #57
970: C212 38 SEC
970: C213 E9 30 ZAHL SBC #48
970: C215 60 RTS
990: C216 AD 84 C4 ;BERECHNET ABS. ADRESSEN BEI BRANCHES
990: C219 30 18 LDA COD2 OFFSET
1000: C21B 18 BMI BMINUS
1000: C21C 69 02 CLC
1000: C21E 6D 7D C4 ADC TMP+4 ;BRANCH VOR
1000: C221 8D 80 C4 STA TMP1
1000: C224 AD 7C C4 LDA TMP+3
1010: C227 69 00 ADC #0
1010: C229 20 0E C1 JSR PRBYTE
1010: C22C AD 80 C4 LDA TMP1
1010: C22F 20 0E C1 JSR PRBYTE
1010: C232 60 RTS
1020: C233 49 FF ;BRANCH RUECK
1020: C235 38 BMINUS EOR #255
1020: C236 E9 01 SEC
1020: C238 8D 79 C4 STA TMP
1030: C23B AD 7D C4 LDA TMP+4
1030: C23E ED 79 C4 SBC TMP
1030: C241 8D 80 C4 STA TMP1
1030: C244 AD 7C C4 LDA TMP+3
1040: C247 E9 00 SBC #0
1040: C249 20 0E C1 JSR PRBYTE
1040: C24C AD 80 C4 LDA TMP1
1040: C24F 20 0E C1 JSR PRBYTE
1040: C252 60 RTS ;ENDE OFFSET
;LAENGE OPCODE
;BERECHNET BEFEHLSLAENGE (1,2 OD. 3 BYTES)
;OPCODE IN AKKU UEBERGEBEN
;IM Y-REG. STEHT DANN BEFEHLSLAENGE
1090: C253 A0 01 LAENGE LDY #1
1100: C255 C9 20 CMP #20
1100: C257 F0 18 BEQ L001
1100: C259 29 9F AND #89F
1100: C25B F0 16 BEQ L003
1110: C25D 29 1F AND #1F
1110: C25F C9 09 CMP #9
1110: C261 F0 0F BEQ L002
1110: C263 C9 19 CMP #19
1120: C265 F0 0A BEQ L001
1120: C267 29 0D AND #0D
1120: C269 C9 08 CMP #8
1120: C26B F0 06 BEQ L003
1130: C26D 29 08 AND #8
1130: C26F F0 01 BEQ L002
1140: C271 C8 L001 INY
1140: C272 C8 L002 INY
1140: C273 60 L003 RTS
1150: C274 8C 81 C4 DISAS STY OLDY
1150: C277 8E 82 C4 STX OLDX ;REGISTER RETTEN
1160: C27A A2 14 LDY #20
1160: C27C A9 20 LDA #20
1160: C27E 9D 78 04 CLE1 STA SCREEN+120,X ;ZEILE FUER DISAS. LOESCHEN
1170: C281 CA DEX
1170: C282 D0 FA BNE CLE1
;PC L/H IN TMP+4 / TMP+3
;BELEGT 'RAM' POINTER ZUM LESEN
1190: C284 AD 7D C4 LDA TMP+4
1190: C287 8D BF C2 STA PPOIN1+1
1190: C28A 8D 7F C4 STA TMP+6
1190: C28D AD 7C C4 LDA TMP+3
1190: C290 8D C0 C2 STA PPOIN1+2
1190: C293 8D 7E C4 STA TMP+5

```

Listing von »Trace und Single Step« (Fortsetzung)

```

1200: C296 EE 7F C4      INC TMP+6
1200: C299 AD 7F C4      LDA TMP+6
1200: C29C 8D C5 C2      STA PPOIN2+1
1200: C29F D0 03         BNE L005
1210: C2A1 EE 7E C4      INC TMP+5
1210: C2A4 AD 7E C4 L005 LDA TMP+5
1210: C2A7 8D C6 C2      STA PPOIN2+2
1210: C2AA EE 7F C4      INC TMP+6
1220: C2AD AD 7F C4      LDA TMP+6
1220: C2B0 8D CB C2      STA PPOIN3+1
1220: C2B3 D0 03         BNE L006
1230: C2B5 EE 7E C4      INC TMP+5
1230: C2B8 AD 7E C4 L006 LDA TMP+5
1230: C2BB 8D CC C2      STA PPOIN3+2
1240: C2BE AD 00 C0 PPOIN1 LDA #C000
1240: C2C1 8D C3 C4      STA COD1 ;LIEST OPCODES
1250: C2C4 AD 00 C0 PPOIN2 LDA #C000
1250: C2C7 8D 84 C4      STA COD2
1260: C2CA AD 00 C0 PPOIN3 LDA #C000
1260: C2CD 8D 85 C4      STA COD3
1270: C2D0 AD 83 C4      LDA COD1
1270: C2D3 20 53 C2      JSR LAENGE
1270: C2D6 98           TYA
1270: C2D7 8D 86 C4      STA CODEL
1270: C2DA AA           TAX
1270: C2DB AD 78         LDY #120 ;BYTES AB PC AUSGEBEN
1280: C2DD AD 83 C4      LDA COD1
1280: C2E0 20 0E C1      JSR PRBYTE
1280: C2E3 20 2A C1      JSR SPACE
1280: C2E6 CA           DEX
1290: C2E7 F0 12         BEQ L007
1290: C2E9 AD 84 C4      LDA COD2
1290: C2EC 20 0E C1      JSR PRBYTE
1290: C2EF 20 2A C1      JSR SPACE
1300: C2F2 CA           DEX
1300: C2F3 F0 06         BEQ L007
1300: C2F5 AD 85 C4      LDA COD3
1300: C2F8 20 0E C1      JSR PRBYTE
1310: C2FB AD 81 C4 L007 LDY #129
1310: C2FD AD 83 C4      LDA COD1 ;GIBT OPCODE (3 BUCHSTABEN) AUS
1320: C300 18           CLC
1320: C301 A9 C5         LDA #)TSTART
1320: C303 8D 79 C4      STA TMP
1320: C306 AD 83 C4      LDA COD1
1320: C309 6D 83 C4      ADC COD1
1320: C30C 90 03         BCC L008
1330: C30E EE 79 C4      INC TMP
1330: C311 18           CLC
1330: C312 6D 83 C4      ADC COD1
1330: C315 90 03         BCC L009
1330: C317 EE 79 C4      INC TMP
1330: C31A 8D 26 C3 L009 STA OPP+1 ;POINTER BELEGEN
1330: C31D AD 79 C4      LDA TMP
1340: C320 8D 27 C3      STA OPP+2
1340: C323 A2 00         LDX #0
1340: C325 8D 00 C0 OPP LDA #C000,X
1340: C328 20 2C C1      JSR PRIZEI
1340: C32B E8           INX
1350: C32C E0 03         CPX #3
1350: C32E D0 F5         BNE OPP
1350: C330 20 2A C1      JSR SPACE
1360: C333 AD 86 C4      LDA CODEL
1360: C336 C9 02         CMP #2
1360: C338 10 03         BPL CODE2
1360: C33A 4C CE C3      JMP ENDAS
1370: C33D AE 83 C4 CODE2 LDX COD1
1370: C340 8D 00 C8      LDA TADR,X ;ADRESS. FESTSTELLEN
1370: C343 AA           TAX

; '##', 's' OD. 's' AUSGEBEN
1390: C344 E0 06         CPX #6
1390: C346 30 05         BMI L0010
1390: C348 A9 28         LDA #'('
1390: C34B 20 2C C1      JSR PRIZEI
1400: C34D E0 02 L0010 CPX #2
1400: C34F D0 05         BNE L0011
1400: C351 A9 23         LDA #'*'
1410: C353 20 2C C1      JSR PRIZEI
1410: C356 A9 24         LDA #'s'
1410: C358 20 2C C1      JSR PRIZEI
1420: C35B E0 01         CPX #1
1420: C35D 10 06         BPL L0012
1420: C35F 20 16 C2      JSR OFFSET
1420: C362 4C CE C3      JMP ENDAS
1430: C365 AD 86 C4 L0012 LDA CODEL ;OPERANDEN AUSGEBEN
1430: C368 C9 03         CMP #3
1440: C36A F0 09         BEQ CODL3
1440: C36C AD 84 C4      LDA COD2
1440: C36F 20 0E C1      JSR PRBYTE
1440: C372 4C 81 C3      JMP L0013
1450: C375 AD 85 C4 CODL3 LDA COD3
1450: C378 20 0E C1      JSR PRBYTE
1450: C37B AD 84 C4      LDA COD2
1450: C37E 20 0E C1      JSR PRBYTE
1460: C381 E0 04 L0013 CPX #4
1460: C383 30 49         BMI ENDAS

; ',X',',',',X',',',',Y' OD. 'Y' AUSGEBEN
1480: C385 D0 0D         BNE L0014
1480: C387 A9 2C         LDA #'.'
1480: C389 20 2C C1      JSR PRIZEI
1490: C38C A9 58         LDA #'X'
1490: C38E 20 2C C1      JSR PRIZEI
1490: C391 4C CE C3      JMP ENDAS
1500: C394 E0 05 L0014 CPX #5
1500: C396 D0 0D         BNE L0015
1510: C398 A9 2C         LDA #'.'
1510: C39A 20 2C C1      JSR PRIZEI
1510: C39D A9 59         LDA #'Y'
1510: C39F 20 2C C1      JSR PRIZEI
1510: C3A2 4C CE C3      JMP ENDAS
1520: C3A5 E0 06 L0015 CPX #6
1520: C3A7 D0 12         BNE L0016
1520: C3A9 A9 2C         LDA #'.'
1520: C3AB 20 2C C1      JSR PRIZEI
1530: C3AE A9 58         LDA #'X'
1530: C3B0 20 2C C1      JSR PRIZEI
1530: C3B3 A9 29         LDA #'!'
1530: C3B5 20 2C C1      JSR PRIZEI
1530: C3B8 4C CE C3      JMP ENDAS

```

```

1540: C3BB A9 29 L0016 LDA #'!'
1540: C3BD 20 2C C1      JSR PRIZEI
1550: C3C0 E0 08         CPX #8
1550: C3C2 F0 0A         BEQ ENDAS
1550: C3C4 A9 2C         LDA #'.'
1550: C3C6 20 2C C1      JSR PRIZEI
1560: C3C9 A9 59         LDA #'Y'
1560: C3CB 20 2C C1      JSR PRIZEI
1570: C3CE AC 81 C4 ENDAS LDY OLDY ;REG. HOLEN
1570: C3D1 AE 82 C4      LDX OLDX
1570: C3D4 60           RTS ;ENDE DISAS
1580: C3D5 A0 78         READPC LDY #120
1580: C3D7 20 43 C1      JSR START ;DIS.ZEILE EDIT.
1580: C3DA 20 40 C1      JSR REVERSE
1580: C3DD A0 78         LDY #120

;LIEST BYTES UND SPEICHERT IN RAM
1600: C3DF 20 F6 C1      JSR BYT
1600: C3E2 8D 83 C4      STA COD1
1600: C3E5 C8           INY
1600: C3E6 C8           INY
1600: C3E7 20 F6 C1      JSR BYT
1610: C3EA 8D 84 C4      STA COD2
1610: C3ED C8           INY
1610: C3EE C8           INY
1610: C3EF 20 F6 C1      JSR BYT
1610: C3F2 8D 85 C4      STA COD3
1620: C3F5 AD 7D C4      LDA TMP+4
1620: C3F8 8D 05 C4      STA PRFARI+1
1630: C3FB AD 7C C4      LDA TMP+3
1630: C3FE 8D 06 C4      STA PRED1+2
1630: C401 AD 83 C4      LDA COD1
1630: C404 8D 00 C0 PREAD1 STA #C000
1640: C407 AC 86 C4      LDY CODEL
1640: C40A C0 02         CPY #2
1640: C40C 30 32         BMI EREAD
1650: C40E AD 7B C4      LDA TMP+4
1650: C411 18           CLC
1650: C412 69 01         ADC #1
1660: C414 8D 23 C4      STA PRED2+1
1660: C417 AD 7C C4      LDA TMP+3
1660: C41A 69 00         ADC #0
1660: C41C 8D 24 C4      STA PRED2+2
1670: C41F AD 84 C4      LDA COD2
1670: C422 8D 00 C0 PREAD2 STA #C000
1680: C425 C0 03         CPY #3
1680: C427 30 17         BMI EREAD
1690: C429 AD 7D C4      LDA TMP+4
1690: C42C 18           CLC
1690: C42D 69 02         ADC #2
1690: C42F 8D 3E C4      STA PRED3+1
1700: C432 AD 7C C4      LDA TMP+3
1700: C435 69 00         ADC #0
1700: C437 8D 3F C4      STA PRED3+2
1710: C43A AD 85 C4      LDA COD3
1710: C43D 8D 00 C0 PREAD3 STA #C000
1720: C440 60           EREAD RTS
1730: C441 20 50 43 TEXT .ASC " PC SP YR XR AC NV-BDI2C 76543210
1740: C469 30 31 32 HEX .ASC "0123456789ABCDEF"
1750: C479 00 00 00 TMP .BYT 0,0,0,0,0,0 ;ARBEITSVARIABLEN
1760: C480 00           TMP1 .BYT 0
1770: C481 00           TMP2 .BYT 0
1780: C482 00           OLDY .BYT 0
1790: C483 00           COD1 .BYT 0
1790: C484 00           COD2 .BYT 0
1790: C485 00           COD3 .BYT 0
1800: C486 00           CODEL .BYT 0
1800: C487 00           DISON .BYT 0
1810: C500           *= TSTART

;TAB. OPCODES (L-BYTE TSTART MUSS 0 SEIN)
1820: C500 42 52 48      .ASC "BRKRA?????????ORAASL?????PHIPORAASL"
1830: C521 3F 3F 3F      .ASC "?????ORAASL?????BPLORA?????"
1840: C53C 3F 3F 3F      .ASC "???ORAASL?????CLCORA?????"
1850: C557 4F 52 41      .ASC "ORAASL?????JSRAND?????BIAND"
1860: C572 52 4F 4C      .ASC "ROL?????FLPANDROL?????BITANDROL"
1870: C58D 3F 3F 3F      .ASC "???BMIAND?????ANDROL???"
1880: C5A8 53 45 43      .ASC "SECAND?????ANDROL???"
1890: C5C3 45 4F 52      .ASC "EOR?????EORLSR???"
1900: C5DE 4C 53 52      .ASC "LSR?????JMP EORLSR???"
1910: C5F9 3F 3F 3F      .ASC "?????EORLSR?????CLLEOR?????"
1920: C614 3F 3F 3F      .ASC "???EORLSR?????RTSADC?????"
1930: C62F 41 44 43      .ASC "ADCROR?????PLAADCROR?????JMPADC"
1940: C64A 52 4F 52      .ASC "ROR?????BVSADC?????ADCROR???"
1950: C665 3F 3F 3F      .ASC "???SEIADC?????ADCROR???"
1960: C680 3F 3F 3F      .ASC "???STA?????STYSTASTX???"
1970: C69B 3F 3F 3F      .ASC "???TAX?????STYSTASTX???"
1980: C6B6 3F 3F 3F      .ASC "?????STYSTASTX???"
1990: C6D1 3F 3F 3F      .ASC "?????STA?????LDVLDALDX???"
2000: C6EC 4C 44 59      .ASC "LDVLDALDX?????TAYLDATA???"
2010: C707 4C 44 41      .ASC "LDALDX?????BCLSDA?????LDVLDALDX"
2020: C722 4C 44 58      .ASC "LDX?????CLVLDATXS???"
2030: C73D 3F 3F 3F      .ASC "???CPYCMP?????CPYCMPDEC???"
2040: C758 49 4E 59      .ASC "INVCMPDEX?????CPYCMPDEC???"
2050: C773 43 4D 50      .ASC "CMP?????CMPDEC?????CLDCMP"
2060: C78E 3F 3F 3F      .ASC "?????CMPDEC?????CPXSBC???"
2070: C7A9 3F 3F 3F      .ASC "???CPXSBCINC?????INXSBCNOP???"
2080: C7C4 43 50 58      .ASC "CPXSBCINC?????BEGSBC?????"
2090: C7DF 53 42 43      .ASC "SBCINC?????SEDSBC?????"
2100: C7FA 49 4E 43      .ASC "INC???"

;TABELLE ADRESSIERUNG (KEINE STANDARDWERTE NUR FUER DISAS)
2120: C800 01 06 01 TADR .BYT 1,6,1,1,1,3,3,1,1,2,1,1
2130: C80C 01 03 03      .BYT 1,3,3,1,0,7,1,1,1,4,4,1,1,5
2140: C81A 01 01 01      .BYT 1,1,1,4,4,1,3,6,1,1,3,3,3,1
2150: C828 01 02 01      .BYT 1,2,1,1,3,3,3,1,0,7,1,1,1,4
2160: C836 04 01 01      .BYT 4,1,1,5,1,1,1,4,4,1,1,6,1,1
2170: C844 01 03 03      .BYT 1,3,3,1,1,2,1,1,3,3,3,1,0,7
2180: C852 01 01 01      .BYT 1,1,1,4,4,1,1,5,1,1,1,4,4,1
2190: C860 01 06 01      .BYT 1,6,1,1,1,3,3,1,1,2,1,1,8,3
2200: C86E 03 01 00      .BYT 3,1,0,7,1,1,1,4,4,1,1,5,1,1,1
2210: C87B 04 04 01      .BYT 4,4,1,1,6,1,1,3,3,3,1,1,1,1,1
2220: C88B 01 03 03      .BYT 1,3,3,3,1,0,7,1,1,1,4,4,5,1,1
2230: C895 05 01 01      .BYT 5,1,1,1,4,1,1,2,6,2,1,3,5,3
2240: C8A7 01 01 02      .BYT 1,1,2,1,1,3,3,3,1,0,7,1,1,4
2250: C8B5 04 05 01      .BYT 4,5,1,1,5,1,1,4,4,5,1,2,6,1
2260: C8C3 01 03 03      .BYT 1,3,3,3,1,1,2,1,1,3,3,3,1,0
2270: C8D1 07 01 01      .BYT 7,1,1,1,4,4,1,1,5,1,1,1,4,4
2280: C8DF 01 02 06      .BYT 1,2,6,1,1,3,3,3,1,1,2,1,1,3
2290: C8ED 03 03 01      .BYT 3,3,1,0,7,1,1,1,4,4,1,1,5,1
2300: C8FB 01 01 04      .BYT 1,1,4,4,1,1

```

Listing von »Trace und Single Step« (Schluß)