

Frodo

Christian Bauer

Copyright © 1994-1996 Christian Bauer

COLLABORATORS

	<i>TITLE :</i> Frodo		
<i>ACTION</i>	<i>NAME</i>	<i>DATE</i>	<i>SIGNATURE</i>
WRITTEN BY	Christian Bauer	July 20, 2024	

REVISION HISTORY

NUMBER	DATE	DESCRIPTION	NAME

Contents

1	Frodo	1
1.1	Frodo Bedienungsanleitung	1
1.2	Was ist neu?	2
1.3	Überblick	2
1.4	Installation	3
1.5	Starten und Beenden	3
1.6	Einstellungen	4
1.7	Tastaturbelegung	6
1.8	Dateizugriff	7
1.9	Drucker	8
1.10	SAM	8
1.11	Die SID-Karte	12
1.12	Das IEC-Kabel	12
1.13	Die Einzelzyklus-Emulation 'Frodo SC'	13
1.14	Demoprogramme	14
1.15	Technische Infos	15
1.16	Der Quelltext	15
1.17	Rechtliches	16
1.18	Bugreports	17
1.19	Danksagungen	17
1.20	Der Autor	18
1.21	History	18
1.22	Die Zukunft	21

Chapter 1

Frodo

1.1 Frodo Bedienungsanleitung

Frodo
Version 2.1
Was ist neu?

Ein Commodore 64 Emulator
für Amiga Rechner

© Copyright 1994-1996 Christian Bauer
Freely distributable

Überblick	Wieso noch ein C64-Emulator?
Installation	Wie installiere ich Frodo?
Starten/Beenden	There and back again....
Einstellungen	Die leidige Konfiguration
Tastaturbelegung	Wo ist an der Tastatur "oben"?
Dateizugriff	Ein C64 mit Festplatte
Drucker	Benutzung von C64-Druckern
SAM	Der eingebaute Assembler/Monitor
Die SID-Karte	Für die, die den echten Sound haben wollen
Das IEC-Kabel	Wie kommt die 1541 an den Amiga?
Frodo SC	Die Einzelzyklus-Emulation
Demoprogramme	Die beiliegenden Beispielprogramme
Technische Infos	Was die Welt im Innersten zusammenhält
Der Quelltext	Use the source, Luke.
Rechtliches	Copyright usw.
Bugreports	Hoppla, da läuft was nicht!
Danksagungen	Vielen Dank für die Blumen
Der Autor	Adresse des Programmierers
History	Entwicklungsgeschichte des Programms
Die Zukunft	Pläne für die nächsten Versionen

1.2 Was ist neu?

Die wichtigsten Änderungen zu Version 2.0:

- Der 1-Bit-Amiga-Modus funktioniert wieder stabil
- Bessere Tastatur/Joystick-Emulation
- Die Darstellung von Sprites kann abgeschaltet werden
- Frodo SC kann Sprites darstellen
- SAM kann von "Illegal Opcode"-Requestern aus aufgerufen werden
- Das C64-Character-ROM wird nun mitgeliefert

Genaueres steht in der Entwicklungsgeschichte.

1.3 Überblick

"Ú-queta i yéni avánier alye,
ú-queta i cirya ná vanwa!"

Frodo ist ein multitaskingfähiger C64-Emulator für den Amiga und der erste C64-Emulator der Welt, der kein "64" im Namen hat. :-) (Nein, er hat absolut nichts mit frodo.hiof.no zu tun, das ist purer Zufall.)

Frodo wurde speziell dazu entwickelt, die Grafik von Spielen und Demos besser wiederzugeben als die existierenden Emulatoren für den Amiga. Daher hat Frodo relativ hohe Systemanforderungen: optimal sind ein 68040/68060 und eine Zorro-III-Grafikkarte. Dafür zeigt er noch Rastertricks korrekt an, bei denen einem beim "A64" vor lauter Flimmern die Augen tränen.

Benötigt wird ein Amiga mit mindestens OS2.1, einem 68020-Prozessor und 2MB Hauptspeicher. Frodo kann sowohl die eingebaute Amiga-Grafik verwenden, als auch jede beliebige Grafikkarte, deren Bildschirmmodi über den Standard-Bildschirmmodus-Requester auswählbar sind.

Die Benutzung einer Grafikkarte wird wärmstens empfohlen, da die Routinen des Emulators für einen Chunky-Grafikspeicher entwickelt wurden. Das Programm läuft zwar prinzipiell auf einem nackten A1200, aber die wahre Freude stellt sich damit nicht ein. Es gibt jedoch einen speziellen Monochrom-Modus, der zwar keine Farbe hat, aber dafür eine ganze Ecke schneller läuft als die volle Emulation. Auf einem 68060-50 mit CyberVision erreicht Frodo ca. 140-160% der Geschwindigkeit des Original-C64 im Standard-Textmodus wenn die Emulation auf maximale Präzision eingestellt ist.

Das Programm ist keine hundertprozentige Emulation (gibt es sowas?), die wichtigsten noch fehlenden Dinge sind:

- Weder Amiga-Drucker noch RS232 verwendbar
- Keine Emulation einer REU (RAM-Erweiterung)
- Keine Snapshots möglich

Aber bald kommt ja die nächste Version raus... :-)

1.4 Installation

Das Archiv enthält die folgenden Dateien:

README	- Kurzbeschreibung
Frodo	- Frodo-Hauptprogramm
Frodo SC	- Frodo-SC-Hauptprogramm
Frodo.guide	- Diese Anleitung
Frodo_E.guide	- Die englische Version der Anleitung
Frodo Prefs	- Datei mit den Einstellungen
FrodoSIDCard.lha	- Archiv mit Informationen zur SID-Karte
Char ROM	- C64-Character-ROM
#?.info	- Verschiedene Icons
Catalogs/#?	- Sprachdateien
64prgs/#?	- Einige Demoprogramme
src/#?	- Quelltext

Zur Installation reicht es, das Archiv irgendwo auf die Festplatte zu entpacken. Die Dateien in "Catalogs" brauchen nicht nach LOCALE: kopiert zu werden, sie können da bleiben, wo sie sind. Frodo braucht keine Assigns oder ähnlichen Firlefanzen, aber zum Betrieb werden noch Kopien der original-C64 Basic- und Kernal-ROMs benötigt. Diese liegen aus rechtlichen Gründen nicht bei, sondern müssen anderswo besorgt werden.

Frodo benötigt drei ROM-Dateien namens "Basic ROM", "Kernal ROM" und "Char ROM" (mitgeliefert), die im selben Verzeichnis wie Frodo liegen müssen. Wer für den "A64 V2.0" die Basic- und Kernal-ROMs schon hat (nicht die *.data-Dateien, das sind nicht die richtigen ROMs), kann diese nach einer Umbenennung direkt verwenden, ansonsten können sie von einem echten C64 mit dem folgenden Programm ausgelesen und gespeichert werden:

```
10 OPEN 1,8,2,"BASIC ROM,S,W"
20 FOR X=40960 TO 49151:PRINT#1,CHR$(PEEK(X));:NEXT
30 CLOSE 1
40 OPEN 1,8,2,"KERNAL ROM,S,W"
50 FOR X=57344 TO 65535:PRINT#1,CHR$(PEEK(X));:NEXT
60 CLOSE 1
```

Leider bietet Frodo z.Z. keine Möglichkeit, die so gespeicherten ROMs auf den Amiga zu bekommen, aber man kann sie mit einem Nullmodemkabel übertragen oder eines der 1541-zu-Amiga Transfer-Programme benutzen. (Mit Frodo kann man zwar auch C64-Laufwerke benutzen, aber um Frodo zu starten braucht man ja die ROMs bereits %-).

Es ist evtl. auch möglich, die ROMs von einem FTP-Server zu bekommen, z.B. "roms.zip" auf watson.mbb.sfu.ca im Verzeichnis "emulation" oder im Verzeichnis "/pub/cbm/firmware" von ftp.funet.fi.

Zur Soundemulation benutzt Frodo die "6581sid.library" von A64 V3.0 oder die "playsid.library" von PlaySID V3.0, die ebenfalls nicht beiliegen, aber über das Aminet erhältlich sind.

1.5 Starten und Beenden

Nach einem Doppelklick auf das Icon erscheint zunächst das Fenster,

in dem die Einstellungen für den Emulator vorgenommen werden.

Der eigentliche Emulator wird durch einen Klick auf "OK" gestartet. Dann sollte zunächst ein schwarzer Bildschirm und nach einem kurzen Moment die C64-Einschaltmeldung kommen.

Die laufende Emulation kann über den Menüpunkt "Beenden" wieder beendet werden.

1.6 Einstellungen

Das Einstellungsfenster erscheint direkt nach dem Start von Frodo, oder, wenn man bei laufender Emulation auf F9 drückt oder den Menüpunkt "Einstellungen..." wählt.

Mit "Zyklen pro Zeile (CPU)" und "Zyklen pro Bad Line (CPU)" regelt man das Verhältnis von Grafikgeschwindigkeit zu Prozessorgeschwindigkeit. Je höher diese Werte, desto schneller die emulierte CPU, aber desto langsamer der Grafikaufbau. Zeigt ein Programm Grafikfehler oder flimmernde Zeilen, sollte man versuchen, beide Werte leicht abzuändern. Für "Bruce Lee" muß bei "Zyklen pro Zeile (CPU)" ein Wert von "62" eingetragen werden.

Unter "Zyklen pro Zeile (CIA)" regelt man die Geschwindigkeit der CIA-Timer. Wenn man hier einen höheren Wert eingibt, wird die Frequenz des Cursor-Blinkens und der Tastenwiederholung größer. Einige Programme laufen mit dem vorgegebenen Wert nicht korrekt (z.B. "Ballblazer", bei dem man hier "65" eintragen muß).

Die Einstellungen für die drei "Zyklen", die dem original-PAL-C64 am nächsten kommen, sind (63,23,63).

Mit "Jedes (n)te Bild" kann man angeben, ob Frodo bei der Darstellung der C64-Grafik Bilder überspringen soll. Die normale Einstellung ist "1", d.h. jedes Bild (jeder simulierte Strahldurchlauf) wird neu berechnet. Ändert man die Einstellung z.B. auf "2", so wird nur noch jedes zweite Bild berechnet, was die Emulation natürlich erheblich beschleunigt, obwohl einige Rastereffekte damit ungenau dargestellt werden.

"Joystick an Port 1/2" bezieht sich auf die Amiga-Ports. Normalerweise wird man Port 1 ausgeschaltet lassen, wenn man dort die Maus angeschlossen hat. Mit "Joysticks vertauschen" kann man die Zuordnung der Amiga-Ports zu den C64-Ports wechseln, ohne den Joystick umstecken zu müssen. Wenn z.B. ein C64-Spiel den Joystick an Port 1 erwartet, kann man ihn am Amiga-Port 2 eingesteckt lassen und braucht nur "Joysticks vertauschen" zu aktivieren.

Die Anordnung der Tasten Y und Z entspricht normalerweise dem deutschen System. Mit "Amerik. Tastatur" kann man sie auf den amerikanischen Standard anpassen (Y und Z vertauschen).

Mit dem Symbol "Sprite-Darstellung" kann man die Darstellung der Sprites an- und ausschalten. Das Abschalten beschleunigt die Emulation etwas, wenn viele Sprites auf dem Bildschirm sind.

Das Symbol "Sprite-Kollisionen" bestimmt, ob Kollisionen zwischen Sprites untereinander und zwischen Sprites und Grafik erkannt werden sollen. Im Monochrom-Modus sind die Kollisionen immer ausgeschaltet. Mit abgeschalteten Kollisionen wird man in manchen Spielen unverwundbar (leider werden die Gegner dadurch meistens auch unverwundbar :-/).

Mit der Einstellung "Schneller Reset" gibt man an, ob der Speichertest beim C64-Reset übersprungen werden soll. Auf dem Amiga ist der Speichertest nicht notwendig und der Reset-Vorgang (F10) wird viel schneller, wenn man ihn abschaltet.

In der linken unteren Bildschirmecke stellt Frodo immer dar, wieviel Prozent der Geschwindigkeit eines echten C64 die Emulation erreicht. Ist das Feld "Geschw.begrenzen" aktiv, wird die Emulation abgebremst, wenn die Geschwindigkeit über 100% steigt. Wenn man den Wert "Jedes (n)te Bild" so einstellt, daß die Geschwindigkeit gerade über 100% ist und den Geschwindigkeitsbegrenzer einschaltet, läuft die Emulation mit original-C64-Geschwindigkeit, bei höchstmöglicher Präzision.

Die Einstellung "Bildschirm-Typ" bestimmt die Art, wie die Grafik angesteuert wird. "8 Bit RTG" ist die kompatibelste Einstellung, die für Grafikkarten benutzt werden muß und mit allen Karten funktionieren sollte. Besitzt man keine Grafikkarte, sollte man stattdessen die schnellere Einstellung "4 Bit c2p4" benutzen (diese funktioniert allerdings nicht mit Grafikkarten). Außerdem steht mit "1 Bit Amiga" noch ein besonders schneller Monochrom-Modus ohne Spritekollisionen zur Verfügung (nützlich z.B. für "Elite"), der allerdings ebenfalls nicht auf Grafikkarten funktioniert. Nach Auswahl des Bildschirmtyps kann man unter "Bildschirmmodus" den zu verwendenden Bildschirmmodus auswählen. Diese Einstellungen lassen sich nur direkt nach dem Starten von Frodo ändern.

Das Feld "Direkter Videozugriff erlaubt" hat nur bei Verwendung der CyberGraphX-Software eine Funktion. Ist es abgehakt, schreibt Frodo ohne jede Kontrolle direkt in den Bildschirmspeicher der Grafikkarte, wenn die Karte dieses unterstützt. Dies beschleunigt die Geschwindigkeit des Emulators um ca. 20%, aber man sollte sicherstellen, daß außer Frodo kein weiteres Programm gleichzeitig die Grafikkarte benutzt.

Mit "SID-Emulation" stellt man die zu verwendende Sound-Emulation ein. Bei "Keine" ist die Tonausgabe abgeschaltet, "SID-Karte" benutzt die SID-Karte, "6581sid.library" die Library von A64 und "playsid.library" die von PlaySID. Für die letzten beiden Einstellungen müssen die entsprechenden Libraries in LIBS: vorhanden sein. Besitzt man keine SID-Karte, so liefert "playsid.library" die beste Tonqualität, aber mit höherem Aufwand an Rechenzeit als "6581sid.library".

Unter "Laufwerk 8" bis "Laufwerk 11" gibt man an wie die Diskettenlaufwerke 8, 9, 10 und 11 emuliert werden sollen (siehe dazu auch hier). Zur Auswahl stehen "Dir", "D64" und "IEC". Bei "Dir" wird das Laufwerk in einem Verzeichnis des Amiga-Dateisystems emuliert. Der Name und Pfad des Verzeichnisses muß im Textfeld daneben eingetragen werden (mit einem Klick auf das rechte Symbol kann man dies auch bequemer über ein Dateiauswahlfenster machen. Bei "D64" greift Frodo auf eine .d64 oder x64-Datei zu, die ein Image einer kompletten C64-Diskette enthält. Der Name der Datei kann entweder in das Textfeld eingegeben oder mit dem rechten Symbol ausgewählt werden. Ist "IEC" eingestellt, wird die entsprechende

Gerätenummer über das IEC-Kabel als reales C64-Gerät angesteuert. Hat man z.B. eine echte 1541 mit Gerätenummer 8 angeschlossen, muß man Laufwerk 8 auf "IEC" stellen, damit die echte 1541 verwendet wird.

Ist das Feld "IEC für andere Geräte verwenden" aktiv, spricht Frodo Geräte mit den Nummern 4-7 und 12-15 ebenfalls über das IEC-Kabel an. Hat man z.B. einen C64-Drucker mit der Nummer 4 an den Amiga angeschlossen, sollte man dieses Feld anklicken, damit der Drucker benutzt werden kann. Ist das Symbol nicht aktiviert, geben alle Geräte außer 8-11 einen "Device not present error".

Mit "'/' -> '\ ' in Dateinamen" bestimmt man, ob das '/' in C64-Dateinamen durch ein '\ ' ersetzt werden soll und umgekehrt. Das '/'-Zeichen wird auf dem Amiga benutzt, um Unterverzeichnisse anzusprechen, aber da der C64 keine Unterverzeichnisse hat, ist es ein gültiger Teil eines C64-Dateinamens. Das ist aber problematisch, wenn ein Programm eine Datei mit einem '/' im Namen erzeugen will, da das AmigaDOS den Teil davor als Verzeichnisname interpretieren und - da es kein solches Verzeichnis findet - einen Fehler zurückgeben und das Öffnen der Datei fehlschlagen würde. Jetzt braucht man nur dieses Symbol zu aktivieren und alle '/' werden transparent in '\ ' konvertiert, also steht in Directories immer noch das '/'. Wenn man dieses Symbol ausschaltet, kann man natürlich das '/' benutzen, um vom C64 aus Dateien in Amiga-Unterverzeichnissen anzusprechen.

Durch einen Klick auf "Sichern" werden die Einstellungen auf Platte gespeichert und stehen danach auch beim nächsten Start des Emulators zur Verfügung. "OK" startet den Emulator (bzw. kehrt dorthin zurück) und "Abbrechen" verwirft die Einstellungen und beendet Frodo (bzw. kehrt ohne Änderung in den Emulator zurück).

Mit den Menübefehlen "Öffnen..." und "Sichern als..." kann man die Einstellungen auch in beliebige Dateien sichern. Durch Doppelklick auf eine Einstellungsdatei wird Frodo mit den darin gespeicherten Einstellungen gestartet.

1.7 Tastaturbelegung

Die Anordnung der Tasten entspricht im Wesentlichen der des C64, die Anordnung von Y und Z läßt sich aber einstellen, um sie der deutschen Tastatur anzupassen.

Die einzelnen Reihen der Tastatur sind wie folgt belegt (deutsche Tastatur):

Option "Amerik. Tastatur" aus:

```
<- 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 + - £      [ ] / *
    Q W E R T Z U I O P @ *      -
    A S D F G H J K L : ; =      <Joy> +
    ^ Y X C V B N M , . /
```

Option "Amerik. Tastatur" an:

```
<- 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 + - £      [ ] ^ =
```

```

Q W E R T Y U I O P @ *      -
A S D F G H J K L : ; =      <Joy> +
^ Z X C V B N M , . /

```

Zusätzlich werden noch folgende Tasten verwendet:

```

Esc      - RUN/STOP
<-      - INS/DEL
Del      - CLR/HOME
Help     - RESTORE
Return   - RETURN
Enter    - RETURN
Amiga    - C=
Alt      - C=
F1-F8    - F1-F8
F9       - Ruft das Einstellungsfenster auf
F10      - Löst einen Reset aus

```

Die beliebte Tastenkombination RUN/STOP-RESTORE entspricht dann also ESC-Help auf der Amiga-Tastatur. Allerdings muß man auf der Help-Taste nicht so rumprügeln wie auf der RESTORE-Taste beim C64. :-)

Die Cursor-(Pfeil-)Tasten können wie beim Amiga verwendet werden, d.h. "Cursor hoch" entspricht der C64-Tastenkombination "Shift-Cursor-runter". Dasselbe gilt für die Funktionstasten F2, F4, F6 und F8.

Die Zehnertastatur emuliert einen Joystick in Port 2 (mit "Joysticks vertauschen" einen in Port 1):

```

  7      8      9
      ^
      |
  4      5      6
<-- Feuer -->
      |
      v
  1      2      3

  0
Feuer

```

1.8 Dateizugriff

Frodo bietet drei Möglichkeiten, 1541-Laufwerke an den Geräteadressen 8, 9, 10 und 11 zu simulieren:

1. Amiga-Verzeichnis, Einstellung "Dir"

Hierbei sind die C64-Programme und Dateien in einem Verzeichnis auf der Amiga-Festplatte abgelegt und können vom Emulator ganz normal mit LOAD und SAVE geladen und gespeichert werden. Die Pfade zu den Verzeichnissen der simulierten Laufwerke werden im Einstellungsfenster unter "Laufwerk 8" bis "Laufwerk 11" angegeben.

Man kann auch von Frodo aus das Inhaltsverzeichnis mit `LOAD"$",8` laden. Dabei werden alle Dateien, die als "ausführbar" markiert sind, als "PRG", alle restlichen Dateien als "SEQ" angezeigt. Der Dateityp "DIR" bezeichnet ein Amiga-Unterverzeichnis. Um hineinzugelangen muß man die Einstellungen aufrufen und den Pfad des Laufwerks entsprechend ändern, da das C64-Betriebssystem nichts von Unterverzeichnissen weiß. Es ist allerdings möglich, mit "/" in einem C64-Dateinamen Dateien aus Unterverzeichnissen anzusprechen (z.B. `LOAD"GAMES/ELITE",8`), solange nicht die '/'-Übersetzung in den Einstellungen angeschaltet ist.

Beim Öffnen von Dateien werden die Dateitypen "PRG" und "SEQ" und die Zugriffsmodi "R", "W" und "A" unterstützt. Jokerzeichen (*,?) können ebenfalls verwendet werden, man muß aber beachten, daß es auf dem Amiga keine festgelegte Reihenfolge der Dateien in einem Verzeichnis gibt und das Ergebnis von `LOAD"*",8` eher zufällig ist. Dateien werden immer überschrieben, auch wenn man sie nicht mit "@:" öffnet. Floppy-Befehle (außer "I" und "UJ"), relative Dateien und Direktzugriff sind nicht implementiert, man kann jedoch den Fehlerkanal auslesen.

2. .d64/x64-Image-Datei, Einstellung "D64"

Die meisten im Internet und auf CD-ROM verfügbaren C64-Programme, insbesondere Demos und Spiele, sind in Dateien mit der Endung ".d64" abgelegt. In einer solchen Datei sind alle 683 Blocks einer kompletten Seite einer 1541-Diskette gespeichert. Damit sind von der Emulation aus auch direkte Zugriffe auf einzelne Blocks einer Diskette möglich, allerdings unterstützt Frodo keine Schreibzugriffe.

Neben .d64-Dateien kann Frodo auch Image-Dateien des Emulators "x64" verwenden, wobei automatisch erkannt wird, daß es sich um eine x64-Datei handelt.

3. Anschluß einer echten 1541, Einstellung "IEC"

Zum Anschluß von echten C64-Laufwerken benötigt man ein spezielles Kabel, mit dem die Geräte an den Amiga angeschlossen werden. Die Laufwerke können wie vom C64 aus verwendet werden. Speedloader funktionieren allerdings nicht.

1.9 Drucker

Frodo kann zwar keine Amiga-Drucker verwenden, aber man kann mit dem IEC-Kabel einen C64-IEC-Drucker anschließen, der wie beim C64 üblich angesprochen wird. Dazu muß allerdings das Symbol "IEC für andere Geräte verwenden" im Einstellungsfenster aktiviert sein.

1.10 SAM

Frodo besitzt einen eingebauten Maschinensprachemonitor, der jederzeit über den entsprechenden Menüpunkt aufgerufen werden kann: SAM (Simple Assembler and Monitor). Er erlaubt den vollen Zugriff auf den Speicher und die Hardware des emulierten C64.

Die Bedienung erfolgt über eine befehlsorientierte Schnittstelle, alle Zahlenwerte sind hexadezimal. Mit dem Befehl "h" kann jederzeit eine Befehlsübersicht dargestellt werden. Der Befehl "x" beendet SAM und kehrt zu Frodo zurück.

Alle Befehle, die auf den C64-Speicher zugreifen, benutzen die mit dem "k"-Befehl eingestellte Speicherkonfiguration. Beim Start von SAM wird die Konfiguration eingestellt, in der sich auch der Prozessor befindet. Zugriffe von SAM aus haben dieselbe Wirkung wie Zugriffe des emulierten Prozessors. Dies betrifft insb. die I/O-Register: Ein Speicherauszug von \$dc00-\$de00 löscht anstehende CIA-Interrupts, da von \$dc0d und \$dd0d gelesen wird. Mit den "v"-Befehlen kann man auf die I/O-Chips zugreifen, ohne den Zustand der Emulation zu verändern.

Überall, wo SAM die Angabe einer Zahl erwartet (außer im Assembler), kann auch ein durch die vier Grundrechenarten und Klammern verknüpfter Ausdruck von Zahlen angegeben werden. Befehle, die eine längere Ausgabe erzeugen, können mit CTRL-C abgebrochen werden.

Hier eine Beschreibung aller Befehle ('[]' kennzeichnet einen Parameter, den man weglassen kann, '{}' einen Parameter, den man beliebig wiederholen kann. Wird ein Parameter [start] weggelassen, so wird an der Adresse fortgefahren, an der letzte Befehl aufgehört hat):

a [start] Assemblieren

startet den Assembler ab Adresse "start". SAM gibt immer die Adresse vor, an die der nächste Befehl geschrieben wird. Die Syntax der Befehle entspricht bis auf eine Ausnahme dem Standard: Schiebe-/Rotationsbefehle mit der Adressierungsart "Akkumulator" müssen ohne Operand eingegeben werden, also z.B. "lsr" statt "lsr a". Durch Eingabe einer leeren Zeile wird der Assembler beendet und SAM kehrt in den Kommandomodus zurück.

b [start] [end] Binarärauszug

stellt den Speicher von "start" bis "end" byteweise binär dar. Damit kann man sich z.B. Zeichensätze ansehen.

c start end dest Speicher vergleichen

vergleicht den Speicher im Bereich von "start" bis einschließlich "end" mit dem ab "dest". Die Adressen aller unterschiedlichen Bytes und die Gesamtanzahl an Unterschieden (dezimal) werden ausgegeben.

d [start] [end] Disassemblieren

disassembliert den Speicher von "start" bis "end". Undokumentierte Opcodes

werden mit einem Stern '*' gekennzeichnet.

e Interrupt-Vektoren zeigen

zeigt die Interrupt-Vektoren des 6510 und (falls das Kernal-ROM eingeblendet ist) des Kernal an.

f start end byte Speicher füllen

füllt den Speicher im Bereich von "start" bis einschließlich "end" mit dem Wert "byte".

i [start] [end] ASCII/PETSCII-Auszug

zeigt den Speicher von "start" bis "end" als ASCII/PETSCII-Zeichen an.

k [config] Speicherkonfiguration zeigen/setzen

"k" ohne Parameter zeigt die für SAM eingestellte Speicherkonfiguration, "k" mit Parameter ändert sie. Beim Verlassen von SAM wird die über den Prozessorport angegebene Konfiguration wiederhergestellt. Die 8 möglichen Konfigurationen sind:

#	\$a000-\$bfff	\$d000-\$dfff	\$e000-\$ffff
0	RAM	RAM	RAM
1	RAM	Char-ROM	RAM
2	RAM	Char-ROM	Kernal-ROM
3	Basic-ROM	Char-ROM	Kernal-ROM
4	RAM	RAM	RAM
5	RAM	I/O	RAM
6	RAM	I/O	Kernal-ROM
7	Basic-ROM	I/O	Kernal-ROM

l start "file" Daten laden

lädt den Inhalt der angegebenen Datei in den Speicher ab Adresse "start". Der Dateiname muß in Anführungszeichen stehen, auch wenn er keine Leerzeichen enthält. Dieser Befehl kann nicht zum Laden von C64-Programmen benutzt werden, denn er berücksichtigt die in den Programmen angegebene Ladeadresse nicht.

m [start] [end] Speicherauszug

zeigt den Speicher von "start" bis "end" hexadezimal und als ASCII-Zeichen an.

n [start] [end] Bildschirmcode-Auszug

zeigt den Speicher von "start" bis "end" als ASCII-Zeichen an, wobei jedes

Byte als Bildschirmcode im Standard-Zeichensatz interpretiert wird.

o ["file"] Ausgabe umleiten

Wird als Parameter der Name einer Datei angegeben, werden alle folgenden Ausgaben in diese Datei umgelenkt. Der Dateiname muß in Anführungszeichen stehen, auch wenn er keine Leerzeichen enthält. Die Eingabe von "o" ohne Parameter schließt die Datei und leitet die Ausgabe wieder in das Fenster von SAM.

p [start] [end] Sprite-Auszug

zeigt den Speicher von "start" bis "end" mit drei Bytes pro Zeile binär an. Damit kann man sich Sprite-Daten ansehen.

r [reg value] 6510-Register zeigen/ändern

"r" ohne Parameter zeigt alle 6510-Register und Flags und den Befehl am aktuellen Stand des Programmzählers an. "DR" und "PR" sind Datenrichtungsregister und Datenregister des Prozessorports. Um ein Register zu ändern, müssen der Registername ("reg") und der neue Wert ("value") als Parameter angegeben werden.

s start end "file" Daten speichern

schreibt den Speicher von "start" bis einschließlich "end" in die angegebene Datei. Der Dateiname muß in Anführungszeichen stehen, auch wenn er keine Leerzeichen enthält. Dieser Befehl kann nicht zum Speichern von C64-Programmen benutzt werden, denn er speichert keine Ladeadresse mit ab.

t start end dest Speicher verschieben

verschiebt den Speicher von "start" bis einschließlich "end" nach "dest". Quell- und Zielbereich können sich beliebig überlappen.

vc1 Zustand von CIA 1 zeigen

zeigt den Zustand von CIA 1 (\$dc00) an.

vc2 Zustand von CIA 2 zeigen

zeigt den Zustand von CIA 2 (\$dd00) an.

vs Zustand des SID zeigen

zeigt den Zustand des SID an.

vv Zustand des VIC zeigen

zeigt den Zustand des VIC an.

x Rückkehr zu Frodo

beendet SAM und kehrt zu Frodo zurück.

: addr {byte} Speicher verändern

schreibt die durch Leerzeichen getrennten Werte "byte" ab Adresse "addr" in den Speicher.

? expression Ausdruck berechnen

berechnet den Wert des übergebenen Ausdrucks und zeigt ihn dezimal und hexadezimal an.

1.11 Die SID-Karte

"Fanuilos, le linnathon."

Frodo verfügt zwar über eine Soundemulation über die Amiga-Hardware (mit Hilfe der "6581sid.library"), aber für das wahre Sound-Erlebnis kann er auch einen echten C64-Soundchip (SID) auf einer Steckkarte im Amiga ansprechen. Diese Karte blendet den SID im Bereich ab \$a00001 in den Amiga-Adreßraum ein (ungerade Adressen).

Der Schaltplan, ein DeliTracker-Player und zusätzliche Informationen finden sich im Archiv "FrodoSIDCard.lha".

1.12 Das IEC-Kabel

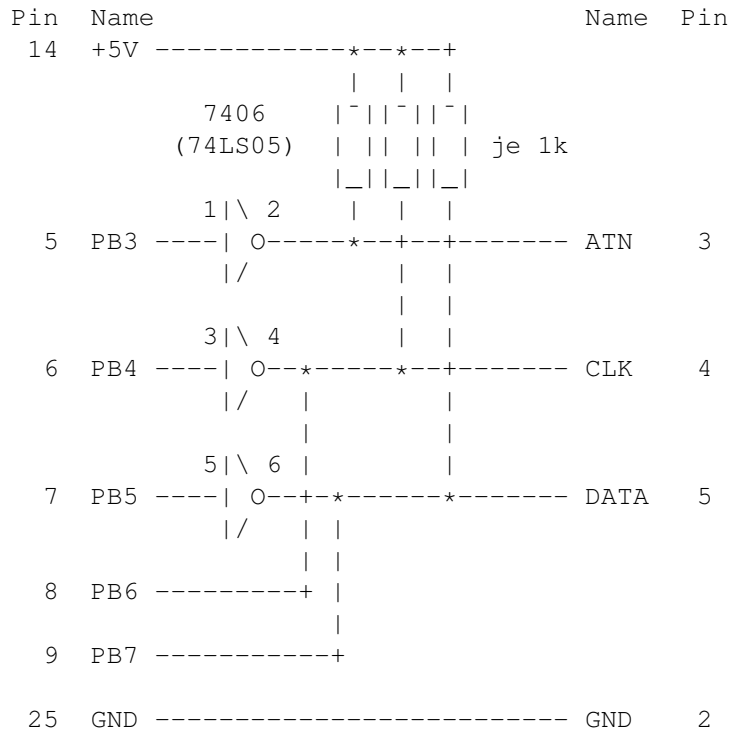
"This is Ohm of Borg.
Resistance is voltage divided by electric current." :-)

Die beste Möglichkeit, seine alte C64-Software auf den Amiga zu übertragen, ist der Anschluß eines echten C64-Laufwerks. Dazu ist ein spezielles Kabel mit einer kleinen Schaltung erforderlich, das zusammen mit der Software in Frodo den Amiga um den sog. "IEC"-Bus bereichert, der beim C64 zum Anschluß von Diskettenlaufwerken und Druckern benutzt wurde.

Wer für den A64 bereits so ein Kabel hat, kann dies direkt mit Frodo weiterverwenden. Das Kabel, daß im Amiga-Magazin 8/88 S.36 beschrieben wurde, kann nicht mit Frodo benutzt werden, da es invertierte Ausgangsleitungen hat.

Der Bau eines IEC-Kabels ist recht einfach, es verbindet den parallelen Port des Amiga mit dem runden, sechspoligen Anschluß an den C64-Geräten:

Parallelport	IEC-Anschluß
Amiga	1541
DSUB, 25pol.	DIN, 6pol.



Der 7406 (ein 74LS05 tuts auch) muß natürlich noch mit +5V und GND verbunden werden. Dem Fachmann wird auffallen, daß dies die selbe Schaltung ist, die sich auch im echten C64 befindet.

[Wichtiger Hinweis: Wer vorhat, das Kabel nachzubauen und anzuschließen, sollte bedenken, daß er es auf eigene Gefahr macht. Ich werde keine Verantwortung übernehmen, wenn jemand damit seinen Computer in ein Tischfeuerwerk verwandelt.]

1.13 Die Einzelzyklus-Emulation 'Frodo SC'

"Frodo SC" ist eine spezielle Version von Frodo, die nicht auf einer zeilenbasierten, sondern auf einer zyklusbasierten Emulation beruht. Das heißt, daß der Emulator in jedem emulierten ø2-Taktphase zwischen 6510 und VIC umschaltet. Dadurch erreicht Frodo SC eine extreme Genauigkeit (nahezu alle \$d011- und \$d016-Effekte sind emulierbar), allerdings auf Kosten der Geschwindigkeit.

Frodo SC unterscheidet sich von den Einstellungsmöglichkeiten bis auf wenige Punkte nicht von Frodo:

- Frodo SC benötigt einen 68060 und eine Grafikkarte, um einigermaßen "schnell" zu laufen (maximal ist ca. 1/4 der Geschwindigkeit eines echten C64 möglich)
- Der einzige unterstützte Bildschirmtyp ist "8-Bit RTG"

- Die "Zyklen pro Zeile"-Einstellungen sind ohne Funktion, da das Timing von Frodo SC fest vorgegeben ist

Ansonsten wird Frodo SC genau wie Frodo bedient und verwendet auch die gleichen Einstellungen. Frodo SC hat nur wenige Inkompatibilitäten zum echten C64:

- Es gibt keine Speite-Kollisionserkennung und keine Prioritäten, Sprites werden über den Rahmen gemalt
- Die undokumentierten Opcodes RRA und ISB haben keinen Dezimalmodus
- Einige Opcodes wie \$8b/\$ab erzeugen nicht die gleichen (teilweise unvorhersagbaren) Resultate wie auf dem echten 6510
- BRK kann nicht von IRQ/NMI unterbrochen werden
- Die CIA-Timer stoppen zwei Zyklen zu früh
- Änderungen an Farbregistern werden 7 Pixel zu spät sichtbar
- Bei BA low und AEC high liest der VIC in D8-D11 immer \$f
- Der Zugriff auf die Sprite-Daten beachtet BA nicht

1.14 Demoprogramme

Das Verzeichnis "64prgs" enthält einige kleine Beispielprogramme, die die Fähigkeiten von Frodo/Frodo SC zeigen. Bis auf "dadb" und "lrborder" müssen alle von Frodo mit LOAD"<name>",8,1 geladen und mit SYS49152 gestartet werden. Dazu ist in den Einstellungen "Laufwerk 8" auf "Dir" zu stellen und '64prgs' einzutragen, damit Frodo die Programme auch findet.

Die Programme stammen von Pasi Ojala, Marko Mäkelä und Andreas Boose. Wer Lust hat, kann sie ja mal mit anderen Emulatoren oder einem echten C64 ausprobieren.

Eine kurze Beschreibung der einzelnen Programme:

3fff : Öffnet den oberen und unteren Rahmen und stellt dort schwingende Buchstaben dar (man sollte die "Zyklen pro Zeile (CPU)" auf 60 stellen)

colorbars: Flimmernde Farben

d01lh3 : 8-Wege Softscrolling ohne daß ein einziges Byte im Speicher bewegt wird (Cursortasten zum Links-Rechts-Scrollen, 't' schaltet in den Textmodus, 'g' in den Bitmap-Modus), benötigt Frodo SC

de00all : Ein Programm, das im Adreßbereich \$de00-\$dfff abläuft (Leertaste drücken), benötigt Frodo SC

dycp : Scrolling mit variabler Y-Zeichenposition

fld : Demonstriert den FLD-Effekt (Flexible Line Distance)

lrborder : Öffnet den linken/rechten Rahmen, benötigt Frodo SC

sprsync : Stabile Rasteroutine durch Synchronisation mit einem Sprite, benötigt Frodo SC

stretch : Variabel expandierte Sprites, benötigt Frodo SC (obwohl Frodo SC z.Z. keine Sprite-Darstellung hat, kann man sehen, daß das Timing korrekt ist)

tech-tech: Horizontales Scrolling über große Distanzen, Steuerung über Joystick an Port 2

text26 : Stellt (fast) 26 Textzeilen dar

1.15 Technische Infos

"Wissen?" wiederholte Gandalf.

"Ich weiß vieles, was nur die Weisen wissen, Frodo."

Im Gegensatz zum A64, der sich eher an der Amiga-Hardware orientiert, versucht Frodo, C64-Hardwareeigenschaften genau nachzubilden. Nun ist die Hardware des C64 (insb. der Grafikchip "VIC") recht simpel entworfen, was dazu führt, daß eine Menge interner Abläufe nach außen dringen, woraus zahlreiche "undokumentierte Eigenschaften" resultieren, mit denen sich zum Teil Effekte realisieren lassen, von denen die Entwickler nie zu träumen wagten.

Frodo benutzt eine zeilenweise Emulation, d.h. die Abläufe im VIC und im Prozessor (6510) werden jeweils für eine Rasterzeile des C64-Bildschirms emuliert. In der Praxis sieht das so aus, daß Frodo abwechselnd VIC und 6510 jeweils ca. 63 simulierte Zyklen (entspricht einer Rasterzeile) laufen läßt. D.h. es wird erst 63 Zyklen lang der Prozessor emuliert, dann auf den VIC umgeschaltet, der eine Pixelzeile auf den Bildschirm malt, dann wieder 63 Zyklen Prozessor usw. Mit der Ausnahme des Monochrom-Modus wird die Grafik intern immer als Chunky-Darstellung berechnet. Der Amiga-Modus benutzt eine Chunky->Planar-Konvertierung, um die Chunky-Pixel auf dem Bildschirm darzustellen.

Obwohl dies eine starke Vereinfachung der Abläufe im echten C64 darstellt, lassen sich damit zahlreiche grafische Effekte, die beim C64 möglich sind, bereits hervorragend emulieren, z.B. FLD, FLI, DYCP, Hyperscreen uvm. Aber die Methode hat einen großen Nachteil: Änderungen, die der Prozessor an den Registern des VIC vornimmt, werden erst in der nächsten Rasterzeile aktiv. So kann man z.B. beim Frodo die Rahmenfarbe nicht mitten in einer Zeile ändern, der Farbwechsel erfolgt erst zu Beginn der nächsten Zeile. Damit können aufwendige Effekte, bei denen es auf die genaue Position einer Registeränderung ankommt, nicht emuliert werden. So kann man z.B. bei Frodo den oberen und unteren Rahmen problemlos öffnen, den linken und rechten aber prinzipiell nicht (aus diesem Grund es auch in der Emulation nicht vorgesehen).

Frodo SC geht noch einen Schritt weiter, indem er in jedem Zyklus zwischen VIC und 6510 umschaltet und die internen Abläufe exakt emuliert. Änderungen an VIC-Registern haben sofort in der nächsten Taktphase Wirkung und damit lassen sich auch Effekte emulieren, bei denen es auf die genaue Position einer Registeränderung innerhalb einer Rasterzeile ankommt, z.B. spezielle FLI-Routinen, das Öffnen des linken/rechten Rahmens, Linecrunch, DMA-Delay, mehrfach wiederholte Spritezeilen und der Ablauf von Programmen in offenen Adreßbereichen (\$de00-\$dfff) und im Farb-RAM. Auch die 6510-Emulation ist präziser und führt genau dieselben Speicherzugriffe wie der echte 6510 aus, auch die "unnötigen", die auf Design-Schwächen des 6510 beruhen und zum Funktionieren einzelner Opcodes überflüssig sind (so liest der 6510 z.B. bei einer Befehlsfolge wie INX:INX:INX:INX jeden Opcode doppelt).

1.16 Der Quelltext

"Bitte Quelldatei angeben.

FEHLER: Datei quillt nicht!" :-)

Wem die Nummern nichts sagen: Eine kleine Beschreibung der Funktionen der einzelnen Module:

1541fs.#?	- 1541-Emulation in Amiga-Verzeichnissen
1541d64.#?	- 1541-Emulation in .d64/x64-Dateien
6510#?	- Der Prozessor
6526#?	- Die CIAs (Ein-/Ausgabe, Tastatur, Timer)
6569#?	- Der VIC (Grafik)
6569mono.i	- Die Routinen für Monochrom-Grafik
6581.#?	- Der SID (Sound)
Boopsi.o	- Teil der GadToolsBox
c2p4.asm	- Chunky->Planar-Konvertierung
debug.#?	- Zum Debuggen
Display.#?	- Handhabung des Emulator-Bildschirms
ExpTable.bin	- Wird von 6569mono.i eingebunden
FrodoGUI.#?	- GadToolsBox-Oberfläche des Einstellungsfensters
Frodo_rev.#?	- Versionsinformationen
IEC.#?	- IEC-Bus-Routinen
LocStrings.#?	- Für die Lokalisation, von CatComp erzeugt
Main.asm	- Das Hauptmodul
Makefile	- Das Makefile
Prefs.#?	- Handhabung des Einstellungsfensters
SAM.#?	- Der Monitor "SAM"

Das Makefile wurde für PhxAss 4.x und die Freeware-Version von DICE V2.06 geschrieben.

1.17 Rechtliches

Das Programm "Frodo", diese Anleitung und der Quelltext dürfen frei weitergegeben werden, solange sie unverändert bleiben (archivieren und packen ist erlaubt) und alle Dateien zusammen bleiben. Mit der Weitergabe von Frodo darf kein Gewinn erzielt werden, insbesondere darf der Verkaufspreis einer Diskette, die Frodo enthält, DM 8,- (bzw. den entsprechenden Betrag in anderen Währungen) nicht übersteigen. Frodo darf nach Belieben über Mailboxen und Netzwerke und als Teil von Shareware/Freeware-CDs verteilt werden.

Wer das Programm benutzt, erklärt sich damit einverstanden, jegliches Risiko, das die Benutzung mit sich bringt, selbst zu tragen. Der Autor haftet in keinem Fall für Schäden, die direkt oder indirekt durch den Gebrauch oder Mißbrauch dieser Anleitung und/oder des Programms entstanden sind.

Die Rechte am Quellcode verbleiben beim Autor. Er darf nicht - auch nicht auszugsweise - ohne schriftliche Genehmigung des Autors für kommerzielle Programme verwendet werden. Die Benutzung für nicht-kommerzielle Zwecke ist gestattet, solange meine Copyright-Notiz im Programm bleibt. Es ist nicht gestattet, den Quelltext dazu zu benutzen, eine veränderte Version von "Frodo" in Umlauf zu bringen.

Die Oberfläche des Programms wurde mit GadToolsBox © Copyright 1991-1993 Jaba Development erstellt.

Teile des Programms sind © Copyright 1992-1993 Jaba Development.

1.18 Bugreports

Wenn ihr einen Fehler oder eine Unzulänglichkeit in Frodo findet, oder eine Idee habt, wie man manches noch besser machen könnte, dann teilt mir das bitte mit, damit ich Frodo in Zukunft noch besser machen kann. Meine Adresse findet ihr hier.

Ich glaube nicht, daß sich die Geschwindigkeit unter Beibehaltung des Konzepts noch wesentlich erhöhen läßt, lasse mich aber gern eines besseren belehren.

Außerdem suche ich noch Übersetzungen des Frodo.catalog in andere Sprachen. Eine elbische Version wäre besonders willkommen. :-)

1.19 Danksagungen

"Und Elbereth kam selbst herab:
Sie schuf dem Schiff den Silmaril
Zum Banner, ein lebend'ges Licht,
Ein heller Schein, der nie verblaßt."

Folgenden Personen möchte ich meinen besonderen Dank aussprechen, da sie einen nicht unwesentlichen Beitrag zur Entwicklung von Frodo geleistet haben:

- Frank Wille <frank@phoenix.owl.de>, dessen PhxAss zur Entwicklung von Frodo benutzt wurde
- Matthew Dillon, dessen DICE zur Entwicklung von Frodo benutzt wurde
- Jaba Development, deren GadToolsBox die Oberfläche von Frodo entwickelt hat
- Peter McGavin <peterm@maths.grace.cri.nz>, von dem die Chunky->Planar-Konvertierung stammt
- Andreas Boose <boose@linux.rz.fh-hannover.de> und Marko Mäkelä <marko.makela@hut.fi>, die mich mit wertvollen Informationen zum VIC und zum C64 allgemein versorgt haben
- Markus Winklbauer <sysop@ng-box.wwbnet.de> für die Docs zur Picasso-Karte
- Lord Prayer für die Docs zur Merlin-Karte
- Teemu Suikki <Teemu.Suikki@lut.fi> für die Idee mit dem Überspringen von Bildern
- Den folgenden Leuten für die Catalog-Dateien:
 - Polnisch : Pawel Soltysinski <polonus@felix.univ.szczecin.pl> und
Pawel Hernik <spi-ph@srv1.tu.kielce.pl>
 - Italienisch: Giovanni Gentile <gentile@dsi.unimi.it>
 - Schwedisch : Marcus Comstedt <marcus@amicus.rydnet.lysator.liu.se>
 - Finnisch : Jarkko Lindblad <lindblad@cc.helsinki.fi>
Marko Mäkelä <marko.makela@hut.fi>
 - Dänisch : Claus Østergaard <cos@dator.dk>
 - Norwegisch : Kjell Irgens <kjelli@stud.cd.uit.no>
 - Kroatisch : Marko Sehtl <Marko.Sehtl@public.srce.hr>

- Ungarisch : László Török <phoenix@master.fok.hu>
- J.R.R.Tolkien für die Anregung zur Namensgebung des Emulators
 - Allen, die mir Vorschläge und Anmerkungen geschickt haben

1.20 Der Autor

Meine Adresse lautet:

Christian Bauer
Max-Planck-Str.60
55124 Mainz
Deutschland

EMail:

bauec002@goofy.zdv.uni-mainz.de
cebix@ng-box.wwbnet.de

Für Fragen, Kritik, Anregungen und Bugreports bin ich jederzeit offen. EMail wird bevorzugt.

Frodo ist kein Shareware-Programm, aber über eine kleine Aufmerksamkeit freue ich mich natürlich. :-)

1.21 History

"Jene Tage, das Dritte Zeitalter von Mittelerde,
sind nun lange vergangen, und die Gestalt der Länder
hat sich verändert."

Der Emulator war ursprünglich ein Abspielprogramm für C64-Musikstücke (daher auch die SID-Karte), bis ich den A64 V3.0 gesehen habe und davon so enttäuscht war, daß ich anfang, einen "richtigen" C64-Emulator zu schreiben (das war so um Weihnachten 1994).

V0.4 05.Jan.1995

- Erste veröffentlichte Version

V0.5 10.Jan.1995

- Wenn man Frodo auf einem 68000-Rechner gestartet hat, kam zwar der entsprechende Requester, aber danach gab es einen Absturz. Soviel zum Thema "ungetestete Fehlerabfragen". :-)
- Enforcer-Hits beim ersten Einstellen der Speicherkonfiguration beseitigt
- Sprite-Zyklen werden richtig berechnet
- Schaltete man ein Sprite in der Mitte der Darstellung aus, wurde es sofort abgeschaltet. Nun wird das Sprite korrekt zu Ende gezeichnet.
- Grafik bei EGS/Picasso durch Zeilenpuffer erhöht (20% schneller), andere kleine Optimierungen in der Grafik
- VIC-Interrupt-Flag wird bei jedem Schreibzugriff auf \$d019 gelöscht (ein Hack für die RMW-Befehle, die zwei Schreibzugriffe durchführen)

- Die CIA-Timer B können Unterläufe von Timer A zählen (für Ballblazer :-)
- PLP und RTI löschen das Break-Flag
- Komplette neue 1541-Emulation, 4 Laufwerke
- Zyklenzähler der CPU wesentlich effizienter gestaltet (wieder 25% schneller)

V1.0 25.Jan.1995

- PHP setzt das Break-Flag auf dem Stack
- HandlerRESET setzte irrtümlich das I-Flag (trau keiner Dokumentation, auch wenn sie vom Hersteller stammt...)
- Ein RESET setzt die VIC-Bank auf 0
- Alle illegalen Opcodes implementiert
- Neuer Algorithmus für den VC des VIC, der sich näher am echten VIC orientiert
- Die VBlank-Routinen springen zu Periodic6569 zurück, denn sonst gibt es eine nicht existierende (-1)te Zeile
- TOD-Clocks implementiert
- ECM+BMM, ECM+MCM und ECM+BMM+MCM stellen korrekt einen schwarzen Bildschirm dar
- Zugriff auf SID-Karte ist abschaltbar
- Einige Fehler in der 1541-Emulation korrigiert
- Die Benutzung von IEC-Geräten über ein Adapterkabel ist möglich
- Die Auswahl der Verzeichnisse für die 1541-Emulationen kann über einen Verzeichnis-Requester erfolgen
- Das Abschalten des Bildschirms mittels Bit 4 in \$D011 funktioniert
- Einstellung für "Zeilenfrequenz" entfernt
- Interrupt-Handhabung komplett umgestellt
- Verschiedene interne Optimierungen
- Die CBM80-Kennung wird beim Reset nur noch überschrieben, wenn sie vorhanden war
- Frodo läuft auch auf Nicht-AGA-Rechnern
- Sprite-Sprite-Kollisionen eingebaut
- Vertauschung von Y und Z ist einstellbar

V1.1 war eine interne Testversion mit Bitplane-Grafik
(in V1.2 zunächst wieder entfernt)

V1.2 09.Feb.1995

- Geschwindigkeit der Grafik ist im Durchschnitt höher, insb. in den Multicolor- und Bitmap-Modi
 - Neuer, sehr schneller Monochrom-Modus
 - Sprite-Routinen sind effizienter. Sind alle Sprites ausgeschaltet, wird keine Rechenzeit mehr vergeudet.
 - Sound-Emulation über 6581sid.library, wenn die SID-Karte abgeschaltet ist
 - Minimale Auflösung ist 384\$\\times\$272
 - Sprite-Kollisionen sind abschaltbar
 - Die 1541-Emulation kommt mit sequentiellen Dateien und Zugriffsmodi zurecht und ignoriert Laufwerksnummern und den '@'
 - Frodo ist mehrsprachig durch die "locale.library"
 - Es können Overscan-Auflösungen benutzt werden
 - Die Auswahl von Modi wie "PAL:Lowres" ist unter OS2.x möglich
 - Option zur Übersetzung von '/' in Dateinamen in '\\' und umgekehrt
 - Die Joysticks werden nur noch in der VIC-VBlank-Routine abgefragt
 - Die Amiga-Grafikroutinen benutzen Double Buffering
 - Einstellung, um den Speichertest der Reset-Routine abzukürzen
-

V1.3 22.Feb.1995

- Fehler in Close1541 korrigiert (Absturz beim Beenden)
- CyBERgraphics-Unterstützung
- Die 1541-Emulation beherrscht Jokerzeichen
- Option zum Überspringen von Bildern eingebaut

V1.3a 04.Mär.1995

- Fehler beim Aufruf des Einstellungsfensters mit F9 bei der Picasso korrigiert

V1.4 05.Mai.1995

- Pause6510 und Resume6510 benutzen Signale
- Tastaturabfrage verbessert, die Option "Amerik. Tastatur" legt "=" und "^" auf die numerische Tastatur
- Sprite-Routinen komplett neu geschrieben, Sprite-Grafik-Prioritäten und -Kollisionen werden berücksichtigt
- Branches über \$ffff/\$0000 hinweg funktionieren
- Joystick-Emulation mit der Zehnertastatur
- Polnische und italienische Catalog-Dateien

V1.4a 12.Mai.1995

- Fehler in der Joystickabfrage korrigiert
- Dänische, finnische und schwedische Catalog-Dateien

V1.5 06.Jun.1995

- Unterstützung der Merlin-Grafikkarte
- Norwegische Catalog-Dateien

V2.0 12.Dez.1995

- Komplett neues Grafikkonzept, alle Karten-spezifischen Routinen entfernt
- Präzisere Emulation des DEN-Bits in Register \$d011
- Kleine Optimierungen an den VIC- und 6510-Routine
- Beim Start wird das RAM (fast) wie auf dem echten C64 initialisiert
- 100% korrektes ADC/SBC im Dezimalmodus
- Bessere Emulation der Adressen 0 und 1
- Besseres NMI-Triggering
- Fehler bei CIA-Interrupts behoben
- Beim Drücken von F9 konnten anstehende Interrupts verloren gehen
- 1541-Open-Routine prüft auf Überlauf des Namenspuffers
- Das Schließen von 1541-Kanal 15 schließt alle offenen Dateien
- Unterstützung von .d64 und x64-Diskimages (nur Lesezugriffe)
- Vier Arten der SID-Emulation: Keine, die SID-Karte, 6581sid.library und playsid.library
- Menüs für das Einstellungsfenster und das Emulatorfenster
- Lad- und speicherbare Einstellungen, die Einstellungsdateien sind Frodo's "Projekte"
- Eingebauter Assembler/Monitor (SAM)
- Geschwindigkeitsanzeige und -begrenzer
- Schaltplan der SID-Karte korrigiert und einen DeliTracker-Player für die Karte beigelegt
- Ungarische Catalog-Dateien

V2.1 10.Feb.1996

- Das C64-Character-ROM ist nun im Archiv enthalten
 - Schreibfehler im 1541 "Dir"-Modus behoben
 - 1 Bit Amiga-Modus repariert
-

- SID-Typ-Gadget ist lokalisiert
- Reset6526 stoppt Timer B, wenn er Unterläufe von Timer A zählt
- Spritedarstellung ausschaltbar
- VIC-Interrupt-Handhabung korrigiert, Rasterinterrupts können durch Schreibzugriff auf \$d01a ausgelöst werden
- CIA-Interrupts können nicht durch Schreiben ins ICR gelöscht werden
- Bessere CIA 1 PRA/PRB-Emulation (Tastatur/Joysticks)
- Anzeige des CIA-Timer-Ausgabemodus in SAM korrigiert
- SAM kann von "Illegal Opcode"-Requestern aus aufgerufen werden
- 6510-Register können in SAM geändert werden
- Der Dateiname für den "o"-Befehl in SAM muß nun in Anführungszeichen (") stehen
- Lade- und Speicherbefehle zu SAM hinzugefügt
- Frodo SC: SAM "vv"-Befehl funktioniert
- Frodo SC: 3-Zyklus-Verzögerung beim Starten von Timern eingebaut
- Frodo SC: LPY-Register gab falsche Werte zurück
- Frodo SC: Einfache Sprite-Darstellung implementiert (keine Kollisionen, keine Prioritäten, Sprites werden über den Rahmen gemalt)
- Frodo SC: Darstellung der Hintergrundfarbe im linken/rechten Rahmenbereich korrigiert

1.22 Die Zukunft

"Ai! Palan ú ná metta eldaloaron!"

Für die nächsten Versionen sind u.a. folgende Dinge geplant:

- Die Möglichkeit, den Zustand der Emulation zu speichern und wiederherzustellen (Speicher- und Register-Snapshot)
- Benutzung von Amiga-Druckern und Modems (eher unwahrscheinlich, da Frodo nicht geschrieben wurde, um PrintShop darauf laufen zu lassen :-)