

## **Einstiegshilfe in das ColorForth/ArrayForth-System**

ColorForth hat den besonderen Status „Public Domain“, d.h. jeder Anwender kann das gesamte Projekt uneingeschränkt nach eigenen Wünschen verwerten.

Aktuelle Versionen von ColorForth gibt es als Gratisdownload auf der Website der Firma GreenArrays. Das Unternehmen stellt mithilfe der ColorForth-Software Okad2 eigene Mikroprozessoren her, an deren Entwicklung Charles Moore, der Erfinder der Sprache Forth, maßgeblich beteiligt ist.

## **Download und Installation**

Ich selbst habe meine Version von folgender URL bezogen:  
[www.greenarrays.com/home/documents/greg/cf-releases.htm](http://www.greenarrays.com/home/documents/greg/cf-releases.htm)

Da GreenArrays ColorForth als Entwicklungsumgebung für die hauseigenen Prozessoren vermarktet und daher einen (im Gegensatz zu ColorForth) geschützten Namen einführen möchte, nennen sich die Downloadpakete „ArrayForth“. Jedes Paket enthält die Entwicklungsumgebung für einen bestimmten Chip – diese Unterschiede sind jedoch für Programmierer, die lediglich an ColorForth interessiert sind, nicht erheblich oder sichtbar.

Die Pakete enthalten ein bootfähiges Image, das man entweder mit WinImage oder Rawrite auf Floppy schreiben kann, um dann den Rechner komplett in ColorForth zu booten<sup>1</sup>, oder mithilfe der ebenfalls enthaltenen Datei „Okad2-41-pd.exe“ unter Windows ausführen kann. Ganz wie traditionelle Forth-Systeme ist auch ColorForth also sowohl Betriebssystem als auch Programmiersprache.

## **Umschalten auf US-Tastaturbelegung unter Windows**

Das ColorForth-System geht von der US-Tastaturbelegung aus – diese lässt sich unter Windows glücklicherweise vorübergehend einstellen; klicken Sie hierzu in der Windows-Systemablage rechts unten auf die in Abb. 1 markierte Schaltfläche und wählen Sie English-US aus. Falls die Schaltfläche nicht angezeigt wird, eventuell die Tastaturbelegung English-US in der Systemsteuerung (Zeit, Sprache und Region) als Zusatzoption einrichten.



**Abbildung 1**

Falls Sie unter Windows arbeiten, bitte diesen Schritt unbedingt durchführen – die Nutzung des Systems ist aufgrund der Eingabekonventionen sonst **erheblich mühsamer**.

<sup>1</sup>Funktioniert in der Praxis aufgrund von Hardware-Unterschieden leider nicht immer

Nach Installation eines der Pakete unter Windows und Ausführen der Exe-Datei werden zwei Fenster erstellt – ein Konsolenfenster (Abb. 2) für Fehlermeldungen, das wir im Folgenden vernachlässigen werden, und das eigentliche Fenster der ColorForth-Umgebung (Abb.3).

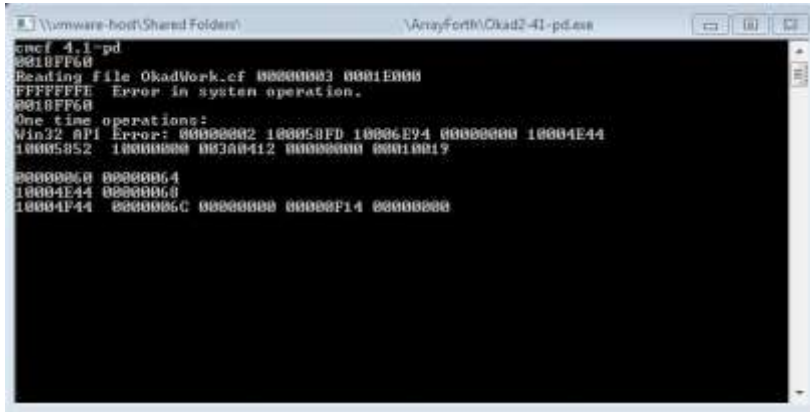


Abbildung 2

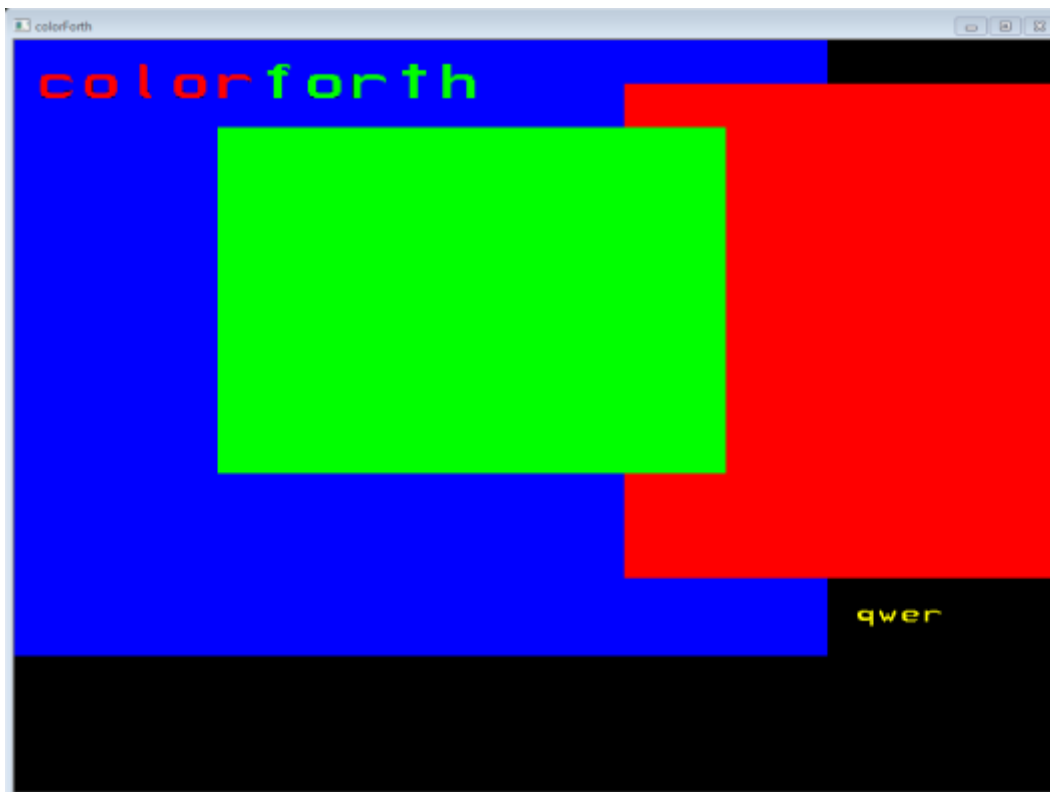


Abbildung 3

Damit ist die Inbetriebnahme des ColorForth-Systems abgeschlossen.

## **Vorbemerkungen zur Programmierung**

---

Bitte noch nicht loslegen – wer es schon einmal ohne Anleitung versucht hat, kennt die Frustrationsmöglichkeiten dieser ungewohnten Umgebung. Einige kurze Vorbemerkungen sorgen für einen erfolgreichen Start!

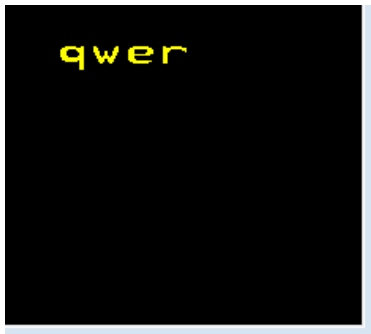
- Rechts unten ist ein Kontextmenü – es gibt Hinweise darüber, welche Tasten die laufende Anwendung akzeptiert und welche Auswirkungen sie haben.
- Zeigt das Kontextmenü „qwer“ an, befindet man sich im „Interpreter“-Modus. Diesen Modus könnte man als die Befehlszeile des ColorForth-Systems bezeichnen. Sollte etwas schief gehen, kann man durch eventuell wiederholtes Drücken von ESC und Rücktaste wieder zum „Interpreter“ zurückkehren.
- Bei der Eingabe ist zu beachten, dass die Rücktaste jeweils eine ganze Zahl bzw. ein ganzes Wort löscht, nicht nur einen Buchstaben.
- Das System geht von einer US-Tastaturbelegung aus – wenn eine Taste nicht „funktioniert“, müssen Sie die entsprechende Taste auf Ihrer Tastatur per Versuch-und-Irrtum suchen und sich merken. Dies gilt hauptsächlich, falls Sie ColorForth im „native“-Betrieb nutzen.

## **Der Stapel (engl. Stack)**

---

Ohne Stapel kein Forth – auch ColorForth verwendet einen zentralen Ablagebereich für Zwischenergebnisse oder Parameter, der Stapel genannt wird. Wir demonstrieren die Verwendung des Stapels jetzt anhand eines Beispiels.

Die Voraussetzung für diese Übung ist, dass das Kontextmenü auf dem Bildschirm rechts unten gemäß Abb.4 die Buchstaben „qwer“ in gelber Schrift zeigt. Eventuell ESC oder Eingabetaste drücken, oder das System neu starten, um diesen Zustand herbeizuführen.



**Abbildung 4**

Die Anzeige „qwer“ des „Interpreter“-Modus bedeutet, dass Zahlen und Wörter wie gewohnt über die Tastatur eingegeben werden können, und insbesondere die Tasten nicht durch ein Kontextmenü als Steuerzeichen gebunden sind.

### Beispiel 1: Ausführen eines kleinen Forth-Programms (=Wort)

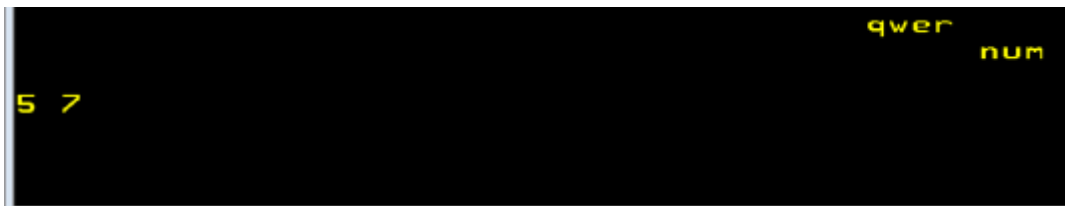
---

1. Geben Sie die Zahl 5 (gefolgt von der Leertaste = Eingabetaste) ein.



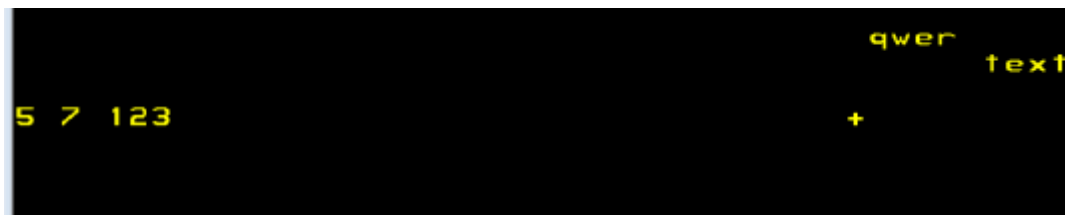
```
qwer num
5
```

2. Geben Sie die Zahl 7 ein.



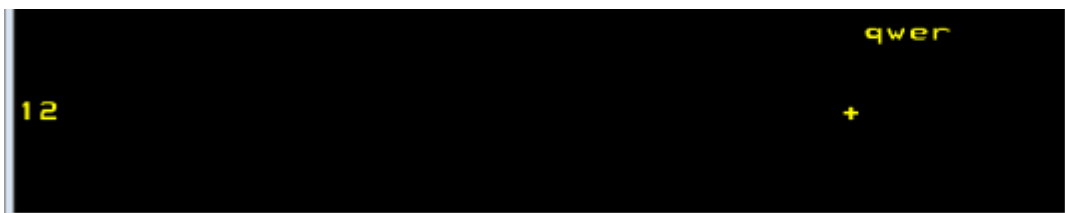
```
qwer num
5 7
```

3. Geben Sie das Plus-Zeichen + ein, **ohne** die Leertaste oder die Eingabetaste zu drücken. (Vermutlich aufgrund der US-Tastaturbelegung musste ich auf meinem System hierzu SHIFT+\* drücken.)



```
qwer text
5 7 123
+
```

4. Die Zahl 123 entspricht der Darstellung des Plus-Zeichens als Zahl. Wenn Sie jetzt die Leertaste oder die Eingabetaste drücken, wird das Forth-Programm + interpretiert (und dabei die Zahl 123 entfernt) und dann ausgeführt. Es addiert die beiden obersten Zahlen des Stapels (5 und 7) und ersetzt sie durch das Ergebnis.



```
qwer
12
+
```

Ein Forth-Programm wird traditionell als Wort bezeichnet. Neben Rechenwörtern wie + gibt es auch Wörter, mit denen die Reihenfolge der Zahlen auf dem Stapel manipuliert werden. Ein wichtiges Wort aus dieser Kategorie ist drop – es entfernt einfach das oberste Element des Stapels.

5. Geben Sie jetzt das Wort drop ein, gefolgt von der Leertaste. Die 12 wird vom Stapel entfernt, der jetzt wieder leer ist.



### **Wörter (Forth-Programme) zum Ändern der Reihenfolge von Elementen des Stapels**

<i>drop</i>	Entfernt das oberste Element
<i>swap</i>	Vertauscht die beiden obersten Elemente
<i>dup</i>	Dupliziert das oberste Element
<i>over</i>	Legt eine Kopie des zweiten Elements auf den Stapel

...

Weitere Wörter aus dieser Kategorie entnehmen Sie bitte einem der vielen Forth-Tutorials.

### **Eigene Wörter (Programme) schreiben – der Block-Editor**

Forth arbeitet traditionell nicht mit Dateien, sondern greift direkt auf die Blockstruktur eines Massenspeichers zu. Der Massenspeicher wird also in ColorForth als Abfolge von Blöcken dargestellt, in die beliebige Daten gespeichert werden können. In Forth wird ein Block als 16 Zeilen x 64 Zeichen (Standardblockgröße = 1K) große Textmatrix dargestellt. In ColorForth entspricht ein Block einer Bildschirmseite.

ColorForth besteht aus einem vergleichsweise winzigen Kern aus Maschinencode<sup>2</sup> und 143 Textblöcken mit lesbarem Quellcode, der in ColorForth geschrieben ist. Der erste Textblock ist Block 18 des Systems, den wir jetzt aufrufen werden.

Achten Sie zunächst darauf, dass Sie sich wie im obigen Beispiel im Interpreter-Modus befinden („qwer“ in gelber Schrift), und geben Sie ein: 18 (Leertaste) edit (Leertaste). Wir legen mit dieser Eingabe die Zahl 18 auf den Stapel und führen darauf das Wort „edit“ aus, mit dem der Block-Editor aufgerufen wird. Abbildung 5 zeigt den danach angezeigten, ersten Quellcode-Block des ColorForth-Systems – Block 18. Die Nummer des angezeigten Blocks erscheint als „Wasserzeichen“ hinter dem Text des Inhalts.

<sup>2</sup> Die Maschinenbefehle der Prozessoren von GreenArrays entsprechen übrigens den am häufigsten benutzten Forth-Befehlen

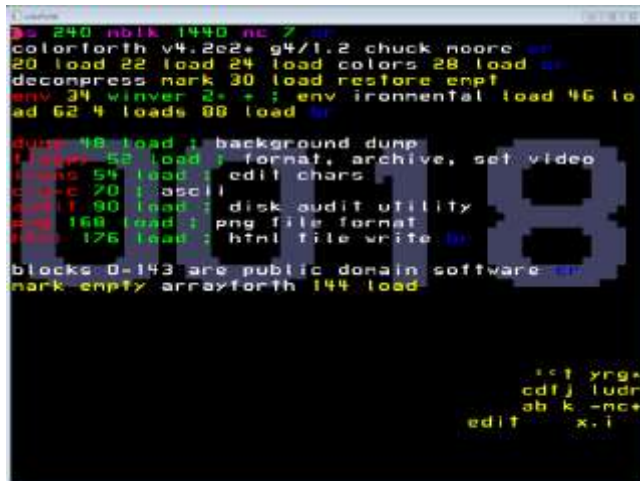


Abbildung 5

Das Kontextmenü zeigt nicht mehr „qwer“, sondern das Kontextmenü des Block-Editors („edit“). Zunächst heißt dies, dass bestimmte Tasten nicht mehr frei sind, sondern an Editorfunktionen gebunden sind (beispielsweise Cursorsteuerung usw). Sobald man eine entsprechende Taste drückt, wird die Funktion ausgelöst, daher Vorsicht.

Die Buchstaben des Kontextmenüs zeigen **nicht** direkt die gebundenen Tasten an (bitte diese Erkenntnis kurz einsinken lassen), sondern geben Hinweise zu deren Funktion – „l u d r“ auf der rechten Seite des Menüs ist beispielsweise als Eselsbrücke für „left up right down“ zur Cursorsteuerung gemeint.

Dennoch bezieht sich jeder Buchstabe des Menüs auf eine Taste, und Buchstaben, die im Menü benachbart sind, entsprechen auch benachbarten Tasten auf der Tastatur (bitte diesen Satz auch kurz einwirken lassen).

Die Auflösung zeigt die nachstehende Abbildung, anhand derer man einen linken, einen rechten und einen unteren Tastenblock erkennen kann, dem die Aufteilung des Kontextmenüs entspricht.



Abbildung 6

In der Gegenüberstellung sieht man, dass den zuvor genannten Funktionen l u d r (Kursor links, auf, ab, rechts) die Tasten JKLÜ der deutschen Tastatur entsprechen. Eine Sonderstellung nehmen die Funktionen x . i (Wort ausschneiden, Eingabe, Wort einfügen) ein, die den blau markierten Tasten N, Leertaste und ALT entsprechen.

Also – rot markierte Tasten entsprechen dem linken Block im Kontextmenü, grün markierte Tasten dem rechten Block.


Da wir uns zunächst mit dem Sichten von Quellcodeblöcken beschäftigen wollen, interessieren uns vorerst nur die Funktionen –, + und klein-x, die den Tasten M, # und P (auf meiner Tastatur) zugeordnet sind.

**Sie können den Block-Editor übrigens jederzeit durch das Drücken der Leertaste verlassen, um wieder in den Interpreter-Modus zu gelangen.**

### **Kommentarblöcke**

In Forth ist es üblich, dass der eigentliche Code in Blöcken mit geraden Blocknummern steht, und die zugehörigen Kommentare in den ungeradzahligen Blöcken.

Drücken Sie jetzt die Taste P (im Kontextmenü durch ein kleines x dargestellt). Daraufhin wird Block 19, der Kommentarblock (engl. shadow block) von Block 18 dargestellt. Durch erneutes Drücken von P gelangen Sie wieder zurück zu Block 18.



```
compile x86 colorforth
ns number of sectors compressed if neg, ce
last compressed if pos.
nbk number of uncompressed blocks.
nc no. of compressed cylinders, deprecated ce
these vars must be first things in block! un

dun compile memory display background task
lc compile icon editor
png screen image to file
--
editor
ce: yrg* all-caps cap lower-case yellow red gr
een * toggles shadow comment block
f: ludr find jump left up down right
: -nc+ dec-block magenta cyan inc-block
x: delete exit insert
: jump jumps between -edited- blocks
f finds next word from find word

:t yrg*
cdfj ludr
ab k -nc+
edit x.i
```

**Abbildung 7**

## Im Quellcode blättern

---

Durch Drücken der Tasten M und # (auf meiner Tastaturbelegung) und P können Sie jetzt im Quellcode blättern und sich die einzelnen Blöcke des ColorForth-Systems anzeigen lassen.

## Steuerung des Cursors

---

Abbildung 7 zeigt den ColorForth-Cursor – ein Pacman-Symbol. Durch Drücken der Taste N wird das links vom Cursor stehende Wort gelöscht. Vorsicht – das System macht das auch; den Quellcode des eigenen Systems zu löschen ist also ganz einfach. Durch wiederholtes Drücken der ALT-Taste (im Kontextmenü durch i gekennzeichnet) kann man ausgeschnittene Wörter wieder einfügen.



Abbildung 8

Wechseln Sie jetzt wieder zu Block 18: (Leertaste) 18 (Leertaste) edit (Leertaste). Mit den bereits erwähnten Tasten J K L Ü (im Kontextmenü als „ludr“) bewegen Sie den Cursor im Quelltext. Vorsicht mit der L-Taste: der Cursor lässt sich nach unten außerhalb des sichtbaren Bereichs bewegen; sollte er **einmal nicht sichtbar** sein, kann man ihn durch wiederholtes Drücken von **K zurückbringen**.

## Eigene Programme schreiben

---

Wir werden jetzt ein Wort (Programm) schreiben, das wir im Interpreter-Modus ausführen können, wie jedes andere Forth-Wort. Unser Wort wird also im System gleichberechtigt neben Wörtern wie +, drop, edit oder load verfügbar sein.

## Vorbemerkung: Woher kommt der Name ColorForth?

---

Semantische Funktionen, die in traditionellem Forth durch Sonderzeichen bzw. spezielle Wörter programmiert werden, werden in ColorForth durch die **Anzeigefarbe** der Forth-Wörter festgelegt.

Für unser Beispiel benötigen wir nur die Farben Rot (Name des zu definierenden Wortes) und Grün (die Definition des Wortes).



## Beispiel 2: Ein eigenes Forth-Programm

---

1. Wir suchen uns einen leeren Quelltextblock, um dort die Definition unseres Wortes zu schreiben:  
(Leertaste) 250 (Leertaste) edit (Leertaste).



2. Wir wechseln zur roten Farbe; drücken Sie bitte die Taste I (Kontextmenü r = red). Geben Sie anschließend das Wort „mal2“ + Leertaste ein. Auf dem Bildschirm erscheint in roter Schrift das Wort mal2, und die Farbe des Kontextmenüs wechselt in grüne Schrift. Der Grund für den automatischen Wechsel: ColorForth weiß, dass auf den Namen eines Wortes jetzt dessen Definition (in grüner Schrift) folgt.



3. Geben Sie jetzt die Definition<sup>3</sup> des Wortes ein: dup Leerzeichen + Leerzeichen ; Leerzeichen  
Unser Programm dupliziert das oberste Element des Stapels, addiert beide Elemente und hinterlässt somit das zweifache des ursprünglichen Elements auf dem Stapel. Das Semikolon beendet die Definition.



4. Drücken Sie jetzt die Leertaste (eventuell Rücktaste + ESC) bis Sie sich wieder im Interpreter-Modus mit gelber Schrift befinden. Geben Sie „mal2“ (Leertaste) ein – es wird ein Fragezeichen angezeigt, weil das System unsere Wortdefinition noch nicht kennt.
5. Wir laden jetzt mithilfe des Befehls „load“ alle Definitionen (bis jetzt nur eine) in Block 250 in das System. Geben Sie hierzu ein: 250 (Leertaste) load (Leertaste).
6. Geben Sie ein: 120 (Leertaste) mal2 (Leertaste), um das Wort zu testen.



<sup>3</sup> Aufgrund der US-Tastaturbelegung ist hier eventuell Suchen angesagt – auf meiner Tastatur fand ich das + als SHIFT + und das ; als Ü.

## **Automatischer Zeilenwechsel**

---

Wenn Sie die nächste Definition eingeben möchten, um selbst einmal in Forth zu programmieren, werden Sie den Zeilenschalter suchen, um in die nächste Zeile zu gelangen. Wechseln Sie einfach zur roten Farbe für das nächste Wort – ColorForth weiß, was Sie vorhaben, und springt zur nächsten Zeile.

Als Appetithäppchen für weitere Farben: Sie können auch nach dem Semikolon das Wort `cr` (für carriage return – Zeilenumbruch) in blauer Schrift (Kontextmenü `b` für blue, Taste `X`) einfügen. Wörter in blauer Schrift werden nämlich sofort bei der Anzeige des Blocks ausgeführt...

## **Speichern des Systems**

---

*Wenn Sie jetzt das ColorForth-Fenster schließen würden, wäre Ihre Definition verloren. Mit dem Befehl „save“ speichern Sie das gesamte System.*

## **Schlussbemerkung**

Mit Ihrem jetzigen Wissen sollten Sie den Umgang mit dem Blockeditor üben. ColorForth ist dem traditionellen Forth eigentlich sehr ähnlich – bevor Sie sich die anderen Farben erschließen müssen, können Sie noch viele Beispiele aus Forth-Tutorials oder Büchern auf die beschriebene Art eingeben und im Interpreter ausprobieren. Zu beachten ist anfangs eigentlich nur, dass der Doppelpunkt, der im traditionellen Forth die Definition einleitet, in ColorForth durch die rote Farbe ersetzt wird.

Achten Sie bei eigenen Gehversuchen auch darauf, Ihren Quellcode nicht in Blöcke mit ungerader Blocknummer zu schreiben – diese werden ja wie beschrieben für Kommentare verwendet und beim Laden nicht berücksichtigt.

*Michael Mangelsdorf, Oktober 2010*