

AVR-ChipBasic2: BASIC-Referenz

V1.03 (c) 2006-2009 Jörg Wolfram



1 Lizenz

Das Programm unterliegt der GPL (GNU General Public Licence) Version 3 oder höher, jede Nutzung der Software/Informationen nonkonform zur GPL oder ausserhalb des Geltungsbereiches der GPL ist untersagt!

Die Veröffentlichung dieses Programms erfolgt in der Hoffnung, daß es Ihnen von Nutzen sein wird, aber OHNE IRGENDNEINE GARANTIE, auch ohne die implizite Garantie der MARKTREIFE oder der VERWENDBARKEIT FÜR EINEN BESTIMMTEN ZWECK.

Alle im Text genannten Marken sind Eigentum des entsprechenden Inhabers.

2 Allgemeines

Jedes Programm besteht aus maximal 95 Programmzeilen (1-95). Für längere Schlüsselwörter existieren teilweise Abkürzungen, diese stehen in rechteckigen Klammern neben der ausgeschriebenen Version. Nach jedem Schlüsselwort muss ein Leerzeichen stehen. Viele Befehle blenden nicht benutzte Bits bei den Parametern aus (z.B. COLOR) oder begrenzen auf den gültigen Wertebereich (z.B. PLOT). Leider werden in der aktuellen Version nicht alle Fehler abfangen, in so einem Falle (meist wird der ganze Bildschirm mit Nullen oder unsinnigen Zeichen vollgeschrieben) sollte man mit CTRL+ALT+DEL den Computer neu starten und sich den BASIC-Programmtext noch einmal ansehen.

3 Zahlen, Variablen und Funktionen

AVR-ChipBASIC kennt nur einen Datentyp, und das sind 16 Bit Integerzahlen. Dazu gibt es 26 Variablen (A-Z) und ein Array mit 128-384 Elementen AR(), dazu aber später mehr. Konstanten können sowohl in Dezimalform als auch in Hexadezimalform eingegeben werden, wobei bei letzterer keine negativen Werte erlaubt sind. Hexadezimalzahlen beginnen mit \$. Folgende Operationen sind erlaubt:

- Addition +
- Subtraktion -
- Multiplikation *
- Division /
- Modulo %
- Und-Verknüpfung &
- Oder-Verknüpfung #
- Vergleiche (=,<>,<,<=,>,>=) liefern 0 für falsch oder 1 für wahr

Dazu kommen noch öffnende und schließende Klammern sowie Funktionen. Funktionen können im Gegensatz zu Schlüsselwörtern nicht abgekürzt werden.

ABS(	Berechnet den Absolutwert des eingeklammerten Ausdrucks
SGN(	Berechnet das Vorzeichen (-1,0,1) des eingeklammerten Ausdrucks
NOT(	invertiert den eingeklammerten Ausdruck
SQR(	zieht die Quadratwurzel aus dem eingeklammerten Ausdruck
RND(	erzeugt eine Zufallszahl zwischen 0 und dem eingeklammerten Ausdruck
IN(	liefert den Pegelwert des angegebenen Portpins (0-7) an der parallelen Schnittstelle, ist der Parameterwert 255 werden die Portpins als Byte eingelesen,
SPI(	gibt ein Byte über die SPI-Schnittstelle aus und gibt den eingelesenen Wert zurück
TEMP(	liefert den Temperaturwert des angegebenen LM75-Sensors (0-7)
ADC(	liefert den Analogwert der Spannung des angegebenen Portpins (0-7) an der parallelen Schnittstelle
XPEEK(	liest ein Datenbyte aus dem optionalen Daten-EEPROM, der Klammerausdruck bestimmt die Adresse
EPEEK(	liest ein Datenbyte aus dem internen EEPROM, Adresse 0...999
LO(	liefert das niederwertige Byte des eingeklammerten Ausdrucks
HI(	liefert das höherwertige Byte des eingeklammerten Ausdrucks
KEY(	liefert verschiedene Tastaturabfragen, siehe Abschnitt Tastatur
AR(	Array-Wert (s.u.)
SIN(	liefert den Sinus des Winkels (in 1/10 Grad) mal 255
COS(	liefert den Cosinus des Winkels (in 1/10 Grad) mal 255
FTYPE(	siehe Abschnitt Dateifunktionen
FSIZE(	siehe Abschnitt Dateifunktionen
ERR(	Fehlerinformationen, siehe Abschnitt Fehlerhandling
PSTAT(	Sequenz-Status, siehe Abschnitt Audio

Zusätzlich zu den normalen Variablen gibt es noch die Arrayvariable **AR()**.

- Die Zellen 0...767 sprechen den Bereich byteweise an
- Die Zellen 1024...1407 sprechen den Bereich im wortweise an

Bei den Byte-Zugriffen befindet sich das LOW-Byte an der geraden Adresse und das High-Byte an der darauffolgenden ungeraden Adresse. Wird auf eine Array-Zelle zugegriffen die nicht existiert, wird mit einer Fehlermeldung abgebrochen. Über **AR()** lässt sich nur vom Array lesen, Schreibzugriffe müssen mit DATA erfolgen.

4 Wertzuweisung

Wertzuweisungen beginnen nicht mit einem Schlüsselwort, sondern mit einem Variablennamen gefolgt von einem Gleichheitszeichen und einem Ausdruck.

```
01 A=-4
02 B=SQR(8*2)
```

4.1 LIMIT v,min,max [LIM]

Der Wert der Variable v wird auf den Wertebereich min...max begrenzt. Die Funktion ist nur auf Variablen, nicht auf Arrayelemente erlaubt.

```
01 LIMIT A,1,6
02 LI B,C,C+4
```

im ersten Beispiel wird die Variable A auf den Bereich 1...6 begrenzt, im zweiten Beispiel die Variable B auf den Wertebereich, der durch den Inhalt der Variable C und die 4 darauffolgenden Zahlen begrenzt ist.

4.2 SCALE Variable,Y0,Y1,X0,X,X1

Dieser Befehl dient dazu, Werte von einem Bereich in einen anderen zu transformieren. X ist dabei der "INPUT"-Bereich, Y liefert das Resultat. Ein Beispiel:

```
01 V=180
02 SCALE A,0,100,0,V,256
03 ? V
```

liefert z.B. als Resultat den wert **70**. In diesm Falle heißt das, der Wert von V (180) entspricht 70 Prozent vom Maximalwert 256. Man kann sich das so vorstellen, daß das Resultat so zwischen Y0 und Y1 liegt, wie der Wert X zwischen den Grenzen X0 und X1 liegt. Die Formel dafür ist:

$$Y = Y0 + ((Y1-Y0) * (X-X0) / (X1-X0))$$

Damit das Ganze auch hinreichend genau ist, wird intern mit 32 Bit gerechnet. Aufgrund der begrenzten internen Programmspeicherkapazitäten werden aber nicht alle Bedingungen für das Zustandekommen eines gültigen Resultates überprüft. So sollte Y1 betragsmäßig immer größer als Y0 sein, X1 betragsmäßig größer als X0 sein und X sollte zwischen X0 und X1 liegen.

4.3 DATA offset,value1,value2... [DA]

Die Array Elemente werden ab Byte (offset) initialisiert. Als Werte kommen Konstanten, numerische Ausdrücke und Zeichenketten in Frage. Im Word-Bereich des Arrays (ab Offset 1024) werden immer 16 Bit geschrieben, das betrifft insbesondere Zeichenketten wo das HIGH-Byte immer 0 ist. Andersherum wird im Bytebereich des Arrays nur das Low-Byte der Werte geschrieben.

```
01 DATA 0, 'Hallo', 0
```

Das Array wird ab Element 0 mit der nullterminierten Zeichenkette „Hallo“ belegt.

4.4 ACOPY source,dest,num... [AC]

Eine Anzahl (num) von Array Elementen wird ab Byte (source) nach Byte (dest) kopiert. Das Kopieren erfolgt elementweise, so kann z.B. auch von 8 auf 16 Bit erweitert werden. Andersherum wird beim Kopieren vom Word- in den Bytebereich des Arrays nur das Low-Byte der Werte geschrieben.

```
02 ACOPY 0,1029,10
```

Das Array wird ab Byte-Element 0 in die Word-Elemente 1029...1038 (Byte-Elemente 10...29) kopiert.

4.5 DBIT(N)

Diese Funktion vereinfacht das Erstellen von selbstdefinierten Zeichen im Videomodus 4. Vom Argument N werden nur die 6 unteren Bits berücksichtigt und in ein Bitmuster umgewandelt, welches bei der Darstellung dem Erwarteten entspricht. Grund dafür ist die Organisation des Zeichenspeichers: Hier werden Bit 0+1 nicht benutzt, Bit 7 entspricht dem Pixel ganz links und die nachfolgenden Bits (6...2) entsprechen jeweils der Differenz zum vorherigen Pixel. Sollen zum Beispiel alle 6 Pixel in einer Zeile gesetzt werden, muß 0x80 im Byte stehen. Bit 7 ist "1" und alle nachfolgenden "0", was "keine Änderung" bedeutet. Damit man sich diese Umrechnung ersparen kann, rechnet die Funktion **DBIT()** das anzuzeigende Bitmuster systemgerecht um. Vom Parameter N werden dabei nur die unteren 6 Bits benutzt.

```
01 VM 4: ? @0,0;%0;:BORDER 4
02 DA 0,"88GG88GG88"
03 WAIT 10
04 FOR K=0 TO 9:C=DBIT(AR(K))
05 VPOKE 1448+K*128,C:NEXT
```

Das Programm ändert nach 1 Sekunde das Aussehen von Zeichen 0 welches links oben angezeigt wird, in eine Art "Schachbrettmuster".

5 Programmsteuerung

5.1 BREAK

Setzt einen Breakpoint, ruft den Monitor auf.

5.2 END

Mit dem END-Befehl wird das Programm an der aktuellen Stelle beendet. Das gleiche geschieht auch, wenn die letzte Programmzeile abgearbeitet ist.

5.3 GOTO n [GO]

Mit dem GOTO-Befehl kann die Programmabarbeitung mit einer anderen Zeile fortgesetzt werden. Argument ist ein beliebiger Ausdruck.

```
01 B=0:GOTO 2
02 GO B+1
```

Das ist eine Endlosschleife, die nur mit CTRL+C abgebrochen werden kann.

5.4 IF - THEN

Die bedingte Anweisung besteht aus **IF** gefolgt von einem Ausdruck. Ist das Ergebnis des Ausdrucks Null, wird zum Anfang der nächsten Zeile gesprungen, andernfalls wird die Zeile weiter abgearbeitet. Das **THEN** kann auch weggelassen werden.

```
10 IF A>5 THEN A=5
20 IF A>5 A=5
```

Beide Ausdrücke bewirken exakt das Gleiche.

5.5 FOR - NEXT

Bei der Zählschleifen-Abarbeitung gibt es nur die Grundform **FOR A=B TO C** ohne die Angabe der Schrittweite, die konstant 1 ist. Die Schleife wird auf jeden Fall mindestens 1 mal durchlaufen, wenn C kleiner als B ist findet ein Überlauf statt und die Anzahl der Schleifendurchläufe ist $N=C-B+1$.

```
01 CLS
02 FOR A=0 TO 9
03 FOR B=0 TO 9
04 PLOT A,B,3
05 NEXT :NEXT
```

Dieses Programm zeichnet ein Rechteck in die obere linke Ecke des Bildschirms.

5.6 REPEAT - UNTIL [REP - UNT]

Dies ist eine weitere Schleifenkonstruktion, eine sogenannte Fußgesteuerte oder auch Nichtabweis-Schleife. Das heißt, der Programmteil zwischen **REPEAT** und **UNTIL** wird mindestens einmal durchlaufen.

```
01 A=0
02 REPEAT
03     ? A
04     A=A+3
05 UNTIL A<10
```

Schreibt die Zahlen 0,3,6 und 9 untereinander auf den Bildschirm.

Systembedingt gibt es kein EXIT, um eine Schleife abubrechen. Ein einfaches GOTO aus der Schleife heraus ist auch keine gute Lösung, da damit ein Stackeintrag blockiert wird. Eine praktikable Lösung wäre:

```
01 REPEAT
02     ? "Hallo! ";
03     IF KEY(0)>0 UNT 0: GO 5
04 UNTIL 1
```

schreibt solange "Hallo!" auf den Bildschirm, bis eine Taste gedrückt wird. Das UNTIL 0 bewirkt in diesem Fall, dass der reservierte Stackeintrag wieder freigegeben wird.

5.7 GOSUB - RETURN [GOS - RET]

GOSUB Expr ruft das Unterprogramm in der durch den Ausdruck definierten Zeile auf, mit **RETURN** wird wieder zurückgesprungen. Da der Stack auf 12 Einträge begrenzt ist, lassen sich nur insgesamt 12 Schleifen bzw. Unterprogrammaufrufe schachteln.

5.8 GOSUB mit zwei Parametern

Eine weitere, recht ungewöhnliche Anweisung ist **GOSUB prognr,zeile** die Unterprogramme in einem der 7 anderen Programme aufrufen kann. Damit ist es möglich, den gesamten Programmspeicherbereich für eine einzige Anwendung zu nutzen. Der Rücksprung erfolgt wie gehabt mit **RETURN**.

Da der Stack auf 12 Einträge begrenzt ist, lassen sich nur 12 Schleifen bzw. Unterprogrammaufrufe schachteln. Weiterhin führt das Verlassen von Schleifen oder Unterprogrammen zu blockierten Stack-Einträgen, die dann nicht mehr genutzt werden können.

5.9 VID n

Dieser Befehl ersetzt seit Version 1.00 die Befehle **SLOW** und **FAST** um die Bildausgabe ein- und auszuschalten. Mit **VID 0** wird die Bildausgabe ausgeschaltet, Synchronsignale werden auch weiterhin erzeugt. **VID 1** schaltet die Bildausgabe wieder ein. Mit ausgeschalteter Bildausgabe ist die Geschwindigkeit höher, da ein großer Teil der Rechenleistung normalerweise für die Bilddarstellung verwendet wird.

5.10 Die System-Variablen

Die Sytem-Variablen (definiert durch vorangestellte Tilde, also die "Schlangenlinie") geben Auskunft über den System-Zustand und können nur gelesen werden. Zwischen das Tilde-Zeichen ~und dem Buchstaben für die Systemvariable darf sich KEIN LEERZEICHEN befinden.

5.10.1 ~L (aktuelle Programmzeile)

diese Variable liefert als Wert die gerade abgearbeitete Programmzeile. Damit lassen sich z.B. relative Sprünge realisieren. Der Wert liegt zwischen 1 und 95, die folgende Programmzeile erzeugt in jeder Zeile eine Endlosschleife, die einen "bunten" Rand erzeugt:

```
xx A=(A+1)\&15:BORDER A: GOTO ~L
```

5.10.2 ~P (aktuelles Programm)

Diese Variable liefert als Wert das gerade abgearbeitete Programm. Der Wert liegt zwischen 1 und 8. Wenn mittels GOSUB P,N ein Unterprogramm in einem anderen Programm aufgerufen wurde, wird nicht das aufrufende Programm zurückgegeben, sondern das im Moment aktive.

5.10.3 ~S (Scanline)

Diese Variable liefert als Wert die aktuelle Bildschirmzeile, die gerade dargestellt wird. Bei NTSC bewegt sich der Wert zwischen 0 und 262, bei PAL zwischen 0 und 312. Anwendungsgebiete sind z.B. genauere Zeitmessungen, bei denen TGET zu grob auflöst. Dabei sollte aber die Videoausgabe abgeschaltet werden.

```
01 REPEAT :UNTIL ~S<230:BO 4
02 REPEAT :UNTIL ~S>100:BO 0:GO 1
```

Auf dem Bildschirm sollte jetzt oben und unten ein grüner Rand zu sehen sein, dazwischen ist der Bildschirm schwarz. Allerdings ist dabei ein starkes Zittern der Kanten zu beobachten, was einfach daher rührt, dass die Abarbeitung der Befehle länger dauert als eine Bildschirmzeile.

5.10.4 ~V (Videosystem)

diese Variable liefert als Wert die Anzahl der Bildschirmzeilen je Halbbild. Eine mit ~S ermittelte aktuelle Bildschirmzeile wird immer zwischen 0 und ~V-1 liegen. Bei NTSC ist ~V = 263, bei PAL beträgt der Wert 313.

5.10.5 ~X (X-Ausdehnung)

diese Variable liefert als Wert die Anzahl der Pixel in horizontaler Richtung. Dabei wird die aktuelle Auflösung berücksichtigt. In Video-Mode 0 hat die variable z.B. den wert 60 und im Mode 1 den Wert 168.

5.10.6 ~Y (Y-Ausdehnung)

diese Variable liefert als Wert die Anzahl der Pixel in vertikaler Richtung. Dabei wird die aktuelle Auflösung berücksichtigt. In Video-Mode 0 hat die variable z.B. den wert 46 und im Mode 1 den Wert 116.

6 Bildschirm-Ausgabe

6.1 COLOR F(B) [COL]

Mit dem COLOR-Befehl wird die Vorder- sowie die Hintergrundfarbe festgelegt. Diese wird im Gegensatz zu früheren Versionen bei allen Ausgaben berücksichtigt, da jetzt für jedes Zeichen Vorder- und Hintergrundfarbe einzeln festgelegt werden können. Wird nur ein Parameter angegeben, wird nur die Vordergrundfarbe gesetzt. Akzeptiert werden Werte von jeweils 0 bis 15, ohne die "16-Farben Erweiterung" sind die Farben 0...7 und 8...15 identisch:

Wert	0/8	1/9	2/10	3/11	4/12	5/13	6/14	7/15
Farbe	schwarz	blau	rot	magenta	grün	cyan	gelb	weiss

Wenn die "16-Farben Erweiterung" eingebaut wurde, stehen 8 zusätzliche Farben zur Verfügung, wobei die ersten 8 Farben insgesamt etwas dunkler werden.

Wert	0	1	2	3	4	5	6	7
Farbe	schwarz	blau	rot	magenta	grün	cyan	gelb	hellgrau
Wert	8	9	10	11	12	13	14	15
Farbe	dunkelgrau	hellblau	hellrot	hellmagenta	hellgrün	hellcyan	hellgelb	weiss

```
01 COLOR 4,2
```

Hier wird die Zeichenfarbe „Grün auf rotem Grund“ festgelegt, was allerdings nicht gerade besonders gut lesbar ist.

6.2 CLS

Mit dem CLS-Befehl wird der Bildschirm gelöscht. Beim Programmstart geschieht das automatisch. Es wird die eingestellte Hintergrundfarbe (beim Programmstart schwarz) verwendet.

6.3 BORDER B [BO]

Mit diesem Befehl kann die Randfarbe eingestellt werden, gültige Werte sind 0...15.

6.4 POS Y,X

Mit dem POS-Befehl wird der Schreibcursor an die Stelle Y,X gesetzt. Nach jedem Löschen des Bildschirms wird der Cursor auf die Position 0,0 (links oben) gesetzt.

6.5 PRINT [?]

Der PRINT-Befehl dient zur Ausgabe auf den Bildschirm oder auf die serielle/parallele Schnittstelle, in das Array oder auf die I2C-Schnittstelle. Zusätzlich kann die Ausgabe noch formatiert werden. Anstelle des PRINT Befehls kann auch (BASIC-üblich) ein Fragezeichen verwendet werden.

"TEXT"	der Text TEXT wird ausgegeben
#Expr	Festlegung des Ausgabekanals (s.u.)
!Expr	Stellt das Format ein (s.u.)
@Expr1,Expr2	Cursorpositionierung (Y=Expr1, X=Expr2)
%Expr	Direkte Ausgabe eines Zeichens mit Zeichencode=Expr
&Expr	gibt Arrayelemente als Zeichen aus. Gestoppt wird bei einem Null-Byte oder wenn das Ende des Arrays erreicht ist. Funktioniert nur im Bytezugriff auf das Array.
Expr	gibt das Ergebnis des Ausdrucks mit dem eingestellten Format aus
;	Trenner zwischen Ausdrücken
,	Trenner zwischen Ausdrücken, Leerzeichen bis zur nächsten durch 8 teilbaren Position

Steht am Ende des PRINT-Befehls einer der beiden Trenner, wird kein Zeilenvorschub ausgeführt. Der Ausgabekanal legt fest, wohin die Zeichen ausgegeben werden. Bei Ausgabekanal >3 wird auf die I2C-Schnittstelle mit der Kanalnummer als Devicenummer ausgegeben. Dabei wird das niederwertigste Bit auf 0 gesetzt (Schreibmode).

#0	Ausgabe auf den Bildschirm, Defaulteinstellung
#1	Ausgabe auf die serielle Schnittstelle
#2	Ausgabe auf die parallele Schnittstelle
#3	Ausgabe in das Array
#4...	Ausgabe über die I2C-Schnittstelle

Das Format ist ein Wert zwischen 0 und 255, wobei die Bits folgende Bedeutung haben:

Bit 7	0=dezimale Ausgabe, 1=hexadezimale Ausgabe
Bit 6	1 schaltet auf Großdarstellung um
Bit 4/5	Kommaposition (0-3 Nachkommastellen), nur für dezimale Ausgabe
Bit 2/3	Anzahl der ausgegebenen Ziffern (2-5), nur für dezimale Ausgabe
Bit 0/1	0=Kompakt, 1=führende Leerzeichen 2=führende Nullen 3=führende Nullen mit Vorzeichen
Bit 0	2/4 Zeichen bei hexadezimaler Ausgabe

Bei Ausgabe auf den Bildschirm wird der Cursor auf die entsprechende Position gesetzt, bei Ausgabe auf die serielle oder parallele Schnittstelle wird die Positionierung ignoriert. Bei Ausgabe in das Array entspricht der erste Wert Array-Byteposition*256 und der zweite Wert der Array-Byteposition, ohne @ ist die Byteposition zu Beginn jedes PRINT-Befehls 0x0000. Wird über die I2C-Schnittstelle ausgegeben, so wird zuerst **0xff** und danach **xxxxxxxx** und **yyyyyyyy** gesendet. Die Änderung wurde notwendig, um Zeichen auf GLCD's feiner positionieren zu können.

6.6 CBOX Y1,X1,Y2,X2

Mit dem CBOX-Befehl wird ein Rechteck gelöscht (mit der aktuellen Hintergrundfarbe).

```
01 CBOX 3,3,5,5
```

löscht oben links ein Quadrat von 3x3 Zeichen.

6.7 FRAME Y1,X1,Y2,X2

Zeichnet einen Textrahmen mit Umrandung.

```
01 COLOR 7,3:FRAME 0,0,22,29
```

Zeichnen einen Textrahmen mit voller Bildschirmgröße, violetter Hintergrund und weißer Zeichenfarbe.

6.8 HFRAME Y1,X1,Y2,X2

Zeichnet einen Textrahmen mit Umrandung und einem "Kopfbereich", so wie z.B. auch das Hauptmenü aufgebaut ist.

```
01 COLOR 7,3:HFRAME 0,0,22,29
02 COLOR 3,7:?@1,1;"HFRAME"
```

Zeichnen einen Textrahmen wie im vorigen Beispiel, allerdings jetzt mit einem Kopfbereich und Text darin.

6.9 IBOX Y1,X1,Y2,X2

Mit dem IBOX-Befehl werden in einem Rechteck Vorder- und Hintergrundfarbe vertauscht. Die Zeichen selbst werden nicht verändert.

```
01 IBOX 0,0,0,0
```

invertiert das Zeichen in der linken oberen Ecke.

6.10 SCROLL n

In den Vieomodi 0, 4 und 6 gibt es ein Scrollfenster, in dem in alle 4 Richtungen gescrollt werden kann. Das Fenster beginnt bei Zeichen 2 in Zeile 2 und geht bis Zeichen 27 in Zeile 20. Somit gibt es um das Scrollfenster einen 2 Zeichen breiten Rand in dem z.B. Informationen stehen, die nicht mitgescrollt werden sollen.

Die freiwerdende Zeile wird mit Leerzeichen in der aktuellen Farbeinstellung gefüllt.

n	Richtung
0	nach oben
1	nach rechts
2	nach unten
3	nach links

```
10 SCROLL 2
```

verschiebt das Scrollfenster um 1 Zeichen nach unten.

6.11 GETCHAR variable,Y,X [GCH]

Ermittelt das Zeichen an der Position y,x und schreibt dieses in die Variable v.

```
11 GCH F,0,0
```

Schreibt den Zeichenwert von Position 0,0 in die Variable F.

6.12 GETATTR variable,Y,X [GAT]

Ermittelt das Attributbyte an der Position y,x und schreibt dieses in die Variable v.

```
12 GAT F,0,0
```

Schreibt den Attributwert von Position 0,0 in die Variable F. Dabei setzt sich das Attribut folgendermassen zusammen:

Bit	Funktion
0	Hintergrundfarbe Bit 0
1	Hintergrundfarbe Bit 1
2	Hintergrundfarbe Bit 2
3	Hintergrundfarbe Bit 3
4	Vordergrundfarbe Bit 0
5	Vordergrundfarbe Bit 1
6	Vordergrundfarbe Bit 2
7	Vordergrundfarbe Bit 2

Dabei ist zu beachten, daß die Bits wegen der Kompatibilität zu früheren Versionen und der 8-Farben Hardware im Bildspeicher physisch anders angeordnet sind:

Bit	Funktion
0	Hintergrundfarbe Bit 3
1	Hintergrundfarbe Bit 0
2	Hintergrundfarbe Bit 1
3	Hintergrundfarbe Bit 2
4	Vordergrundfarbe Bit 3
5	Vordergrundfarbe Bit 0
6	Vordergrundfarbe Bit 1
7	Vordergrundfarbe Bit 2

7 Tastatur

7.1 INPUT [INP]

Es können durch Kommata getrennt Zeichenketten und Variablen angegeben werden. Die Zeichenketten werden ausgegeben, die Variablen bewirken einen Eingabecursor. Falsch eingegebene Zeichen können mit der Backspace-Taste korrigiert werden. Es ist auch möglich, Ausdrücke einzugeben die dann überschrieben werden. Das folgende Beispiel zeigt einen kleinen Rechner, das letzte Ergebnis ist in der Variable M gespeichert.

1. INPUT "AUFGABE: ",M
2. PRINT "ERGEBNIS: ";M
3. GOTO 1

Gibt man als erstes „1+2“ ein, erhält man „3“. Gibt man danach „M*5“ ein, erhält man „15“.

7.2 CTEXT adr,anz

Kopiert den zuletzt bei Input eingegebenen Text in das Array byteweise ab Element **adr**. Als Endemarkierung wird ein Nullbyte angehängt. Mit dem 2.Parameter **anz** wird die Anzahl der maximal einzulesenden Bytes begrenzt. Dabei ist zu beachten, dass wegen dem angehängten Nullbyte effektiv **anz+1** Bytes kopiert werden.

```
01 INPUT "Text: ",M
02 CTEXT 0,1024
03 X=1024
04 C=AR(X):IF C=0 THEN END
05 PRINT %C;:X=X+1:GOTO 4
```

Der nach der Eingabeaufforderung eingegebene Text wird eine Zeile tiefer wiederholt.

7.3 RKEY

Der Befehl RKEY ist durch die Funktion V=KEY(0) ersetzt worden.

7.4 WKEY

Der Befehl WKEY ist durch die Funktion V=KEY(1) ersetzt worden.

Es wird auf einen Tastendruck gewartet und die gedrückte Taste wird in die Variable V geschrieben.

```
10 WKEY P
```

Es wird auf einen Tastendruck gewartet und der aktuelle Tastaturcode in die Variable P geschrieben.

7.5 Die Keycodes

Neben den „normalen“ ASCII-Werten für Ziffern, Zahlen und Satzzeichen liefern RKEY und WKEY auch Codes für Funktionstasten etc.

Code Hexadezimal	Code Dezimal	Taste
\$C0	192	Power
\$C1	193	Sleep
\$C2	194	Wake
\$E0	224	Pos1
\$E1	225	End
\$E2	226	Pfeiltaste nach links
\$E3	227	Pfeiltaste nach rechts
\$E4	228	Pfeiltaste nach oben
\$E5	229	Pfeiltaste nach unten
\$E6	230	Bild hoch
\$E7	231	Bild runter
\$E8	232	Einfg (Ins)
\$E9	233	Entf (Del)
\$EA	234	Enter
\$EB	235	Tabulator
\$EC	236	Backspace
\$ED	237	Esc
\$F1...\$FC	241...252	F1...F12

7.6 Die Funktion KEY

Diese Funktion liefert verschiedene Tastaturabfragen als -1,0,1 Wert. Als Parameter wird die Art der Abfrage eingetragen. Bei KEY(0) bis KEY(2) zählen Shift, CTRL und ALT nicht als gedrückte Tasten.

KEY(0)	Es wird die gedrückte Taste oder 0x00 zurückgegeben
KEY(1)	Es wird auf einen Tastendruck gewartet, Resultat ist der Code der gedrückten Taste.
KEY(2)	Es wird geartet, bis keine Taste mehr gedrückt ist, zurückgegeben wird der Code der zuletzt gedrückten Taste.
KEY(3)	Es wird der Status der Shift- und CTRL Tasten zurückgeliefert. Belegung s.u.
KEY(4)	linke Shift-Taste liefert 1, linke Control-Taste liefert -1, beide 0
KEY(5)	rechte Shift-Taste liefert 1, rechte Control-Taste liefert -1, beide 0
KEY(6)	Taste Cursor links liefert -1, Taste Cursor rechts liefert 1
KEY(7)	Taste Cursor nach unten liefert -1 Taste Cursor hoch liefert 1

Belegung der Bits beim Rückgabewert von KEY(3):

Bit	Funktion
0	Linke Shift-Taste
1	Rechte Shift-Taste
2	Linke CTRL-Taste
3	Rechte CTRL-Taste
4	ALT-Taste
5-7	Interne Verwendung

8 Grafik

8.1 Pseudografik im Textmodus

Für die Pseudografik wird jedes Zeichen in 4 „Pixel“ aufgeteilt. Bei 23 Zeilen a 30 Zeichen ergibt sich so eine Arbeitsfläche von 60x46 Punkten. Die 4 Pixel eines Zeichens haben immer die gleiche Hinter- und Vordergrundfarbe.

Ist die Zeichenfarbe gleich der Hintergrundfarbe des zu ändernden Zeichens, so werden die Pixel nur gelöscht, Farbinformationen werden nicht verändert. Ist die Zeichenfarbe gleich der Vordergrundfarbe, werden nur Pixel gesetzt, Farbinformationen werden auch hier nicht verändert. Gibt es keine Übereinstimmung zwischen der Zeichenfarbe und der Vorder- und Hintergrundfarbe des betreffenden Zeichens, wird die Vordergrundfarbe neu gesetzt wobei bereits gesetzte Pixel zwangsläufig mit umgefärbt werden.

Zusätzlich zur Pseudografik im Textmodus gibt es noch 4 Grafikmodi, die sich in Auflösung und Anzahl der darstellbaren Farben unterscheiden. Allerdings lässt der verfügbare Speicher des Controllers keine sehr hohen Auflösungen zu. Ebenfalls aus Speicherplatzgründen ist es nicht möglich, den Monitor in den Grafikmodi aufzurufen.

Werden in den Modi 2,3 und 5 Vorder- und Hintergrundfarbe gesetzt, zeigen diese auf den Palettenindex und geben nicht die Farbe direkt an.

8.2 Videomode 1

Die Pixelauflösung beträgt 168x116 Pixel, wobei für jeweils 8x8 (am unteren Rand nur 4x8) Pixel Vorder- und Hintergrundfarbe eingestellt werden können. Ist die Zeichenfarbe gleich der Hintergrundfarbe an der zeichenposition, so werden die Pixel nur gelöscht, Farbinformationen werden nicht verändert. Ist die Zeichenfarbe gleich der Vordergrundfarbe, werden nur Pixel gesetzt, Farbinformationen werden auch hier nicht verändert. Gibt es keine Übereinstimmung zwischen der Zeichenfarbe und der Vorder- und Hintergrundfarbe des entsprechenden Bereiches, wird die Vordergrundfarbe neu gesetzt wobei bereits gesetzte Pixel zwangsläufig mit umgefärbt werden.

8.3 Videomode 2

Die Pixelauflösung beträgt 120x76 Pixel, jedes Pixel kann eine aus 4 über die Palette einstellbaren Farben annehmen.

8.4 Videomode 3

Die Pixelauflösung beträgt 84x58 Pixel, jedes Pixel kann eine aus 16 über die Palette einstellbaren Farben annehmen.

8.5 Videomode 5

Die Pixelauflösung beträgt 128x64 Pixel, jedes Pixel kann eine aus 2 über die Palette einstellbaren Farben annehmen. Dieser Modus dient hauptsächlich zur Emulation von Grafik-LCD mit der entsprechenden Auflösung.

8.6 VMODE n [VM]

Schaltet den Videomodus um. Dabei werden der Bildschirm gelöscht und die Textkoordinaten auf die linke obere Ecke gesetzt.

Mode	Auflösung X	Auflösung Y	Darstellbare Farben
0	Text 30	Text 23	16 Vordergrund und 16 Hintergrund
1	168	116	2 aus 16
2	120	76	4 aus 16
3	84	58	16 aus 16
4	(User Symbole) 30	(User Symbole) 23	16 Vordergrund und 16 Hintergrund
5	128	64	2 aus 16
6	(User Symbole) 30	(User Symbole) 23	16 für jedes Pixel
7	Text 30	Text 2	16 Vordergrund und 16 Hintergrund

Zusätzlich werden die im jeweiligen Modus genutzten Paletteneinträge vorbelegt.

8.7 PALETTE start,c1(c2,c3,c4,c5,c6) [PAL]

Mit diesem Befehl wird die Farbpalette für die Videomodi 2 bis 3 und 5 eingestellt. Für den Modus 5 werden nur die Einträge 0 und 1 verwendet, für Modus 2 die Einträge 0 bis 3. Die Anzahl der zu setzenden Paletteneinträge ist auf 6 begrenzt, anderenfalls kommt es zu einer Fehlermeldung. Als Farbwerte müssen im Bereich (0...15) angegeben werden. Nach dem Umschalten des Videomodus sind die Paletteneinträge wie folgt vorbelegt:

Index	Modus 1	Modus 2	Modus 3
0	schwarz (0)	schwarz (0)	schwarz (0)
1	weiss (7)	rot (2)	blau (1)
2	—	cyan (5)	rot (2)
3	—	hellgrau (7)	magenta (3)
4	—	—	grün (4)
5	—	—	cyan (5)
6	—	—	gelb (6)
7	—	—	hellgrau (7)
8	—	—	dunkelgrau (8)
9	—	—	hellblau (9)
10	—	—	hellrot (10)
11	—	—	hellmagenta (11)
12	—	—	hellgrün (12)
13	—	—	hellcyan (13)
14	—	—	hellgelb (14)
15	—	—	weiss (15)

8.8 PLOT Y,X(C) [PL]

Mit dem PLOT-Befehl wird ein Punkt an der Stelle Y,X gesetzt. Bei Bedarf kann zusätzlich die Zeichenfarbe mit angegeben werden.

```
01 CLS:VMODE 1
02 FOR X=1 TO 167
03 V=SIN(3*X)/6
04 PLOT 55-V,X
05 NEXT
#
```

Zeichnet eine Sinuskurve (Videomode 1). Da nur einzelne Punkte gesetzt werden, ist die Linie nicht durchgängig.

8.9 DRAWTO Y2,X2(C) [DTO]

Zeichnet eine Linie vom zuletzt gezeichneten Pixel nach Y2,X2 in der aktuellen Vordergrundfarbe. Bei Bedarf kann zusätzlich die Zeichenfarbe mit angegeben werden. Beim Programmstart ist das zuletzt gezeichnete Pixel als Y=0,X=0 definiert.

```
01 CLS:VMODE 1,PLOT 55,0
02 FOR X=1 TO 167
03 V=SIN(3*X)/6
04 DRAWTO 55-V,X
05 NEXT
#
```

Zeichnet eine Sinuskurve (Videomode 1). Da diesmal anstelle einzelner Punkte kurze Linienstücke gezeichnet werden, ist die Linie durchgängig. Der Plot-befehl in der ersten Zeile setzt die Anfangs-Koordinate für das erste Linienstück, fehlt sie, wird mit dem Zeichnen bei 0,0 begonnen.

8.10 DRAW Y1,X1,Y2,X2,(C) [DR]

Zeichnet eine Linie von Y1,X1 nach Y2,X2 in der aktuellen Vordergrundfarbe. Bei Bedarf kann zusätzlich die Zeichenfarbe mit angegeben werden.

```
01 CLS:VMODE 1,PLOT 55,0
02 FOR X=1 TO 167
03 V=SIN(3*X)/6
04 DRAWTO 55-V,X
05 NEXT
06 DRAW 55,0,55,167
#
```

Hier wird die Null-Linie durch die gerade gezeichnete Sinuskurve gezogen.

8.11 BOX Y1,X1,Y2,X2,(C)

Mit dem BOX-Befehl wird ein Rechteck in der aktuellen Vordergrundfarbe gezeichnet. Bei Bedarf kann zusätzlich die Zeichenfarbe mit angegeben werden.

```
11 BOX 0,0,115,167
```

8.12 FBOX Y1,X1,Y2,X2,(C)

Mit dem FBOX-Befehl wird ein gefülltes Rechteck gezeichnet. Ist Y1=Y2 oder X1=X2 werden horizontale oder vertikale Linien gezeichnet. Bei Bedarf kann zusätzlich die Zeichenfarbe mit angegeben werden.

```
10 FBOX 0,0,0,100
```

zeichnet eine waagerechte Linie am oberen Bildschirmrand, der Wert 100 wird zur Laufzeit auf den Bildschirmbereich begrenzt, falls er außerhalb des Bildschirms liegt.

8.13 CIRCLE Y,X,RX,RX,(C) [CI]

Zeichnet einen Kreis (eine Ellipse) mit dem Mittelpunkt Y,X und den Radien RY und RX in der aktuellen Vordergrundfarbe. Für Kreise muss RX=RY sein. Bei Bedarf kann zusätzlich die Zeichenfarbe mit angegeben werden.

```
10 CIRCLE 50,50,20,20
```

Zeichnet einen Kreis mit den Mittelpunktkoordinaten 50,50 und dem Radius 20.

8.14 FCIRCLE Y,X,RX,RX,(C) [FCI]

Zeichnet einen gefüllten Kreis (eine gefüllte Ellipse) mit dem Mittelpunkt Y,X und den Radien RY und RX in der aktuellen Vordergrundfarbe. Für Kreise muss RX=RY sein. Bei Bedarf kann zusätzlich die Zeichenfarbe mit angegeben werden.

```
10 FC 50,50,20,10
```

Zeichnet eine gefüllte Ellipse mit den Mittelpunktskoordinaten 50,50, dem Y-Radius 10 und dem X-Radius 20.

8.15 ARC Y,X,RX,RX,W1,W2,(C)

Zeichnet einen Kreis- oder Ellipsenausschnitt mit dem Mittelpunkt Y,X und den Radien RY und RX in der aktuellen Vordergrundfarbe. beginnend beim Winkel W1 bis zum Winkel W2. Die beiden Winkel werden in Grad angegeben, dabei sollte der Anfangswinkel kleiner als der Endwinkel sein, ansonsten braucht die Funktion recht lange. Für Kreisabschnitte muss RX=RY sein, bei Bedarf kann zusätzlich die Zeichenfarbe mit angegeben werden.

```
01 VM 1
02 ARC 50,50,20,20,0,270
```

Zeichnet ein Dreiviertel-Kreissegment mit den Mittelpunktskoordinaten 50,50 und dem Radius 20

8.16 PIE Y,X,RY,RX,W1,W2,(C)

Zeichnet einen abgeschlossenen Kreis- oder Ellipsenausschnitt (ein "Tortenstück") mit dem Mittelpunkt Y,X und den Radien RY und RX in der aktuellen Vordergrundfarbe. beginnend beim Winkel W1 bis zum Winkel W2. Die beiden Winkel werden in Grad angegeben, dabei sollte der Anfangswinkel kleiner als der Endwinkel sein, ansonsten braucht die Funktion recht lange. Im Gegensatz zu **ARC** werden noch zusätzlich Linien von den beiden Endpunkten zum Mittelpunkt gezogen. Für Kreisabschnitte muss $RX=RY$ sein, bei Bedarf kann zusätzlich die Zeichenfarbe mit angegeben werden.

```
01 VM 1
02 ARC 50,50,20,20,0,270,6
```

Zeichnet ein geschlossenes gelbes Dreiviertel-Kreissegment mit den Mittelpunkt koordinaten 50,50 und dem Radius 20

8.17 GETPIX variable,Y,X [GPX]

Ermittelt die Farbe des Pixels an der Stelle Y,X und speichert den Palettenindex (nicht die Farbe!) in der angegebenen Variablen.

```
10 GPX P,0,0
```

Bestimmt den Palettenindex des Pixels in der oberen linken Ecke.

8.18 BCOPY [BC]

Der BCOPY Befehl ermöglicht es, rechteckige Blöcke oder Speicherbereiche innerhalb des Bildschirms oder ins/vom Array zu kopieren. Damit lassen sich z.B. Sprites im Grafikmodus oder Scrolling realisieren. Blöcke können in den Modi 1...3 von und an (fast) beliebigen Koordinaten kopiert werden, lediglich die Größe ist Beschränkungen unterworfen. Es können nur ganze Teilblöcke kopiert werden.

Videomode	Pixel je Teilblock
1	8x8
2	4x4
3	2x2

Im Videomodus 1 ist ein Teilblock 8x8 Pixel groß, um einen 16(V)x24(H) Pixel großen Block zu kopieren, müssen $DX=2$ und $DY=3$ sein, im Videomodus 2 $DX=4$ und $DY=6$ und im Videomodus 3 $DX=8$ und $DY=12$.

Der erste Wert gibt den Kopiermodus an, von diesem ist auch die Anzahl der restlichen Parameter abhängig.

Modus	Quelle	Ziel	zus.Parameter
1	Bildspeicher	Bildspeicher	Y1,X1,DY,DX,Y2,X2
2	Bildspeicher	Array	Y,X,DY,DX,ARRAYPOS
3	ARRAY	Bildspeicher	ARRAYPOS,Y,X

Im Modus 2 wird geprüft, ob die Grenzen des Arrays überschritten werden, in diesem Fall wird dann sofort abgebrochen. Mit den folgenden Formeln lässt sich der erforderliche Speicherbedarf berechnen:

Videomode 1 $(8 * DX * DY) + 2$
Videomode 2 $(4 * DX * DY) + 2$
Videomode 3 $(2 * DX * DY) + 2$

DX und DY ist hierbei die Anzahl der Teilblöcke. Kopiermodus 3 sollte nur auf Arraypositionen angewendet werden, die auch sinnvolle Informationen enthalten. Diese können entweder durch Kopieren im Modus 2 oder auch durch „DATA“ entstanden sein.

Die Pixelinformationen sind derart organisiert, dass in einem Byte je nach Videomode 8, 4 oder 2 Pixel codiert sind. dabei ist das niederwertigste Bit ganz links.

```

01 DATA 0,1,1,$FF,$81,$81,$81
02 DATA 6,$81,$81,$81,$FF
03 VMODE 1
04 BCOPY 3,0,0,0
05 WAIT 10

```

Das Programm zeichnet ein kleines Quadrat in die obere linke Bildschirmcke. Zuerst wird das Array gefüllt. In den beiden ersten Bytes stehen die Anzahl der Teilblöcke in Y und X-Richtung, danach folgen die Pixeldaten. Zusätzlich gibt es noch die Modi 4-6, die auf die Organisation des Bildspeichers keine Rücksicht nehmen und zum schnellen Umkopieren gedacht sind.

Modus	Quelle	Ziel	zus.Parameter
4	Bildspeicher	Bildspeicher	Quelladresse, Zieladresse, Anzahl der Bytes
5	Bildspeicher	Array	Quelladresse, Zieladresse, Anzahl der Bytes
6	ARRAY	Bildspeicher	Quelladresse, Zieladresse, Anzahl der Bytes

Diese 3 Modi sind insbesondere in den Videomodi 4 und 6 mit den Benutzerdefinierten Zeichen interessant. Die Organisation des Bildspeichers in den verschiedenen Videomodi wird im Abschnitt **Der Bildspeicher** genauer beschrieben.

8.19 PRINT [?]

Der PRINT Befehl entspricht weitestgehend seinem Pendant im Textmodus. Unterschiedlich sind die Koordinatenangaben die hier anstelle von Zeichen in Pixeln angegeben werden. Und das Format-Attribut „Grossschrift“ entspricht doppelter Zeichenhöhe und -breite. Ausserdem funktioniert der Zeilenumbruch nicht wie man es erwartet, es wird lediglich an den Anfang der nächsten Pixelzeile gesprungen.

8.20 FONT n

In den Grafikmodi 1...3 und 5 ist zusätzlich zum Standard-Font mit 6x10 Pixeln ein kleinerer Font mit 4x6 Pixeln verfügbar. Umgeschaltet wird mit **FONT 0** für den Standard Font und **FONT 1** für den Mini-Font.

9 Sprites

Sprites sind einzelne Zeichen oder einfache Zeichengruppen, die sich einfach an beliebiger Stelle auf dem Bildschirm anzeigen lassen. Dabei wird der ursprüngliche Bildschirminhalt an dieser Stelle „gemerkt“ und beim Verschieben oder Löschen des Sprites wieder restauriert. In der aktuellen Version können (theoretisch) bis zu 85 Sprites definiert werden, die tatsächliche Anzahl hängt von der Größe und dem verfügbaren Platz im Array ab. Sprites funktionieren nur im Textmodus und nicht in den Grafikmodi.

9.1 Sprite definieren

Dafür gibt es keinen eigenständigen Befehl (mehr), da die Daten einfach im Array liegen (Byte-Bereich). Jedes Sprite besteht aus einem Header von 5 Bytes, den eigentlichen Daten und dem Backup-Bereich. Die Belegung der Bytes ist wie folgt:

Header-Byte	Adresse	Funktion
1	N	das Kollisionsflag (0/2)
2	N+1	Y-Position (am Anfang \$ff oder -1)
3	N+2	X-Position (am Anfang \$ff oder -1)
4	N+3	Y-Ausdehnung in Zeichen (dy)
5	N+4	X-Ausdehnung in Zeichen (dx)

Ist das Kollisionsflag mit 0 vorbelegt, wird das Sprite bei einer Kollision nicht gezeichnet. Ist es mit 2 vorbelegt, wird das Sprite bei einer Kollision gezeichnet. Danach folgen $dx*dy$ Bytes für die darzustellenden Zeichen, gefolgt von $dx*dy$ Bytes für die Attribute. Die Attribut-Bytes sind Vordergrundfarbe + 16 * Hintergrundfarbe, bei Addition von 128 bleibt beim Zeichnen die ursprüngliche Hintergrundfarbe erhalten. Danach folgen noch $2*dx*dy$ Bytes in denen der ursprüngliche Bildschirminhalt beim Zeichnen automatisch gespeichert wird.

Ein minimales Sprite (1 Zeichen) braucht also $5+4=9$ Bytes, eins mit $2x2$ Zeichen schon $5+16=21$ Bytes. Die Werte für die X und Y Koordinaten sollten ausserhalb des Bildschirmbereiches liegen, da ansonsten beim erstmaligen Aufrufen des Sprites der Backup-Bereich des Sprites dorthin kopiert wird.

9.2 SPRITE n,y,x [SPR]

Zeichnet das Sprite von Array-Adresse n an die Position Y,X. War es bereits an einer anderen Stelle gezeichnet, wird es vorher gelöscht. Befindet sich an der Stelle wohin das Sprite gezeichnet wird bereits ein anderes Zeichen, dessen Position in der Zeichentabelle nicht ein Vielfaches von 16 ist, wird das Kollisionsflag gesetzt. Ist Bit 1 des Kollisionsflags nicht gesetzt, wird das Sprite nicht gezeichnet. Das Kollisionsflag wird nicht automatisch zurückgesetzt. Sprites dürfen nicht über den Bildschirmrand hinaus gezeichnet werden, sonst wird mit einer Fehlermeldung abgebrochen. Werden für X und oder Y Koordinaten ausserhalb des Bildschirms ($X>29$, $Y>22$) angegeben, wird das Sprite vom Bildschirm verschwinden.

```
01 DA 0,0,-1,-1,1,1,"*", $86
02 ?@10,10;"#"
03 X=RND(29): Y=RND(22)
04 SPRITE 0,Y,X
05 IF (AR(0)&1)=1 THEN END
05 WAIT 1
06 GOTO 2
```

Zuerst werden die Sprite-Daten in das Array geschrieben (in diesem fall ein gelbes Sternchen), dann wird noch ein Hindernis an Position (10,10) gezeichnet.

Im Anschluß hüpf das Sternchen hin und her, bis es auf das Hindernis trifft. Dieses bleibt stehen, das Sternchen ist "weg". Wird die erste Zeile abgeändert in:

```
01 DA 0,2,-1,-1,1,1,"*", $86
```

Dann bleibt das Sternchen stehen und das Hinedrnis ist nicht mehr zu sehen.

10 Audio

10.1 NOTE n [NO]

Ein Ton mit der Tonhöhe n (Halbtonschritte ab 220 Hz aufwärts) wird ausgegeben. Bei n=0 bis 62 werden Noten in einer „dunklen“ Klangfarbe ausgegeben, bei n=64 bis 126 Noten mit einer „hellen“ Klangfarbe. Bei n=63 und n=127 wird keine Note sondern Rauschen ausgegeben. Wird 128 zum Notenwert addiert, wird der Ton mit einer langsameren Hüllkurve ausgegeben.

```
01 FOR N=0 to 255:NOTE N
02 WAIT 5:NEXT
```

gibt nacheinander alle spielbaren Noten aus. Die folgende Tabelle ist eine Übersicht über die verschiedenen Möglichkeiten:

Wert	Bedeutung
0...62	Noten in einer „dunklen“ Klangfarbe mit schneller Hüllkurve
63	Rauschen mit schneller Hüllkurve
64...126	Noten in einer „hellen“ Klangfarbe mit schneller Hüllkurve
127	Rauschen mit schneller Hüllkurve
128...190	Noten in einer „dunklen“ Klangfarbe mit langsamer Hüllkurve
191	Rauschen mit langsamer Hüllkurve
192...254	Noten in einer „hellen“ Klangfarbe mit langsamer Hüllkurve
255	Rauschen mit langsamer Hüllkurve

10.2 NOTE n,v [NO]

Beim **NOTE** Befehl kann als zweiter Parameter die Lautstärke im Bereich von 0...15 angegeben werden. Der angegebene Lautstärkewert gilt dann nur für diese eine Note.

10.3 VOL n

Dieser Befehl dient zum steuern der Lautstärke, möglich sind Werte zwischen 0 und 15. Bei einem Wert von 0 wird die Tonausgabe nicht vollständig abgeschaltet, sollte aber kaum hörbar sein. Bei einem Wert von 15 wird die maximale Lautstärke erreicht. Der eingestellte Lautstärkewert gilt für Noten und für den Sequenzer, solange dort die Lautstärke nicht für die einzelnen Noten explizit vorgegeben wird.

10.4 PLAY start,stop,speed,loops

AVR-Chipbasic2 hat einen einfachen Sequenzer eingebaut. Dieser benutzt das Array als Notenspeicher und läuft im Hintergrund. Als Parameter werden die Nummer der Arrayzelle (Byte-bereich) mit der ersten zu spielenden Note, die Anzahl der zu spielenden Noten sowie die Anzahl der Halbbilder (1/50s bei PAL, 1/60s bei NTSC) für einen "Tick". Die Noten zwischen Start- und End Array-Zelle werden zyklisch abgespielt, die Anzahl der Zyklen wird mit dem Wert von **loops** (Byte-Variable) bestimmt. Wenn dieser Wert größer als 127 ist, wird der Zyklenzähler nicht nach jedem Durchlauf um 1 verringert. Jede Note besteht aus 2 Bytes im Array, im ersten Byte steht der Notenwert entsprechend dem **NOTE**-Befehl, im zweiten Byte die Anzahl der Ticks bis zur nächsten Note im unteren Nibble und die Lautstärke im oberen Nibble. Ist das obere Nibble 0, wird die aktuelle Lautstärke beibehalten.

Das folgende Beispiel spielt fortlaufend 3 Töne auf und ab...

```
01 DA 0,39,8,44,4,49,8,44,4
02 PLAY 0,4,10,128
03 GOTO 3
```

Wird die letzte Zeile weggelassen hört man nichts oder maximal einen einzigen Ton, da beim Programmende der Sequenzer sofort wieder gestoppt wird. Dieser Befehl sollte nur dann verwendet werden, wenn sich auch gültige Notenwerte im Array befinden.

10.5 PSTAT(mode)

Diese Funktion liefert Aufschluss darüber, was der Sequenzer gerade „macht“. Ist der Byte-Parameter `mode < 255`, dann wird der Zyklenzähler auf den Wert von **mode** gesetzt, `mode = 255` liefert nur den aktuellen Zyklenzähler zurück.

Wert	Bedeutung
0	Sequenzer ist gestoppt
1	Sequenzer läuft noch bis zum Ende des aktuellen Zyklus und wird dann stoppen
2...127	Sequenzer läuft, Noten werden gespielt, nach jedem Zyklus wird der Zyklenzähler um 1 verringert
128...255	Sequenzer läuft, Noten werden gespielt, Zyklenzähler ändert sich nicht

11 Zeit

11.1 WAIT n

Mit dem WAIT-Befehl wird $N \cdot 0,1$ Sekunden gewartet. N kann wieder ein beliebiger Ausdruck sein.

```
10 WA 10
```

wartet 1 Sekunde, bis das Programm fortgesetzt wird.

11.2 SYNC n

Mit dem SYNC-Befehl wird auf N Bildsynchronimpulse gewartet. N kann wieder ein beliebiger Ausdruck sein.

```
10 SYNC 300
```

wartet 6 Sekunden, bis das Programm fortgesetzt wird. Das gilt nur für PAL, bei NTSC wird nur ca. 5 Sekunden gewartet.

11.3 TSET n

Der interne Timer (10Hz) wird auf den Wert n gesetzt.

```
10 TSET 0
```

setzt den Timer auf 0.

11.4 TGET V

Der interne Timer (10Hz) wird ausgelesen und in die Variable V gespeichert.

```
10 TGET Z
```

Damit kann z.B. die Laufzeit von Programmen bestimmt werden.

11.5 ONSYNC L,N

Ähnlich dem Timer-Interrupt bei einem Mikrocontroller können mit **ONSYNC** zeitgesteuerte Unterprogrammaufrufe eingerichtet werden. Dabei ist L die Zeilennummer und N die Anzahl der Bildsynchronimpulse zwischen zwei Aufrufen. Der Wert N für die Wartezeit kann maximal 255 betragen, L sollte eine gültige Zeilennummer sein, bei L=0 werden die automatischen Aufrufe gestoppt. Das aufgerufene Unterprogramm muß mit **RETURN** enden und darf nicht länger dauern als die Zeit zwischen zwei Aufrufen. Intern wird bei jedem Bildsynchronimpuls ein Zähler mit dem Wert N verglichen und bei Gleichheit ein Flag gesetzt. Im BASIC-Interpreter wird dann vor der Ausführung jedes Statements dieses Flag überprüft und falls es gesetzt ist ein **GOSUB** zur angegebenen Zeilennummer "eingeschoben".

```
01 ONSYNC 5,50
02 ? "Border:";A,
03 GOTO 2
04
05 A=A+1;IF A=8 THEN A=0
06 BORDER A:RETURN
```

Dieses Programm ändert alle Sekunde die Randfarbe, während der aktuelle Border-Wert ständig als Text ausgegeben wird.

12 Ein- und Ausgabe

12.1 DIR n

setzt die I/O-Richtung der 8 Portpins an der parallelen Schnittstelle. Eine 0 bedeutet Eingang, eine 1 Ausgang.

```
10 DIR $F0
```

Pin D0-D3 werden als Eingang, D4-D7 als Ausgang konfiguriert.

12.2 OUT n,b

Hier gibt es zwei Funktionen, n=0..7 setzt einzelne Bits, n=\$100 bis \$1ff erlaubt es, mehrere Bits gleichzeitig zu setzen bzw. zu löschen. dabei dienen die unteren 8 Bits von n als Maske.

Beispiele:

```
10 OUT 7,0
```

Setzt D0 auf 0-Pegel.

```
10 OUT $1F0,$F0
```

Setzt D3-D7 auf 1-Pegel.

Mit n=512 (\$200) wird die SPI-Schnittstelle konfiguriert. Ist b=255 (\$ff), wird die SPI-Schnittstelle auf Standardwerte und SS auf HIGH-Pegel gesetzt. Bei anderen Werten wird die SPI-Schnittstelle konfiguriert und anschließend SS auf LOW gesetzt. Die Bits 0-5 werden in des SPCR-Register des Mikrocontrollers geschrieben.

Bit	Bit=0	Bit=1
0	siehe SCK-clockteiler	siehe SCK-clockteiler
1	siehe SCK-clockteiler	siehe SCK-clockteiler
2	Datenübernahme mit Vorderflanke des Taktes	Datenübernahme mit Rückflanke des Taktes
3	Takt in Ruhelage LOW	Takt in Ruhelage HIGH
4	SPI Slave	SPI Master
5	Bit 7 wird zuerst gesendet	Bit 0 wird zuerst gesendet

Über den SCK Clockteiler kann im Master-Mode die SPI-Clockfrequenz eingestellt werden. Dabei sind folgende Werte möglich:

Bit 1	Bit 0	Frequenz
0	0	10 MHz
0	1	2,5 MHz
1	0	625 KHz
1	1	312,5 KHz

Die Clockfrequenz von 10MHz kann nur im Master-Mode verwendet werden, wobei der Slave-Mode nur bedingt einsetzbar ist, da die CPU während der Bildausgabe (ca. 70% der Zeit) die SPI-Schnittstelle nicht bedienen kann.

12.3 SPI(n)

Mit dieser Funktion wird ein Byte über die SPI-Schnittstelle ausgegeben und der eingelesene Wert zurückgegeben.

```
10 IF SPI(67)<>67 PRINT "ERROR"
```

Wenn MOSI mit MISO verbunden und die SPI-Schnittstelle aktiviert ist, sollte kein "ERROR" angezeigt werden.

13 Kommunikation

13.1 SPUT n

das Byte n wird an die serielle Schnittstelle ausgegeben.

```
01 SPUT 10
```

gibt einen Zeilenvorschub an die serielle Schnittstelle aus.

13.2 SGET V

Ein Zeichen von der seriellen Schnittstelle wird eingelesen und in die Variable V gespeichert.

```
01 SGET C
```

wartet auf ein Zeichen von der seriellen Schnittstelle und speichert es in die Variable C

13.3 PUMP n

Schaltet die Ladungspumpe für die serielle Schnittstelle aus (n=0) oder ein (n=1).

```
01 PU 1
```

schaltet die Ladungspumpe ein. Ist der AutoRun-Jumper gesetzt, ist die Ladungspumpe per default nach dem Start ausgeschaltet.

13.4 XSEND n,a

gibt einen Datenblock aus dem Array über das XMODEM Protokoll aus. N ist dabei die Blocknummer und a die Arrayposition (0...640). Um das ACK/NAK Handling muss man allerdings selbst kümmern.

```
01 SGET C:IF C<>21 THEN GOTO 1
02 FOR Z=0 TO 5:A=Z*128
03 XSEND Z,A
04 SGET C:IF C=21 THEN GOTO 3
05 NEXT:SPUT 4
```

Dieses Programm sendet den kompletten Array-Inhalt via X-Modem an ein anderes Gerät.

13.5 XREC(a)

liest einen Datenblock über das XMODEM Protokoll in das Array ein. A ist dabei die Arrayposition (0...640). Um das ACK/NAK und Error Handling muss man allerdings wieder selbst kümmern.

```
01 SPUT 21
02 FOR Z=0 TO 5:A=Z*128
03 C=XREC(A):SPUT 6:NEXT
04 SGET C: SPUT 6
```

Dieses Programm liest den kompletten Array-Inhalt via X-Modem von einem anderen Gerät. Bei einem Empfangsfehler wird einfach abgebrochen. Dies könnte aber mit **ONERR** abgefangen werden.

13.6 ICOMM adr,start,num [IC]

Generische I2C Routine. Der Erste Parameter **adr** gibt die Slave-Adresse an. Gleichzeitig wird mit Bit 0 festgelegt, ob geschrieben (0) oder gelesen (1) werden soll. Die beiden anderen Parameter geben die Startadresse im Array und die Anzahl der zuübertragenden Bytes an.

```
01 BDATA HI (B) , LO (B) , LO (A) , HI (A) : ICOMM \ $a0, 0, 4
```

Schreibt den Wert der Variable A an die Adresse B des Daten-EEPROMS. Dabei ist auf die Reihenfolge der Bytes zu achten, da Beim I2C EEPROM zuerst das High-Byte der Adresse und danach das Low-Byte der Adresseübertragen werden muss. Um eventuelle Wartezeiten nach der Aktion muss man sich selbst kümmern, Ein Schreiben in den EEPROM mit darauffolgendem Lesen gibt mit hoher Sicherheit einen I2C-Fehler, **SYNC 2** schafft eine Pause von mindestens 20ms. Wird die Anzahl der zu schreibenden Bytes auf 0 gesetzt, werden solange Bytes aus dem Array ausgegeben, bis 0x00 erkannt wird. Im Lesemodus bedeutet eine 0 als Anzahl, dass als erstes die Anzahl der zu lesenden Bytes eingelesen wird. Ein I2C-Slave, der nichts senden möchte, muss nach 0x00 noch ein Dummy-Byte an den Master (BASIC-Controller) senden, will er mindestens 1 Byte zu senden braucht kein Dummy-Byte zu folgen.

14 Speicher

14.1 EPOKE adr,dat [EP]

Speichert ein Datenbyte in den internen EEPROM. Als Adressen sind 0...1999 möglich.

```
02 EPOKE V,$12
```

speichert den Wert 18 an die Adresse V im internen EEPROM.

14.2 EPEEK(adr)

Die Funktion liest ein Byte aus dem internen EEPROM. Als Adressen sind 0...1999 möglich.

```
02 W=EPEEK(V)
```

liest den Wert von EEPROM-Adresse V (internes EEPROM) und speichert diesen in der Variable W.

An die I2C-Schnittstelle kann ein zusätzlichs EEPROM (derzeit nur 24C64...24C512) angeschlossen werden. Bei anderen Typen lässt sich die gleiche Funktionalität (etwas umständlicher) über **ICOMM** realisieren.

14.3 XPOKE adr,dat [XP]

Speichert ein Byte im externen EEPROM, die Baustein-Adresse ist im Konfigurationsmenü festgelegt und einstellbar.

```
01 XPOKE 100,C
```

speichert den Wert der Variablen C an die Adresse 100.

14.4 XPEEK(adr)

Die Funktion liest ein Byte aus dem externen EEPROM. Als Adressen sind 0...\$FFFF möglich.

```
02 W=XPEEK(100)
```

liest den Wert von EEPROM-Adresse 100 /externes EEPROM) und speichert diesen in der Variable W.

14.5 VPOKE adr,dat [VP]

Dieser Befehl schreibt ein Byte in den Bildspeicher. Als Adressen sind 0...2759 möglich.

```
01 VPOKE 0,66:VPOKE 690,$08
```

schreibt ein schwarzes "B" auf grünem Grund in die linke obere Bildschirmecke.

14.6 VPOKE adr,arrayadr,num [VP]

Werden bei **VPOKE** drei Parameter angegeben, ist es möglich ganze Byte-Sequenzen auf einmal in den Bildspeicher zu schreiben. Als Adresse wieder sind 0...2759 möglich. Zweiter Parameter ist eine Arrayposition im Bytebereich, ab der die zu schreibenden Daten stehen. Als dritter Parameter wird angegeben, wie oft die Sequenz in den Bildspeicher geschrieben wird.

Im Array selbst stehen die Daten paarweise als Bytes. Das erste Byte gibt den zu schreibenden Wert an und das zweite Byte die danach zu überspringenden Bytes. Der zweite Wert kann zwischen 0 und 127 liegen, ist Bit 7 gesetzt (Wert > 127) wird 128 abgezogen, der Offset normal ausgeführt und danach die Sequenz beendet.

```
01 DA 0,65,0,66,0,67,27+128
```

```
02 VP 0,0,10
```

schreibt 10x untereinander "ABC".

14.7 VPEEK(adr)

Die Funktion liest ein Byte aus dem Bildspeicher. Als Adressen sind 0...2759 möglich.

```
01 ? "A"  
02 ? VPEEK(0)
```

sollte in der ersten Zeile ein "A" und in der zweiten Zeile 65 (das ist der ASCII-Wert von "A") ausgeben.

14.8 CCHAR src-char,dest-char

Kopiert im Videomodus 4 einzelne Zeichen vom eingebauten ROM-Zeichensatz in den benutzerdefinierten Zeichensatz. **Src-char** ist dabei die Zeichennummer im ROM-Zeichensatz (0...255) und **dest-char** die Zeichennummer im RAM Zeichensatz (0...127). Sollen mehrere Zeichen kopiert werden, muß dies z.B. in einer Schleife geschehen.

14.9 CCHAR src-char,dest-char,color

Kopiert im Videomodus 6 einzelne Zeichen vom eingebauten ROM-Zeichensatz in den benutzerdefinierten Zeichensatz. **Src-char** ist dabei die Zeichennummer im ROM-Zeichensatz (0...255) und **dest-char** die Zeichennummer im RAM Zeichensatz (0...63). Der Wert **color** ergibt sich aus Vordergrundfarbe+16*Hintergrundfarbe für die Kopie. Sollen mehrere Zeichen kopiert werden, muß dies z.B. in einer Schleife geschehen.

15 Dateisystem-Funktionen

Wenn Sie bereits mit Personal Computern vertraut sind, werden Sie jetzt ein klein wenig umdenken müssen, da das Dateisystem von AVR-ChipBasic2 ein bisschen anders aufgebaut ist. Voraussetzung um mit Dateien arbeiten zu können ist ein Dataflash-Modul, welches in den Programmier-Port gesteckt wird. Je nach Typ können bis zu 0,5 oder 1 Megabyte Daten gespeichert werden. Natürlich ist es immer etwas weniger, denn die Daten wollen auch organisiert werden, was wiederum Speicherplatz auf dem Medium beansprucht. Um mit dem Dataflash-Modul arbeiten zu können, muss dieses „formatiert“ werden. Das geschieht im DFLASH Menü, welches über das Hauptmenü erreichbar ist. Im Gegensatz zu flüchtigen Speichern (RAM) oder Festplatten sind Schreibzugriffe auf Flash oder EEPROM Speicher nur in begrenzter Anzahl möglich. Meistens liegt diese Zahl zwischen 10000 und 1 Million, je nach Speichertyp und Hersteller. Um die Speicherblöcke möglichst gleichmäßig „abzunutzen“ enthalten sie einen Zähler, der bei jedem Schreibvorgang um 1 erhöht wird. Wenn eine Datei erzeugt wird, werden nun Blöcke mit möglichst niedrigem Zählerstand verwendet und auch beim häufigen Schreiben auf den gleichen Block kann es passieren, dass ein neuer Block mit niedrigerem Zählerstand gesucht wird. Darum muss man sich aber nicht kümmern, das Ganze passiert völlig transparent, kann aber zu kurzzeitigen Verzögerungen im Programmablauf führen. Die Dataflash-Module sollten nicht allzu häufig formatiert werden, da dabei die Informationen über den „Abnutzungsgrad“ der Blöcke verloren gehen.

Der freie Speicherplatz ist in Blöcke (Pages) von 256 Bytes aufgeteilt, die wiederum maximal 128/256 Dateien (Files) zugeordnet werden können. Jede Datei kann minimal 1 und maximal 128 Datenblöcke enthalten was Dateigrößen von 256 Bytes bis 32 Kilobytes erlaubt. Dateinamen, wie man sie vom PC her kennt, gibt es hier aber nicht. Damit Dateien in der Fileselect-Box unterscheidbar sind, haben sie einen fest encodierten Typ und die ersten 12 Bytes werden als Dateiname angezeigt. Wenn USR Dateien angelegt werden, sollte auch in die ersten 12 Bytes eine mehr oder weniger eindeutige Identifizierung geschrieben werden. Der Einfachheit halber kann man auch den ersten Block der Datei nur für den Namen reservieren, auch wenn dadurch Speicherplatz verschenkt wird. Ansonsten wird einfach mit der Dateinummer gearbeitet.

Zusätzlich gibt es noch die Befehle RREAD und RWRITE, mit denen Pages im Dataflash direkt gelesen oder geschrieben werden können.

15.1 FTYPE(n)

Die Funktion FTYPE liefert entweder den Flashtyp (n=-1) oder der Dateityp der Datei n. Für n=-1 ist das Resultat

Wert	Bedeutung
0	kein Dataflash angeschlossen
2048	4MBit Dataflash angeschlossen
4096	8MBit Dataflash angeschlossen

für $0 \leq n \leq 255$ ist das Resultat (derzeit)

Wert	Bedeutung
252	Datei ist nicht belegt
16	BASIC-Programm
18	Backup-Datei
20	USR-Datei
22	Chip8-Datei
24	Binärdatei
26	GPS-Positionsliste
28	Sampling data (Messdaten)
30	Logikblock-Definition
-1	Dateinummer existiert nicht

15.2 FSIZE(n)

Die Funktion FSIZE(n) liefert entweder die Zahl der verfügbaren Files/Pages oder die Größe einer datei in 256Bytes-Pages.

n	Rückgabewert
-1	Anzahl der freien Files
-2	Anzahl der freien Pages
0...255	Anzahl der Pages in der Datei oder 0 (nicht belegt)

15.3 FCREATE f,p [FCR]

Erzeugt das USR-File f mit p Pages. Die Anzahl der Pages kann dabei zwischen 1 und 128 liegen was einer Dateigröße von 256 Bytes...32 Kbytes entspricht. Da FCREATE im Fehlerfall abbricht, sollte vorher mit FTYPE und FSIZE sichergestellt werden, dass die Datei auch erzeugt werden kann. Es werden immer Files vom Typ USR erzeugt.

```

40 'create file F with P pages
41 'R=F or -1 if failed
42 R=-1:IF P<1 THEN RETURN
43 IF P>128 THEN RETURN
44 IF FTYPE(-1)=0 THEN RETURN
45 IF FTYPE(F)<>0 THEN RETURN
46 IF FSIZE(-2)<P THEN RETURN
47 FCREATE F,P: R=F: RETURN

```

Die Subroutine erzeugt das File F mit P Pages, wenn dies möglich ist. In der Variable R steht dann das Resultat: entweder die Filenummer F oder -1, falls das Anlegen des Files nicht möglich ist. Zu beachten ist dabei, daß für diese Funktion das letzte Drittel des Array (Zelle 512-767) temporär genutzt wird und dort befindliche Daten überschrieben werden.

15.4 FWRITE f,p,a [FWR]

Schreibt 256 Bytes aus dem Array in die Page P von File F. Der dritte Parameter bestimmt die Arrayposition:

a	Arraybereich
0	0...255
1	256...511
2	512...767

Da FWRITE im Fehlerfall abbricht, sollte vorher mit FTYPE und FSIZE sichergestellt werden, dass die Page auch geschrieben werden kann.

```

50 'write array 0...255 to
51 'file F in page P
52 R=-1:IF P<1 THEN RETURN
53 IF FTYPE(F)<>20 THEN RETURN
54 IF P>FSIZE(F) THEN RETURN
55 FWRITE F,N,0: R=F: RETURN

```

Die Subroutine schreibt den Inhalt der Arrayzellen 0...255 in die Page P von File F. In der Variable R steht das Resultat: entweder die Filenummer F oder -1, falls das Schreiben der Page nicht möglich ist.

15.5 FREAD f,p,a [FRD]

Liest 256 Bytes aus Page P von File F und schreibt sie in das Array. Der dritte Parameter bestimmt wieder die Arrayposition:

a	Arraybereich
0	0...255
1	256...511
2	512...767

Da FREAD im Fehlerfall abbricht, sollte vorher mit FTYPE und FSIZE sichergestellt werden, dass die Page auch gelesen werden kann.

```
50 'read page P of file F to
51 'array 256...511
52 R=-1:IF P<1 THEN RETURN
53 IF FTYPE(F)<>20 THEN RETURN
54 IF P>FSIZE(F) THEN RETURN
55 FREAD F,N,1: R=F: RETURN
```

Die Subroutine liest den Inhalt der Page P von File F in die Arrayzellen 256...511. In der Variable R steht das Resultat: entweder die Filenummer F oder -1, falls das Lesen der Page nicht möglich ist.

15.6 FDELETE f [FDEL]

Löscht das File F, wenn es vorhanden und vom Typ USR ist. Da FDELETE im Fehlerfall abbricht, sollte vorher mit FTYPE und FSIZE sichergestellt werden, dass das File vorhanden und von TYP USR ist.

```
56 'delete file F
57 R=-1
58 IF FTYPE(F)<>20 THEN RETURN
59 FDELETE F: R=F: RETURN
```

Die Subroutine löscht das File F, falls es vorhanden ist.

15.7 FSELECT v,a [FSEL]

Stellt die Fileselect-Box dar, falls ein formatierter Dataflash-Baustein angeschlossen ist. Die Nummer des gewählten Files liegt im Anschluss in der Variable v. Ist der Dataflash nicht ansprechbar oder wird die Auswahl mit der ESC-Taste abgebrochen, wird die Variable v auf -1 gesetzt. Der wert a ist die Array-Position, ab der die nullterminierte Boxüberschrift steht. Der Rahmen der Fileselct-Box wird mit der aktuell eingestellten Vordergrundfarbe gezeichnet, der Hintergrund ist immer schwarz. Der ursprüngliche Bildinhalt wird nach Verlassen der Fileselect-Box wiederhergestellt.

```
60 'draw fileselct box
61 DATA 0,"Select file:",0
62 FSELECT F,0: RETURN
```

Die Subroutine zeigt eine Fileseect-Box mit dem Titel „Select file:”.

15.8 FFIND(a)

Da das Dateisystem nicht mit Verzeichnissen arbeitet, braucht man die Dateinummer um in eine bestimmte Datei zu schreiben oder von ihr zu lesen. Dazu dient die Funktion **FFIND**. Der Parameter a ist wieder ein Zeiger auf den Bytebereich des Arrays. Das erste Byte gibt den gesuchten Dateityp an (siehe Tabelle oben), danach folgt die Anzahl der zu vergleichenden Bytes am Anfang der Datei und das Vergleichsmuster. Rückgabewert ist die erste gefundene Dateinummer oder -1, falls keine entsprechende Datei gefunden wurde.

```
10 DATA 0,252,0:F=FFIND(0)
```

Es wird nach der ersten freien Datei gesucht (Kennung 252) und liefert die Dateinummer bzw. -1 falls keine freie Datei mehr vorhanden ist.

16 Direktzugriff auf das Dataflash-Modul

In manchen Fällen kann es sinnvoll sein, anstelle der Dateisystemfunktionen Daten direkt auf das Dataflash-Modul zu schreiben oder von dort zu lesen. Dazu dienen die folgenden beiden Befehle:

16.1 RREAD p,a [RRD]

Liest 256 Bytes aus Page P und schreibt sie in das Array. P ist hierbei die Page-Nummer im Dataflash und bezieht sich nicht auf eine Datei. Der zweite Parameter bestimmt wieder die Arrayposition:

a	Arraybereich
0	0...255
1	256...511
2	512...767

Da RREAD im Fehlerfall abbricht, sollte sichergestellt sein, dass die Page auch gelesen werden kann.

16.2 RWRITE p,a [RWR]

Schreibt 256 Bytes aus dem Array in die Page P. P ist hierbei die Page-Nummer im Dataflash und bezieht sich nicht auf eine Datei.

Achtung! Diese Funktion kann das Dateisystem zerstören und sollte deshalb nur mit Vorsicht oder auf unformatierte Dataflash-Bausteine angewendet werden. Der zweite Parameter bestimmt die Arrayposition:

a	Arraybereich
0	0...255
1	256...511
2	512...767

Da RWRITE im Fehlerfall abbricht, sollte sichergestellt sein, dass die Page auch geschrieben werden kann.

17 Laden und Speichern von Programmen

Da die BASIC Programme mit 95 Zeilen a 32 Zeichen nicht gerade sehr üppig ausgestattet sind, gibt es die Möglichkeit, Programme während der Laufzeit auf den Dataflash zu schreiben oder von dort zu laden.

17.1 LOADP f,p

Lädt das Programm mit der Dateinummer f an den Programmplatz p. Dabei ist es nicht möglich, das gerade laufende Programm zu überschreiben. Wird dies versucht, bricht das Programm mit einer Fehlermeldung ab.

17.2 SAVEP f,p

Schreibt das Programm von Programmplatz n in die Datei mit der Nummer f. Dazu muß die Datei entweder nicht vorhanden oder eine Programmdatei sein. **VORSICHT**, eine eventuell vorhandene Datei wird ohne Nachfrage überschrieben!

```
10 DATA 0,252,0:C=FFIND(0)
11 IF C<0 THEN E=1:RETURN
12 DATA 0,16,4,"Test"
13 D=FFIND(0)
14 IF D<0 THEN E=2:RETURN
15 SAVEP C,8:LOADP D,8
16 GOSUB 8,1:LOADP C,8
17 FDELETE C:E=0:RETURN
```

Dieses Unterprogramm sucht nach einem freien Dateiplatz und nach einer Programmdatei, die mit "Hallo" beginnt. Ist beides gefunden, wird das aktuelle Programm 8 auf dem freien Speicherplatz gesichert, das Hallo-Programm in Programmplatz 8 geladen und dann mittels **GOSUB** gestartet. Wenn das Programm dann mittels **RETURN** zurückkehrt, wird das ursprünglich an Programmplatz 8 befindliche Programm wiederhergestellt und die temporär erzeugte Datei gelöscht. Das aufgerufene Programm sollte dabei die Variable C nicht ändern.

18 Meldungen und Fragen in der Box

18.1 ALERT n

Zeigt eine Alert-Box an. Die Daten dazu befinden sich im Array ab Position n. Zuerst stehen dort Vordergrund- und Hintergrundfarbe, gefolgt von nullterminiertem Text. Fehlt der Abschluss mit 0x00, wird die Ausgabe nach 20 Zeichen abgebrochen. Der aktuelle Bildschirminhalt wird vorher gesichert und nach Betätigen der **ENTER** Taste wieder restauriert.

```
01 DATA 0,1,6,"Hallo Welt",0
02 ALERT 0
```

Zeichnet eine Alertbox mit blauer Schrift **Hallo Welt** auf gelbem Grund. Wird die **Enter** Taste gedrückt, verschwindet die Box wieder.

18.2 ASK V,n

Zeigt eine Frage-Box an. Die Daten dazu befinden sich im Array ab Position n. Zuerst stehen dort Vordergrund- und Hintergrundfarbe, gefolgt von nullterminiertem Text. Fehlt der Wert 0x00, wird die Ausgabe nach 20 Zeichen abgebrochen.

```
01 DATA 0,1,6,"Weitermachen?",0
02 ASK P,0
03 ? P
04 WAIT 20
```

Wenn **"Y"** oder **Enter** gedrückt wurde, bekommt P den Wert 1 zugewiesen, wurde **"N"** oder **ESC** gedrückt, erhält P den Wert 0. Groß- und Kleinschreibung spielt dabei keine Rolle.

19 Menüfunktionen

19.1 MENU(n)

Die Funktion **MENU(n)** zeigt ein User-definiertes Menu an. Dabei zeigt n auf eine Zelle im Array, ab der 60 Zeichen Arraytext hinterlegt sind. Die Zuordnung ist folgende:

Offset	Taste	Rückgabewert
0...5	ESC	1
6...11	F1	2
12...17	F2	3
18...23	F3	4
24...29	F4	5
30...35	CTRL+ESC	6
36...41	CTRL+F1	7
42...47	CTRL+F2	8
48...53	CTRL+F3	9
54...59	CTRL+F4	10

Dabei wird gewartet, bis eine gültige Taste (ESC, F1...F4) gedrückt wurde.

Das folgende Programm zeigt ein Beispielenü an. Die Daten dazu befinden sich im Array ab Position 10.

```
01 DATA 10,"++ESC+--F1--*F2**"
02 DATA 28,"++F3+--F4--"
03 DATA 40,"+cESC+-cF1--*cF2**"
04 DATA 58,"+cF3+-cF4--"
05 A=MENU(10)
06 ? @0,0;"Menu:",A," "
07 B=KEY(2):IF A>1 GOTO 5
08 CLS
```

Mit der linken CTRL-Taste kann zwischen beiden Menüebenen hin- und hergeschaltet werden, in der obersten Zeile wird der letzte Rückgabewert angezeigt und **ESC** bricht das Programm ab.

20 Fehlermeldungen und Errorhandling

20.1 ONERR N

Liegt N im Bereich der gültigen Zeilen (1...95), wird bei einem Fehler in diese Zeile gesprungen. Andernfalls wird dann (wie gewohnt) mit einer Fehlermeldung abgebrochen. Befinden sich an und hinter der angegebenen Zeile keine Befehle mehr, wird das Programm ohne Fehlermeldung verlassen.

Wenn mittels GOSUB eine Subroutine in einem anderen Programm aufgerufen wird, wird im Fehlerfall dort in die angegebene Zeile gesprungen.

```
01 ONERR 10
02 A=SQR(-1)

10 DATA 512,7,1,"Error!",0
11 ALERT 512
12 END
```

Da versucht wird, die Wurzel aus einer negativen Zahl zu ziehen, springt das Programm in Zeile 10 und zeigt dort eine Alertbox an.

20.2 ERR(n)

Über diese Funktion können Informationen über den aufgetretenen Fehler ausgelesen werden. Das funktioniert natürlich nur, wenn vorher mit ONERR eine eigene Fehlerroutine angesprungen wurde. Für n=1 wird die Zeile zurückgegeben, in der der Fehler aufgetreten ist, für n=2 das Statement. Für alle anderen Werte von n wird die Fehlernummer zurückgegeben.

```
01 ONERR 10
02 A=SQR(-1)

10 DATA 512,7,1,"Error",0
11 ? #3@2,8;ERR(0);
12 ALERT 512
13 END
```

Da versucht wird, die Wurzel aus einer negativen Zahl zu ziehen, gibt es wieder eine Alertbox. In Zeile 11 wird die Fehlernummer in das Array geschrieben und nun mit angezeigt.

20.3 Fehlermeldungen

Insgesamt gibt es 37 verschiedene Fehlermeldungen. Im Editor werden diese oben in der zweiten Zeile mit Programm-, Zeilen- und Statementnummer angezeigt. Im Allgemeinen lässt sich damit der Fehler recht schnell finden, manchmal kann er sich auch am Ende der vorherigen Zeile befinden.

01	BREAK	Das Programm wurde mit der Tastenkombination Control (Strg) + C abgebrochen.
02	OVERFLOW	Bei einer Rechenoperation liegt das Ergebnis ausserhalb der Grenzen von -32767...32767
03	DIVIDE/0	Es wurde versucht, durch Null zu dividieren
04	SQR FROM <0	Es wurde versucht, die Quadratwurzel aus einer negativen Zahl zu ziehen
05	CONSTANT TOO BIG	Die angegebene Zahl liegt das Ergebnis ausserhalb der Grenzen von -32767...32767
06	WRONG EXPRESSION	In der Formel befinden sich syntaktische Fehler
07	SYNTAX ERROR	Fehlende Parameter, ungültige Zeichen
08	UNKNOWN KEYWORD	Unbekanntes Schlüsselwort, der Programmcode enthält ungültige Bytes
09	WRONG FORMAT	Die Zahlenformatierung ist ungültig (mehr Nachkommastellen als sichtbar)
10	BAD LINENUMBER	Die Zeile mit der angegebenen Zeilennummer existiert nicht
11	NEXT W/O FOR	Zu diesem NEXT Statement gibt es kein korrespondierendes FOR
12	RETURN W/O GOSUB	Zu diesem RETURN Statement gibt es kein korrespondierendes GOSUB
13	STACK OVERFLOW	Insgesamt dürfen nur 16 FOR/GOSUB/REPEAT zu gleichen Zeit „geöffnet“ sein, Ursache kann z.B. ein rekursiver Unterprogrammaufruf sein.
14	UNTIL W/O REPEAT	Zu diesem UNTIL Statement gibt es kein korrespondierendes REPEAT
15	I2C ERROR	An der angegebenen Adresse meldet sich kein Gerät oder es meldet keine Bereitschaft, serielle EEPROMs können z.B. mit dem Schreiben von Daten beschäftigt sein.
16	UNKNOWN ERROR	unbekannter Fehler. Leider lassen sich alle möglichen Kombinationen von Befehlen, Funktionen und Parametern nicht so einfach vollständig testen und es wäre schön, wenn Sie den Fehler melden würden.
17	DFLASH ERROR	Kein Dataflash angeschlossen oder der Baustein reagiert nicht.
18	OUT OF ARRAY	Es wurde versucht auf ein Arrayelement zuzugreifen, welches nicht existiert. Der Fehler tritt auch auf, wenn bei BCOPY der Platz im Array nicht ausreicht.
19	INCOMPLETE PAR	Es wurden zuwenige Parameter für den Befehl angegeben
20	KEYWORD IS MISSING	Das angegebene Statement beginnt nicht mit einem Schlüsselwort sondern z.B. mit einer Zahl
21	WRONG BCOPY	Der Kopiermodus liegt nicht im Bereich (1...6)
22	OUT OF SCREEN	Versuch, ausserhalb des Bildschirmbereiches zu zeichnen (nicht implementiert)
23	CANNOT CREATE FILE	Das File existiert bereits oder die Filenummer liegt ausserhalb des gültigen Bereiches
24	DFLASH FULL	Das File kann nicht erstellt werden, da der Platz auf dem Dataflash nicht ausreicht.
25	FILE NOT FOUND	Das File existiert nicht (ist frei)
26	PAGE NOT IN FILE	Die zu lesende/schreibende Page existiert nicht in diesem File
27	PAGES NOT IN RANGE	Es können nur Files mit 1...128 Pages erzeugt werden
28	NOT IN GRAPHICS MODE	Der angegebene Befehl kann nicht im Grafikmode (VMODE 1...3/5) ausgeführt werden
29	NOT IN TEXT MODE	Der angegebene Befehl kann nicht im Textmode (VMODE 0) ausgeführt werden
30	NO USR FILE	Es können nur Files vom Typ USR gelesen/geschrieben werden (obsolete)
31	SRC OUT OF SCREEN	Der Quellblock bei BCOPY befindet sich nicht vollständig im Bildbereich
32	DEST OUT OF SCREEN	Der Zielblock bei BCOPY befindet sich nicht vollständig im Bildbereich
33	WRONG SPRITE	Die Sprite-Definition hat einen Fehler (z.B. größer als 8x8 Zeichen)
34	WRONG EEPROM ADR	Es wurde versucht, auf eine interne EEPROM-Zelle >1999 zuzugreifen
35	NO PRG FILE	Es wurde versucht, mit LOADP ein Nicht-Programm-Datei zu laden
36	XMODEM ERROR	Beim X-Modem Empfang ist ein (Prüfsummen-) Fehler aufgetreten
37	CANT LOAD THIS	Es wurde versucht, das gerade laufende Programm mit LOADP zu überschreiben