BASIC/DEBUG

BASIC/DEBUG ist eine Tiny-BASIC-Implementierung für den Z8. Entstanden ist sie vermutlich 1979/1980.
In nur 2 KByte ROM des Z8671 steckt ein vollwertiges BASIC mit folgenden Eigenschaften:

- Editor
- 15 BASIC-Kommandos
- 16-Bit Ganzzahlarithmetik
- Punkt-vor-Strich-Rechnung
- Hexadezimalzahlen
- Direktzugriff auf Register und Speicher

Das BASIC ist im Zilog-Handbuch

z8671_basic_debug.pdf

ausführlich beschrieben.

Das Basic orientiert sich sehr stark an das TINY-BASIC von Tom Pittman (http://www.ittybittycomputers.com/ittybitty/tinybasic/). Literatur und Programme zu den dort beschriebenen BASICs für 1802, 6502, 6800-Controller passen auch zum BASIC/DEBUG des Z8671.

Downloads

- z8671-basic_debug_src.zip

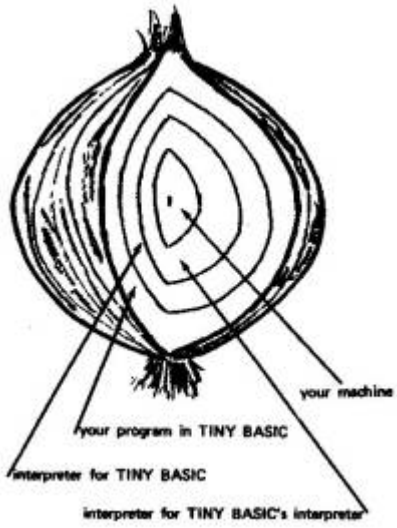
  meine reassemblierten und kommentierten Quellen:
  - Z8 assembler source
  - IL source + IL Makros
  - IL Decompiler (perl)

- tb_pittman.zip

  Quellen der Tiny-BASIC-Versionen von T.Pittman (für RCA1802, 6502, 6800) sowie die aufbereiteten IL zwecks Vergleich

zur Anpassung an andere Systeme und andere Adressen sowie Erweiterungen s. basic_debug

Aufbau



2021 habe ich den ROM vollständig und umfassend reassembliert, analysiert und dokumentiert:

BASIC/DEBUG ist in einer eigenen Codesprache geschrieben: TBIL (Tiny Basic Interpreter Language) Tiny_BASIC#Implementation_in_a_virtual_machine.

Das BASIC selbst ist nur 432 Byte groß. In Z8-Code ist der Interpreter für diese Codesprache enthalten, sowie Initialisierung und In/Out-Code. Diese Art der Implementierung ist extrem speichersparend. Nur so konnten die umfangreichen Fähigkeiten des BASIC/DEBUG in nur 2048 Byte untergebracht werden.

Das Zwiebelmodell (s. Bild) beschreibt sehr schön den Ablauf: Das BASIC-Anwenderprogramm wird vom BASIC-Interpreter (in TBIL) interpretiert. Dieser wiederum wird vom TBIL-Interpreter (in Z8-Code) interpretiert, und das ganze läuft auf einem Z8-Prozessor und kommuniziert mit der Außenwelt.

BASIC/DEBUG ist vielfältig konfigurierbar und bietet u.a. folgende Optionen

- beliebige RAM-Unterstützung oder reine ROM-Version
- mehrere BASIC-Programm im Speicher
- Autostart eines Programms nach RESET
- Editierzeichen für DEL, Zeilenende-Zeichenfolge frei vergebbar
- eigene I/O-Treiber anstelle Nutzung der Z8-SIO

Literatur

- z8671_basic_debug.pdf

von Zilog. (der Hochpfeil in der Doku ist das Zeichen „^“)

- Buch „Mikroprozessoren in der Meß- und Regeltechnik. Funktion - Aufbau und Programmierung“ von Gerhard Ledig, Franzis-Verlag 1988

weitere Literatur zu Tom Pittman's Tiny-BASIC:

orig. Scans

- http://retro.hansotten.nl/uploads/files/tiny%20basic%20manual.pdf

- http://retro.hansotten.nl/uploads/files/tiny%20basic%20exp%20kit.pdf
- http://retro.hansotten.nl/uploads/files/tiny%20basic%20getting%20the%20most%20of.pdf

HTML:

- TINY BASIC User Manual
  http://www.ittybittycomputers.com/ittybitty/tinybasic/TBuserMan.htm

Beispielprogramme:

- TBprogs.zip, Advent.txt, Euphoria.txt, LifeTB.txt
  http://www.ittybittycomputers.com/ittybitty/tinybasic/
- The First Book of Tiny BASIC Programs
  https://www.retrotechnology.com/memship/Son_of_TFBOTBAS.HTM
- Tiny Basic Experimenters Kit
  http://www.ittybittycomputers.com/ittybitty/tinybasic/TBEK.txt
- originale Scans und Beispiele und weitere Dokumente
  http://retro.hansotten.nl/6502-sbc/kim-1-manuals-and-software/kim-1-software/

Beispiel

Das folgende Programm zeigt eine Autostart-BASIC-Programm und eigene I/O-Treiber:

Damit Autostart funktioniert, muss das Programm auf Adresse 1020h beginnen. Die Zeilennummer muss < 256 sein (d.h. das erste Byte == 0).

Im Zeile 1 wird Register %FB (Interrupt mask register) gesetzt. Dadurch werden die externen I/O-Teiber aktiviert. Nachfolgende PRINT-Befehle geben dann über diese Treiber aus. Als Beispiel wurde zu Testzwecken ein einfacher Ringpuffer implementiert.

External I/O drivers must conform to the following requirements: They must pass a single ASCII input or output character in R19 with the register pointer set to R16-31. Registers R4-R15 and R22-32 must be preserved. Location %1012 must contain a jump to the character input driver, and %1015 a jump to the character output driver. The input routine must do any necessary echoing, and the parity bit (bit 7) of all input characters must be set to 0. Drivers return to Basic/Debug with a RETURN instruction (hex AF)

```
    cpu    z8601
    org 1000h
; interrupt routines
    jp    0    ; IRQ 0
    jp    0    ; IRQ 1
    jp    0    ; IRQ 2
    jp    0    ; IRQ 3
    jp    0    ; IRQ 4
    jp    0    ; IRQ 5
; character io
        org 1012h
    jp    CI
```

```
    jp    CO
; Basic-Pgm
    org 1020h
    db    0,5,"@251=0:REM EXTERNAL IO",0
    db    0,10,"LET A=%1234:PRINT HEX(A)",0
    db    0,20,"STOP",0
    db    0ffh,0ffh
; input driver
CI: ret
; output driver
; use ram ringbuffer 8000h..9000h for simple output
CO: srp    #60h
    cp    r0, #90h
    jr    ge, co2
    cp    r0, #80h
    jr    ge, co1
co2:    ld    r0,#80h
    ld    r1,#0
co1:    ld    r3,13h
    ldc    @rr0,r3
    incw    rr0
    srp    #10h
    ret
```

eigene TBIL

Nicht im Handbuch erwähnt ist die Möglichkeit, einen eigenen BASIC-Interpreter (in TBIL) anstelle des im ROM enthaltenen zu nutzen: Die Adresse des Interpreters steht im Constant Block in Byte 0 und 1. Wird ein externer Constant Block genutzt, kann ein eigener/erweiterter BASIC-Interpreter angesprochen werden. Es ist sogar möglich, maximal drei eigene TBIL-Codes (19, 1E, 1F) zu definieren und zu verwenden! Diese drei OP-Codes sind original nicht genutzt. Auf den Adressen 1018h, 101Bh, 101Eh (nur 2 Byte) sind Sprünge zu den zugehörigen Implementierungen zu setzen.

```
    org 1018h
; IL Extension
    jp    xxxx    ; IL_19
    jp    xxxx    ; IL_1E
    jr    xxxx    ; IL_1F    101Eh; nur 2 Byte, sonst memory overlapping mit
Autostart-Programm

; Basic-Pgm
    org 1020h
    db    0,1,"^28=%1100",0        ; SET EXTERNAL CONSTANT BLOCK
    db    ... own syntax by own IL ...
    db    0ffh,0ffh

; costant block
    org 1100h    ; must be xxx0-address
```

```
    db  hi(il)    ; 0  00650h
    db  lo(il)     ; 1
    db  20h        ; 2  stack reserve
    db  8        ; 3  backspace code
    db  1Bh        ; 4  cancel code
    db  0Dh        ; 5  line separator sequence terminating with 0FEh
    db  0Ah        ; 6
    db  0FEh    ; end of constant block

; own IL program:
il: ...
```

Es ist nicht bekannt, ob das für die Entwicklung gedacht war oder ob es erweiterte IL-Programme gibt.

IL Source

Tom Pittman beschreibt in http://www.ittybittycomputers.com/ittybitty/tinybasic/TBEK.txt die IL (interpreter Language). Gegenüber dieser Version gibt es ein paar Unterschiede:

Code	Beschreibung	Bemerkungen
0A	CC, stop if cancel code	gibt es nicht in TBEK
0B x	LB, push literal byte to TOS	in TBEK 09
0C x	LN, push addr (00xxh) to TOS	in TBEK 0A. Z8671: Es wird nur das niederwertige Byte genommen. Das höherwertige Byte wird 00 gesetzt. [1]
0D	DS, duplicate stack top	in TBEK 0B
0E	TS, pop Stack	in TEBEK 0C
0F	TS, test sign; skip next IL if TOS is positive	in TBEK reserviert
19	reserviert, extern 1018h	in TBEK substract
1E	reserviert, extern 101Bh	in TBEK reserviert
1F	reserviert, extern 101Eh	in TBEK list program
25	PH, print hex number	in TBEK reserviert
26	HN, convert hex number	in TBEK reserviert
28	SN, put current line number on stack	in TBEK reserviert
29	FL, follow line; goto next line	in TBEK reserviert

```
Z8671 TINY BASIC
reconstructed Volker Pohlers 10/2021, Germany, Neustadt i.H.

                ; THE IL CONTROL SECTION

0650    000: 62              X1       BR STRT        ; ENTRY POINT DIRECT
MODE
0651    001: 7A              X2       BR GOTO        ; ENTRY POINT NEXT
STMT MODE
0652    002: 6F              X3       BR XEC        ; ENTRY POINT RUN MODE
0653    003: 24    BA          STRT       PC ":"        ; PROMPT OUTPUT
```

```
0655    005: 27                  GL            ; GET LINE
0656    006: E1                  BE X4        ; BRANCH IF NOT EMPTY
0657    007: 5B                  BR STRT        ; TRY AGAIN IF NULL LINE
0658    008: D3              X4      BN GOTO        ; TEST FOR LINE NUMBER
0659    009: 0F                  TS            ; SKIP NEXT IF POSITIVE
065a    00A: 60                  BR *           ; ERROR STOP
065b    00B: 10                     SB           ; SAVE BASIC POINTER
065c    00C: 0D                  DS            ; DUPLICATE TOP OF STACK
065d    00D: 16                  GO            ; GOTO LINE
065e    00E: 28                  SN            ; PUT FOUND LINE NUMBER ON
STACK
065f    00F: 0E                  SP            ; STACK POP
0660    010: 2A                  IL            ; INSERT LINE INTO PROGRAM
0661    011: 51                  BR STRT        ; GO GET NEXT
0662    012: 10              XEC       SB            ; SAVE POINTERS FOR
RUN WITH
0663    013: 11                  RB            ; CONCATENATED INPUT
0664    014: 0C    00              LN 00        ; PUT 0000 ON STACK
0666    016: 16                  GO            ; GOTO FIRST LINE
0667    017: 28                  SN            ; PUT FOUND LINE NUMBER ON
STACK
0668    018: 0F                  TS            ; SKIP NEXT IF POSITIVE
0669    019: 60                  BR *           ; ERROR STOP
066a    01A: 0E                     SP           ; STACK POP
066b    01B: 2C              X5      XQ           ; EXECUTE PROGRAM

               ; STATEMENT EXECUTOR

066c    01C: 8F    47 CF           GOTO       BC IF "GO"        ;
066f    01F: 9B    54 CF              BC GOSB "TO"        ; GOTO
0672    022: 35    1C           S0       JS EXPR        ; GET LINE NUMBER
0674    024: E0              S1       BE *           ; ERR IF NOT END OF
LINE
0675    025: 10                     SB            ; (DO THIS FOR STARTING)
0676    026: 11                  RB            ;
0677    027: 0F                  TS            ; SKIP NEXT IF POSITIVE
0678    028: 60                     BR *           ; ERROR STOP
0679    029: 16                     GO            ; GO THERE
067a    02A: 50                  BR X5        ;
067b    02B: 60                  BR *           ;
067c    02C: 9D    49 C6          IF       BC LET "IF"        ;
067f    02F: 34    E8               JS REL        ;
0681    031: 84    54 48 45 CE          BC S2 "THEN"        ; OPTIONAL
NOISEWORD
0686    036: 1C              S2       CP            ; COMPARE SKIPS NEXT IF
TRUE
0687    037: 1D                  NX            ; FALSE.
0688    038: C1                  BN S4        ;
0689    039: 4A              S3       BR S1        ;
068a    03A: 41              S4       BR GOTO        ;
```

```
068b    03B: 89    53 55 C2       GOSB       BC S5 "SUB"        ; GOSUB
068f    03F: 34    FF               JS EXPR        ; GET DESTINATION.
0691    041: E0                   BE *            ; ERR IF NOT END OF LINE
0692    042: 28                      SN           ; PUT LINE NUMBER ON
STACK
0693    043: 14                   14            ;
0694    044: 54                   BR S3        ;
0695    045: 80    C0           S5       BC * "@"        ; GO@
0697    047: 34    F0              JS ARG3        ; GET 3 ARGUMENTS
0699    049: 7A                   BR S10        ; EXECUTE MACHINE CODE
069a    04A: 9B    4C 45 D4       LET       BC S11 "LET"        ;
069e    04E: A6               LET1       BV S8        ; VARIABLE NAME?
069f    04F: 80    BD           S7       BC * "="        ;
06a1    051: 34    ED              JS EXPR        ; GO GET EXPRESSION
06a3    053: 13                   SV            ; STORE RESULT
06a4    054: 71                   BR S11        ;
06a5    055: 84    DE           S8       BC S9 "^"        ; ADDR REFERENCE?
06a7    057: 35    25              JS FACT        ; GET ADDR
06a9    059: 55                   BR S7        ;
06aa    05A: 9A    C0           S9       BC P0 "@"        ; BYTE/REGISTER
REFERENCE?
06ac    05C: 0C    81               LN 81        ; 0081 / =LO(LN81),
HI(LN81) MUST BE 0
06ae    05E: 35    1E               JS FACT        ; GET DEST
06b0    060: 80    BD               BC * "="        ;
06b2    062: 34    DC               JS EXPR        ; GET SRC
06b4    064: 2E               S10       US           ; USER SUBROUTINE.
STACK: 0081 (ADDR), DEST, SRC
06b5    065: 0E                   SP            ; STACK POP
06b6    066: E1               S11       BE S12        ; IF STATEMENT END,
06b7    067: 1D                   NX            ; DONE
06b8    068: 83    BA           S12       BC S14 ":"        ; NEXT STATEMENT
06ba    06A: 3B    B0           S13       J  GOTO        ; GET NEXT
STATEMENT
06bc    06C: 82    A2           S14       BC PRNT """        ; PRINT STRING
(WITHOUT KEYWORD)
06be    06E: 7B                   BR P8        ;
06bf    06F: 9D    50 52 49 4E D4       PRNT       BC P9 "PRINT"    ; PRINT
06c5    075: 83    BA           P0       BC P1 ":"        ; STATEMENT END?
06c7    077: 23                   NL            ; NEW LINE
06c8    078: 51                   BR S13        ; NEXT STATEMENT
06c9    079: EE               P1       BE P7        ; END OF LINE?
06ca    07A: 68                   BR P5        ; YES
06cb    07B: 83    BB           P2       BC P4 ";"        ; NO CR
06cd    07D: E7               P3       BE P6        ; END OF LINE?
06ce    07E: 1D                   NX            ; YES, NEXT BASIC STATEMENT
06cf    07F: 83    AC           P4       BC P5 ","        ; COMMA SPACING?
06d1    081: 22                   PT            ; PRINT TAB
06d2    082: 5A                   BR P3        ;
06d3    083: 23               P5       NL           ; NEW LINE
06d4    084: 41                   BR S11        ;
```

```
06d5    085: 82    BA           P6       BC P7 ":"        ; PRINT STMT END?
06d7    087: 42                   BR S13        ;
06d8    088: 85    A2           P7       BC P10 """        ; STRING?
06da    08A: 21              P8       PQ            ; PRINT QUOTE MARKS
STRING
06db    08B: 60                   BR *            ; ERROR STOP
06dc    08C: 4E                      BR P2        ;
06dd    08D: 74              P9       BR RETN        ; FORWARD BRANCH
06de    08E: 88    48 45 58 A8       P10       BC P12 "HEX("    ; HEX?
06e3    093: 35    16               JS F12        ; GET EXPR AND )
06e5    095: 25                   PH            ; PRINT HEX NUMBER
06e6    096: 44              P11       BR P2        ;
06e7    097: 34    A7           P12       JS EXPR        ; PRINT EXPR
06e9    099: 17                   NE            ; NEGATE
06ea    09A: 0F                   TS            ; SKIP NEXT IF POSITIVE
06eb    09B: 63                   BR P13        ; NO, WAS POSITIVE NUMBER
06ec    09C: 24    AD               PC "-"        ; PRINT SIGN
06ee    09E: 61                   BR P14        ;
06ef    09F: 17              P13       NE            ; NEGATE (ORIG VALUE)
06f0    0A0: 20              P14       PN            ; PRINT NUMBER
06f1    0A1: 54                   BR P11        ;
06f2    0A2: 8C    52 45 D4       RETN       BC STOP "RET"    ; RETURN
06f6    0A6: 83    55 52 CE           BC S15 "URN"        ; OPTIONAL
06fa    0AA: E0              S15       BE *            ; ERR IF NOT END OF
LINE
06fb    0AB: 15                      RS            ; RESTORE SAVED LINE
06fc    0AC: 16                   GO            ;
06fd    0AD: 1D                   NX            ; NEXT BASIC STATEMENT
06fe    0AE: 60                   BR *            ; ERROR STOP
06ff    0AF: 86    53 54 4F D0       STOP       BC RUN "STOP"    ;
0704    0B4: E0                   BE S16        ; END OF LINE?
0705    0B5: 2D              S16       WS            ; YES, STOP
0706    0B6: 85    52 55 CE       RUN       BC NEW "RUN"        ;
070a    0BA: 3B    56               J  XEC        ; RUN PROGRAM
070c    0BC: 85    4E 45 D7       NEW       BC REM "NEW"        ;
0710    0C0: E0                   BE *            ; ERR IF END OF LINE?
0711    0C1: 2B                      MT            ; MARK BASIC PGM EMPTY
0712    0C2: 84    52 45 CD       REM       BC INPT "REM"    ;
0716    0C6: 1D                   NX            ; NEXT BASIC STATEMENT
0717    0C7: 9D    49 CE           INPT       BC LIST "IN"        ;
071a    0CA: 86    50 55 D4           BC S17 "PUT"        ; INPUT
071e    0CE: A0                   BV *            ; GET VARIABLE
071f    0CF: 10                      SB            ; SWAP POINTERS
0720    0D0: 63                   BR I3        ;
0721    0D1: A0              S17       BV *            ; IN COMMAND, FIRST
VAR?
0722    0D2: 10                      SB            ; SWAP POINTERS
0723    0D3: E6                   BE I4        ; END OF LINE?
0724    0D4: 24    3F A0           I3       PC "? "        ; YES, TYPE
PROMPT
```

```
0727    0D7: 27                  GL            ; READ INPUT LINE
0728    0D8: E1                  BE I4        ; DID ANYTHING COME?
0729    0D9: 5A                  BR I3        ; NO, TRY AGAIN
072a    0DA: 81    AC          I4       BC I5 ","        ; NEXT PARAMETER
(IN CMD)
072c    0DC: 34    62          I5       JS EXPR        ; READ A NUMBER
072e    0DE: 13                  SV            ; STORE INTO VARIABLE
072f    0DF: 11                  RB            ; SWAP BACK
0730    0E0: 82    AC              BC I6 ","        ; ANOTHER?
0732    0E2: 4E                  BR S17        ; YES IF COMMA
0733    0E3: 3B    81          I6       J  S11        ; OTHERWISE QUIT

0735    0E5: 8C    4C 49 53 D4       LIST       BC L1 "LIST"        ; LIST?
073a    0EA: 28                  SN            ; PUT LINE NUMBER ON STACK
073b    0EB: E8                  BE L2        ; END OF LINE?
073c    0EC: 0C    FF              LN FF        ; THEN PUT 00FF ON STACK
073e    0EE: 17                  NE            ; NEGATE -> FF01
073f    0EF: 0C    7F              LN 7F        ; PUT 007F ON STACK
0741    0F1: 67                  BR L3        ; FF01007F -> 7F0100FF ->
7FFF0001
0742    0F2: 3B    5A          L1       J  LET1        ; ELSE LET STMT
(WITHOUT KEYWORD)
0744    0F4: 34    46          L2       JS ARG2        ; GET TWO NUMBERS
0746    0F6: E0                  BE *            ; ERR IF NOT END OF LINE
0747    0F7: 03                     SX 3           ; EXCHANGE THE TOP TWO
aAbB > BAba
0748    0F8: 01                  SX 1            ; NUMBERS ON THE STACK
> BAab
0749    0F9: 03              L3       SX 3           ;
> bAaB
074a    0FA: 02                  SX 2           ;
> bBaA
074b    0FB: 16                  GO            ; GO FIRST LINE IN AREA
074c    0FC: 28                  SN            ; PUT LINE NUMBER ON STACK
074d    0FD: 0E                  SP            ;
074e    0FE: 23              L4       NL            ; OUTPUT NEW LINE
074f    0FF: 0A                  0A            ; GOT CANCEL CODE?
0750    100: 74                  BR L8        ; THEN CANCEL LIST
0751    101: 0D                  DS            ; DUP STACK
0752    102: 0B    03              LB 03        ; 03 (>=)
0754    104: 28                  SN            ; PUT LINE NUMBER ON STACK
0755    105: 1C                  CP            ; COMPARE. SKIP NEXT IF TRUE
0756    106: 6E                  BR L8        ; ELSE LIST END
0757    107: 28                  SN            ; PUT LINE NUMBER ON STACK
0758    108: 0F                  TS            ; SKIP NEXT IF POSITIVE
0759    109: 6A                  BR L7        ; NEGATIVE LINE NUMBER FFFF
-> END
075a    10A: 20                  PN            ; OUTPUT LINE NO
075b    10B: 24    A0              PC "    "        ; OUTPUT SPACE
075d    10D: 21              L5       PQ            ; OUTPUT LINE TO 00 OR
"
```

```
075e    10E: 63                 BR L6        ; (PQ SKIPPES BRANCH IF ")
075f    10F: 24    A2             PC """       ; OUTPUT "
0761    111: 5B                 BR L5        ; AND CONTINUE
0762    112: 29              L6      FL           ; SET NEXT LINE
0763    113: 4A                 BR L4        ; LOOP
0764    114: 0E              L7      SP           ; STACK POP
0765    115: 0E              L8      SP           ; RESTORE ORIG LINE
NUMBER
0766    116: 16                 GO            ; GO ORIG LINE NUMBER
0767    117: 1D                 NX            ;
0768    118: 1D                 NX            ; ?? WHY ??

               ; SUBROUTINES

0769    119: 34    25         REL       JS EXPR        ; LEFT EXPRESSION
076b    11B: 8E    BC             BC R2 "<"        ; CONVERT RELATION
OPERATORS
076d    11D: 84    BD             BC R0 "="        ; TO CODE BYTE ON STACK
076f    11F: 0B    06             LB 06        ; <=  6
0771    121: 76                 BR R5        ;
0772    122: 84    BE         R0       BC R1 ">"        ;
0774    124: 0B    05             LB 05        ; <>  5
0776    126: 71                 BR R5        ;
0777    127: 0B    04         R1       LB 04        ; <   4
0779    129: 6E                 BR R5        ;
077a    12A: 89    BE         R2       BC R4 ">"        ;
077c    12C: 84    BD             BC R3 "="        ;
077e    12E: 0B    03             LB 03        ; >=  3
0780    130: 67                 BR R5        ;
0781    131: 0B    01         R3       LB 01        ; >   1
0783    133: 64                 BR R5        ;
0784    134: 80    BD         R4       BC * "="        ;
0786    136: 0B    02             LB 02        ; =   2
0788    138: 67              R5       BR EXPR        ; RIGHT EXPRESSION

0789    139: 34    01         ARG3       JS ARG2        ; GET 3 ARGUMENTS
078b    13B: 62                 BR A1        ; 3RD OPT ARGUMENT
078c    13C: 34    02         ARG2       JS EXPR        ; GET 2 ARGUMENTS
078e    13E: 97    AC         A1       BC E4 ","        ; OPTIONAL
ARGUMENT

0790    140: 85    AD         EXPR       BC E0 "-"        ; TRY FOR UNARY
MINUS
0792    142: 34    14             JS TERM        ; GET VALUE
0794    144: 17                 NE            ; NEGATE IT
0795    145: 64                 BR E1        ; LOOK FOR MORE
0796    146: 81    AB         E0       BC E4 "+"        ; IGNORE UNARY
PLUS
0798    148: 34    0E         E4       JS TERM        ; GET VALUE
079a    14A: 85    AB         E1       BC E2 "+"        ; TERMS SEPARATED
```

```
BY PLUS
079c    14C: 34    0A              JS TERM        ; GET TERM
079e    14E: 18              E5       AD           ; SUM TERM
079f    14F: 5A                  BR E1        ;
07a0    150: 86    AD          E2       BC E3 "-"        ; TERMS SEPARATED
BY MINUS
07a2    152: 34    04              JS TERM        ; GET TERM
07a4    154: 17                  NE            ; NEGATE
07a5    155: 58                  BR E5        ; AND ADD
07a6    156: 0D              E4       DS           ; DUPLICATE NUMBER ON
STACK
07a7    157: 2F              E3       RT           ;

07a8    158: 34    24          TERM       JS FACT        ; LEFT FACTOR
07aa    15A: 85    AA          T0       BC T1 "*"        ; FACTORS
SEPARATED BY TIMES
07ac    15C: 34    20              JS FACT        ; RIGHT FACTOR
07ae    15E: 1A                  MP            ; MULTIPLY
07af    15F: 5A                  BR T0        ; NEXT FACTOR
07b0    160: 92    AF          T1       BC T6 "/"        ; FACTORS
SEPARATED BY DIVIDE
07b2    162: 17                  NE            ; NEGATE DIVIDEND
07b3    163: 0F                  TS            ; SKIP NEXT IF POSITIVE
07b4    164: 67                  BR T3        ;
07b5    165: 34    17              JS FACT        ; GET DIVISOR
07b7    167: 0F                  TS            ; SKIP NEXT IF POSITIVE (-
/+)
07b8    168: 71                  BR T8        ;
07b9    169: 1B              T2       DV           ; DIVIDE (-/+, +/-)
07ba    16A: 17                  NE            ; NEGATE RESULT
07bb    16B: 4E                  BR T0        ; NEXT FACTOR
07bc    16C: 17              T3       NE           ; NEGATE DIVIDEND BACK
07bd    16D: 34    0F          T4       JS FACT        ; GET DIVISOR
07bf    16F: 0F                  TS            ; SKIP NEXT IF POSITIVE
(+/+)
07c0    170: 65                  BR T7        ;
07c1    171: 1B              T5       DV           ; DIVIDE  (+/+, -/-)
07c2    172: 47                  BR T0        ; NEXT FACTOR
07c3    173: 94    DC          T6       BC F3 "\"        ; UNSIGNED
DIVISION?
07c5    175: 57                  BR T4        ;
07c6    176: 17              T7       NE           ; NEGATE
07c7    177: 0F                  TS            ; SKIP NEXT IF POSITIVE
07c8    178: 63                  BR T9        ;
07c9    179: 4F                  BR T2        ; (+/-)
07ca    17A: 17              T8       NE           ; NEGATE BACK
07cb    17B: 0F                  TS            ; SKIP NEXT IF POSITIVE
07cc    17C: 60              T9       BR *           ; ERROR STOP
07cd    17D: 53                     BR T5        ; (-/-)

07ce    17E: 8A    55 53 52 A8       FACT       BC F4 "USR("        ; USR
```

```
FUNCTION?
07d3    183: 33    B4               JS ARG3        ; GET ARGUMENTS
07d5    185: 80    A9           F1       BC * ")"        ;
07d7    187: 2E              F2       US            ; USER SUBROUTINE.
STACK USF-ADDR, 2 PARAM
07d8    188: 2F              F3       RT            ; RETURN
07d9    189: 89    41 4E 44 A8       F4       BC F5 "AND("        ; AND
FUNCTION?
07de    18E: 0C    3C               LN 3C        ; 003C ADDRESS USF AND
07e0    190: 33    AA               JS ARG2        ; GET ARGUMENTS
07e2    192: 52                   BR F1        ;
07e3    193: 87    C0           F5       BC F6 "@"        ; BYTE REFERENCE?
07e5    195: 0C    47               LN 47        ; 0047 ADDRESS USF FETCH
07e7    197: 33    E5               JS FACT        ; GET BYTE
07e9    199: 0D                   DS            ; DUPLICATE NUMBER ON STACK
07ea    19A: 4C                   BR F2        ;
07eb    19B: 84    DE           F6       BC F7 "^"        ; ADDR REFERENCE?
07ed    19D: 33    DF               JS FACT        ; GET ADDR
07ef    19F: 61                   BR F8        ;
07f0    1A0: A2              F7       BV F9        ; VARIABLE?
07f1    1A1: 12              F8       FV            ; FETCH VALUE
07f2    1A2: 2F                  RT            ; RETURN
07f3    1A3: 83    A5           F9       BC F10 "%"        ; HEX NUMBER?
07f5    1A5: 26                   HN            ; GET HEX NUMBER
07f6    1A6: 2F                   RT            ; RETURN
07f7    1A7: C1              F10       BN F11        ; NUMBER?
07f8    1A8: 2F                   RT            ; GOT IT.
07f9    1A9: 80    A8           F11       BC * "("        ; OTHERWISE MUST
BE (EXPR)
07fb    1AB: 33    93           F12       JS EXPR        ;
07fd    1AD: 80    A9               BC * ")"        ;
07ff    1AF: 2F                   RT            ; RETURN
```

Aufgrund der Beschränkungen bei LN (nur Werte 00xxh möglich) muss bei LIST ohne Parameter ein wenig gezaubert werden: Die Werte auf dem Stack werden durch Manipulation in kleinste und größtmögliche Zeilennummer gewandelt. Das entspricht dann dem Aufruf „LIST 1,32767“.

Die Division ist nur als vorzeichenlose 16-Bit-Division implementiert. Deshalb muss in der IL die Fallunterscheidung bzgl. Vorzeichen und Division durch 0 erfolgen.

Um Bytes zu sparen, wurden Unterprogramme verlegt und Codes zusammengeführt. Das erzeut leider auch schwerer lesbaren Spaghetti-Code, aber nur so passt der gesamte Basic-Interpreter in 2kByte.

[1)]

Das spart ein paar Bytes, aber schränkt den Code bzgl. Adressen ein. USR-Funktionen müssen im Bereich 00xx liegen