

# Aus eins mach zwei

**Mit dieser kleinen Routine »verdoppeln« Sie Ihren Computer. Sie sind damit in der Lage, zwei Maschinenprogramme praktisch gleichzeitig laufen zu lassen.**

Die Routine selbst belegt etwa 190 Byte und ist im freien 4-KByte-RAM-Bereich (ab Adresse 49152) abgelegt. Außerdem benötigt sie zwei Pages (Page 193 und 194) als Zwischenspeicher. Zusätzlich wird noch der Basic-Interpreter und das Betriebssystem in das darunterliegende RAM kopiert. Schließlich »verbiegt« die Routine den Interruptvektor.

Das Programm ermöglicht das »gleichzeitige« Betreiben zweier Maschinenroutinen. Jede dieser Routinen läuft nun nur noch mit der halben Geschwindigkeit.

Die Routine wird folgendermaßen gehandhabt: Die Startadresse des ersten Maschinenprogramms, das man benutzen möchte, wird in Adresse 49158 (Lo-Byte) und 49159 (Hi-Byte) abgelegt. Analog verfährt man mit der Startadresse des zweiten Maschinenprogramms, die in Adresse 49156 und 49157 gePOKEt werden muß. Der Befehl SYS 49168 aktiviert die Routine, der Befehl POKE 1,55 (oder in Maschinensprache LDA #55; STA 1) stellt sie wieder ab. Diese Umschaltung, sei es Basic oder Assembler, wird am besten durch das erste Programm durchgeführt, da nur von dort wieder im Basic-Modus weiter gearbeitet werden kann.

## Basic und Maschinensprache gleichzeitig

Grundvoraussetzung für das Koppel-Programm ist, daß die beiden zu betreibenden Routinen in Maschinensprache geschrieben sind. Auf den ersten Blick mag es daher so aussehen, als wären die Einsatzmöglichkeiten dieser Routine sehr beschränkt. Das Gegenteil ist jedoch der Fall. Da auch das Basic-ROM »Maschinensprache« ist, kann man ohne weiteres mit RTS zum Basic-Modus zurückkehren, anstatt die erste Maschinenroutine zu beginnen. Um dies zu erreichen, ersetzt man die Zahl 108 (JMP indirekt) in Speicherstelle 49187 durch eine 96 (RTS-Code). Jetzt kann man in Basic programmieren und seine Basic-Programme auch entsprechend abarbeiten lassen, während eine zweite Maschinensprache-Routine quasi »im Hintergrund« abgearbeitet wird. Denkbare Anwendungen sind das Spielen von Melodien oder die automatische Bewegung von Sprites während des Programm-Laufs.

Nachdem Sie »Multiprogramming« (Listing 1) mit RUN gestartet haben, sehen Sie ein merkwürdiges Geflimmer auf dem Bildschirm. Dies ist kein Fehler im Programm (dessen dokumentierter Source-Code in Listing 2 zu finden ist), sondern eine kleine Demonstration. Eine Maschinenroutine ändert fortwährend die Rahmen-, eine zweite die Hintergrundfarbe. Beide kleinen Programme (Adresse 49350 und 49375) laufen jetzt quasi »gleichzeitig« ab. Die Anwendungsbereiche der Basic-Routine sind sehr vielfältig. Sie reichen von der Ausgabe auf zwei Drucker über die »gleichzeitige« Abfrage von Port A und B bis hin zu komplexeren Realtime-Aufgaben. Da gerade bei einem solchen Programm die Dokumentation sehr wichtig ist, drucken wir sowohl den Source-Code (Listing 2) als auch das Flußdiagramm (siehe Bild) mit ab. (Thomas Weinbrenner/ev)

### Daten für das Programm:

|       |     |                                       |
|-------|-----|---------------------------------------|
| 49152 | xxx | ;y-Register                           |
| 49153 | xxx | ;x-Register                           |
| 49154 | xxx | ;Akkumulator                          |
| 49155 | 33  | ;Statusregister                       |
| 49156 | xxx | ;Startadresse 2. Programm (Lo und Hi) |
| 49157 | xxx | ;Startadresse 1. Programm (Lo und Hi) |
| 49158 | xxx | ;Stapelzeiger 1. Programm             |
| 49159 | xxx | ;Stapelzeiger 2. Programm             |
| 49160 | 249 |                                       |
| 49161 |     |                                       |

### Listing 2. Source-Code des Programms »Aus eins mach zwei«.

#### Aktivierungsroutine:

|       |     |         |                                     |
|-------|-----|---------|-------------------------------------|
| 49168 | SEI | 120     |                                     |
| 49169 | JSR | 49191   | 32,39,192                           |
| 19172 | LDA | #53     | 169, 53 ;RAM-Konfiguration          |
| 49174 | LDY | #98     | 160, 98                             |
| 49176 | LDX | #192    | 162, 192                            |
| 49178 | STA | 1       | 133, 1                              |
| 49180 | STY | 65534   | 140, 254,255                        |
| 49183 | STX | 65535   | 142, 255,255                        |
| 49186 | CLI | 88      |                                     |
| 49187 | JMP | (49158) | 108, 6, 192 ;Sprung zum 1. Programm |

Hier werden die Zeiger auf die eigene Interruptroutine gesetzt. Danach wird das erste Programm angesprungen.

|       |     |        |                                                |
|-------|-----|--------|------------------------------------------------|
| 49191 | LDY | #0     | 160, 0 ;Werte setzen zum Basic-ROM kopieren    |
| 49193 | STY | 38     | 132, 38                                        |
| 49195 | DEY |        | 136                                            |
| 49196 | STY | 39     | 132, 39                                        |
| 49198 | JSR | 49212  | 32,60,192 ;Basic-ROM kopieren                  |
| 49201 | LDY | #191   | 160, 191 ;Werte setzen zum Kernal-ROM kopieren |
| 49203 | STY | 39     | 132, 39                                        |
| 49205 | JSR | 49212  | 32,60,192 ;Kernal-ROM kopieren                 |
| 49208 | JSR | 49231  | 32,79,192 ;Daten setzen                        |
| 49211 | RTS |        | 96                                             |
| 49212 | LDX | #32    | 162, 32 ;32 Pages kopieren                     |
| 49214 | LDY | #0     | 160, 0                                         |
| 49216 | DEY |        | 136                                            |
| 49217 | LDA | (38),Y | 177, 38                                        |
| 49219 | STA | (38),Y | 145, 38                                        |
| 49221 | CPY | #0     | 192, 0                                         |
| 49223 | BNE | 49216  | 208, 247                                       |
| 49225 | DEC | 39     | 198, 39                                        |
| 49227 | DEX |        | 202                                            |
| 49228 | BNE | 49214  | 208, 240                                       |
| 49230 | RTS |        | 96                                             |

Diese Routine kopiert das Betriebssystem und den Basic-Interpreter in das »darunter«-liegende RAM.

|       |     |         |                                                                  |
|-------|-----|---------|------------------------------------------------------------------|
| 49231 | LDA | #0      | 169, 0 ;Entscheidungsfaktor                                      |
| 49233 | STA | 2       | 133, 2                                                           |
| 49235 | LDY | #5      | 160, 5 ;Daten für späteren Interruptrückprung in Page 194 setzen |
| 49237 | LDA | 49152,Y | 185, 0,192                                                       |
| 49240 | STA | 49914,Y | 153, 250,194                                                     |
| 49243 | DEY |         | 136                                                              |
| 49244 | BPL | 49237   | 16, 247                                                          |
| 49246 | RTS |         | 96                                                               |

#### Interruptroutine:

|       |     |         |                                             |
|-------|-----|---------|---------------------------------------------|
| 49250 | PHA | 72      | ;x-y-Register und Akku auf den Stack retten |
| 49251 | TXA | 138     |                                             |
| 49252 | PHA | 72      |                                             |
| 49253 | TYA | 152     |                                             |
| 49254 | PHA | 72      |                                             |
| 49255 | LDA | 2       | 165, 2                                      |
| 49257 | BNE | 49298   | 208, 39                                     |
| 49259 | LDY | #255    | 160, 255 ;Stack in Page 193 kopieren        |
| 49261 | LDA | 256,Y   | 185, 0,1                                    |
| 49264 | STA | 49408,Y | 153, 0,193                                  |
| 49267 | DEY |         | 136                                         |
| 49268 | CPY | #255    | 192, 255                                    |
| 49270 | BNE | 49261   | 208, 245                                    |

```

49272 LDA 49664,Y 185, 0,194 ;Page 194 in den
49275 STA 256,Y 153, 0,1 Stack kopieren
49278 DEY 136
49279 CPY #255 192, 255
49281 BNE 49272 208, 245
49283 TSX 186 ;Stapelzeiger ver-
49284 STX 49160 142, 8,192 tauschen
49287 LDX 49161 174, 9,192
49290 TXS 154
49291 LDY #1 169,1 ;Entscheidungs-
49293 STA 2 133, 2 fakten ändern
49295 JMP 49334 76, 182,192

49298 LDY #255 160, 255 ;Stack in Page
49300 LDA 256,Y 185, 0,1 194 kopieren
49303 STA 49664,Y 153, 0,194
49306 DEY 136
49307 CPY #255 192, 255
49309 BNE 49300 208, 254
49311 LDA 49408,Y 185, 0,193 ;Page 193 in den
49314 STA 256,Y 153, 0,1 Stack kopieren
49317 DEY 136
49318 CPY #255 192, 255
49320 BNE 49311 208, 245
49322 TSX 186 ;Stapelzeiger ver-
49323 STX 49161 142, 9,192 tauschen
49326 LDX 49160 174, 8,192
49329 TXS 154
49330 LDA #0 169, 0 ;Entscheidungs-
49332 STA 2 133, 2 Faktor ändern

49334 PLA 104 ;x-y-Register und
49335 TAY 168 ;Akku vom Stack
49336 PLA 104 holen
49337 TAX 170
49338 PLA 104
49339 JMP 65352 76, 72,255

```

programm : mupro 0801 091d

```

0801 : 0c 08 c1 07 9e 20 32 30 77
0809 : 36 32 00 00 00 a0 00 b9 d1
0811 : 1c 08 99 00 c0 c8 d0 f7 1d
0819 : 4c 10 c0 00 00 00 21 df e2
0821 : c0 c6 c0 f0 f9 54 45 58 9a
0829 : 20 41 53 78 20 27 c0 a9 5f
0831 : 35 a0 62 a2 c0 85 01 8c f9
0839 : fe ff 8e ff ff 58 4c c6 5c
0841 : c0 ea a0 00 84 26 88 84 43
0849 : 27 20 3c c0 a0 bf 84 27 10
0851 : 20 3c c0 20 4f c0 60 a2 85
0859 : 20 a0 00 88 b1 26 91 26 b9
0861 : c0 00 d0 f7 c6 27 ca d0 c7
0869 : f0 60 a9 00 85 02 a0 05 e9
0871 : b9 00 c0 99 fa c2 88 10 96
0879 : f7 60 54 2e 57 48 8a 48 ee
0881 : 98 48 a5 02 d0 27 a0 ff b0
0889 : b9 00 01 99 00 c1 88 c0 68
0891 : ff d0 f5 b9 00 c2 99 00 29
0899 : 01 88 c0 ff d0 f5 ba 8e d3
08a1 : 08 c0 ae 09 c0 9a a9 01 60
08a9 : 85 02 4c b6 c0 a0 ff b9 9e
08b1 : 00 01 99 00 c2 88 c0 ff 0c
08b9 : d0 f5 b9 00 c1 99 00 01 dd
08c1 : 88 c0 ff d0 f5 ba 8e 09 45
08c9 : c0 ae 08 c0 9a a9 00 85 fc
08d1 : 02 68 a8 68 aa 68 4c 48 ee
08d9 : ff ff ff ff ff ff ff ff d8
08e1 : ff a9 00 8d 20 d0 a9 01 98
08e9 : 8d 20 d0 4c c6 c0 ff ff b6
08f1 : ff ff ff ff ff ff ff ff f0
08f9 : ff ff a9 00 8d 21 d0 a9 db
0901 : 01 8d 21 d0 4c df c0 ff f2
0909 : ff ff ff ff ff ff ff ff 08
0911 : ff ff ff ff ff ff ff ff 10
0919 : ff ff ff 60 5f b4 4c 64 b9

```

Listing 1 des Programms »Aus eins mach zwei«.  
Bitte beachten Sie die Eingabehinweise auf Seite 8.

Das Flußdiagramm zu  
»Aus eins mach zwei«.

