

## Texte flott gedruckt

---

Nachdem der sechsteilige Assemblerkurs im letzten Heft zu Ende ging, dürfen wir sicher einige neue Leser in der Assemblerecke begrüßen. Sie können die neu erworbenen Kenntnisse gleich an einem praktischen Beispiel erproben, das Ihnen sicherlich auch bei künftigen Programmierprojekten wertvolle Dienste leisten wird. Aber auch fortgeschrittenere Leser kommen nicht zu kurz, denn das Beispiel dieser Assemblerecke ist ganz schön trickreich programmiert.

Thema ist die Ausgabe eines Strings am Bildschirm. Mancher Leser erinnert sich vielleicht noch an die erste Assemblerecke vom Februar 1985, in der es ebenfalls darum ging. Im Unterschied zu damals wollen wir diesmal einen wesentlich eleganteren, aber auch kniffligeren Anlauf nehmen.

Ziel sollte es sein, Texte ohne großen Aufwand am Bildschirm ausgeben zu können. Bestes Vorbild wäre die PRINT-Funktion von Basic, denn einfacher als mit PRINT "Text" geht es wirklich nicht. Wer sich schon mit dieser Anwendung befasst hat, weiß, dass sie in Assembler viel schwieriger ist. Man muss die Anfangsadresse des Strings in einem IOCB eintragen, eine maximale Länge angeben und schließlich die zentrale Ein/Ausgabe Routine CIO aufrufen. Außerdem ist es erforderlich, den String entweder mit einem JMP-Befehl zu überspringen oder an anderer Stelle im Programm unterzubringen.

Sehen Sie sich dagegen einmal folgende Möglichkeit an:

```
JSR PRINT
ASC "Text"
...
```

Ein solches Unterprogramm PRINT finden Sie im Listing. Wir gehen sogar noch einen Schritt weiter und geben zusätzlich an, ab welcher Cursor-Position der String stehen soll. Abgeschlossen wird er - wie beim Atari üblich - mit einem EOL-Zeichen (\$9B). Das Ganze sieht dann folgendermaßen aus :

```
JSR PRINT
DFB <X-Koord.>, <Y-Koord.>
ASC "<string>"
DFB $9B
```

Danach können Sie, wie auch das Beispiel des Listings zeigt, ganz normal weiterprogrammieren, ohne das Datensegment in irgendeiner Form überspringen zu müssen. Damit steht uns ein sehr praktischer Weg zur Verfügung.

Nun bleiben aber noch einige Fragen offen. Woher weiß das Unterprogramm, wo sich der auszudruckende Text befindet? Schließlich werden ja keinerlei Parameter übergeben. Warum kann der String mitten im Programm stehen und muss nicht per JMP übersprungen werden? Wem so etwas schon einmal aus Versehen passiert ist, der kennt bestimmt die bitteren Konsequenzen.

## Manipulieren, aber richtig!

---

Des Rätsels Lösung ist einfach. Bei einem Unterprogrammaufruf mit JSR merkt sich die CPU immer die Adresse, an welcher der Ablauf nach dem RTS fortzusetzen ist. Genau an dieser Rücksprungsadresse, die vom JSR-Befehl am Stack zurückgelassen wird, befindet sich der

Datenblock, bestehend aus Koordinaten und String.

Man kann sich die Rücksprungadresse einfach mit zwei PLA-Kommandos verschaffen und sie dann auf beliebige Art manipulieren. Es ist jedoch eine Eigenheit des 6502-Prozessors, daß diese nicht auf das nächste Byte nach dem JSR zeigt, sondern auf das letzte des JSR-Befehls selbst. (Es handelt sich dabei ja um ein 3-Byte-Kommando.)

Nun ist es auch nicht weiter verwunderlich, dass der Datenblock nach dem JSR nicht übersprungen werden muss. Es genügt, lediglich die Rücksprungadresse am Stack so zu modifizieren, dass das RTS den Programmablauf erst nach dem Datenblock fortsetzt. Wieder ist zu beachten, dass die veränderte Rücksprungadresse auf das letzte String-Element (EOL) zeigen muss und nicht auf den darauf folgenden Befehl.

Diese Art der Parameterübergabe ist natürlich nicht nur auf die Ausgabe von Strings beschränkt. Sie lässt sich überall einsetzen, wo es gilt, viele Parameter an ein Unterprogramm zu leiten.

Es lohnt sich, auch die Technik der String-Ausgabe kurz zu betrachten. Hier wird einmal nicht mit der CIO-Funktion des Betriebssystems gearbeitet, sondern eine Routine bemüht, die einzelne Zeichen am Bildschirm ausgeben kann. Da diese nicht bei allen Versionen des Betriebssystems an der gleichen Adresse liegt, wird sie über einen Vektor in der sogenannten Editor-Handler-Tabelle aufgerufen. Dazu muss ein indirekter Unterprogrammprung durchgeführt werden.

Leider besitzt der 6502 zu diesem Zweck keinen Befehl. Über eine weitere Stapelmanipulation lässt sich das Ziel aber erreichen. Das funktioniert so: Das Unterprogramm SCROUT wird mit einem normalen JSR angesprungen, so dass die Rücksprungadresse nach PRINT korrekt auf den Stapel kommt. In SCROUT wird die Adresse der tatsächlichen Ausgaberoutine mit zwei PHA-Kommandos zusätzlich am Stack abgelegt. Genauer gesagt handelt es sich um die Adresse minus eins. (Die Gründe hierfür wurden bereits erläutert.)

Das folgende RTS führt nun einen indirekten Sprung zu dieser Routine durch, und erst deren abschließendes RTS lässt den Programmablauf wieder nach PRINT zurückkehren. Dabei ist zu beachten, dass das auszugebende Zeichen im Akku stehen muss; folglich ist die Kombination TAX-TXA in SCROUT noch notwendig.

Sie sehen, mit der Stack-Manipulation lässt sich einiges sehr elegant programmieren. Man muss aber gut aufpassen, dass alles richtig läuft, denn der Computer reagiert auf entsprechende Fehler mit einem Absturz.

*Peter Finzel (1987)*

```

*****
*       Ausgabe von Strings V1.1       *
*                                     *
* Assembler: ATMA5-II   P. Finzel 87 *
*****
*
ZEIGER    EQU $80           ;Zeropage-Register
OFFSET    EQU $82           ; Zaehler

RTCLOK    EQU $12           ;Uhr
COLCRS    EQU $55           ;Cursorspalte
ROWCRS    EQU $54           ;Cursorzeile
CRSINH    EQU $2F0          ;1=Cursor unsichtbar
EOL        EQU $96           ;End-Of-Line Zeichen

*
* Adressen der Handlertabelle im ROM
*
EDITDV    EQU $E400         ;Editor-Handler

*
* Start an Adresse $A800 im Monitor
*
        ORG $A800

*
BEISPIEL  JSR PRINT
          DFB 5,10
          ASC "Das ist ein Beispiel"
          DFB EOL
          JSR WARTEN

*
* Jetzt revers ausdrucken
*
          JSR PRINT
          DFB 5,10
          ASC /Das ist ein Beispiel/
          DFB EOL
          JSR WARTEN
          JMP BEISPIEL

*
* Ein Weilchen warten
*
WARTEN    LDX #15
WART1     LDA RTCLOK+2       hat Uhr schon
WART2     CMP RTCLOK+2       weitergezaehlt?
          BEQ WART2          nein ->
          DEX
          BNE WART1
          RTS

*****
*       Das PRINT-Unterprogramm       *
*****
PRINT     PLA               Aufrufadresse
          STA ZEIGER        holen
          PLA               in ZEIGER merken
          STA ZEIGER+1
          LDY #1            Cursor abschalten
          STA CRSINH
          LDA (ZEIGER),Y

```

```

        STA COLCR5          Anfangsspalte
        INY
        LDA (ZEIGER),Y
        STA ROWCR5          Anfangszeile
        STY OFFSET          Zaehler merken

PRINT1  INC OFFSET          Zaehler erhoehen
        LDY OFFSET
        LDA (ZEIGER),Y      Zeichen holen
        CMP #EOL            schon letztes?
        BEQ PRTEND          ja - >
        JSR SCROUT          sonst ausgeben
        JMP PRINT1          und weiter ==>

PRTEND  CLC
        LDA ZEIGER          neue Ruecksprung-
                           adresse berechnen
        ADC OFFSET          (alte Adresse
                           plus Zaehler)
        STA ZEIGER
        LDA ZEIGER+1        MSB
        ADC #0
        PHA                 Ruecksprungadresse
        LDA ZEIGER          zurueck auf Stack
        PHA
        RTS

*****
*      Ein Zeichen ausgeben      *
*****

SCROUT  TAX
        LDA EDITDV+7
        PHA                 Anfangsadresse-1
        LDA EDITDV+6        der SCROUT-Routine
        PHA                 im OS-ROM
        TXA                 Zeichen zurueck
        RTS                 indirekter Sprung

```