

PETER'S ASSEMBLERECKE

Ausgabe von Zahlen

Ein kniffliges Kapitel der Assemblerprogrammierung ist die Ausgabe von Zahlen auf dem Bildschirm. Während in BASIC ein PRINT-Befehl die gesamte Arbeit leistet, ist in Assembler schon etwas mehr geistiges Kapital zu investieren. Jeder, der seinen Atari in Maschinensprache programmiert, wird früher oder später vor diesem Problem stehen: Eine Zahl, sei es nun ein Rechenergebnis, ein Punktestand oder auch nur ein Fehlercode, muß angezeigt werden. Bei Assemblerprogrammen müssen im Regelfall sog. "2-Byte Integers" (s. Kasten) ausgegeben werden, deren Wertebereich die meisten Anwendungsfälle abdeckt. Das Problem liegt aber darin, eine derartige binäre Zahl in eine Folge von Code-Zahlen umzurechnen, die die einzelnen Ziffern repräsentieren. Diese Codes sollen, wenn sie in den Bildschirmspeicher geschrieben werden, die gewünschte Zahl in einer für Menschen gut lesbaren Darstellung (also im Zehnersystem) ergeben.

Obwohl ja bekanntlich viele Wege nach Rom führen, wollen wir hier nur zwei verschiedene Methoden genauer betrachten. Beide Möglichkeiten haben dabei ihre Vorteile für bestimmte Einsatzgebiete.

Der fließende Punkt

Der erste und einfachere Weg führt über die sogenannte Floating-Point Package. Im Speicherbereich von \$D800 bis \$DFFF befinden sich eine Anzahl von Rechenroutinen, angefangen bei der Addition über Multiplikation bis hin zur Berechnung einer Potenzreihe. Alle diese Routinen benutzen ein Fließkomma-Format. Der Aufruf dieser Programme erfolgt über (im O. S. Manual) festgelegte Einsprung-Adres-

sen, die tatsächlich in allen Atari-Computern gleich sind. Das heißt, daß ein damit geschriebenes Programm auf einem alten 400er genauso wie auf einem neuen 130XE läuft. Davon könnte sich mancher Computer-Hersteller eine dicke Scheibe abschneiden.

Ebenfalls in diesem ROM sind Wandlungsroutinen enthalten, die es erlauben, eine Integerzahl in FP-Darstellung umzurechnen (IFP, \$D9AA), sowie eine FP-Zahl in einen ATASCII-String (FASC, \$D8E6) zu konvertieren. Die auszugebende Zahl wird dabei in das FP-Register 0 (FR0, ab \$D4) eingetragen, wobei das LSB nach FR0 und das MSB nach FR0+1 kommt. Ein Aufruf von IFP wandelt den Inhalt von FR0 in FP-Darstellung um, ein weiterer Aufruf von FASC erzeugt die Darstellung der Zahl im ATASCII-Code. FASC teilt uns im Vektor INBUFF (\$F3, \$F4) noch mit, wo der String zu finden ist. Schließlich kann man den String als Text direkt über CIO (Central Input/Output, wer erinnert sich noch an Assemblercke Nr. 1 "Textausgabe"?) auf dem Bildschirm ausgeben. Wichtig ist dabei, daß das 8. Bit der letzten Ziffer gleich eins beträgt, so daß das Ende der Zahl bequem erkennbar ist. Listing 1 gibt ein Beispiel dieser Methode, indem ein Zähler in der Mitte des Bildschirms so schnell wie möglich zählt.

Do it yourself

In der Methode Nummer zwei nehmen wir die Sache selbst in die Hand. Ein Blick ins Handbuch der Mathematik bringt Ihnen die Erkenntnis, daß die Umrechnung einer Zahl vom Zweier- ins Zehnersystem durch fortgesetzte Division durch 10 zu erreichen ist, wobei der Rest jeder Division eine

Ziffer liefert. Schön und gut, aber schon das Wort "Division" erzeugt etwas Unbehagen, da der 6502 nun mal von Haus aus nicht dividieren kann. Glücklicherweise gibt es da noch einen Trick, der auf folgender Überlegung beruht: Die größte mit 2-Byte Integers darstellbare Zahl ist 65535, wobei die höchste enthaltene Zehnerpotenz 10000 ist. Man subtrahiert diese Zehnerpotenz nun so oft von der zu wandelnden Zahl, bis die Zahl selbst kleiner als 10000 ist. Dabei merkt man sich, wie oft die Subtraktion stattfand und gewinnt so die Ziffer, die an die Zehntausender-Stelle einzutragen ist. Das gleiche Spiel wird mit 1000, 100 und 10 wiederholt, und schließlich bleibt nur noch die Einerstelle übrig. Simpel, nicht wahr?

Genau dieses Schema wird in Listing 2 verwendet. Eine Zahl, die dem Unterprogramm BINDEZ in Akku und X-Register übergeben werden muß, wird in dem fünf Byte langen Buffer "ZIFFER" im Bildschirmcode (s. Kasten) abgelegt. Jetzt braucht man nur noch eine Routine (PRINT), die den errechneten Code in den Bildschirmspeicher schreibt. Dies geschieht ohne Zutun des Betriebssystems durch direktes Einbringen der Codes in den Bildschirmspeicher. Zur Demonstration wird vom Programm ein spezieller, nur aus einer GRAPHICS-2 Zeile bestehender Bildschirm aufgebaut (Unterprogramm SETDL). In dieser Zeile läuft dann wieder ein Zähler mit höchster Geschwindigkeit.

Nun haben Sie zwei Methoden zur freien Auswahl, nur welche ist günstiger für eine spezielle Anwendung? Wenn Sie beide Methoden eingetippt und ausprobiert haben, dann wissen Sie es bereits: Methode 1 (via FP-ROM) ist die weitaus langsamere von beiden. Wenn es nicht auf Geschwindigkeit ankommt, ist diese Methode zweifellos die bessere, da sie einfacher anzuwenden ist und einen ATASCII-String mit Unterdrückung der Nullen vor der ersten Ziffer liefert.

Methode zwei hingegen liefert blitzschnelle Ergebnisse und eignet sich daher besonders für zeitkritische Anwendungen. Typisch wäre hier die Ausgabe eines Punktestandes in einem Spielprogramm oder das Mitführen eines Zählers in einem schnellen Sektorkopierer. Tatsächlich ist Methode 2 um mehr als 15 mal schneller als der Umweg über die Floating-Point Arithmetik. Interessant ist an dieser Stelle vielleicht ein Vergleich der Laufzeiten von verschiedenen Sprachen (jeweils die Zeit, bis der Zähler 5000 erreicht hat):

Atari-BASIC:	63 Sek.
Assembler (Methode 1):	46 Sek.
ACTION! (mit PrintC):	40 Sek.
ACTION! (Listing 3):	7 Sek.
Assembler (Methode 2):	3 Sek.

Diese Ergebnisse sind doch recht erstaunlich. Unsere Methode 1 ist nicht viel schneller als Basic! Nun ja, Basic verwendet schließlich die gleichen FP-Routinen, und die sind eben langsam. Auf der anderen Seite kommt ACTION! dem Assemblerprogramm schon verdächtig nahe, vorausgesetzt, man programmiert den Algorithmus nach Methode 2. Das ACTION!-Programm dazu, eine Umsetzung von Listing 2, finden Sie in Listing 3.

Eine gewisse Mitschuld am Schnecken-tempo der Methode 1 trifft auch die Betriebssystem CIO-Routine, mit der die normale Bildschirmausgabe erledigt wird. Wandelt man den ATASCII-String mit einem Maschinenprogramm in Bildschirmcode um und schreibt ihn direkt in den Videospeicher, so würde das einiges an Tempo bringen. Aber dann kann man eigentlich gleich zur Methode 2 greifen, denn hier haben Sie auch die Zeropage der FP-Pakage von \$D4 bis \$FF zu Ihrer Verfügung.

Sollte Ihr nächstes Assemblerprogramm die Ausgabe einer Zahl verlangen, so sind Sie jetzt bestens gerüstet. Wenn Sie jedoch kompliziertere Berechnungen mit der Floating-Point Package anstellen möchten, dann sollten Sie sich noch bis zu einer der nächsten Assembler-Heften gedulden.

Auf Wiederlesen im nächsten Heft.

Peter Finzel

Zahlen, Codes und ATMAS-II

Wenn man in Assembler programmiert, hat man es im Regelfall mit "2-Byte Integers", also ganzen Zahlen im Bereich von 0 bis 65535, zu tun. Diese Zahlen liegen im Rechner in einem binären Format (im Zweiersystem) vor. Zur Darstellung werden dabei 16 Bit benötigt, die in zwei Bytes Platz finden. Bei 6502-Rechnern ist es hier üblich, zuerst das Byte mit den niederwertigen Bits (das LSB) und in der nächsthöheren Adresse das Byte mit den höherwertigen 8 Bits (MSB) abzulegen.

Als Floating-Point (FP) bezeichnet man eine kompliziertere Art der Zahlendarstellung, die nicht nur ganze, sondern auch gebrochene Zahlen erlaubt. Die sechs Byte lange rechnerinterne Darstellung ist in eine Mantisse und einen Exponenten unterteilt, so daß auch der Zahlenbereich wesentlich erweitert wird (beim ATARI: $\pm 10E-98$ bis $\pm 10E+98$). Floating-Point Arithmetik wird z. B. vom BASIC benutzt, während viele BASIC-Compiler oder auch der ACTION!-Compiler mit einer wesentlich schnelleren Integer-Arithmetik arbeiten.

Unter ATASCII-Code versteht man eine Adaption des ASCII-Codes für Atari-Computer, der u. a. neben den ursprünglichen Zeichen auch noch Grafik- und Invers-Zeichen enthält. Bildschirmcode dagegen ist ein hardware-spezifischer Zeichencode, bei dem jeder Code-Zahl ein Bitmuster des Zeichensatzes zugeordnet wird. Wenn Sie daher einen ASCII-String auf den Bildschirm bringen wollen, so müssen Sie diesen zuerst in den Bildschirmcode umwandeln. Diese Arbeit nimmt Ihnen jedoch im Regelfall das Betriebssystem ab. Die Ziffern beginnen dabei mit der Null ab Code \$10.

Die Assemblerlistings wurden diesmal mit dem ATMAS-II Makroassembler erstellt. Optisch auffälligstes Kennzeichen ist das Fehlen der Zeilennummern, die wegen des bildschirmorientierten Editors nicht mehr benötigt werden. Beide Programme können natürlich auch für Assembler-Cartridge oder für MAC/65 umgesetzt werden. In diesem Fall sollten Sie eine andere Anfangsadresse der Maschinenprogramme (z. B. \$7000) wählen, da bei ATMAS-II der spezielle reservierte Bereich ab \$A800 benutzt wird. Beide Programme können Sie dann im ATMAS-Monitor mit "G"oto A800 starten und mit RESET abbrechen, da es sich um Endlosschleifen handelt.

Listing 1

```
*****
* Zahlenausgabe in Assembler *
* LISTING 1: Floating Point *
* ATMAS-II Peter Finzel 1985 *
*****
* Konstante fuer Floating-Point *
*
FASC EQU $D8E6 FP nach ASCII
IFP EQU $D9AA Integer nach FP
FRO EQU $D4 FP-Akku 0
INBUFF EQU $F3 Zeiger auf ASCII-Ergebnis
*
* IOCB-Konstante
*
CIOV EQU $E456
ICCOM EQU $342
ICBAL EQU $344
ICBAH EQU $345
ICBLH EQU $348
ICBLH EQU $349
*
* CIO-Befehlscode
*
CPBIN EQU 11 Bet Binary Record
*
* Cursorsteuerung
*
ROWCRS EQU $54 Cursor-Zeile
COLCRS EQU $55 Cursor-Spalte
CRSINH EQU $2F0 Cursor ein=0/aus=1
*****
* Testprogramm: Zaehler am Bildschirm
*****
*
ORG $A800 in res. Bereich
*
TEST LDA #0 Zaehlung beginnt bei Null
STA ZAHL
STA ZAHL+1
LDA #1 Cursor aus
STA CRSINH
ZAEHLER LDA ZAHL zu wandelnde
```

```
LDX ZAHL+1
JSR BINASC
LDX #18
LDY #11
JSR PRINT
INC ZAHL
BNE ZAEHLER
INC ZAHL+1
JMP ZAEHLER
Zahl uebergeben
umwandeln
in die Mitte
des Bildschirms
ausgeben
und weiterzaehlen
auch das MSB
Endlose Schleife>

ZAHL DFW 0 Zaehl-Register

*****
* Wandlung Binaer nach ATASCII
* <A>: LSB, <X>:MSB
*****
BINASC STA FRO Zahl in FP-Register
STX FRO+1 Nr. 0 eintragen
JSR IFP in FP umwandeln
JSR FASC FP in ATASCII
RTS umwandeln

*****
* Ausgabe der Zahl auf Bildschirm
* ueber CIO-Interface
* <X>:Spalte <Y>:Zeile
*****
PRINT STX COLCRS POSITION ausfuehern
STY ROWCRS
LDX #0
STX COLCRS+1 MSB der Spalte
STX ICBLH nur 1 Zeichen
STX ICBLH ausgeben
STX INBPTR INBUFF-Zeiger auf Null
LDA CPBIN Zeichenausgabe
STA ICCOM

NXTCHR LDY INBPTR Zeiger in INBUFF
LDA (INBUFF),Y Zeichen aus Buffer
BMI PRTEHD letztes Zeichen
JSR CIOV ausgeben
INC INBPTR Zeiger weiter
JMP NXTCHR und naechstes->

*
* Letztes Zeichen: 8.Bit loeschen u. ausgeben
*
PRTEHD AND #$7F Hi-Bit loeschen
JSR CIOV und Zeichen 'raus
RTS
INBPTR DFB 0 Index fuer INBUFF
```

Listing 2

```
*****
* Zahlenausgabe in Assembler *
* LISTING 2: Subtraktionsmethode *
* ATMAS-II Peter Finzel 1985 *
*****
*
VDSLTL EQU $230 Display-List Zeiger
BZAHL EQU $D4 Hilfsregister in Zeropage
ORG $A800 in reservierten Bereich

*****
* Testprogramm: Zaehler am Bildschirm
*****
TEST CLD wir rechnen binaer
LDA #0 Zaehlung beginnt bei Null
STA ZAHL
STA ZAHL+1
JSR SETDL Display-List

ZAEHLER LDA ZAHL Zaehlerinhalt
LDX ZAHL+1 an Wandlungsprogramm
JSR BINDEZ umwandeln
LDY #13 zentrieren
JSR PRINT ausgeben
INC ZAHL und weiterzaehlen
BNE ZAEHLER auch das MSB
INC ZAHL+1
JMP ZAEHLER

*
ZAHL DFW 0 Zaehler-Register

*****
* Wandlungsroutine Binaer in Dezimal
* <A>: LSB, <X>:MSB
*****
BINDEZ STA BZAHL Parameter speichern
STX BZAHL+1
LDX #4

VORBER LDA #10 Ausgabebuffer
STA ZIFFER,X mit B.-Code fuer
DEX Null vorbesetzen
BPL VORBER
LDX #0 Stellenzaehler
```

```

STELLE LDA BZAHL+1      Zehner-Potenz
      CMP DECHI,X        groesser als
      BNE TSTHI          restliche Zahl?
      LDA BZAHL
      CMP DECLO,X
      BCC KLEINER        Potenz zu gross
*
* Zehner-Potenz abziehen, Ziffer erhoehen
*
      SEC
      LDA BZAHL          die aktuelle
      SBC DECLO,X        Zehnerpotenz
      STA BZAHL          abziehen
      LDA BZAHL+1
      SBC DECHI,X
      STA BZAHL+1
      INC ZIFFER,X        Ziffer erhoehen
      JMP STELLE         gleiche Stelle nochmal

*
* kleinere Zehnerpotenz anwaehlen
*
KLEINER INX              schon vier Stellen
      CPX #4             bearbeitet?
      BNE STELLE         nein ->

*
* nur noch Einerstelle da
*
      CLC                Einerstelle
      LDA BZAHL          in Ausgabebuffer
      ADC ZIFFER+4        addieren
      STA ZIFFER+4
      RTS

*
* Tabellen der Zehnerpotenzen
* getrennte Tabellen f. LSB und MSB
*
DECLO DFB 10000,1000,100,10
DECHI DFB 10000/256,1000/256,0,0
*
* Ausgabebuffer
*
ZIFFER ASC %00000%

*****
* Gewandelte Zahl aus ZIFFER in den
* Bildschirm kopieren
* <Y>: letzte Spalte
*****
PRINT LDX #4            5 Zahlen

```

```

NZIF LDA ZIFFER,X        aus Buffer
      STA BLDRAW,Y        in Bildschirm
      DEY
      DEX
      BPL NZIF           naechste -->
      RTS

*****
* Spezial-Displaylist aus einer Zeile
*****
SETDL LDA #DLIST         Zeiger auf
      STA VDLSTL          neue Display-
      LDA #DLIST/256      list eintragen
      STA VDLSTL+1
      RTS

*
* Display-List
*
DLIST DFB $70,$70,$70,$70
      DFB $70,$70,$70,$70
      DFB $47             GRAPHICS 2
      DFW BLDRAW
      DFB $41             Sprung auf
      DFW DLIST           Anfang der D.-List

*
* Video-Ram (20 Bytes lang)
* ASC erzeugt hier Bildschirmcode!
*
BLDRAM ASC % SCORE:      %
*

```

Listing 3

```

;*****
;          Zahlenausgabe
;
;LISTING 3: Subtraktionsmethode
;
;ACTION!-Version Peter Finzel 1985
;*****

DEFINE Null="$10"

BYTE ARRAY BldRam(20)="

*****
;Mandelt CARD in Bildschirmcode
;gibt Zeiger auf Ausgabebuffer zur.
;*****

```

```

CARD FUNC Bin_DeZ(CARD Wert)
  BYTE i
  BYTE ARRAY Ziffer(5)=[16 16 16 16 16]
  CARD ARRAY Zehner(5)=[10000 1000 100 10 1]

  SetBlock(Ziffer,5,Null)
  FOR i=0 TO 3
    DO
      WHILE Wert>=Zehner(i)
        DO
          Wert ==-Zehner(i)
          Ziffer(i)++1
        OD
      Ziffer(4)++Wert ;Einerstelle
      RETURN (Ziffer)
    OD
  ;*****
  ;Spezial-Display-List (eine Zeile)
  ;*****
  PROC Set_Dlist()
  BYTE ARRAY DList(0)=[$70 $70 $70 $70
    $70 $70 $70 $70 $70 $47]
  CARD Lms_1=[ 0 ]
  BYTE L_2 _=[ $41 ]
  CARD DL_Jap=[ 0 ]
  CARD Vdlst1=$230

  Lms_1=BLDRAM+1
  DL_Jap=DList
  Vdlst1=DList
  RETURN

  ;*****
  ;Test-Programm: Zaehler
  ;*****
  PROC TEST()
  CARD ZAHL,OUT

  Zero(BldRam+1,20) ;Video-Ram loeschen
  Set_Dlist()        ;Display-List aktiv
  ZAHL=0             ;Zaehler init.
  DO
    Out=Bin_DeZ(Zahl)
    MoveBlock(BLDRAW+8,OUT,5)
    ZAHL==+1
  OD
  RETURN

```