

# LOAD

Ausgabe 5 | 2019

www.load-magazin.de

Schutzgebühr 3,- Euro

## Retro-Computer und Emulation

Zweitprozessoren  
Softwarelösungen  
Arduino-Projekte

Jetzt für jeden Atari ST  
**USB- und IDE-Karte**

Hardware-Emulation  
**Enterprise 128 / ZX  
PC-Karten für Atari  
Acorn PC Karten**

Nach 35 Jahren  
**Commodore 700 wird  
PC-Kompatibel**

Wissenschaftlich betrachtet  
**Archäologie der  
Digitalisierung**

Space Chase & Co.  
**Neue Spiele**

Commodore C64 in Stereo  
**FPGASID**

Fernschreiber heute  
**Ticker im Internet**

BÖRNECKEN HALLE

ZUM BÖRNECKEN 25

LEHRE/WOLFSBURG

# CLASSIC COMPUTING 2019

Computersysteme  
70er 80er 90er  
Reparaturservice  
Fachvorträge

Freitag 20.09.2019  
Nur Aussteller und  
Vereinsmitglieder

Öffentlicher Einlass  
Sa. 21. - So. 22.09.2019  
10.00 - 18.00 Uhr

CC 2019 AUSSTELLUNG  
Aussteller Anmeldung auf:  
[www.classic-computing.org](http://www.classic-computing.org)

EINTRITT FREI

Wir freuen  
uns auf sie!



# readme.txt

# Inhalt

Sprechen wir heute in der Computerszene über Emulatoren, so meinen wir oft Software, die Retrocomputer auf aktueller Hardware abbildet. Programme wie "AmigaForever" von Cloanto, Hatari oder VICE machen aus dem Schreibtisch-PC einen Amiga, einen Atari oder einen Commodore C64 – zumindest fast. Viel Software der alten Systeme läuft damit, das richtige Retro-Gefühl kommt aber nicht auf.

Um diese Emulatoren geht es in dieser Ausgabe der LOAD, dem Magazin des Vereins zum Erhalt klassischer Computer e.V. aber nicht. Emulation ist nämlich weder ein neues Thema, noch an den PC oder den Mac gebunden. Wir müssen schon sehr weit zurückgehen, um die Wurzeln der Emulation zu finden. Im Jahre 1962 setzte IBM in seiner Produktionsstätte in La Grande (Frankreich) eine Kombination aus Hard- und Software ein, um die Kompatibilität neuer Produkte mit den Vorläufern zu prüfen. Larry Moss und Stuart Tucker von IBM prägten 1964 für diesen Aufbau den Begriff „Emulator“. Als 1965 die System/360-Linie offiziell veröffentlicht wurde, war der erste kommerziell verfügbare Emulator für das alte Modell IBM 7070 mit im Lieferumfang.

Mit dem Aufstieg des IBM Personal Computers als Defacto-Standard für kleine Rechner haben viele Homecomputer versucht, mit Zusatzhardware die Kompatibilität zu "Big Blue" herzustellen. Manche sind dabei bereits von Haus aus auf den Einsatz als Plattform zur Emulation vorbereitet. Andere Architekturen lassen sich leicht mit Zusatzkarten von Fremdherstellern in einen PC verwandeln. Manchmal sind diese Bestrebungen nicht über das Prototypen-Stadium hinausgekommen. Aber wie wir am Beispiel der Commodore CBM II Serie zeigen, ist dies manchmal nur eine Frage der Zeit.

Übrigens: Alle Artikel in diesem Heft beschreiben Projekte unserer Mitglieder. Die hier vorgestellten Zweitprozessoren, Einplatinenrechner und Softwarelösungen sind bei den Mitgliedern persönlich im Einsatz. Sie lesen also Informationen aus allerster Hand!

Genießen Sie nun die 5. Ausgabe des LOAD-Magazins und lassen Sie sich von der Welt der Retro-Computer faszinieren.

Ihr Georg Basse

3	Inhaltsverzeichnis	Service
4	Veranstaltungskalender	
5	Hier ging es rund	
6,27,39,44	Kurz berichtet	
8	CBM 700 wird PC-kompatibel	Titelthema Emulation
12	Enterprise 128 emuliert ZX Spectrum	
17	Mac Emulator Spectre GCR	
20	PC-Karten für den Atari ST	
24	Arduino Apple 1 Emulation	
26	Vier PDP-11 Emulatoren	
28	PC-Karten in Acorn Computern	Welt
32	Amiga Transformer	
34	Archäologie der Digitalisierung	Hardware
38	Eine PDP-8 zieht um	
40	USB und IDE für Atari ST	
42	Die Space Chase Story	
45	Fernschreibmaschinen heute	Praxis
48	Das FPGASID Projekt	
52	FlashFloppy-Firmware für Gotek	
54	Messen mit dem Logikanalysator	Vereinsleben
57	Interview mit Stephan Kraus	
7	VzEkC e.V. News	
58	Rückschau Classic Computing 2018	
61	Ein paar Worte über uns	Vereinsleben
62	Impressum	
62	Vorschau	

**Tippfaul?**

— **Kein Problem!**

Alle Links aus diesem Heft, Zusatzinformationen, Korrekturen und Diskussionsbeiträge finden Sie unter

<https://www.classic-computing.de/load5>



# Veranstaltungskalender

## April

### 9. LuheCon

13. 04.2019, 10:00-23:59  
Schloßplatz 11, 21423 Winsen (Luhe)  
[www.forum64.de](http://www.forum64.de)

### OCM - Arcadebereich

13.04.2019, 14:00-19:00  
OCM | Bahnhofsplatz 10, 26122 Oldenburg  
[www.computermuseum-oldenburg.de/](http://www.computermuseum-oldenburg.de/)

### Retro-Aktiv Kaiserslautern

26.04.2019 18:00-23:00  
Rudolf-Breitscheid-Straße 65, 67655 Kaiserslautern  
<http://www.retro-aktiv.de/>

## Mai

### OCM - Arcadebereich

11.05.2019, 14:00-19:00  
OCM | Bahnhofsplatz 10, 26122 Oldenburg  
[www.computermuseum-oldenburg.de/](http://www.computermuseum-oldenburg.de/)

### Lange Nacht der Computerspiele

11.05.2019, 14:00-01:00  
Universität Leipzig – Lipsius-Bau, Karl-Liebknecht-Straße 145, 04277 Leipzig  
<https://computerspielenacht.htwk-leipzig.de>

### Amiga Ost

18.05.2019 ab 08:30  
Halle Messe | Messestrasse 10, 06116 Halle  
<https://www.a1k.org/forum/showthread.php?t=66858>

### Retro-Aktiv Kaiserslautern

31.05.2019 18:00 - 23:00  
Rudolf-Breitscheid-Straße 65, 67655 Kaiserslautern  
<http://www.retro-aktiv.de/>

## Juni

### OCM - Arcadebereich

08.06.2019, 14:00-19:00  
OCM | Bahnhofsplatz 10, 26122 Oldenburg  
[www.computermuseum-oldenburg.de/](http://www.computermuseum-oldenburg.de/)

### DoReCo #61

15.06.2019, 08-18:00 Uhr  
Syburger Str. 75, 44265 Dortmund  
<http://www.doreco.de>

### HainCon #4

29.06.2019 ab 09:00 Uhr  
Wörther Str. 1a, 64750 Haingrund  
<http://www.homecon.org/termine/>

### 10. LuheCon

29.06.2019, 10:00 - 23:59  
Schloßplatz 11, 21423 Winsen (Luhe)  
[www.forum64.de](http://www.forum64.de)

### Retro-Computertreff Niedersachsen #22

29.06.2019, 10:00 - 19:00  
An der Wollebahn 1, 30519 Hannover  
[www.classic-computing.de](http://www.classic-computing.de)

### Retro-Aktiv Kaiserslautern

28.06.2019 18:00 - 23:00  
Rudolf-Breitscheid-Straße 65, 67655 Kaiserslautern  
<http://www.retro-aktiv.de/>

## Juli

### OCM - Arcadebereich

13.07.2019, 14:00 - 19:00  
OCM | Bahnhofsplatz 10, 26122 Oldenburg  
[www.computermuseum-oldenburg.de/](http://www.computermuseum-oldenburg.de/)

### Retro-Aktiv Kaiserslautern

26.07.2019 18:00 - 23:00  
Rudolf-Breitscheid-Straße 65, 67655 Kaiserslautern  
<http://www.retro-aktiv.de/Titel>

### RETROthek der Stadtbibliothek Karlsruhe

27. Juli 2019 10:00 - 20:00  
Ständehausstraße 2, 76133 Karlsruhe  
<https://www.karlsruhe.de/b2/bibliotheken/stadtbibliothek/retrothek.de>

## August

### OCM - Arcadebereich

10.08.2019, 14:00 - 19:00  
OCM | Bahnhofsplatz 10, 26122 Oldenburg  
[www.computermuseum-oldenburg.de/](http://www.computermuseum-oldenburg.de/)

### Retro-Aktiv Kaiserslautern

30.08.2019 18:00 - 23:00  
Rudolf-Breitscheid-Straße 65, 67655 Kaiserslautern  
<http://www.retro-aktiv.de/>

### RETROOLUTION!2019

31.08.2019 ab 10:00 Uhr  
01.09.2019 ab 09:00 Uhr  
Kulturhalle Steinheim | Ludwigstraße 67, 63456 Hanau  
[www.homecon.org](http://www.homecon.org)

## September

### HainCon #4

01.09.2019 ab 09:00 Uhr  
Wörther Str. 1a, 64750 Haingrund  
<http://www.homecon.org/termine/>

### DoReCo #62 – Party 11 Hard at Altenmellrich

13..09 (12:00) bis 15.09.2019 (14:00)  
Alter Kirchweg 2, 59609 Anröchte  
<http://www.doreco.de>

### OCM - Arcadebereich

14.09.2019, 14:00 - 19:00  
OCM | Bahnhofsplatz 10, 26122 Oldenburg  
[www.computermuseum-oldenburg.de/](http://www.computermuseum-oldenburg.de/)

### Classic Computing

20.09.2019 ab 10:00  
(Ausstellertag)  
21. - 22.09.2019 von 10:00 bis  
18:00 (Öffentlich)  
Zum Börnecken 15, 38165 Lehre  
[www.classic-computing.de/veranstaltungen/cc-2019/](http://www.classic-computing.de/veranstaltungen/cc-2019/)

### Retro-Aktiv Kaiserslautern

27.09.2019 18:00 - 23:00  
Rudolf-Breitscheid-Straße 65, 67655 Kaiserslautern  
<http://www.retro-aktiv.de/>

## Oktober

### Vintage Computer Festival Berlin

12. und 13.10.2019, 10:00 - 20:00  
Historische Ladestraße des Deutschen  
Technikmuseums | Möckernstr. 26, 10963 Berlin  
[www.vcfb.de](http://www.vcfb.de)

12.10.2019, 14:00 - 19:00  
OCM | Bahnhofsplatz 10, 26122 Oldenburg  
[www.computermuseum-oldenburg.de/](http://www.computermuseum-oldenburg.de/)

### Amiga34 Germany

12. und 13.10.2019 ab 10:00  
Rheinisches Landestheater | Oberstraße 95, 41460 Neuss  
<https://www.eventbrite.de/e/amiga34-germany-tickets-52981026677>

### Amiga Meeting Nord

18.10. (18:00) bis 20.10.2019 (abends)  
"Kiek in!", Gartenstraße 32, 24534 Neumünster  
<http://www.amigameeting.de/>

### Retro-Aktiv Kaiserslautern

25.10.2019 18:00 - 23:00  
Rudolf-Breitscheid-Straße 65, 67655 Kaiserslautern  
<http://www.retro-aktiv.de/>

## November

### OCM - Arcadebereich

09.11.2019, 14:00 - 19:00  
OCM | Bahnhofsplatz 10, 26122 Oldenburg  
[www.computermuseum-oldenburg.de/](http://www.computermuseum-oldenburg.de/)

### Das ETWAS andere Usertreffen

30.10. - 03.11.2019  
Gastof „Zur Traube“ | Beerfelder Strasse 2, 64757 Finkenbach  
<https://www.a1k.org/forum/showthread.php?t=69022>

### Retro-Aktiv Kaiserslautern

29.11.2019 18:00 - 23:00  
Rudolf-Breitscheid-Straße 65, 67655 Kaiserslautern  
<http://www.retro-aktiv.de/>

### 11. LuheCon

30.11.2019, 10:00 - 23:59  
Schloßplatz 11, 21423 Winsen (Luhe)  
[www.forum64.de](http://www.forum64.de)

## Dezember

### OCM - Arcadebereich

12.10.2019, 14:00 - 19:00  
OCM | Bahnhofsplatz 10, 26122 Oldenburg  
[www.computermuseum-oldenburg.de/](http://www.computermuseum-oldenburg.de/)

### DoReCo #63

14.12.2019, 10-20:00 Uhr  
Syburger Str. 75, 44265 Dortmund  
<http://www.doreco.de>

Fehlt Ihre Veranstaltung? Einfach eine Mail an [redaktion@load-magazin.de](mailto:redaktion@load-magazin.de) senden!

# Unsere Veranstaltungen 2018

Auf unseren Veranstaltungen ist immer etwas los. Hier treffen sich Vereinsmitglieder, Freunde und Freaks aus anderen Gruppen und Foren und viele Gäste, die einfach einmal Rechner aus alten Zeiten in Aktion erleben möchten.

Wir nutzen unsere Treffen zum praktischen Erfahrungsaustausch und zum Fachsimpeln. Und natürlich spielen wir auch – alte Spiele sowieso und gern auch Neuerscheinungen für alte Rechner.

Meist sind auch Hardware-Experten mit dabei, die defekte Geräte gleich vor Ort wieder instand setzen. LötKolben, Oszilloskop und Logikanalysator sind keine Fremdworte für uns.

Unsere Veranstaltungen sind meistens öffentlich, Gäste sind willkommen und können zuschauen und mitmachen. Was das kostet? Nichts! Die Teilnahme an unseren Veranstaltungen ist kostenlos.

Unsere Treffen finden im ganzen Bundesgebiet statt. Regelmäßige Veranstaltungen gibt es in zum Beispiel in Hannover, Wolfsburg, Stuttgart, Waiblingen, Augsburg und Bad Säckingen. Und es werden von Jahr zu Jahr mehr. Außerdem findet unsere große Vereinszusammenkunft, die Classic Computing in jedem Jahr an einem anderen Ort statt.

**Also — bis bald!**



### Apple II WOZ Images

Lange Zeit waren Formate wie DSK oder PO vorherrschend, wenn es darum ging, Abbilder (Images) von Apple II und Apple III Disketten zu erzeugen. Nun wird das WOZ Format immer populärer. Im Gegensatz zu früheren Formaten speichert das WOZ Format alle Geometrieinformationen der Apple Disketten und macht es so möglich, auch kopiergeschützte Disketten zu archivieren. Eine Reihe von Emulatoren unterstützen das WOZ Format bereits direkt.



Um WOZ Abbilder zu erzeugen, ist ein spezieller Controller erforderlich, der Applesauce FDC. Er wird direkt an ein Disk II oder SmartDrive Laufwerk angeschlossen. Die Steuerung erfolgt über USB mit einer Software auf MacOS 10.11 oder neuer. Linux oder Windows werden derzeit noch nicht unterstützt. Die Software ermöglicht es auch, die erzeugten Abbild-Dateien zu bearbeiten und auf echte Floppys zurückzuschreiben. Das Deluxe Modell mit der Unterstützung von 5,25 und 3,5 Zoll Disketten kostet US-\$ 285,- und wird in Kleinserie vom Entwickler aufgelegt.



Um das WOZ Format an echter Apple II-Hardware zu nutzen, ist seit kurzem mit dem WDrive eine Lösung verfügbar. Die kleine Hardware-Appliance akzeptiert WOZ Images auf SD Speicherkarten.

Das Gerät ist in einem weissen oder transparenten Kunststoffgehäuse (3D Print) lieferbar und wird mittels LCD Display und Tasten am Gerät selbst gesteuert. So ersetzt es direkt ein 5,25 Zoll Laufwerk am Disk II Controller oder am externen Floppyport des Apple //c. SmartDrive Funktionen bietet es jedoch nicht.

Mit der Firmware ab 0.47 vom Dezember 2018 werden dafür auch die populären DSK, PO und DO Formate unterstützt. Der WDrive wird in Kleinserie gefertigt und kostet mit US-\$ 69,- etwa soviel wie der bekannte SDFloppyII Emulator. (gb)

### Links

Applesauce FDC:  
<https://applesaucefdc.com/documentation/>

WDrive: <http://kbookk.com>



### Atari ST Spiel Iceblox Plus

Karl Hörnell hat sein Spiel Iceblox Plus vom Commodore C64 auf den Atari ST portiert. Die erste Version wurde am 31.12.2018 im Atari-Forum.COM veröffentlicht. Das Spiel gleicht Pengo – auch hier wird in einem Labyrinth gespielt und Eisblöcke müssen verschoben werden, ohne dabei vom Gegner getroffen zu werden. Das Spiel läuft sowohl auf echter Hardware wie einem Atari ST mit TOS 1.04 als auch in der Emulation mit Hatari. Grafik und Sound harmonisieren gut, Iceblox lässt sich mit Tastatur oder Joystick flüssig spielen. (gb)



### Link:

<http://atari-forum.com/viewtopic.php?f=3&t=35020&hilit=iceblox#p362551>

### Atari STE Spiel FROGS

Das vom C64 her bekannte Spiel FROGS ist ein Multiplayer Spiel für den ATARI ST(E), Falcon 030 oder das FPGA Emulatorsystem MIST. Es erlaubt bis zu 4 Spieler, im "Megaparty Mode" sogar 6 Spieler.



Die Verbindung der Rechner erfolgt über die MIDI Schnittstelle. Zur Spielsteuerung lassen sich Joystick, Jagpad oder die Tastatur verwenden. Auf dem MIST sind 4 Joysticks nutzbar, und zwar entweder viermal USB- oder zweimal USB- und zweimal DB9-Joysticks. Beim Atari STE ist der Spielverlauf deutlich flüssiger und der Sound läuft DMA-gestützt. Die Grafik ist zwischen einem ATARI STE- und einem Classic C64 Look umschaltbar. FROGS kann von Festplatte oder Diskette gespielt werden. Neben der kostenlosen Download-Version wird auch eine "Boxed" Version zum Kauf angeboten. (gb)

### Link:

<https://www.hd-videofilm.com/frogs>

### Update für m68k AMIGAs

Hyperion Entertainment hat mit der Version 3.1.4 von AmigaOS ein Update des Betriebssystems für klassische m68k AMIGAs freigegeben. Der Hersteller bezeichnet dieses Update von der Größe her mit AmigaOS 3.9 vergleichbar und verweist auf die 320 kByte umfassenden Release Notes. AmigaOS 3.1.4 unterstützt alle Motorola CPUs von 68000 bis 68060 und bringt über 20 neue, aktualisierte oder fehlerbereinigte Kickstart-Module mit. Die Amiga Workbench wurde ebenfalls aktualisiert und ist nun mit AmigaOS 3.9 vergleichbar.



Das Betriebssystem unterstützt u.a. große Festplatten sowie CDROMs mit Rockridge- und Joilet Extensions. Es sind unterschiedliche Versionen für AMIGA A1200, A4000, A500/A600/A2000, A3000 und A4000T verfügbar. Der Lieferumfang besteht aus 6 Disketten mit Betriebssystem und Workbench und einem Kickstart-ROM, passend für das jeweils ausgewählte AMIGA Modell. Die Webseite des Herstellers nennt Distributoren in Deutschland. Die Download-Version wird mit EUR 29,90 angeboten, die Version mit einem Kickstart-ROM für EUR 39,90.

**Link**

<http://hyperion-entertainment.com>

**TRAP RUNNER**



Trap Runner ist ein klassisches Jump'n'Run Spiel. Es läuft auf allen AMIGA Systemen mit OCS/ECS Grafik und in diesem Modus auch auf AGA Systemen. Es benötigt Kickstart 1.2 und kommt mit nur 1 MB Arbeitsspeicher aus. Dies wurde möglich, weil Trap Runner vollständig in 68000 Assembler geschrieben wurde. Daher passt es auch auf eine einzige 800 kByte-Diskette.

Im Spiel muss der Held Jay seine Freundin aus den Klauen eines Bösewichts befreien und dabei Hindernisse überwinden und diverse Gegenstände einsammeln. Die Story ist, wie die Autoren selbst zugeben, nicht sonderlich originell – die Umsetzung in Grafik und Sound lässt sich aber durchaus sehen. Schon auf einem A500 mit 1 MB RAM ist der Spielablauf sehr flüssig. Das Spiel steht zum Download bereit, eine Boxed-Version soll über ACP&TCP Andreas Magerl vertrieben werden.

**Link**

<https://www.retroguru.com/trap-runner/>

**VzEkC e.V.**  
**News**



**Veränderungen im Vorstand**

Zum Jahresende hat Björn Benner seinen Austritt aus dem Vorstand und Verein erklärt, um sich intensiver seinen Ehrenämtern in einem anderen Verein widmen zu können. Wir danken Björn an dieser Stelle herzlich für das 12-jährige Engagement für den VzEkC!

Das Amt des 1. stellvertretenden Vorsitzenden hat Florian Stassen dankenswerterweise kommissarisch übernommen.

Eine weitere kommissarische Neubesetzung betrifft das Amt des 2. Schiedsrichters, hier hat sich Christa Schuldes bereiterklärt, das Team in Zukunft zu unterstützen. Die kommissarischen Funktionsträger bleiben bis zu den regulären Wahlen auf der Jahreshauptversammlung 2019 im Amt.

Die Gruppe der Moderatoren des Forum verstärken nun dankenswerterweise Susanne Floss und Norbert Kötting.

Eine aktuelle Liste der Funktionsträger ist im Forum unter Mitglieder » Team zu finden.

**Mitgliederentwicklung**

Seit der JHV haben wir leider folgende Austritte zu vermelden: Sinclairowski (seit 2014), DonChaos (seit 2004), GLa-Joerg (seit 2013), Webnose (seit 2004).

Auf der Seite der Neuzugänge dürfen wir seit September 2019 in Summe 29 Neuzugänge in unseren Reihen begrüßen. Aufgrund des begrenzten Platzes möchte ich hier auf die entsprechende Rubrik im Vereinsforum verweisen. Mitte März 2019 hat der Verein damit 186 ordentliche Mitglieder.

**Zukunftspläne**

Bis zur CC19 liegen noch einige Aufgaben vor uns. Vorrangig ist dies neben der Gestaltung und dem Druck neuer Flyer der Umzug unseres Forums und der Webseite auf einen neuen Server. Um diese Aufgabe wird sich federführend unser Admin David Lutz kümmern. Zusätzlich haben wir nun einen YouTube Channel (siehe Link). Hier werden wir Videos von Vorträgen und Veranstaltungen ablegen. Aktuell sind dort viele Vorträge von der Classic Computing 2018 zu finden. Hier folgen in der Zukunft weitere interessante Berichte. Zuständig für die Verwaltung des YouTube Channels ist Roman Oswald.

**Wir gratulieren**

Weiterhin dürfen wir ganz herzlich den Jubilaren zu Ihrer 10-jährigen Mitgliedschaft gratulieren:

- Christa Schuldes
- Sabine Lange
- Astrid Mennen
- Michael Hengstmann
- Boris Staud
- Sabine Rudiger
- Sabrina Schulte
- Christian Krenner
- Janina Kunstmann
- Jürgen Maie

Mit besten Grüßen aus dem Vorstand.

*Stephan Kraus*

**Link**

<https://www.youtube.com/channel/UCceu4gB1XP-mX7lrYPyY1pg>

8088 Board nach 35 Jahren verfügbar

# Commodore CBM 700 wird PC-kompatibel

**D**ie Commodore CBM-II Serie war Anfang der 1980er Jahre der Gegenentwurf zum aufstrebenden IBM PC. Die Businessmodelle wurden als leistungsstarke Büromaschinen mit einem gefälligen Design geplant, die Privatmodelle sollten im Homecomputer-bereich Fuß fassen. Jedoch konnten sich beide Serien nicht durchsetzen. Das lag sowohl an der starken Marktmacht von IBM als auch an technischen Problemen und der Konkurrenz im eigenen Hause in Form des Commodore C64. Einen Rettungsanker sah Commodore darin, den CBM-II kompatibel zum IBM PC zu machen.

Commodore plante dazu einen Computer mit der Bezeichnung CBMX256-80 (CBM 730 in Europa) bzw. X128-80 als Spitzenmodell der CBM-II Linie. Details zu diesen Maschinen sind auch im Artikel ab Seite 42 nachzulesen. Diese Maschinen sollten 256 bzw. 128 kByte RAM besitzen, das 256kByte Modell außerdem auch zwei Prozessoren, nämlich einen MOS 6509 und einen Intel 8088. Für den Intel-Prozessor waren CP/M 86 und MSDOS geplant, damit Anwender die reichlich für diese Betriebssysteme erhältliche Software nutzen können. Commodore brachte den Entwurf des 8088 Prozessor-Boards aber nur bis zur Revision-F. Weiter ging die Entwicklung nicht, denn die CBM-II Linie wurde vorher eingestellt. Damit verblieben Fehler im Platinenlayout, durch die beispielsweise das Funktionieren eines optional verwendbaren 8087-Coprozessors verhindert wird. Das Board ist außerdem nicht optimiert und kann

nicht direkt auf ein CBM-II Board gesteckt werden, sondern benötigt zwei Flachbandkabel (60- und 40-polig) zum Einbau. Es passt weder mechanisch noch vom Stromverbrauch in jedes CBM-II Modell, sondern nur in die großen „High Profile“ Geräte mit 256kByte.



## Weiterentwicklung durch Anwendergruppen

Wahrscheinlich waren in den USA nur etwa 40 der Boards vorhanden, einige weitere gab es in Europa. Mit der Abkündigung der CBM-II Serie übergab Commodore glücklicherweise die Prototy-

pen und die Dokumentation an die Chicago B User Group (CBUG).

Dort waren die CBM Enthusiasten um eine Weiterentwicklung bemüht. 1987 berichtete die Zeitschrift der CBM Selbsthilfe 600/700 in Deutschland, die Firma North West Music Center habe die Vertriebsrechte an der angepassten CP/M 86 Version von Digital Research erworben. Dort hatte Gary Anderson begonnen, die Commodore 1571 Floppy an die Erfordernisse des 8088 Boards anzupassen, um so Zugriff auf MSDOS Floppies zu ermöglichen. Ebenso wurde dort versucht, das Board mit dem stromsparenden NEC V20 Prozessor zu betreiben. Aber auch in Deutschland liefen Bemühungen, der eingestellten Entwicklung wieder auf die Sprünge zu helfen, unter anderem mit einer CP/M 2.2 Emulation für das 8088 Board. Um 1988 verkaufte schließlich das North West Music Center angepasste, gebrauchte CBMX 128-80 Maschinen mit eingebauter 8088 Karte und CP/M-86. Diese waren von dem mittlerweile verstorbenen Bruce Faierson, Vizepräsidenten der CBUG und Eigentümer des North West Music Centers zusammengebaut worden.

## Das nächste Jahrhundert

Um 1999 stieg das Interesse an der Karte wieder an. Ruud Baltissen fragte auf der CBM Hackers Mailingliste nach Spezifikationen für das 8088 Board im CBM 710. In den Folgejahren setzte er sich ausführlich mit den Spezifikationen auseinander und veröffentlichte schließlich eine ausführliche Analyse. Daraus ist zu entnehmen, dass die 8088 CPU parallel zum 6509 Prozessor des CBM läuft. Sie konkurriert mit diesem um den DRAM Zugriff,

hat aber keinen Zugriff zu Ein-/Ausgabefunktionen der Hauptplatine und auch nicht zum Video-RAM. Die 8088 CPU kommuniziert mit dem 6509 Prozessor stattdessen über einen 6525 Baustein auf dem Board. Dieser ist über den kompletten A-Port und teilweise durch den B-Port mit dem 6526 verbunden, dieser wiederum steht unter der Kontrolle des 6509 Prozessors. Über einen 2 kByte großen SRAM Baustein auf der Karte (AM9128) tauschen die beiden Prozessoren ihre Daten aus. Dies ist erforderlich, denn der 6509 Prozessor hat keinen Zugriff mehr auf den Stack, sobald die 8088 CPU den Arbeitsspeicher kontrolliert und umgekehrt die Intel CPU den Speicher nicht erreichen kann, wenn die MOS CPU auf diesen zugreift. Dieser wechselseitige Zugriff ist vom Timing her kritisch, weshalb das 8088 Board infolge von Serienstreuungen und Toleranzen nicht in jedem prinzipiell geeigneten CBM Gerät läuft. Neben diesen Bausteinen besitzt das 8088 Board einen programmierbaren Interrupt-Controller (8259) und einen EPROM-Baustein mit einem BIOS.

Ein weiteres Problem: Das 8088 Board arbeitet nicht in jedem CBM-II Modell. Zu-



Das 8088 Board für den CBM

nächst scheiterten die Versuche, es in einen unmodifizierten CBM 256-80 einzubauen. Bill Degnan identifizierte Anfang 2009 die Ursache: Die serienmäßig verbauten 256-80 BASIC ROMs verursachen Konflikte mit dem Adressbereich des 8088 Boards. Dies lässt sich durch Verwendung von B128 BASIC ROMs vermeiden, denn die ROM Versionen 901243-02 (B128 BASIC), 901242-02 (B128 BASIC) und 901244-03 (KERNAL) funktionierten.

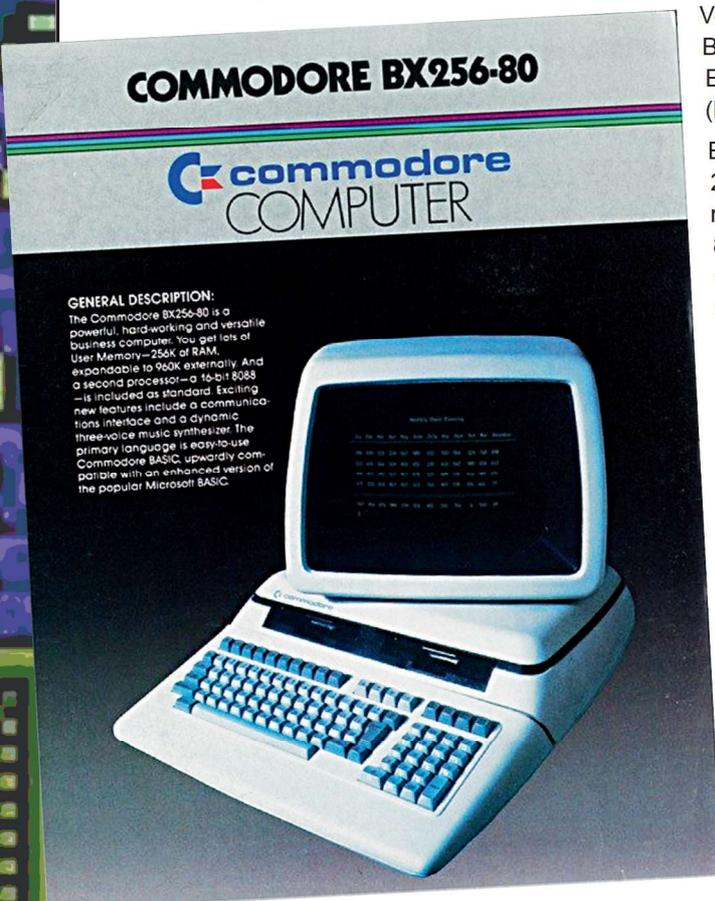
Bo Zimmerman nahm sich 2010 dem Problem der nicht funktionierenden 8087-Co-Prozessorunterstützung an. Er stellte fest, dass der Grund die Verbindung von Pin 31 und 33 des 8087 Sockels ist. CBM hatte hier zwar eigentlich einen steckbaren Jumper vorgesehen, diesen aber bei den Prototypen nicht aufgelötet, sondern eine feste Verbindung herstellt. Das ist aber falsch: Bei installiertem 8087 muss die Verbindung offen, ohne den Co-Prozessor geschlossen sein.

## Modifikationen für CBM 610

Um das 8088 Board auch in „Low Profile“ CBM Maschinen, also dem CBM 610 zum Laufen zu bringen, sind weitere Modifikationen erforderlich. Michal Pleban zeigte 2012, dass die Ursache der Inkompatibilitäten im unterschiedlichen Design der Motherboards liegt. Während bei „High Profile“ Geräten das zusammen mit dem 6509 Prozessor verwendete „programmable logic array“ (PLA) für den DRAM Zugriff direkt neben dem Anschluss für das 8088 Board liegt, ist es bei „Low Profile“ Maschinen deutlich weiter von diesem entfernt. Durch die größere Laufzeit und möglicherweise auch durch Interferenzen mit anderen Signalen auf dem Motherboard wird die Kommunikation hier gestört. Die Lösung erfordert zwei gut geschirmte, zusätzliche Leitungen auf der Hauptplatine, nämlich von Pin 40 des Connectors P9 zu Pin 26 des PLA und von Pin 38 (P9) zu Pin 25 (PLA). Damit läuft auch in diesen CBM Modellen das Intel Board.

## 8088 Replica Board

Michal Pleban hat sich in den Folgejahren ausführlich mit dem 8088 Board auseinandergesetzt und seine Nutzbarkeit deutlich verbessert, wie wir noch sehen werden. Sein Erfolg motivierte Ruud Baltissen, sich die Prototypen genauer anzusehen. Er bildete das Layout in einem gängigen Programm (Eagle) ab und ermöglichte es so, funktionell exakte Repliken der Originalkarte herzustellen, die



Original-Werbung für den CBM-II

# Emulation

100% kompatibel zur ursprünglichen Commodore Entwicklung sind. Ein weiterer Vorteil: Verbesserungen am Board Design konnten nun einfacher realisiert werden. Michal Pleban ersetzte den extrem schwer zu beschaffenden 6525-Baustein durch einen besser verfügbaren 8255 Chip und fügte eine Unterstützung für eine SD Card hinzu, von der gebootet werden kann.

## Deutliche Unterschiede

Mit dem 8088 Board hat Commodore zwar den Grundstein für die PC-Kompatibilität der CBM-II Maschinen gelegt, aber eine ganze Reihe von Herausforderungen blieben unbewältigt. Das Design der

CBM-II Rechner ist grundverschieden vom IBM-PC. So kennt der CBM-II im Gegensatz zum Sprössling von Big Blue kein BIOS, sondern nur einen IPC Code zum Laden des Betriebssystems. Interrupts sind beiden Maschinen bekannt, aber völlig anders benutzt. Auch der Zeichensatz beider Maschinen unterscheidet sich drastisch, IBM kennt 256 Zeichen der Codepage CP437, Commodore verwendet die 128 Zeichen des PET-Charaktersets. Beide Rechnerwelten verwenden zwar 5 1/4 Zoll Disketten als Massenspeicher, aber bei CBM-II sind die 500 kBytes oder 1 MByte fassenden 100 TPI Disketten GCR-kodiert und über ein IEEE-488 Interface angebunden, der IBM PC hingegen nutzt eine MFM-Kodierung für sei-

ne 360 kByte-Disketten mit 48 TPI. Commodore versuchte ursprünglich, das Board soweit fertigzustellen, um MSDOS 1.25 mit einem eigens programmierten IO.SYS Kern darauf laufen lassen zu können. Immerhin ist so die Verwendung von Kommandozeilenbefehlen, dem Microsoft Assembler MASM und MBASIC möglich und auch MSDOS 1.25 Anwendungen wie WordStar laufen darunter. Immerhin etwas – aber Spaß kommt damit noch nicht auf.

## PC-Emulation erfordert Software

Daher setzte sich Entwickler Michal Pleban höhere Ziele: Unter Verwendung des 8088 Boards sollte eine Emulationsumgebung geschaffen werden, die den CBM-II nicht nur MSDOS-, sondern PC-Kompatibel macht. Darauf sollte das originale MSDOS mit dem IO.SYS Kern des IBM PC lauffähig sein. Für die Verwendung mit dem 8088 Board wurde daher eine Softwareumgebung in Angriff genommen, die eine Reihe von Funktionen bereitstellen sollte:

- \_\_\_\_\_ Implementierung der PC BIOS Interrupts
- \_\_\_\_\_ Entwickeln einer IPC Bibliothek auf der CBM (6509) Seite
- \_\_\_\_\_ Erstellen einer Floppy Disk Emulation
- \_\_\_\_\_ Übersetzen der Tastatur Scancodes und der Zeichencodierung
- \_\_\_\_\_ Umlenken und Übersetzen von Timer Interrupts
- \_\_\_\_\_ Eigenes Zeichensatz-ROM mit IBM-typischen, wichtigen Zeichen wie Backslash
- \_\_\_\_\_ Bootstrap-Code für den 8088

Hinsichtlich der PC BIOS Interrupts gilt es zu wissen, dass ein Rechner eine Reihe davon beherrschen muss, damit er als PC-Kompatibel gilt und MSDOS ohne Modifikationen lauffähig ist (siehe Kasten). Im November 2017 veröffentlichte Pleban die erste Version dieser Software. Sie besteht aus zwei Teilen:

- \_\_\_\_\_ 6509.PRG mit Code für den 6509 Prozessor
- \_\_\_\_\_ 8088.PRG mit dem 8088 Code

6509.PRG implementiert die I/O Funktionen, da das 8088 Board ja keinen Zugriff auf die Ein-/Ausgabefunktionen des CBM

### CBM 128-80 w/8088 Co-processor

Call for Details  
Very Limited Quantities

We are offering a limited number of used CBMX 128-80 computers for only \$325. These come installed and tested with the original 8088 co-processor boards that until recently were hidden in the Commodore research labs.

The CP/M86\* operating system was implemented on the B system and has been tested and found to be very reliable. It had previously been stated that the co-processor would only work with the CBM 256-80. This is not true! The PLA that is installed on the hi-profile motherboard determines whether the operating system will run on that particular machine. We will also be offering the 8088 co-processor board for \$80 providing the purchaser sends in their working hi-profile motherboard with the correct PLA. Call for details!

All the generic CP/M 86 software that we have tested will operate on the B series machine with an 8050 drive. The SFD and the 8250 can also be used with some restrictions. These same programs can also be run under the Digital Research CP/M 86 and Concurrent PC Dos operating system on an IBM. Therefore an investment in software is not wasted as it can be ported to other compatible computers.

\*CP/M 86 is a trademark of DRI Inc.



### SPECIAL-Co-processor only \$80

In an effort to promote the CP/M-86 and Ms-Dos project, N.W. Music has decided to sell the remaining co-processor boards at our cost to help stimulate this effort. The price will be \$80 and purchase will be subject to certain stipulations. It had been previously stated, that these boards would not work with the lo-profile computer. This does not seem to be the case. It has been suggested by a prominent member of the group that any problems could be only power supply related. We have a lo-profile model up and running. There are only a few boards remaining so call for details.

Co-processor \$80

### CBM 128 & 256 features:

- SWIVEL MONITOR
- ADJUSTS HOR. and VERT.
- DETACHABLE KEYBOARD
- 9 x 14 PIXEL DISPLAY
- INCREDIBLE RESOLUTION
- DESIGNED FOR 2 INTERNAL DRIVES

Priced from \$199 to \$350 (US)  
SHIPPING CHARGES EXTRA!

You really have to see the green phosphor display to believe it. This model has at least as good a display as the other company with those three big letters.

**NORTH WEST**  
MUSIC CENTER  
INC.

539 N. Wolf Rd. — Wheeling, IL 60090  
Hours— (Voice) Phone (312) 520-2540  
Mon.-Thur. 12:30-5:00, Sat. 12:00-4:00  
(24 Hour Order Recorder)

SUMMER 1988

THE CBUG ESCAPE - COMMERCIAL ADS

VOL 13 PAGE A6

Verkauf der modifizierten Prototypen durch die CBUG

hat. Es wird für jede I/O Operation von der 8088 Seite aufgerufen. 8088.PRG besteht aus zwei wesentlichen Teilen, den weitgehend geräteunabhängigen High-Level Interruptroutinen und dem eigentlichen, CBM-II spezifischen Emulationslayer. Der erste Teil implementiert einen Teil der PC BIOS Interrupts, der zweite Teil die Low Level Routinen, die ein Software Interface zu den I/O Funktionen der 6509 Seite darstellen.

Der Emulationslayer stellt einen IBM PC mit einer MDA Grafik, einem seriellen und einem parallelen Port dar. Ein direkter Zugriff auf PC-Disketten ist mit den 8050 oder 8250 Laufwerken des Commodore aufgrund der unterschiedlichen Codierung nicht möglich. Es können aber per Script PC Diskimages in CBM Diskimages sozusagen injiziert werden, sofern die Kapazität ausreicht. CBM D80 Images mit 512 kByte reichen für 360 kByte PC Images, für 720 kByte PC Images sind die 1 MB großen D82 CBM Images erforderlich. Diese so präparierten Dateien lassen sich mittels CBMLINK oder vergleichbarer Software auf CBM Disketten schreiben.

## Little Hardware Hack

Probleme macht die PC Emulation besonders bei MSDOS Programmen, die direkte I/O Zugriffe ausführen oder sich in den Keyboard-Interrupt des PC einhängen versuchen. Sie laufen nicht in der Emulation. Dies gilt auch für Programme, die di-



Ziel erreicht: Norton Commander läuft auf CBM

rekt in den Videospeicher zu schreiben versuchen. Gerade davon gibt es aber sehr viele. Eine reine Softwarelösung ist hierfür nicht möglich. Allerdings bietet sich eine kleine Hardwaremodifikation an. Diese besteht aus einem programmierbaren Logikbaustein (GAL 16V8) auf dem 8088 Board, der im Adressbus sitzt und die oberen 16 kByte des 8088 Adressraumes abschneidet und in den Adressbereich \$B000:0000 verschiebt. Genau hier liegt der Adressraum der MGA Grafik des IBM PC. Auf der 6509 Seite bleibt der Adressraum unverändert an oberster Stelle. Eine kleine Software-

## Praktische Anwendung

routine auf der 6509 Seite kopiert nun periodisch den Inhalt dieses Speichersegments in den Videospeicher des CBM und übersetzt dabei die Zeichensätze. Mit dieser modifizierten Karte wird der CBM-II zusammen mit der Emulationssoftware tatsächlich PC-Kompatibel. Ein unmodifiziertes MSDOS Version 3.21 ist lauffähig. Auch Programme wie der Norton Commander arbeiten damit auf der Commodore-Maschine. Eine entsprechende Vorführung während der Classic Computing 2018 hat für einiges Aufsehen gesorgt. Dank der Verfügbarkeit des 8088 Replica Boards ist auch die Verfügbarkeit der Hardware gesichert. Entsprechende PCBs sind in Kleinserie gefertigt und können selbst bestückt werden, ausreichende Löt-Kenntnisse vorausgesetzt. Damit ist also heute erreicht, was Commodore vor 35 Jahren einmal plante – die Zusammenführung zweier Büromaschinen-Welten. (gb)

## Links

<http://www.6502.org/users/sjgray/computer/8088/>

<https://github.com/MichalPleban>

<http://cbm-hackers.2304266.n4.nabble.com>

## PC BIOS Interrupts

Der Emulationslayer der PC Emulationssoftware stellt folgende BIOS Interrupts und Funktionen bereit:

```
INT 10 Funktionen 00, 02, 03, 06, 07, 09,
        0A, 0E, 0F
INT 11
INT 12
INT 13 Funktionen 00, 01, 02, 03, 04, 08
        15, 16
INT 14 Funktionen 00, 01, 02, 03
INT 16 Funktionen 00, 01, 02
INT 17 Funktionen 00, 01, 02
INT 18
INT 19
INT 1A Funktionen 00, 01
```

### ZX Spectrum Emulator für Enterprise 128

# Túl késő

**U**nter den Homecomputern der frühen 1980er Jahre nimmt der Enterprise 128 der britischen Firma Enterprise Computers eine besondere Stellung ein. Das Gerät ist ein seltener Exot. Doch auch für ihn gibt es Emulatoren.

Seine Wurzeln hat das Gerät eigentlich in Hong Kong, wo 1982 eine Handelsfirma namens Locumals auf den in Fahrt geratenen Homecomputer-Zug aufspringen wollte. Dazu wurde eine Partnerschaft mit der Firma Intelligent Software gegründet und in einem Geheimprojekt der erste Rechner entwickelt. Eine Londoner Firma sollte das Marketing übernehmen, beim Versuch einer fernöstlich klingenden Namensgebung tappte sie aber in die Markenrechtsfalle. Der anschließende Rechtsstreit verzögerte die Auslieferung der Geräte beträchtlich. Der im September 1983 angekündigte Rechner kam dadurch erst 1985 auf den Markt. Dies war leider zu spät, der englische Heimcomputermarkt war zu diesem Zeitpunkt bereits zwischen ZX Spectrum, Commodore C64, Amstrad CPC und Acorn BBC Micro aufgeteilt. Nennenswerte Erfolge feierte der Enterprise nur in Ungarn. Hier hatte die Firma „Videoton“ (ein seit 1938 bestehender Mischkonzern mit einer im damaligen Ostblock angesehenen Computersparte) ab dem Jahr 1984 eine Lizenz erworben und baute eine nationalisierte Version des Enterprise. Sie kam ab 1988 unter dem Namen TV Computer in den Handel und wurde für ca. drei Jahre in 5-stelliger Anzahl produziert.

#### Beeindruckende Hardware

Das war sehr schade, denn der Enterprise ist eigentlich eine tolle Maschine mit einem sagenhaften Design. Mit dem flachen Gehäuse, den bunten Tasten und dem Joystick anstelle der Cursortasten könnte der Enterprise 128 für einen Video-Titelgenerator aus damaliger Produk-



tion gehalten werden. Aber nicht nur das Design war seiner Zeit voraus. Auch die Technik im Inneren lässt aufhorchen. So nehmen zwei Spezialchips der mit 4 MHz getakteten Zilog Z80 CPU einiges an Arbeit ab. Sie wurden nach ihren Entwicklern "Nick" und "Dave" benannt. "Nick" kümmerte sich um die Grafik, während "Dave" für den Sound und den Speicherzugriff (Paging, Bank Switching) verantwortlich ist. „Dave“ erlaubt so, bis zu 4 MB RAM zu adressieren – also deutlich mehr, als bei einer 8-Bit CPU ansprechbar ist.

Der Grafikchip ist nahezu frei programmierbar und kann auch exotische Modi darstellen. Bereits die eingebaute Textverarbeitung zeigt dies durch die Mischung von 40- und 80-Zeichen-Darstellung auf einer Bildschirmseite. Er bietet z.B. eine Grafikauflösung von 640 x 256 Punkten bei 8 Bit Farbtiefe (256 Farben), was sogar den im selben Jahr erschienenen 16-Bit Commodore Amiga 1000 alt aussehen lässt.

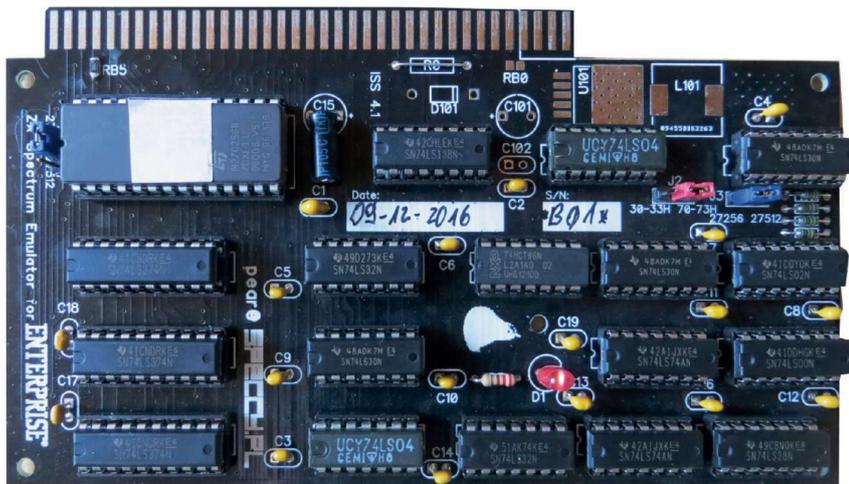
#### Der ZX Spectrum Emulator

Den guten Hardware-Eigenschaften steht leider ein deutlicher Mangel an passender Software gegenüber. Von den bis Januar 1985 angekündigten über 100 Softwaretiteln erschienen die wenigsten. So hofften die Käufer des Enterprise 128 auf den groß angekündigten Sinclair ZX Spectrum Emulator. Diese Hardware-Lösung versprach damit den Zugang zu Hunderten von Programmen des Sinclair ZX Spectrum.

Die Benutzer warteten, aber die Erweiterung erschien nicht. Es gab immer wieder Berichte, die das baldige Erscheinen versprochen. Nach langer Wartezeit kam der Emulator endlich in die Läden. Die Hardware wurde in Ungarn von „Videoton“ entwickelt, die Software stammte von „a Studio“, ebenfalls ein ungarisches Unternehmen. Sie hatte bereits viele Spiele wie z.B. Attores, Magicball, Enter\_Stack, Enter\_Ball, Fire, Eggs of Death, Permo Lift, Reversi und Dama Awari für den Enterprise entwickelt.

Es folgte schnell die Ernüchterung, da die ursprüngliche Version des Emulators viele Fehler hatte. Die Benutzer zeigten dafür wenig Verständnis, da die Entwickler sich ja viel Zeit genommen hatten. Die Entwickler-Firma "a" Studio nahm zu den Beschwerden der Benutzer keine Stellung, was den Unmut noch steigerte.

Um den Emulator verwenden zu können, wird die sogenannte System Bus Bridge benötigt, die auf der rechten Seite des Enterprise angeschlossen wird. Als nächstes folgt dann der Emulator selbst. Mit der angeschlossenen Bus-Erweiterung und dem Emulator erscheint der Enterprise 128 wie ein Sinclair ZX Spectrum und macht praktisch alles, was der Original-Spectrum auch kann, außer dem speziellen Flash Attribut des Spectrum. Die Namen 'a' Studio und Sinclair sind gleich lang, so dass der Name (C) Sinclair Research im Startbildschirm leicht ausgetauscht werden konnte. Auch die Vielfach-Belegung der Spectrum-Tastatur



*ZX Spectrum Emulator Nachbau von Maciej Gruszecki*

ist abgebildet, als Unterstützung gibt es einen Hilfsbildschirm. Dieser steht mit den Funktionstasten 1-7 des Enterprise im Spectrum BASIC bereit. Der Emulator benötigt viel Strom, daher sollte der Original-Emulator mit einem Enterprise-Netzteil betrieben werden und nicht mit einem Standard-Spectrum Netzteil. Es ist zu schwach und beginnt nach 20 Minuten praktisch zu schmelzen. Das Netzteil des Spectrum+2 hingegen liefert genug Strom.

## Mängelliste

Der Original-Emulator mit der Bezeichnung ISS1 besitzt eine ganze Reihe von Mängeln und Fehlern, obwohl das Original ROM des Emulators bereits die ROM-Version 3.5 zeigt. Zunächst verlangt er die exklusive Kontrolle über den Enterprise 128. Ist der Emulator angeschlossen, ist der Enterprise nicht mehr nativ zu benutzen. Der Emulator kann auch nicht mit EXDOS (das Disk Operating System des Enterprise) verwendet werden. Um zum Enterprise Modus zurückzukehren, muss der Emulator abgesteckt werden. Das beansprucht die Steckverbindungen über Gebühr und reduziert die Lebensdauer. Doch damit nicht genug: Joysticks, egal ob intern oder extern können nicht in Spielen verwendet werden. Auch die Tastaturumsetzung hat viele Fehler; entweder werden manchen Tasten gar nicht oder gleich doppelt erkannt. Probleme macht auch die Interrupt-Steuerung. Wenn ein Programm den Interrupt Modus verwendet, hängt es sich auf. Das ist besonders ärgerlich, denn viele Spiele verwenden den Interrupt-Modus 2. Und wie bereits erwähnt wird das Flash-Attribut

gar nicht emuliert, wodurch in vielen Programmen der Cursor nicht sichtbar ist.

## Korrekturen

Daher machte sich ein findiger Bastler an die Arbeit und versuchte zu verstehen, wie das Board funktioniert und machte sich daran, viele der Fehler zu korrigieren. Die verbesserte Hardware mit der Bezeichnung ISS2 und das gepatchte ROM (Version 4.0) löste einige Probleme. Mit diesen Modifikationen des Emulators arbeitet der Computer wie ein normaler Enterprise, der Emulator ist nun eine normale EXOS ROM-Erweiterung. Der Spectrum-Modus kann mit dem "ZX" Befehl gestartet werden. Wenn ein Bus-Extender zum Anschluss von mehr als einer Karte am Erweiterungsanschluss zur Verfügung steht, kann der Emulator zusammen mit EXDOS verwendet werden. Damit sind Floppys oder mit neueren Er-

weiterungen auch SD-Karten nutzbar. Als Erweiterung verwenden die Routinen zum Laden und Speichernroutinen nun EXOS, Spectrum-Programme lassen sich so von einer Floppy laden. Die Tastatur-Emulation wurde komplett erneuert und arbeitet nun richtig. Außerdem können nun auch Joysticks verwendet werden. Zwar steht auch mit diesem ROM das Flash Attribut nicht bereit, es wird aber als invertierte Farbe emuliert, das reicht aus, um den Cursor in einem Programm zu sehen. Außerdem gibt es ein zusätzliches SCOPY Hilfsprogramm im ROM zum Kopieren von Spectrum Kassetten in normale EXOS-Dateien, das Laden und Speichern von Snapshots ist möglich und eine POKE Funktionen zum direkten Speicherzugriff existiert.

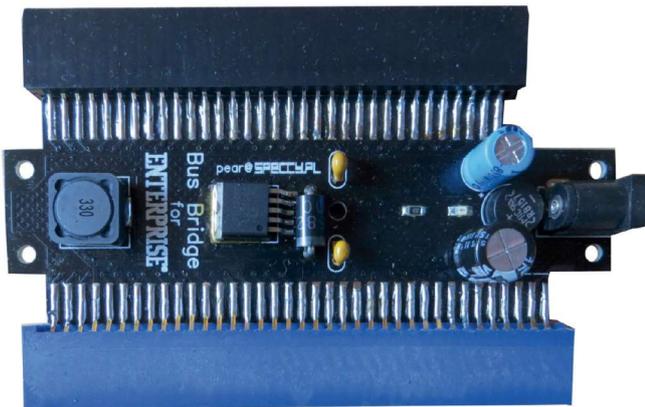
## Weiterentwicklung

2005 machte sich dann ein Entwickler in England daran, den Spectrum Emulator nachzubauen. Bei der Übernahme des Platinenlayouts in ein übliches Layout-Programm offenbarte sich erneut ein großer Hardware-Fehler. Dieser verhinderte bis dahin die korrekte Interrupt-Verwendung. Die neue Hardware Version ISS3 kommt mit einem neuen ROM, der Version 4.1. Sie hat bereits die Möglichkeit, .TAP und .ZX Dateien laden zu können. Für ROM 4.2 ist die Unterstützung von .Z80 Dateien geplant. Der Spectrum Modus kann nun mit gleichzeitigem Drücken der STOP- und Reset-Taste verlassen werden, der RESET-Knopf allein bewirkt einen Reset beim Spectrum.



*Der ZX Spectrum Emulator und die Bus Bridge in Aktion*

## Emulation



Dringend erforderlich: Die Bus Bridge

Aber es gibt auch Schattenseiten: Da inzwischen beim Spectrum durch neue Spiele-Engines die Möglichkeiten weiter fortgeschritten sind, gibt es neue Kompatibilitätsprobleme. Diese betreffen vor allem die Engines Bifrost und Nirvana. Alle Spiele, die damit die Attribute durch Pixelzeilen ändern, funktionieren nicht. Die Attribut-Umsetzung muss beim Schreiben eines Attributs vom Emulator erledigt werden, was den Emulator verlangsamt und zum Verlust des Bild-Timings führt.

Heute ist die Original-Hardware sehr selten zu finden und dann auch sehr teuer. Maciej Gruszecki (bekannt als „Pear“), ein polnischer Hardware-Entwickler, liefert einen Nachbau des ZX Spectrum Emula-

tors, der dem ISS2 Board entspricht und die englische Version des ROMs verwendet. Zum Betrieb wird auch ein Nachbau der Bus Bridge benötigt. Diese stellt die Verbindung zwischen Enterprise und dessen Erweiterungen her. Beide Geräte werden zusammen mit 3D-gedruckten Gehäusen geliefert. Es gibt mittlerweile auch eine Version des Emulator-Boards, in der die Bus Bridge bereits integriert ist.

### Was bringt es?

Der Emulator ist eine nette technische Spielerei, die 1985 sicher interessant gewesen wäre, hätte das Gerät denn fehlerfrei gearbeitet und bessere Performance geboten. Heute schränkt die nach wie vor aktive ZX Spectrum Entwickler-Szene durch ihre vielen neuen Ideen die Nutzbarkeit ein, denn vieles kratzt an den Kompatibilitätsgrenzen des Emulators. Trotzdem ist es interessant zu sehen, wie anno 1985 versucht wurde, ein Nischenprodukt doch noch halbwegs sinnvoll ein-

## Über den Autor

Gerhard „Jungsi“ Jungsberger ist Sammler aus Niederbayern mit dem Schwerpunkt auf Hardware und verbindet alte mit neuer Technik. Aufgewachsen ist er mit Sinclair ZX Spectrum und Atari ST.

setzbar zu machen. Leider kamen sowohl der Rechner selbst als auch der Emulator zu spät- oder auf Ungarisch "Túl késő". Die Auseinandersetzung mit beiden erfordert übrigens sprachliches Geschick: Bei der Recherche zum Emulator mussten viele Informationen aus dem Ungarischen übersetzt werden, da kaum Informationen in Englischer Sprache zu finden sind.

Instead of computers catching up with technology, technology now has to catch up with a computer.



The way we see it, technology has suddenly got quite a face on its hands. There's no other home computer in the world that's so expandable or so updatable as the new Enterprise 64. And if you're wondering quite how we've managed that, kindly take a closer look at the outputs on our remarkable new machine. You'll notice that amongst all the usual sockets and terminals, we've gone and incorporated a special 66-way expansion port.

This will accept a whole range of new peripherals that are in the pipeline. Including those that are a mere twinkle in the eyes of our hardware designers. We thought this expandability principle was such a good idea, we applied it to the Enterprise's memory, too. Even in its most basic 64K form, this puts more user RAM at your disposal than almost any other computer. But plug in our special Rampacks to the base unit, and you can progressively increase that figure to a truly extraordinary 3,900K.

Not that that's the only challenge we present to today's ambitious programmers. With a screen resolution of up to 672 x 512 pixels, 256 colours and a high speed 15 video processor, the Enterprise will outgun all but the highest quality TV monitors. And the sophisticated sound chip generates no fewer than 4 voices across 8 octaves in full stereo. Combine the two and you can create effects that leave today's games looking like pub video tennis of the mid-seventies. For anyone with literary aspirations, the Enterprise also comes complete with an integrated word processor. Whilst the really serious user will be delighted to

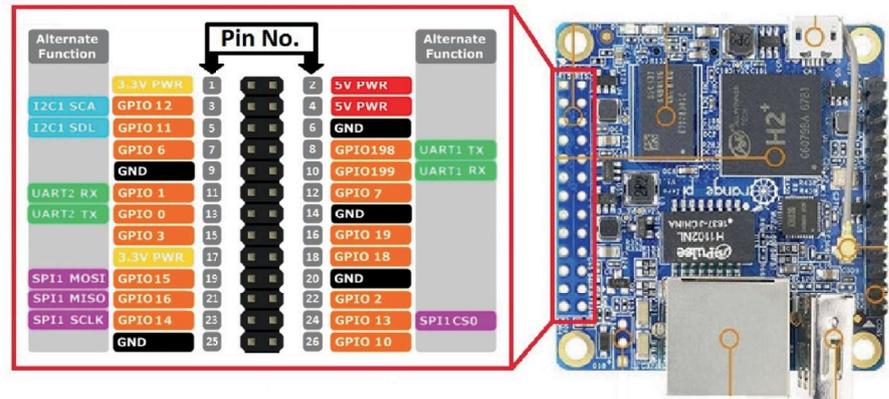
discover analogue RGB and TV outputs, as well as parallel, RS123 serial and network ports. Both CoBot and C will be available with CP/M running, and you can even use Lisp, Fort and Z80 assembly language on cartridge without encroaching on user RAM. The new Enterprise 64. It hasn't just overtaken technology. It's left every other home computer straggling in the distance. **ENTERPRISE COMPUTERS** WITH OBSOLESCENCE BUILT-OUT

Orange Pi Zero im Einsatz

# Mini-VAX selbst gebaut

**S**IMH ist ein Multi-Systememulator des Computer History Simulation Project für die Hardware älterer Großrechner und Minirechner sowie historischer Heimcomputer. Der Software-Emulator läuft gut mit Linux als Hostsystem und kann so Betriebssysteme wie OpenVMS auf dem PC fahren.

Die Beschäftigung mit SIMH unter Linux einerseits und der Verfügbarkeit immer kleinerer Linux Mini-Platinen andererseits führte zur Idee, SIMH für eine winzige VAX Emulation zu nutzen. Als Mini-Linux System fiel die Wahl auf Orange Pi Zero. Mit etwa 5x5cm ist diese Platine wirklich winzig. Sie besitzt als CPU einen Allwinner Quad-Core Prozessor mit 1,2GHz, 256 bzw. 512MB RAM, 4 GB Flashspeicher, Ethernet mit RJ45 Anschluss, WLAN und einen Micro-SD Slot für zusätzlichen Massenspeicher. Außerdem ist für den Orange Pi Zero mit Armbian eine Linux Distribution verfügbar.



## Los geht's

Für das Projekt werden benötigt:

- \_\_\_ Orange Pi Zero Board (ca. 12-15€)
- \_\_\_ 32GB Micro-SD Karte (16/8? GB sollte auch gehen) (ca. 10-12€)
- \_\_\_ 5V/2A Netzteil mit passendem Stecker (z.B. USB Handy Lader) (ca. 5-8€)
- \_\_\_ RS232 Wandlermodul für Arduino mit 3.3V Pegeln (ca. 12€)

Mit drei Schritten ist das Vorhaben realisiert:

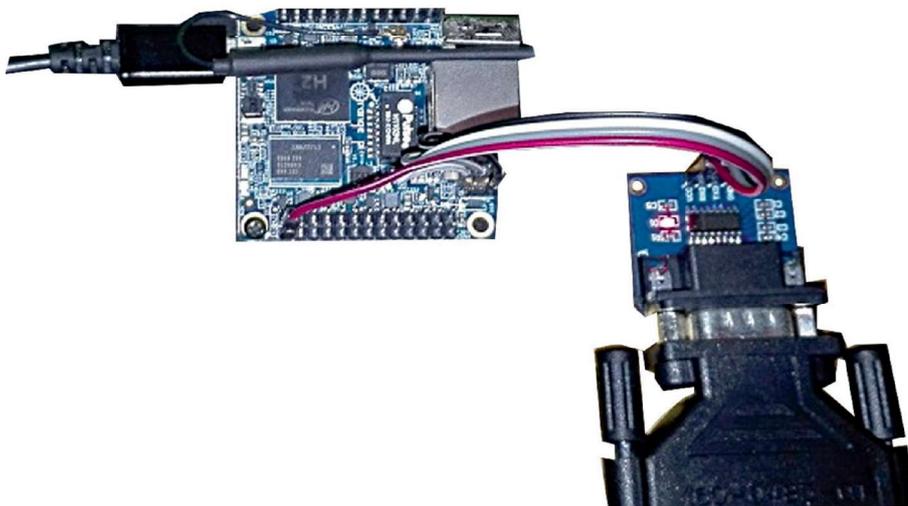
- \_\_\_ Armbian aufspielen
- \_\_\_ SIMH + Emulationsumgebung aufspielen
- \_\_\_ Serielle Schnittstelle konfigurieren mit 9600 8N1

## Armbian aufspielen

Unter [www.armbian.com](http://www.armbian.com) ist eine Version von Debian Jessie Server verfügbar, benutzt wurde die Datei Armbian\_5.24\_Orangezero\_Debian\_jessie\_3.4.113.7z. Sie wird mit 7zip entpackt, was die SD-Card Imagedatei hervorbringt. Sie wird danach auf die 32GB Micro-SD Karte geschrieben; unter Windows geht das beispielsweise mit dem Programm Win32DiskImager. Anschließend lässt sich der Orange Pi Zero mit dieser bespielten Micro-SD Karte booten. Ein Login gelingt über eine Netzverbindung mittels SSH Client, unter Windows also meist mit Putty als Systemadministratorin root und dem Passwort 1234. Die Beschreibung auf [lucsmall.com](http://lucsmall.com) ist hier recht hilfreich. Im Ergebnis läuft also ein Micro-Linux System, das über das Netz und die serielle Schnittstelle (115200 8N1) zugänglich ist.

## SIMH und Emulationsumgebung aufspielen

Mit der Anleitung auf [www.wherry.com](http://www.wherry.com) gelingt die Installation der SIMH/VAX-Emulation und dem Betriebssystem VMS ganz einfach. Am besten ist es, dies nicht auf dem Orange Pi Zero zu tun, sondern alles auf dem Arbeitsplatzrechner herunterzuladen und einzurichten. Dann wird dieses Verzeichnis mit allen Dateien und auch der emulierten Festplatte und der Konfiguration über einen USB Stick auf das Mini-System kopiert und SIMH/VAX unter Armbian kompiliert.



# Emulation

Wenn alles funktioniert, ist das Ziel erreicht: Eine Mini-VAX mit ca. 5x5cm und 1,2GHz CPU, die über Netz und die serielle Schnittstelle mit 115.200 Baud zugänglich ist. Neben der VAX kann man mit SIMH auch weitere Systeme emulieren, beispielsweise eine PDP 1, PDP8 oder PDP 11 und andere. Auch CP/M kann mittels RunCPM installiert werden. Dazu werden weitere Tools benötigt, die mit apt-get einfach zu installieren sind:

```
sudo apt-get install ncurses-dev  
libreadline-common
```

## Serielle Schnittstelle konfigurieren mit 9600 8N1

Der Orange Pi Zero verfügt nicht über eine serielle Schnittstelle mit RS232 Pegeln. Ein entsprechender Wandler ist aber leicht an die Stiftleiste des MiniSystems anzuschließen. Für die Stromversorgung des Wandlers sind 3.3V an Pin 1 der doppelreihigen Stiftleiste des Orange Pi Zero verfügbar.

Nach der Installation wird die serielle Schnittstelle mit 115200 Baud betrieben. Für den Betrieb an einem schnellen Desktoprechner ist das unkritisch. Soll die Micro-VAX aber an älteren und langsamen Terminals angeschlossen werden, sind folgende zwei Anpassungen nötig. Damit erscheinen sowohl die Bootmeldungen (Part 1) als auch die Konsole-Login (Part 2) mit 9600 Baud. Der Kasten rechts nennt die Änderungen. So präpariert eignet sich die Mini-VAX auch für den Anschluss an einen alten Rechner wie den Atari ST.

## Links

<https://www.armbian.com/orange-pi-zero/>

<https://lucsmall.com/2017/01/19/beginners-guide-to-the-orange-pi-zero/>

<https://www.wherry.com/gadgets/retrocomputing/vax-simh.html>

## Über den Autor

Peter Sieg ist seit 2006 Wiedereinsteiger im Retro-Computing Hobby. Er ist Autor der Bücher "Commodore-Hardware-Retrocomputing" und "Simulation-Emulation - Exotic Flavor"

## Geschwindigkeit der seriellen Schnittstelle verringern:

```
==== Part 1 - Change console output to 9600 baud  
# cd /boot  
# vi boot.cmd  
==== Change from 115200 to 9600  
if test "${console}" = "serial" || test "${console}" = "both"; then setenv  
consoleargs "${consoleargs} console=ttyS0,9600"; fi  
==== Recompile with:  
# mkimage -C none -A arm -T script -d /boot/boot.cmd /boot/boot.scr  
==== Part 2 - change baud rate of serial-getty (/sbin/agetty) to 9600  
baud for ttyS0  
# cd /etc/systemd/system  
# cd serial-getty@ttyS0*  
# ls  
10-rate.conf  
# vi *.conf  
==== Change from 115200 to 9600  
# cat *.conf  
[Service]  
ExecStart=  
ExecStart=-/sbin/agetty -L 9600 %I linux  
# systemctl daemon-reload  
# systemctl stop serial-getty@ttyS0.service  
# systemctl start serial-getty@ttyS0.service  
# ps -ef  
UID          PID    PPID  C   STIME TTY          TIME CMD  
root         1      0   0  22:40 ?           00:00:03 /sbin/init  
root         2      0   0  22:40 ?           00:00:00 [kthreadd]  
...  
root        921     1   0  22:53 ttyS0       00:00:00 /sbin/agetty -L 9600 ttyS0  
linux  
root        923    885   0  22:53 pts/0      00:00:00 ps -ef
```

## Macintosh Emulator Spectre GCR am Atari ST

# Jack trifft Steve

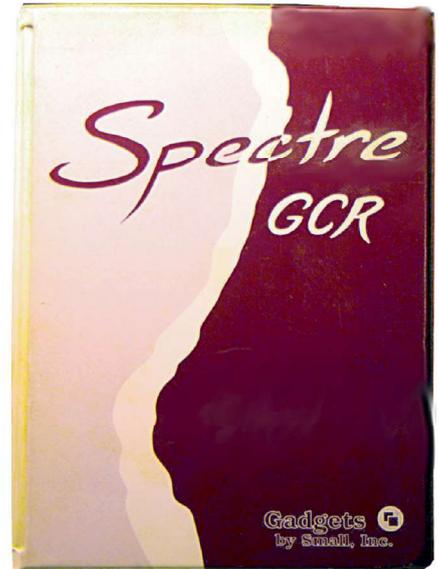
**D**as Spectre GCR Modul ist ein Modul für den ROM Port des Atari ST. Es nimmt die Original-Macintosh ROMs auf und ermöglicht zusammen mit einem Steuerprogramm die Hardware-Emulation eines Apple Macintosh Rechners auf dem Atari.

Die Geschichte der Spectre GCR Cartridge beginnt 1986 mit der Idee, den Atari ST soweit aufzurüsten, dass Macintosh Software auf dem Gerät läuft. Dies ist nicht so abwegig, schließlich nutzen die Systeme mit dem Motorola 68000 den gleichen Prozessor. Das Hardware-Design der Maschinen unterscheidet sich allerdings. Der wichtigste Unterschied liegt aber im Betriebssystem: TOS als CP/M Abkömmling und GEM als grafische Oberfläche sind etwas ganz anderes als die ROM Routinen und der Finder des Macintosh. Außerdem waren die ROM Routinen des Macintosh anders als beispielsweise die des Apple II nicht offengelegt.



## Magic Sac

David Small und seine Mitstreiter suchten daher nach einem Weg, die Original-ROMs in den Atari ST zu bekommen. Sauber programmierte Mac-Software kommuniziert nur über diese ROM Routinen mit der Hardware. Ziel war daher, die ROMs zu implantieren und über ein Atari-Programm eine entsprechende Umgebung zu emulieren. Damit sollte sich Macintosh-Software auf dem Atari ST zum Laufen bringen lassen. Mit dem Magic Sac-Paket war dieses Ziel erstmals 1986 erreicht. Das Paket wurde von der Firma Data Pacific angeboten und bestand aus einer Cartridge für den ROM Port des Atari ST und einer Steuersoftware als GEM Programm. Die Cartridge musste dann vom Anwender mit den Original-ROMs des Macintosh bestückt werden. Diese konnten damals noch legal von Macintosh-Besitzern als Upgrade bei Apple Händlern bezogen werden. Viele Händler nahmen dem Käufer diese Arbeit ab und boten bereits fertig bestückte Magic Sac Cartridges an. 1988 brachte Data Pacific dann das dreiteilige Magic Sac Professional Paket zu einem Preis von US-\$449,95 heraus. Es enthielt neben Magic Sac (nun ausgestattet mit einer Echtzeituhr) auch den Magic Printer Driver zur Nutzung von Epson Druckern aus der Emulation und den Translator One zum Anschluss der Atari Diskettenlaufwerke an den emulierten Mac.

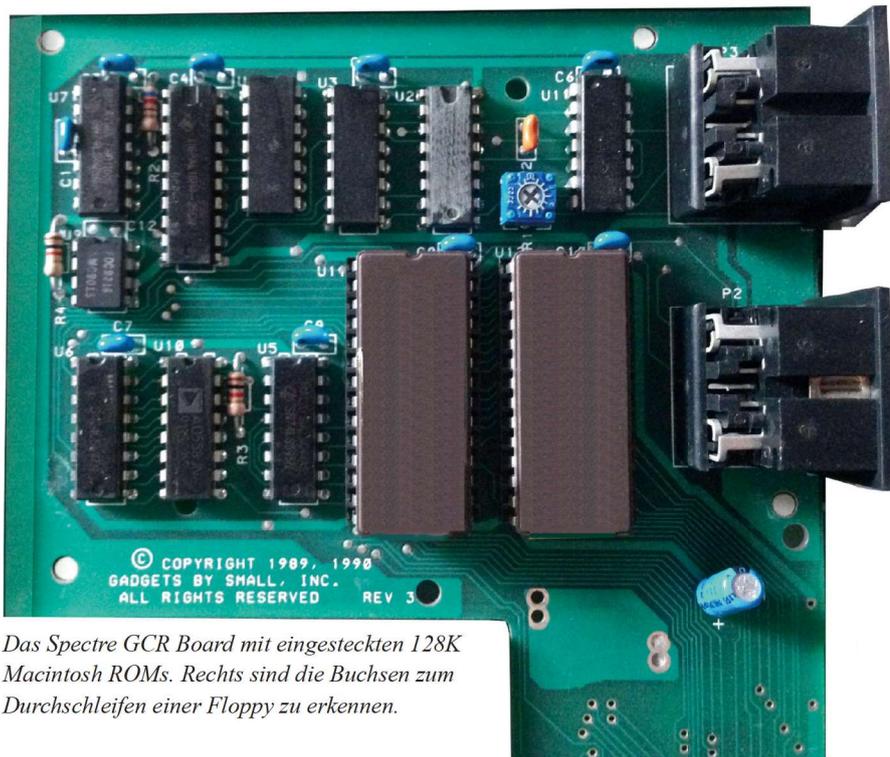


Magic Sac selbst benutzt nämlich ein eigenes Diskettenformat für die gespeicherten Daten und kann HFS-Disketten des Macintosh nicht lesen. Programme mussten über eine serielle Verbindung oder ein Modem auf den Atari ST geladen werden. Die Translator One Hardware wird zwischen den Atari ST und ein externes Diskettenlaufwerk gesteckt und zusätzlich an den MIDI Port angeschlossen. Damit war es möglich, Finder 5.4 und System 3.2 direkt von einer HFS Diskette zu booten und Macintosh Software direkt zu starten.

## Gadgets by Small

David Small entwickelte zwischenzeitlich Magic Sac weiter und brachte Ende 1988 das Nachfolgemodell Spectre 128 heraus, diesmal mit seiner eigenen Firma "Gadgets by Small". Dieses Modell verdaut die 128K ROMs des Macintosh Plus. 1989 erschien dann erstmalig der Spectre GCR. Diese Version hat bereits alle erforderliche Hardware für die Verwendung der Atari Floppy Drives in der Mac-Emulation eingebaut. Der Translator One wurde dadurch überflüssig. Ganz nach dem Jack Tramiel Motto "Power without the

## Emulation



Das Spectre GCR Board mit eingesteckten 128K Macintosh ROMs. Rechts sind die Buchsen zum Durchschleifen einer Floppy zu erkennen.

price" bot "Gadgets by Small" den GCR für US-\$ 300,- an. Mit dabei war die Version 2.0 der Emulator-Software und ein in flottem Stil geschriebenes Handbuch. Mit weiteren US-\$ 50,- für die Macintosh ROMs hatte der Anwender eine sehr günstige Möglichkeit, Macintosh Software zuhause zu nutzen.

Der emulierte Mac läuft im Monochrom-Modus, hat aber mit 640×400 Pixeln eine höhere Auflösung als der normale Macintosh (512×342). Sofern genügend RAM im Atari vorhanden ist, kann das Macintosh System bis Version 6.0.3 verwendet werden. Auch ein Betrieb im Farbmodus ist möglich, hier ist aber durch die unvermeidbare Skalierung das Bild unscharf. Dafür zeigen viele Macintosh-Programme bereits farbige Elemente.

### Anschluss

Zur Inbetriebnahme des Spectre GCR sind einige wenige Anschlussarbeiten nötig. Die Cartridge benötigt mindestens einen Atari 1040 ST, mit 512 kByte RAM ist kein Betrieb möglich. Der Anschluss erfolgt an den ROM Port sowie an den Floppy Anschluss. Wer nur eine interne Floppy besitzt, verbindet den Anschluss für die externe Floppy des Atari mit einem Floppykabel mit dem GCR. Ist auch eine externe Floppy vorhanden, so wird diese

mit dem externen Anschluss des Atari verbunden und der Ausgang der externen Floppy mittels Floppykabel mit dem GCR. Schlechte Nachrichten für MegaSTE Besitzer: Hier gibt es Timing Probleme beim Zugriff auf die Floppies, der GCR funktioniert möglicherweise nicht am MegaSTE.

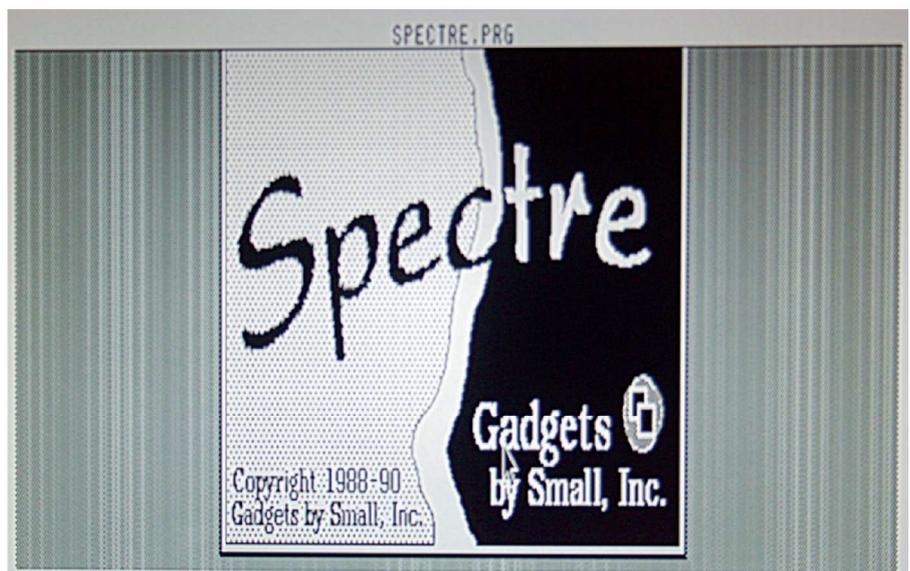
### Spectre Kontrollprogramm

Nach der korrekten Verkabelung werden der Rechner und das Spectre Kontrollprogramm (SPECTRE.PRG) gestartet. Es erlaubt die Einstellung von Speichergröße,

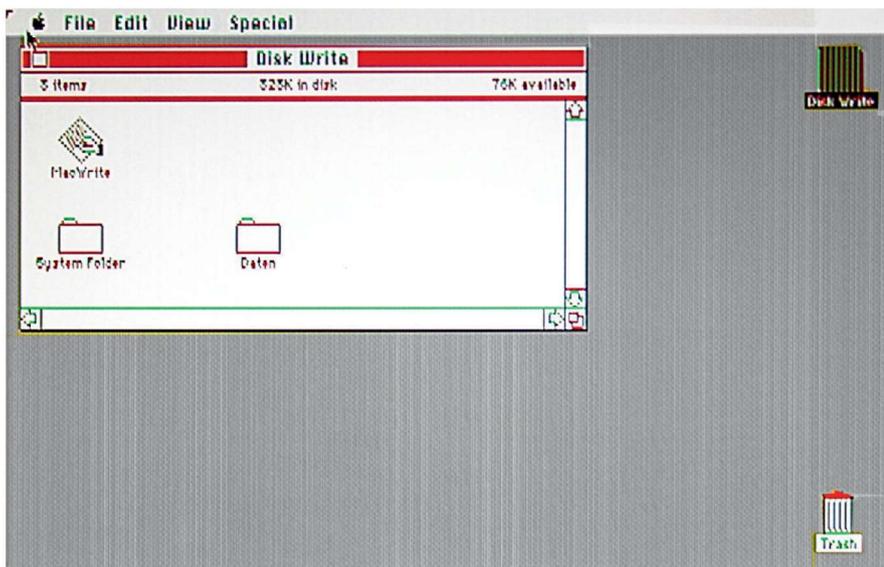
Floppyzugriff und SCSI Festplattenzuordnung. Nach Speichern der Konfiguration wird die Emulation einfach mit RETURN gestartet. Läuft alles korrekt, so erscheint ein Diskettensymbol mit einem blinkenden Fragezeichen. Der erfahrene Macintosh-User weiß sofort: Der Mac sucht sein Betriebssystem. Hier wird also eine HFS formatierte 800k Diskette benötigt, die das Macintosh System und den Finder enthält. Der Spectre GCR kann maximal System 6 nutzen, speicherschonender und damit besser ist System 4 oder 5. Entsprechende Diskimages und passende Anwendungsprogramme finden sich zuhauf im Internet. Zum Schreiben der Diskimages ist ein echter Apple Macintosh mit einem Diskettenlaufwerk erforderlich. Dann aber gelingt das Wunder – der Atari fährt Macintosh Programme.

### Und los!

Im praktischen Umgang mit dem Emulator sind einige Dinge zu beachten. So verfügt ein echter Macintosh Plus nicht über einen mechanischen Auswurfknopf für Disketten. Zum Diskettenwechsel wird vielmehr über den Menüpunkt „File/ Eject“ oder „Specials/ Eject Disk“ der Auswurf ausgelöst. Dieses Vorgehen muss auch in der Emulation eingehalten werden. Kurz danach blinkt in der Menüzeile der betreffende Laufwerksbuchstabe. Erst dann darf die Diskette entnommen werden. Wer dies vergisst, ruiniert sich möglicherweise die Disketten. Herunterfahren lässt sich die Emulation übrigens nicht mit „Specials/ Shutdown“ aus dem Finder – das bringt den Mac zum Absturz.



Das Konfigurationsprogramm des Spectre GCR



Macintosh System 4 nach dem Start auf dem Atari 1040 STFM

## Spectre GCR und UltraSatan

Wer mit der UltraSatan-Hardware bereits SD Karten als Harddisk-Ersatz am Atari ST nutzt, dem sei ein Blick auf die Homepage von „Obsolescence Guaranteed“ empfohlen. Dort ist beschrieben, wie sich eine SD Karte mit der UltraSatan als SCSI Festplatte für den emulierten Mac nutzen lässt. Ein vorbereitetes Festplattenimage mit Macintosh Software ist dort ebenfalls zu finden. (gb)

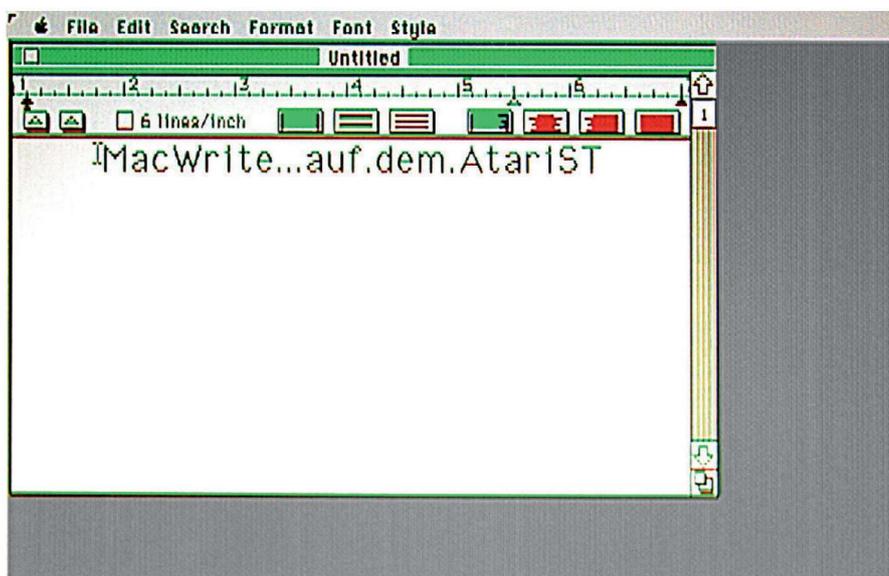
## Links

<https://www.atarimagazines.com/v7n3/magicsacpro.html>

<https://www.atarimagazines.com/startv4n6/pcemulator.html>

<https://www.atariarchives.org/cfn/12/03/0035.php>

<http://obsolescenceguaranteed.blogspot.com/2013/04/atari-st-ultrasatan-spectre-mac.html>



MacWrite läuft in der Emulation des SpectreGCR

Anzeige

## INTERNET? GIBT'S DIESEN BLÖDSINN IMMER NOCH?

„Homer Simpson“

Irgendwie schon.  
Und weil wir für jeden  
Blödsinn zu haben sind,  
machen wir Websites.  
Und Visitenkarten. Und Logos.  
Und Broschüren. Und Flyer.  
Und Geschäftspapiere.  
Und Plakate. Und, und, und...

## SIE HABEN EINE IDEE?

Wir setzen sie um.

## SIE HABEN KEINE IDEE?

Wir schon.

**pritti  
wummen®**

Werbeagentur für Frauen. Und Männer mit Mut.

Internet (zum Schnuppern):

**pritti-wummen.de**

Mail (für Entschlossene):

**kontakt@pritti-wummen.de**

Telefon (für Wildentschlossene):

**0177 - 538 36 86 oder**

**0171 - 500 42 62**

### PC Karten für den Atari ST

# Jack trifft Bill

**V**iele Atari-Nutzer standen vor dem gleichen Problem wie die Konkurrenten aus dem Amiga-Umfeld. Der Atari bot zwar wunderbare Fähigkeiten wie Sound- oder MIDI-Bearbeitung, der Amiga hingegen Fähigkeiten wie Videoschnitt. Aber seit dem Jahre 1981 hatte sich mit dem IBM PC langsam aber sicher eine Standardplattform für einen wachsenden Pool an Software etabliert. Diese ließ sich nicht mehr einfach ignorieren – es musste irgendwie eine brauchbare IBM-PC-Emulation zustande gebracht werden.

Den Anfang machten verschiedene Software-Lösungen wie z.B. PC-Ditto. Aber vor allem wegen der sehr langsamen Bildschirmausgabe konnten diese nur eingeschränkt gefallen. Somit blieb den Leidgeplagten Anwendern nur übrig, einen anderen Weg zu gehen: Es musste ein zusätzlicher IBM-kompatibler PC gekauft werden. Ein ziemlich teurer Weg, denn zum PC selbst waren ja auch Tastatur, Maus, Monitor, Festplattensystem und vielleicht noch ein Drucker anzuschaffen. Diese Problematik beschäftigte auch Atari selbst einige Zeit und der Hersteller des ST und Mega ST begann, einen PC-Emulator in Hardware zu entwickeln. Der Prototyp wurde einmal auf einer Messe gezeigt, aber dann möglicherweise wegen mangelnder finanzieller Erfolgsaussichten recht schnell wieder komplett eingestampft.

### Gemeinsamkeiten

Hier wollen wir uns drei PC-Emulatoren für den Atari genauer anschauen:

- \_\_\_\_\_ Supercharger
- \_\_\_\_\_ PC-Speed / AT-Speed
- \_\_\_\_\_ Vortex AtOnce

Trotz vieler Unterschiede verbinden sie einige Gemeinsamkeiten. Keiner der

Emulatoren verfügt über ein eigenes BIOS. Bei allen wird dieses per Software durch den Atari zur Verfügung gestellt. Der Datenaustausch mit einem PC ist sehr einfach möglich, weil auch der Atari wie MSDOS ein FAT Dateisystem verwendet, wenngleich mit einigen Spezifitäten. Ob 720 kB oder 1,44 MB Disketten funktionieren, entscheidet sich durch das Laufwerk im Atari.



*Beta Systems Supercharger*

Zusatzsoftware der Emulatoren ermöglichen auch ein problemloses Verschieben von Dateien zwischen den beiden Systemwelten (Atari TOS/GEM auf der einen Seite, MS-DOS auf der anderen). Die Atari-Partitionen können in die x86-Welt als Laufwerke eingebunden werden. Umgekehrt sind Partitionen auf der Festplatte des Atari einfach für den MS-DOS-Betrieb nutzbar.

Deutliche Einschränkungen erfahren die möglichen Grafikmodi im PC-Modus, diese beschränken sich auf eine ST-konforme Darstellung. Eine Hardware-Erweiterung des PC-Biotops ist beim Atari nicht möglich. Anders als beim Commodore Amiga existieren keine Bridgeboards und keine Einbindungen von ISA-Karten. Zusätzliche Grafikkarten sind also nicht nutzbar.

### Weitere Emulatoren

Neben diesen Produkten existieren noch einige weitere Emulatoren. PC Ditto II von Avant-Garde Systems emuliert im Gegensatz zu reinen Software-Lösungen PC Ditto einen IBM PC in Hardware. Das Produkt war wohl ab Juli 1989 lieferbar und erreichte mit einer IBM XT kompatiblen CPU (wohl einer 8088) einen Norton-Faktor von ca. 3.0. Das Board sollte sich ohne Lötarbeiten in einen ST verbauen lassen. Ein Adapter für den Mega-Bus war lange Zeit nicht lieferbar. Als zusätzliche Grafikmodi für die Emulation wurde von EGA und VGA berichtet, jedoch immer in der Grundauflösung 320x200 mit 16 Farben. Mehr schafft bekanntlich die Grafikdarstellung des Atari nicht. Leider traten mit PC Ditto II einige Probleme auf, denn das Board passte nicht in jeden Atari. Unter Umständen war die Tastatur auszubauen, manchmal waren Teillieferungen unvollständig, die Anleitung oder die Software fehlte. Die Herstellerfirma soll sich eine Zeit lang geweigert haben, telefonischen Support zu leisten.

Ein Phantom blieb das Omega Delta Modul, auf das die ST-Welt einige Hoffnung setzte. Es handelte sich um einen Emulator in einem externen Gehäuse, der auf jeden Fall drei, angeblich sogar sieben ISA Slots bieten sollte. Als Prozessor war eine Intel 80386SX CPU mit einem Takt von 16 MHz vorgesehen. Das Delta Modul konnte ohne Zusätze Hercules- und CGA-Grafik emulieren. Die ISA-Slots hätten Zugriff auf das breite Sortiment an ISA-Grafik- und auch Soundkarten geboten, das Modul wurde jedoch nie verkauft.

### Fazit

Die PC-Emulatoren am Atari hatten den gleichen Ursprung wie die für den Amiga – die User sollten Zugriff auf den immer größer werdenden Fundus an PC-Software bekommen. Dadurch machten sie sich aber auch ab einem gewissen Zeitpunkt selbst überflüssig. Nutzte der Anwender aber immer mehr PC-Software, wurde der Atari ST mehr und mehr überflüssig, wenn nicht sogar hinderlich. So war der Weg zum kompatiblen PC gebahnt. Die verfallenden Hardwarepreise durch die Massenproduktion in Taiwan und China sowie neue Entwicklungen wie VGA-Grafik und Soundkarten und die ständig steigende Leistungsfähigkeit der PC-Prozessoren taten ihr Übriges.

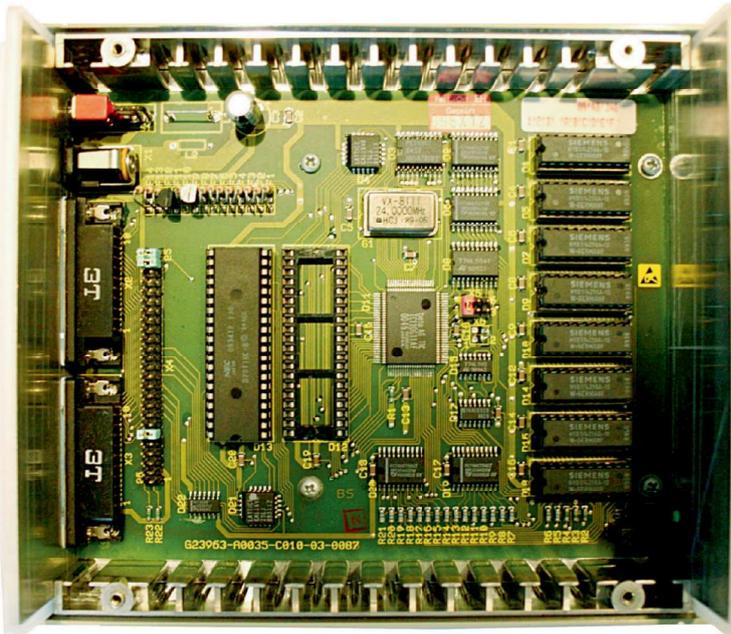
## Beta Systems AG Supercharger

Nachdem Atari seine Entwicklungen an einem PC-Emulator beendet hatte, dauerte es bis zum September 1987, bis die Firma Beta Systems AG eine Aufsehen erregende Erweiterung für den Atari ST vorstellte. Das Emulatorkästchen wurde für den Oktober 1987 angekündigt, aber nicht ausgeliefert. Selbst im Jahre 1988 war von dem Supercharger noch nichts zu sehen. So sah sich das ST-Magazin im August 1988 genötigt, den Gerüchten um das „betrügerische“ Projekt Supercharger nachzugehen. Letztlich waren wohl Design- und Fertigungsprobleme für den Customchip des Superchargers für die lange Lieferverzögerung verantwortlich. Im Herbst 1989 ging der Beta Systems Supercharger endlich in den Verkauf, mehr als zwei Jahre nach der Präsentation des Prototypen. Der erste PC-Emulator für den Atari ST war er damit nicht mehr – aber dazu später mehr.

Genau genommen handelt es sich um einen Mini-PC, der per DMA-Anschluss mit dem ST oder Mega ST oder auch dem TT oder Falcon zu verbinden ist. Seine Ausstattung war für damalige Verhältnisse durchaus akzeptabel. Sie besteht aus einer mit 8 MHz getakteten 8086-kompatiblen NEC V30 CPU, dazu 512 kB oder gar 1 MB eigener Arbeitsspeicher und die Möglichkeit, MGA- oder CGA-Bildschirmmodi darzustellen. Da der DMA-Anschluss durchgeschleift wird, ist es natürlich auch möglich, Festplatten wie das Atari Megadrive am ST/Mega ST und somit auch mit dem PC-Emulator zu nutzen. Eine Soundemulation ist nicht vorgesehen, aber Atari-Drucker können verwendet werden. Darüber hinaus ist es auch möglich, einen mathematischen Co-Prozessor, eine 8087-FPU einzubauen, um der Fließkomma-geschwindigkeit des Emulators auf die Sprünge zu helfen. Nach der grundlegenden Konfiguration des Emulators wie den Einstellungen zu den zu nutzenden Dis-

kettenlaufwerken oder Festplattenpartitionen des Atari, lässt sich der Supercharger mit dem kleinen Programm ABIO.TOS auf Atari-Seite in Betrieb nehmen.

Im Lieferumfang war MS-DOS 4.01 enthalten, so konnte der Anwender gleich nach der Installation der grundlegenden Software erste Schritte in der DOS-Welt machen. Neben dem mitgelieferten Betriebssystem ist es auch möglich, ältere MS-DOS-Versionen oder gar Windows bis Windows 286 oder 3.0 zu installieren, mit



Ein Blick in den geöffneten Supercharger

Microsoft Word und vielen anderen Programmen aus der IBM-kompatiblen Welt zu arbeiten oder auch zu spielen. Da eine FPU nachrüstbar ist, steht sogar AutoCAD mit FPU-Anbindung zur Verfügung. Somit stellt der Supercharger einen recht schnellen XT zur Verfügung, der Norton-SI-Faktor liegt bei 4.0.

Allerdings bietet der Supercharger auch ein paar Besonderheiten, die ihn von den anderen PC-Emulatoren durchaus unterscheiden. Wie bereits erwähnt, handelt es sich quasi um einen kleinen nahezu vollständigen PC mit bis zu 1 MB RAM. Dieser Speicher lässt sich von der Atari-Seite aus als gepufferte RAM-Disk nutzen. Umgekehrt konnte es der PC-Teil mit dem RAM des Ataris genauso machen. Auch CPU und FPU des Superchargers lassen sich durch entsprechende Routinen im ST/Mega ST nutzen. Solche Programme mussten aber erstmal selbst geschrieben werden. Für derart spezielle Anwendun-

gen lassen sich sogar mehrere Supercharger am Atari einrichten. Die Unterscheidung erfolgt durch die ID des DMA-Gerätes.

Aber der wohl am meisten praxisrelevante Unterschied zu den anderen Anbietern ist das problemlose Umschalten zwischen dem Atari-Modus und dem PC-Modus. Fällt zum Beispiel beim Tippen in Microsoft Word auf, dass bereits ein ähnliches Dokument im Atari existiert, so funktioniert ein Wechsel zum Atari einfach mit <Alt>-<Ctrl>-<Backspace>. Dort wird die gewünschte Datei geöffnet und in einem übertragbaren Format (ASCII-Text) gespeichert. Nach dem Wechsel zurück in den PC-Modus warten MSDOS und Word genau an der Stelle auf weitere Eingaben, wo sie verlassen wurden. Nach dem Einladen des konvertierten Textes kann die Bearbeitung weitergehen. Diese Umschaltung überlebt sogar einen Reset des Atari, solange der Emulator nicht stromlos wird.

Leider wurden von den angekündigten Erweiterungen wie den 80286- oder 80386SX-CPU-Karten oder der Möglichkeit zur Verwendung von ISA-Steckkarten keine einzige realisiert und erst recht nicht zur Serienreife entwickelt.

### Über den Autor

Herwig Solf ist ein computer-begeisterter Realschullehrer aus Niederbayern und seit November 2013 Mitglied im UzEkC e.V. Seine Leidenschaft gilt den PCs als Parasiten in anderen Wirtssystemen, also den Hardware-PC-Emulatoren in Amiga- und Atari-Computern.

## PC-Emulatoren von Hans-Jörg Sack

Während die Atariwelt auf den Supercharger wartete, blieb ein junger Elektrotechnik-Student namens Hans-Jörg Sack nicht untätig. Nachdem er mit dem ZX81 und C64 erste Erfahrungen gesammelt hatte, beschäftigte er sich schon bald mit Simulationen und Emulatoren. Als er 1986 mit einem Atari ST260 seinen ersten 16-bit-Computer erhielt, programmierte er eine Software-Emulation des Sharp PC1402. In dieser Zeit war ihm wohl auch ein Software-Emulator für den PC in die Finger gekommen und er hatte schnell erkannt, dass diese Art der Emulation zum Arbeiten viel zu langsam ist.

So machte er sich im Sommer 1988 zum ersten Mal Gedanken über einen Hardware-unterstützten PC-Emulator für den Atari. Im Gegensatz zum Supercharger verwendeten die PC-Emulatoren von Hans-Jörg Sack möglichst viel der bereits vorhandenen Hardware des Wirtssystems, also beispielsweise auch Arbeitsspeicher. Als CPU verlötete er eine NEC V30, da diese ebenso wie der 68000 des ST einen 16-Bit breiten Datenbus nutzt und somit ein direkter Datenaustausch zwischen den beiden Welten erfolgen konnte. Wie der Motorola-Prozessor wurde auch der V30 mit 8 MHz getaktet. Alle logischen Schaltungen wurden in PALs abgelegt, damit der Emulator auf einer kleinen Platine seinen Platz fand. Die Hardwareentwicklung war im Dezember 1988 abgeschlossen und Anfang 1989 war die Entwicklung erstmals lauffähig. Wegen der flotten Geschwindigkeit taufte ihn Hans-Jörg Sack auf den Namen „PC-Speed“.

Der Entwickler präsentierte sein fertiges Produkt einer ST-Fachzeitschrift und sowohl die Resonanz der Redaktion und der ST-Benutzer fiel überaus positiv aus. Daher beschloss er, den Emulator in Serie zu fertigen. So entstanden mehr als 40.000 PC-Speed-Karten. Die Ehre, den ersten Hardware-PC-Emulator für den Atari ST geliefert zu haben, gebührt also Hans-Jörg Sack.

Der Emulator wird huckepack intern auf dem 68000er Prozessor des Atari ST verbaut. Für den

STE bzw. Mega-STE ist eine Adapterplatine für den PLCC-Sockel nötig. Mit Hilfe der sogenannten SpeedBridge konnte der Emulator auch im Mega-Bus-Steckplatz des Atari Mega ST eingesetzt werden. Diese Einbauvariante behielt der Entwickler auch für seine schnelleren Modelle „AT-Speed“ (mit 8 MHz 80286) und für das Flaggschiff „AT-Speed C16“ (mit 16 MHz 80286 und eigenem Quarz sowie FPU-Sockel) bei.

## Die Ehre, den ersten Hardware-PC- Emulator für den Atari ST geliefert zu haben, gebührt also Hans-Jörg Sack.

Für den Atari Falcon entwickelte Hans-Jörg Sack eine eigene Variante der AT-Speed C16, die FalconSpeed für den internen Erweiterungssteckplatz.

Die Speed-Emulatoren nutzten den Arbeitsspeicher des Atari, dieser sollte daher mindestens 1 MB betragen. Die

Emulatoren können diesen auch als RAM-Disk ansprechen. Bei den AT-Modellen ist es auch möglich, zusätzliches RAM (also bei mehr als 1 MB ST-RAM) als Extended bzw. als Expanded RAM dem Emulator zuzuweisen. Als Festplatten werden Partitionen auf einer Platte des Atari verwendet. Je nach Emulator-Typ können 3,5-Zoll und 5,25-Zoll DD-Laufwerke oder bei den AT-Versionen auch HD-Laufwerke angesprochen werden. Letzteres setzt aber voraus, dass der Atari selbst auch mit einem HD-Laufwerk ausgestattet und dieses auch im HD-Modus anzusprechen ist. Auf den Laserdrucker SLM804 können spätere Treiberversionen zugreifen und diesen für Ausdrucke verwenden. Wenn mehr als 1 MB RAM im ST verbaut ist, lassen sich die letzten Treiberversionen auch als Accessory installieren. Benötigt eine laufende ST-Anwendung nicht den ganzen Arbeitsspeicher, ist der Emulator aus dem GEM-Programm heraus zu starten. Sind die MS-DOS-Angelegenheiten erledigt, muss mit <Ctrl>-<Alt>-<Del> ein Reset erfolgen, anschließend ist die <Esc>-Taste zu drücken. Schon lässt sich an der Stelle weiterarbeiten, an der das ST-Programm verlassen wurde.

Um auch sofort in der MS-DOS-kompatiblen Welt arbeiten zu können, wurde häufig das alternative DR DOS von Digital Research in der Version 5.0 mitgeliefert. Natürlich ließ sich auch jedes Microsoft DOS und auch Windows bis zur Version 3.0 installieren und verwenden.

Im Laufe der Jahre wurde sehr viel an der jeweiligen Software der Emulatoren verbessert. So stand in der jeweils finalen Version eine recht große Auswahl an emulierten Grafik-Standards zur Verfügung. Von anfänglich Hercules- und CGA-Grafik ging der Weg über monochrome EGA- und VGA-Grafik, der monochromen Olivetti-Grafik (besonders ideal am ST wegen der Auflösung 640x400, die dem Atari ST Hires-Modus entspricht) bis hin zur 16-farbigen Tandy1000-Grafik. Damit hat die Hardware-Emulatoren von Hans-Jörg Sack ein absolutes Alleinstellungsmerkmal im Reigen der Konkurrenten.



Die AT-Speed Karte verwendet einen 80286 Prozessor von AMD.

	Super-charger	PC-Speed	AT-Speed	AT-Speed C16	ATonce	ATonce Plus	ATonce 386SX
Anschluss	DMA	68000	68000	68000	68000	68000	68000
CPU	NEC V30	NEC V30	80286	80286	80286	80286	80386SX
Takt	8 MHz	8 MHz	8 MHz	16 MHz	8 MHz	16 MHz	16 MHz
FPU	8087	-	-	80C287	-	-	80387SX
eigenes RAM	512 kB / 1 MB	-	-	-	-	-	0 kB / 512 kB
Grafikmodi	Hercules CGA	Hercules CGA EGA mono VGA mono Olivetti Tandy1000	Hercules CGA EGA mono VGA mono Olivetti Tandy1000	Hercules CGA EGA mono VGA mono Olivetti Tandy1000	Hercules CGA EGA mono VGA mono Toshiba T3100 Olivetti	Hercules CGA EGA mono VGA mono Toshiba T3100 Olivetti	Hercules CGA EGA mono VGA mono Toshiba T3100 Olivetti
Disketten-Laufwerke	3,5" DD 5,25" DD	3,5" DD&HD 5,25" DD	3,5" DD&HD 5,25" DD	3,5" DD&HD 5,25" DD	3,5" DD&HD 5,25" DD	3,5" DD&HD 5,25" DD	3,5" DD&HD 5,25" DD
Norton SI	4.0	4.2	6.7	8.1	6.6	8.0	12.1 / 15.7

## Vortex PC-Emulatoren

Die Firma Vortex ging bei ihren PC-Emulatoren für den Atari einen ähnlichen Weg wie Hans-Jörg Sack. Die Karten werden intern auf die 68000er CPU aufgesteckt, per Adapter auf die PLCC-CPU des STE aufgeklemmt oder in den Mega-Bus des Mega ST eingesetzt. Auch Vortex setzt auf die maximale Nutzung des Wirtssystems, was auch hier den Arbeitsspeicher des ST mit einschließt. Im Gegensatz zu den Emulatoren der Firma Sack, die eine Reihe an PALs verbaut hatten, fasste Vortex alle logischen Schaltungen in einem VLSI-Chip zusammen. Allerdings ließ die Firma aus dem Baden-Württembergischen Ort Flein einen NEC V30-basierten XT-Emulator aus und stieg im Sommer 1990 als Erste mit einer AT-Karte in das Emulatorgeschäft ein. Die Vortex ATonce für den Atari ST ist im übrigen baugleich zur ATonce für den Commodore Amiga. Es wird nur die jeweils passende Software benötigt. So kann dieselbe ATonce sowohl in einem Atari ST als auch in einem Amiga A500 laufen. Bei der ATonce ist die PC-kompatible CPU genauso schnell wie der Atari mit 8 MHz getaktet. Ebenso wie bei den AT-Speed-Varianten kann bei Vortex zusätzlicher ST-RAM als Extended bzw. als Expanded RAM dem PC zur Verfügung gestellt werden.

Neben Hercules- und CGA-Grafik bieten spätere Versionen der Software auch monochrome EGA- bzw. VGA-Grafik und die am ST sehr geschätzten monochromen 640x400 Modi Olivetti und Toshiba T3100. Partitionen einer Atari-Festplatte können dem PC auch als Boot-Laufwerk zur Verfügung gestellt werden, vorhandene HD-Floppylaufwerke sind nutzbar und der Atari SLM804 kann drucken. Um die Emulation weiter zu beschleunigen, wurde die „normale“ ATonce zur ATonce Plus weiterentwickelt. Sie ist mit einer 16 MHz CPU ausgestattet und muss sich, da sie keinen eigenen Quarz verwendet, den hö-

heren Takt vom Pin-39 des Video-Shifter holen. Äußerlich unterscheiden sich beide kaum, nur das Kabel zum Video-Shifter und die verbaute 16-MHz-Variante der 80286-kompatiblen CPU verraten den Unterschied. Hierbei unterscheiden sich die beiden Entwicklungspfade der ATonce, denn die ATonce Plus für den Amiga besitzt bis 512 kB eigenen Speicher und bietet die Möglichkeit, eine FPU zu verbauen. Die Plus-Version für den Amiga ist nicht mehr im Atari zu betreiben und umgekehrt.

Das Spitzenmodell der PC-Emulatoren für den 68000er Sockel wurde nur für den Atari angeboten. Die ATonce 386SX bietet eine mit 16 MHz getaktete 80386SX-kompatible CPU (mit eigenem Quarz) und optional 512 kB FastRAM auf der Karte, was die Geschwindigkeit der Emulation deutlich ansteigen lässt. Auch kann auf der 386er-Karte eine FPU nachgerüstet werden, um der Fließkomma-Rechenleis-

tung des PCs auf die Sprünge zu helfen. Musste man sich bei den 286er Karten noch mit einem Adapter für die PLCC-FPU des STE bzw. Mega STE behelfen, gibt es von der ATonce 386SX auch eine spezielle Variante für den Mega STE. Im Gegensatz zu den Konkurrenzprodukten legte Vortex seinen Emulatoren kein Betriebssystem bei. Der Käufer musste sich also

MS-DOS oder DR DOS zusätzlich kaufen.

## Links

MIGs Yesterchips, Folgen #076 und #77

<https://www.youtube.com/watch?v=7Pvg1KQ6CKY>

<https://www.youtube.com/watch?v=53fzxfu-qBw>

[https://www.youtube.com/watch?v=\\_jalOWC4r4A](https://www.youtube.com/watch?v=_jalOWC4r4A)



Von Anfang an mit 80286 Prozessor – die Vortex ATonce Karte

### Mit Arduino als Hardware-Basis

# Apple 1 Emulation

**D**er Apple I gehört zu den seltensten und daher teuersten Sammlerstücken der Retro-Computerfreunde. Die wenigsten dürften je in den Genuss kommen, einen echten Apple I in Händen zu halten. Für einen Einblick in seine Arbeitsweise ist das aber auch nicht nötig.

Eine Emulation eines Rechnersystems (Guest) auf einem anderen (Host) benötigt meistens zwei Emulationsbereiche:

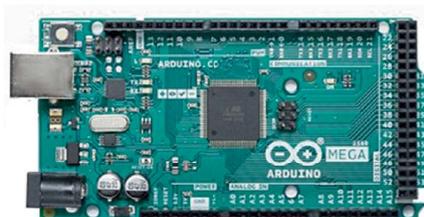
\_\_\_\_\_ die CPU Emulation

\_\_\_\_\_ die Emulation der Peripherie des Systems

Wie aufwändig die CPU Emulation ist, hängt von der Komplexität der Gast-CPU ab und davon, welche CPU das Hostsystem verwendet. Bei gleichen CPUs genügt oft die Emulation privilegierter Befehle, bei unterschiedlichen CPUs will der ganze Gast-Prozessor nachgebildet werden. Der Aufwand für den zweiten Punkt hängt davon ab, was das emulierte System an umfangreicher Peripherie kennt und benötigt, um überhaupt arbeiten zu können. Im einfachsten Fall sind es nur zwei serielle I/O Kanäle. Ein Kanal dient dazu, Zeichen auszugeben und dem User dadurch etwas mitzuteilen, der andere dem Empfang von Eingaben. Komplexe Systeme erfordern hingegen mitunter die Emulation von Spezialchips (z.B. Amiga/Atari), Grafikbildschirmen, Floppys, Festplatten, Netzwerkadaptern und anderen Komponenten.

### Arduino als Plattform

Für einfache Emulationsprojekte eignet sich die Arduino-Plattform aufgrund ihres Aufbaus, der umfangreichen Dokumentation und des geringen Preises besonders. Arduino ist Physical-Computing-Plattform, die hardwareseitig aus einem einfachen I/O-Board mit einem Mikrocontroller und analogen und digitalen Ein- und Ausgän-



Arduino MEGA Board

gen besteht. Die Software der Entwicklungsumgebung basiert auf Processing und soll auch technisch weniger Versierten den Zugang zur Programmierung und zu Mikrocontrollern erleichtern. Weltweit existiert eine Vielzahl von Arduino-Projekten, die Rechnersysteme emulieren.

### Der 6502 Emulator

Ein interessantes Projekt wurde Ende Oktober 2013 initiiert und im Arduino-Forum vom User "miker00lz" bekannt gemacht. Das Projekt emuliert eine MOS 6502 CPU und wurde ursprünglich für einen Nintendo NES Emulator geschrieben und auf Arduino portiert. In den Code wurde außerdem das ROM des "Enhanced BASIC 6502" aufgenommen und ein RAM

Bereich definiert (Listing 1). Dies geschieht durch Definition eines hinreichend großen Arrays in der Arduino-Entwicklungsumgebung, die C als Programmiersprache nutzt. Wenn die emulierte CPU aus den entsprechenden RAM Bereichen lesen oder schreiben will, wird aus dem entsprechenden Array gelesen bzw. geschrieben. Der Emulator benötigt neben RAM und ROM noch eine Kontaktmöglichkeit zur Außenwelt. Wie Listing 2 zeigt, implementiert der Code dazu zwei I/O Kanäle als Peripherie, nämlich einen zur Eingabe und einen zur Ausgabe. Dies genügt bereits, um nach Verbindung per serieller Schnittstelle im BASIC Interpreter zu landen und ein paar einfache Codezeilen eingeben zu können.

### Apple I Emulator

Der Autor hat diese Codebasis genommen und derart angepasst, dass eine einfache Apple I Emulation entsteht. Als Hardware wurde dabei ein Arduino MEGA 2560 verwendet, der über mehr Arbeitsspeicher verfügt und der Emulation so mehr RAM bereitstellen kann. Als Rom

```
COM3 - PuTTY
6502 EhBASIC [C]old/[W]arm ?
Memory size ?
767 Bytes free
Enhanced BASIC 2.22
Ready
PRINT "Enhanced BASIC running on the Arduino Uno with my 6502 emulator!"
Enhanced BASIC running on the Arduino Uno with my 6502 emulator!
Ready
10 FOR N = 1 TO 25
20 PRINT N;
30 NEXT N
RUN
 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25
Ready
```

Der 6502 Emulator mit EhBASIC in Aktion

BIOS fungiert außerdem der berühmte WOZ Monitor, der in nur 256 Bytes eine einfache Möglichkeit zur Eingabe von Bytecode, zum Auslesen des Speichers und zum Starten von Programmen bietet. Diese Änderungen ergeben bereits einen funktionsfähigen, emulierten Apple I, der über die über serielle Schnittstelle zugänglich ist.

Da die Arduino IDE inzwischen eine Vielzahl von Plattformen unterstützt, lässt sich diese Emulation beispielsweise auch für Arduino Due, ESP8266 oder STM32 übersetzen.

Die Emulation lässt sich aber auch weiter ausbauen:

- \_\_\_\_\_ Basic/Assembler als Rom bereitstellen mit Umschaltung
- \_\_\_\_\_ Ram erweitern mit SPI Ram
- \_\_\_\_\_ beim Mega 2560 existiert eine externe Memory Schnittstelle, die nutzbar ist
- \_\_\_\_\_ eine seriell anzusprechende Grafikkarte ließe sich als Videoausgabe einbauen
- \_\_\_\_\_ die TV-Out Bibliothek ließe sich einbinden
- \_\_\_\_\_ eine PS/2 Tastatur ist nutzbar zu machen.

Es zeigt sich also: Mit heute preisgünstig verfügbaren Komponenten ist eine Emulation berühmter Pionier-Maschinen wie dem Apple I kein Hexenwerk. Vielmehr tut sich ein weites Betätigungsfeld für den kreativen Bastler auf.

### Links:

<http://forum.arduino.cc/index.php?topic=193216.0>

<https://github.com/petersieg/arduino>

## Ueber den Autor

Peter Sieg ist seit 2006 Wiedereinsteiger im Retro-Computing Hobby. Er ist Autor der Bücher "Commodore-Hardware-Retrocomputing" und "Simulation-Emulation - Exotic Flavor"

### Listing 1 (ehbasic): Ram und Rombereiche als Arrays definieren

```
uint8_t RAM[RAM_SIZE];
prog_uchar BIOS[10496] PROGMEM = {
    0xA0, 0x04, ..., ..., };
```

### Listing 2 (ehbasic): Serielle Schnittstelle emulieren

Eingabe:

```
if (address == 0xF004) { //EhBASIC simulated ASIC input
    tempval = getkey();
    clearkey();
    return(tempval);
}
```

Ausgabe:

```
if (address == 0xF001) { //EhBASIC simulated ASIC output
    serout(value);
}
```

### Listing 3: Und so sieht es beim Apple 1 aus

RAM Definition

```
//#define RAM_SIZE 1536 //Pro 328 - da bleibt nicht wirklich viel
#define RAM_SIZE 4096 //Mega 1280/2560 - ok
//#define RAM_SIZE 32768 //Due - volles Ram ;- )
uint8_t RAM[RAM_SIZE];
```

WOZ Monitor

```
const uchar BIOS[256] PROGMEM = {
    0xd8, 0x58, 0xa0, ... };
```

Und hier erfolgt die Unterscheidung beim Lesen:

```
uint8_t read6502(uint16_t address) {
    uint16_t BASICaddr, BIOSaddr;
    uint8_t tempval = 0;
    if (address == 0xD010) { //a1 simulated PIA key input
        tempval = getkey() | 0x80;
        clearkey();
        //printhex(tempval);
        return(tempval);
    }
    if (address == 0xD011) { //a1 simulated PIA key avail.
        tempval = isakey();
        //printhex(tempval);
        return(tempval);
    }
    if (address >= 0xF000) {
        BIOSaddr = (address - 0xF000) & 0xFF; //get => 0..255 for woz rom
        if (BIOSaddr < 0x100) return(pgm_read_byte_near(BIOS + BIOSaddr));
    }
    if (address < RAM_SIZE) return(RAM[address]);
    return(0);
}
```

Und hier beim Schreiben:

```
void write6502(uint16_t address, uint8_t value) {
    if (address < RAM_SIZE) RAM[address] = value;
    if (address == 0xD012) { //a1 simulated PIA output
        serout(value & 0x7F);
    }
}
```

### Vier PDP-11 Emulatoren im Vergleich

# Grüße aus Massachusetts



**D**ie PDP-11 gehört zu den am meisten bekannten Rechner-Systemen der 70er Jahre. Hersteller der PDP-11 war die Digital Equipment Corporation (DEC oder Digital) mit Sitz in Maynard, Massachusetts. Das 1957 von Ken Olson gegründete Unternehmen hat Pionierleistungen in der Rechner-technik vollbracht. Während eine originale PDP-11 für die allermeisten Sammler ein Traum bleiben wird, sind Emulationen der Rechnerlegende vielfach verfügbar. Wir stellen einige davon vor.

Die PDP-11 (PDP steht für "programmed data processor" besitzt eine einfach gehaltene Architektur. Das „Universelle Bus-System“ (Unibus) bindet die CPU, den Arbeitsspeicher und die Ein-/Ausgabe-Geräte an und lässt diese miteinander kommunizieren. Dabei werden Peripheriegeräte am Unibus wie Arbeitsspeicher adressiert, was eine Auf- und Umrüstung für eine Vielzahl von Prozessanwendungen besonders einfach macht. Auch deshalb hat sich die PDP-11 für viele Anwendungen in Wissenschaft und Technik durchgesetzt, auch als Steuersystem für Kraftwerke und ähnlich kritische Einsatzzwecke. Von der PDP-11 existieren verschiedene Versionen mit unterschiedlichen Prozessoren und Ausstattungen. Die Modellreihe wurde bis 1983 gepflegt, die letzten Modelle sind in CMOS Technik ausgeführt und finden Platz auf dem Schreibtisch.

### PDP-11 im Browser

Der einfachste Weg, Software für eine PDP-11 in Aktion zu sehen, ist die Emulation durch eine Webanwendung. Sie stammt von Julius Schmidt, einem US-amerikanischen Physiker und ist direkt online aufzurufen (siehe Links). Um den Emulator zu starten, genügt ein Klick auf den "RUN" Button. Dies bringt den An-

wender erst einmal auf die Ebene des Systemprompts, noch läuft also kein Betriebssystem. Die Eingabe von "unix" am @- Prompt lädt UNIX 6th Edition (UNIX V6) als Betriebssystem. Am UNIX-Prompt (#) stellt STTY-LCASE die Eingabe auf Kleinbuchstaben um. Ein Tipp: Das Löschen mit Backspace funktioniert nicht, stattdessen löscht "#" letzte Zeichen links vom Cursor, "@" alle Zeichen bis zum Zeilenanfang. Die Emulation beinhaltet auch einen C-Compiler, kleine Programme lassen sich mit dem Zeilen-editor "ed" eingeben und mit "cc" kompilieren.

### SimH

Seit 1993 pflegt eine lockere Gemeinschaft von Programmierern mit SIMH einen Software-Emulator für die Hardware älterer Großrechner, Minirechner und historischer Heimcomputer. Hierzu zählen neben Hewlett Packard- und IBM Rechnern auch viele Modelle von DEC, darunter die PDP-11. SimH steht im Quellcode zur Verfügung und ist auf leichte Portier-

barkeit auf verschiedene Rechnerarchitekturen ausgelegt. Für die meisten Linux-Distributionen und auch für Microsoft "Windows" gibt es fertige Binaries in den Repositories (z.B. sudo apt-get install simh bei Debian und Ubuntu) bzw. zum Download auf der SimH Webseite (für Windows). Im Listing wird gezeigt, wie sich UNIX V7 auf der emulierten Maschine starten lässt. Auch hier ist ein C Compiler enthalten und der Editor ist ed. Unter usr/src finden sich einige Beispielquelltexte. Zum Verlassen der Emulation dient Ctrl-D, Ctrl-E beendet die Emulation, mit "quit" wird SimH beendet.

### MXE11 – Unix auf dem Mikrocontroller

Auch für Mikrocontroller-Systeme existieren mittlerweile PDP-11 Emulatoren. Einer davon ist MXE-11 von Jörg Wolfram. Der Emulator läuft auf einer Vielzahl von Mikrocontrollern, nämlich auf SPC56EL60, STM32F107, STM32F411, STM32F405 und STM32L475. Mit der

```
reset run stop 960000
press run, type unix at the @ prompt to load the kernel, enjoy! faq
mem = 1042
[RESTRICED RIGHTS]
[Use, duplication or disclosure is subject to
restrictions stated in Contract with Western
Electric Company, Inc.
# STTY -LCASE]
# ls
bin
dev
etc
hpunix
lib
mnt
rkunix
rpunix
tmp
unix
usr
# +++

trap 000004 occured: read from invalid address 760000
R0 007600 R1 000000 R2 001151 R3 000000 R4 007600 R5 141774 R6 141754 R7 002232
[uK ] instr 002230: 006511 MFPI (R1)
```

PDP-11 als Javascript Programm im Browser

*Listing SimH*

```
PDP-11 simulator V3.8-1
sim> set cpu 11/45
Disabling XQ
sim> set tto 7b
sim> att rl0 unix_v7_rl.dsk
sim> boot rl0
@boot
New Boot, known devices are
hp ht rk rl rp tm vt
: rl(0,0)rl2unix
mem = 177856
#
```

SDL Bibliothek wurde auch eine Version für den PC lauffähig gemacht. MXE11 emuliert eine PDP11 mit 56kB RAM ohne MMU und ohne FPU. Außerdem sind ein 60 Hz Timer (KL11) und zwei serielle Interfaces vorhanden. Letztere sind mit jeweils 256 Bytes großen Puffern ausgestattet und arbeiten standardmäßig mit 38400 Baud. Als Massenspeicher werden drei RK05 Laufwerke an einem RK11 Interface emuliert. MXE11 ist in aktiver Entwicklung, zum Zeitpunkt der Abfassung dieses Artikels war die Version vom 01. Oktober 2018 aktuell.

**IOCCC – best of show 2018**

Der International Obfuscated C Code Contest ist ein Programmierwettbewerb für die am kreativsten verschleierte C-Programme. Er wurde von 1984 bis 1996 jährlich veranstaltet und danach in unregelmäßigen Abständen. Der Beitrag von Christopher Mills für IOCCC 2018 stellt einen PDP-7 Emulator mit nur 3636 Bytes Quelltext dar. Das Programm emuliert also die Maschine, die Ken Thompson benutzte, um die erste Version von UNIX zu erstellen. In der Makefile des Programms können drei verschiedene Softwareumgebungen für die PDP-7 gewählt werden. Darunter sogar erst einmal eine PDP-11, die auf der PDP-7 emuliert wird, um dann darauf UNIX laufen zu lassen:

- \_\_\_\_\_ UNIX v0 for the PDP-7 (circa 1969)
- \_\_\_\_\_ Research UNIX Version 6 (circa 1975)
- \_\_\_\_\_ BSD 2.9 (circa 1983)

Dabei umfasst der Emulator trotz seiner geringen Größe eine vollständige PDP-7 mit einer CPU, dem Hauptspeicher-Modul Type 147 sowie folgenden Komponenten:

*Listing IOCCC*

```
make
./prog
>boot<ret>
40Boot
: rk(0,0)rkunix
Berkeley UNIX (Rev. 2.9.1) Sun Nov
20 14:55:50 PST 1983
mem = 135872

CONFIGURE SYSTEM:
xp ? csr 176700 vector 254 skipped:
No CSR
rk 0 csr 177400 vector 220 attached
hk ? csr 177440 vector 210 skipped:
No CSR
rl ? csr 174400 vector 160 skipped:
No CSR
rp ? csr 176700 vector 254 skipped:
No CSR
...
dz ? csr 160110 vector 320 skipped:
No CSR
dn 0 csr 175200 vector 300 skipped:
No autoconfig routines
vp ? csr 177500 vector 174 skipped:
No autoconfig routines
lp ? csr 177514 vector 200 skipped:
No CSR
Erase=^?, kill=^U, intr=^C
```

- \_\_\_\_\_ Extended Arithmetic Element Type 177
- \_\_\_\_\_ Echtzeituhr
- \_\_\_\_\_ Teletype Model 33 KSR
- \_\_\_\_\_ Perforated Tape Reader Type 444
- \_\_\_\_\_ RB09 Festplattencontroller

Christopher Mills stellt auch das Image einer RK05 Festplatte mit BSD UNIX 2.9 im Single-User Modus bereit. Nach dem Kompilieren des Quellcodes lässt sich die Emulation gleich praktisch nutzen. Das Listing zeigt eine typische Sitzung mit dem Emulator.

**Fazit**

Das Unternehmen DEC hat Pionierleistungen in der Rechner-technik vollbracht und eine Vielzahl von Computersystemen und -serien in den Markt gebracht. So hörten zwischen 1959 und 1982 allein mehr als 60 Modelle in vier Systemfamilien auf den Namen PDP. Einst die Nummer 2 der Hersteller hinter IBM, sind die Unternehmensbereiche von DEC in den 90er Jahren an verschiedene andere Hersteller wie Intel (CPUs), Cabletron (Netzwerk) und Compaq (Rechner) verkauft worden. In Form der Emulatoren sind die Legenden von einst aber auch heute noch mit viel Spaß benutzbar.

**Links**

PDP-11 im Browser:

<http://pdp11.aiju.de/>

SimH:

<http://simh.trailing-edge.com/>

[http://www.jdpressman.com/2015/11/27/how-to-emulate-unix-v7-using-SIMH-\(2015\).html](http://www.jdpressman.com/2015/11/27/how-to-emulate-unix-v7-using-SIMH-(2015).html)

<http://www.jbox.dk/sanos/pdp11.htm>

MXE-11

<http://www.jcwofram.de/projekte/mxe11/main.php>

IOCCC

<https://www.ioccc.org/2018/mills/hint.html>

**Über den Autor**

Peter Sieg ist seit 2006 Wiedereinsteiger im Retro-Computing Hobby. Er ist Autor der Bücher "Commodore-Hardware-Retrocomputing" und "Simulation-Emulation - Exotic Flavor"

**Kurz berichtet****Sinclair QL wird 35**

Im Frühjahr 1984, also vor 35 Jahren stellte Clive Sinclair erstmalig den Sinclair QL vor. Der "Quantum Leap" ist um den Motorola 68008 Prozessor herum gebaut. Die CPU wird von einem Intel 8049 Prozessor unterstützt, der sich um die Tastatur, die Schnittstellen, den Ton und die eingebauten Microdrives als Massenspeicher kümmert. Microdrives sind Bandspeicher, die ein Miniatur-Endloskassette als Speichermedium verwenden und dank sektorieller Datenspeicherung eine ähnliche Funktionalität wie Diskettenlaufwerke bieten. Der QL vermag 512×256 Pixeln in vier Farben oder in vier Graustufen darzustellen.

Eine ausführliche Würdigung erhält der QL in Ausgabe 6 der LOAD.

**Links**

[www.dilwyn.me.uk](http://www.dilwyn.me.uk)

### PC Karten in Acorn Computern

# Doppelher(t)z

**W**ie in diesem Heft nachzulesen ist, sind Emulatorlösungen für viele klassische Computer vorhanden und machen diese software-kompatibel zum IBM PC oder zum Apple Macintosh. Diese Zusätze gehen mit vielen Raffinessen ans Werk, weil die Nutzung eines anderen Prozessors oder eines anderen Betriebssystems vom Hersteller der Computer niemals vorgesehen war. Ganz anders bei Acorn- Computern – hier gehört Prozessorvielfalt zum guten Ton.

Acorn war ein sehr erfolgreicher Computerhersteller in Großbritannien. Das Unternehmen ging 1978 aus der Cambridge Processor Unit Ltd. hervor und wurde von den ehemaligen Sinclair-Mitarbeitern Chris Curry und Hermann Hauser gegründet. Acorns großer Erfolg begann mit dem BBC Micro, der als Ergänzung für eine Sendereihe über Computertechnik der BBC konzipiert war und sich als Lehrmittel an Schulen und in Privathaushalten sehr gut verkaufte. Acorn hatte zu dieser Zeit mit 6502 basierten Einplatinencomputern, Europakarten-basierten Systemen für professionelle Anwendung und dem Acorn Atom als Homecomputer bereits gute Erfolge und genoss entsprechendes Ansehen.

## The Tube

War der Acorn Atom als Abkömmling des „System3“ noch einseitig auf die 6502 CPU ausgerichtet, so sollte der Nachfolger Proton von Anfang an mehr als eine CPU unterstützen. Diese Idee war im Grunde ein Kompromiss: 16 Bit CPUs waren teuer und Anfang der 1980er Jahre nicht in großen Stückzahlen verfügbar, 8-Bit Prozessoren wie die MOS 6502 oder der Zilog Z80 zwar billig, aber nicht leistungsfähig und nicht

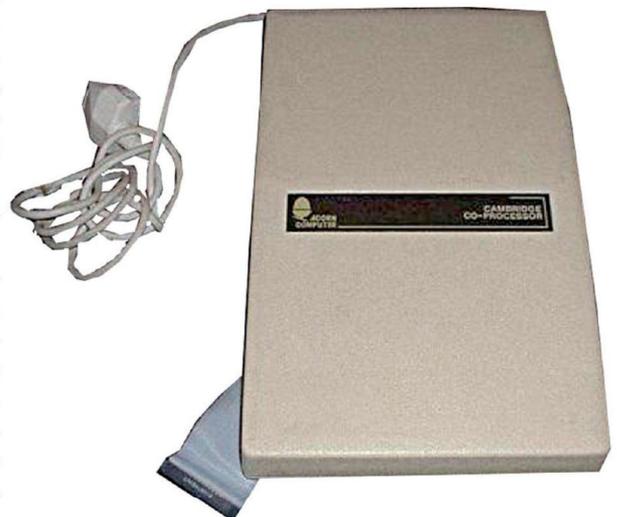


innovativ genug für wirklich neue Rechnerarchitekturen. Für den Proton ersann Acorn daher einen Systembus zur Kommunikation zweier Prozessoren, „The Tube“ (der Spitzname der Londoner U-Bahn) genannt. Diese digitale U-Bahn erlaubt die Auslagerung von Berechnungen auf den zweiten Prozessor, während der 6502 die Ein- und Ausgabe von Daten übernimmt. Damit war der Grundstein für offene Doppelprozessor-Systeme gelegt.

Mit dem BBC Micro wurde 1981 „The Tube“ erstmals implementiert, und zwar in Form einer externen Schnittstelle. Der zweite Prozessor muss beim BBC Micro in einem eigenen Gehäuse untergebracht sein und nimmt über die Tube-Schnittstelle Kontakt mit dem Hauptrechner auf. Acorn brachte vier Zweitprozessor-Module auf den Markt: Ein 6502 Modul, ein Z80-Modul, ein 32016 Modul und später ein Modul mit dem ARM-1 Prozessor. Während das 6502 Modul hauptsächlich die Geschwindigkeit erhöhte und den Arbeitsspeicher

vergrößerte, machte das Z80 Modul dem BBC Micro zusammen mit einem Diskettenlaufwerk die Welt der CP/M Software zugänglich. Vor allem WordStar war in den 1980er Jahren das Synonym für Textverarbeitung und erhöhte den Nutzen des kleinen Rechners deutlich.

Der BBC Master – er kam 1985 auf den Markt – besitzt neben dem externen Tube Interface auch eine interne Tube Schnittstelle und bindet so zwei Prozessoren ein. Vom BBC Master existieren verschiedene Modelle, im BBC Master 512 sitzt eine GTE 65C12P-2 CPU mit 2 MHz Takt und ein Intel 80186 Prozes-



Das 32016 Modul für den BBC Micro

sor mit 8 MHz Takt. Dieser Rechner wurde mit dem Acorn OS 3.2 und Digital Research DOS Plus sowie GEM als grafischer Oberfläche ausgeliefert. Der Rechner war damit also von Haus aus „PC kompatibel“.

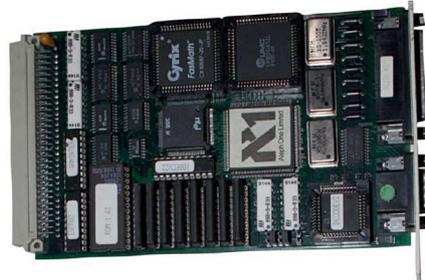
## ARM Prozessoren

In den nächsten Jahren zeigte sich allerdings, dass Prozessoren, die mit komplexen Instruktionen arbeiten (complex instruction set computer, CISC), mit dem Tube Protokoll nicht gut zusammenarbeiten. Sie benötigen zur Abarbeitung eines Befehls mehrere Taktzyklen und sind in dieser Zeit nicht unterbrechbar, reagieren also nicht auf Interrupts. Dies trifft beispielsweise auf den im Acorn ABC Computer eingesetzten National Semiconductor 32016, aber auch auf den Motorola 68000 Prozessor zu. Die Lösung dieses Problems zeugte von großem Selbstvertrauen: Statt das Tube-Protokoll zu ändern, entwickelten die Acorn-Ingenieure einen eigenen, neuen Prozessor mit einer RISC (reduced instruction set computer) Architektur, die Acorn Risc Machine (ARM). ARM Prozessoren verwenden simple Befehle, die meist in einem Taktzyklus abgearbeitet werden und so das Tube-Protokoll nicht ausbremsen. Der Prozessor wurde von VLSI Technology im Auftrag gefertigt.

## Acorn Archimedes

Als erste kommerziell verfügbare ARM Lösung gilt das ARM Development System, eine Prozessorkarte für den BBC Master, die 4 MB RAM mitbringt und inklusive einer Softwareentwicklungsumgebung ausgeliefert wurde. Der ARM Prozessor führte zur Loslösung von 6502-basierten Prozessoren und zu einer neuen Rechnerfamilie, der Acorn Archimedes-Plattform. Das erste allgemein verfügbare Modell, der A300 führte unter anderem auch Steckplätze für Erweiterungskarten, sogenannte Podules ein. Der Archimedes besitzt keine separaten Tube-Interfaces, fährt aber das Tube Protokoll auf den Podule-Steckplätzen. Acorn bot jedoch kein eigenes Podule an, sondern setzte stattdessen auf eine Software-Emulation. Der PC Emulator bildete einen PC mit Intel 80186 Prozessor ab. Mit ihr liess sich MSDOS und auch Microsoft Windows 3.0 parallel zum Acorn Betriebssystem „Arthur“ und dem Nachfolger

RiscOS fahren. Die Geschwindigkeit war jedoch eher bescheiden. Da Acorn zunächst kein Interesse an der baldigen Veröffentlichung eines Intel x86 Podules zu haben schien, füllten Drittanbieter alsbald die Nische.



*Aleph One 386 Podule*

1992 veröffentlichte die Firma Aleph One ein PC Podule mit einem Intel 80386 Prozessor und 1 MB RAM Speicher. Es wurde mit DRDOS von Digital Research angeboten und ermöglicht dem Archimedes, MSDOS und Windows-Programme zu nutzen. Aleph One lieferte zur Steuerung der Karte auch eine Emulator-Software, die den Zugriff vom Archimedes Betriebssystem aus ermöglicht.



*AGA31 Mini Podule*

1993 griff Acorn die Entwicklung auf und brachte eine weitere, von Aleph One entwickelte Karte unter eigenem Label heraus. Die AGA31 386 PC Card ist ein Mini Podule für den Archimedes A3020 and A4000. Als Hersteller ist auf der Karte Aleph One genannt.

1994 brachte Aleph One die „Aleph1 486 PC (Elvis) Expansion card (revision 2)“ heraus und eröffnete so die dritte Generation von Prozessorkarten. Sie stellt einen vollständigen PC mit 16 MB RAM und einer optionalen 387 FPU dar.

Dieser ist erforderlich, weil der verwendete Cyrix 486SLC2 Prozessor keine eigene FPU besitzt, also eigentlich dem Intel 80386 gleicht. Auf den SIMM Steckplatz kann ein Modul mit 2, 4, 8 oder 16 MB RAM gesteckt werden. Anders als bei den vorhergehenden Karten besitzt die Elvis ein IDE Interface für den direkten An-

schluss einer IDE Festplatte und eigene serielle und parallele Schnittstellen. Der Archimedes wird von dieser Karte also eher als Terminal genutzt und weniger als vollständiger Rechner.



*Aleph One "Elvis"*

1995 erschien die Aleph1 PC Expansion Card (revision 1), die ebenfalls einen vollständigen PC darstellt. Das Podule wurde mit fest aufgelöteten 1 MB oder 4 MB RAM und einer optionalen 387 FPU angeboten. Als CPU dient wieder der Cyrix 486SLC25. Die Karte hat eigene serielle und parallele Schnittstellen, jedoch kein IDE Interface für eine Festplatte. Stattdessen finden Installationen auf einer Festplattendatei der Archimedes-Festplatte statt, die durch die PC Emulator Software eingerichtet wird.

## Acorn RiscPC

Mit dem Acorn RiscPC verabschiedete sich der Hersteller von der Archimedes Reihe und brachte eine neue Serie von Rechnern mit ARM Prozessoren auf den Markt. Diese Geräte weisen eine Reihe von Besonderheiten auf, beispielsweise ein erweiterbares Stapelgehäuse mit Platz für Podules und Massenspeicher oder einen leistungsfähigen Videochip mit eigenem VRAM. Vor allem aber ist die ARM CPU nicht mehr fest auf dem Motherboard lokalisiert – vielmehr besitzt der RiscPC zwei CPU-Steckplätze. Einer



*Aleph One 486 Podule*

# Emulation

davon wird mit einer ARM Karte bestückt, der andere kann Karten mit ARM CPUs, aber auch mit anderen Prozessoren aufnehmen. Hierfür benötigt die Karte einen Custom Chip namens „Gemini“, der für die Kommunikation mit Hauptspeicher, Video und übriger Peripherie verantwortlich ist.

1995 brachte Acorn die ACA42 Karte als erste PC Emulorkarte für den RiscPC heraus. Sie benutzt eine Texas Instruments 486 SXL-40 CPU mit 8 KB 2nd Level Cache und ist mit 33 MHz getaktet. Der Gemini-Chip stammt von Aleph One. Sie wurde inklusive einer Lizenz für IBM PC DOS angeboten. Acorn hob in seiner Ankündigung die Kompatibilität zu Windows 3.1 und PC DOS bzw. MSDOS und der Beta-Version von Windows 95 hervor, nannte aber auch OS/2 und SCO UNIX als potentielle Betriebssysteme.



Acorn ACA42 Prozessorkarte

Acorn brachte weitere Karten heraus, die sich im wesentlichen in der Taktfrequenz der Prozessoren unterscheiden. Die angegebenen Preise zum Zeitpunkt der Markteinführung (10. Januar 1995) beziehen sich auf die Kosten beim Kauf mit einem RiscPC und sind in Britischen Pfund angegeben:

- \_\_\_\_\_ ACA42: Texas Instruments 486SXL CPU mit 33 MHz CPU Takt (Preis 99,-)
- \_\_\_\_\_ ACA53: IBM 486 Blue Lightning DX2 mit 33 MHz Bustakt und 66 MHz CPU Takt sowie 8 kB L1 Cache und 128 kB of L2 Cache (Preis 149,-).
- \_\_\_\_\_ ACA56: Texas Instruments 486 DX4 mit 100 MHz CPU Takt (Preis 199,-).
- \_\_\_\_\_ ACA57: IBM 5x86 CPU mit 100 MHz Taktfrequenz (Preis 399,-)

Zum Vergleich: Ein Upgrade auf eine CPU Karte mit ARM 710 Prozessor wurde mit 99,- Britischen Pfund berechnet.



Acorn ACA52 Prozessorkarte

Allen Karten gemeinsam ist die Nutzung sämtlicher Peripherie des RiscPC, gesteuert durch das PC Emulator Programm „IPC“. Es erlaubt Feineinstellungen wie die Zuteilung von Platz für eine virtuelle Festplatte und den Zugang zu den Schnittstellen des RiscPC. Der Videozugriff kann entweder in einem RiscOS Fenster erfolgen oder im Vollbildmodus. Die Darstellung im Fenster ist signifikant langsamer als im Vollbild, da hier die Ausgaben über RiscOS laufen und der PC Prozessor nicht direkt mit der Video-Hardware spricht. Leider gelingt aus dem Emulator kein Zugriff auf Netzwerkfunktionen. Ist der RiscPC mit einem Ethernet-Podole ausgestattet, sieht der PC Emulator davon nichts.

Der Niedergang von Acorn im Jahre 1999 und die Turbulenzen in den Jahren davor haben verhindert, dass weitere Prozessorkarten erschienen sind. So stellte Acorn 1995 eine PowerPC Karte in Aussicht, diese wurde aber niemals produziert. Ebenso ist ein Ausbau des RiscPC zu einer ARM-Maschine mit symmetrischen Dual Processing ausgeblieben. Letztlich mögen die PC Karten auch einen Teil der Schuld daran tragen, denn sie führten dem Acorn-User deutlich vor, wie groß das Angebot an Software in der Microsoft Windows Welt zu diesem Zeitpunkt bereits war. So eröffnete die Prozessorkarte den Weg zum PC, der dann meist den Acorn RiscPC in den Haushalten ablöste.

## ARM7 für BBC Micro

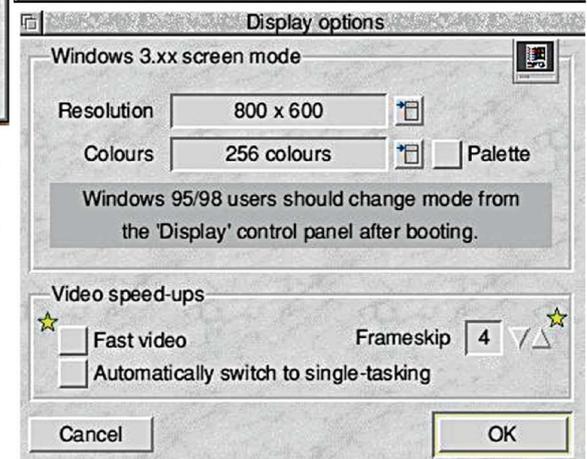
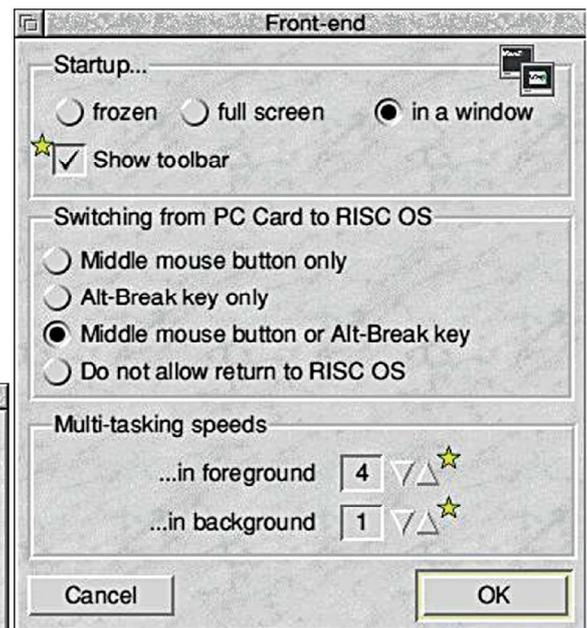
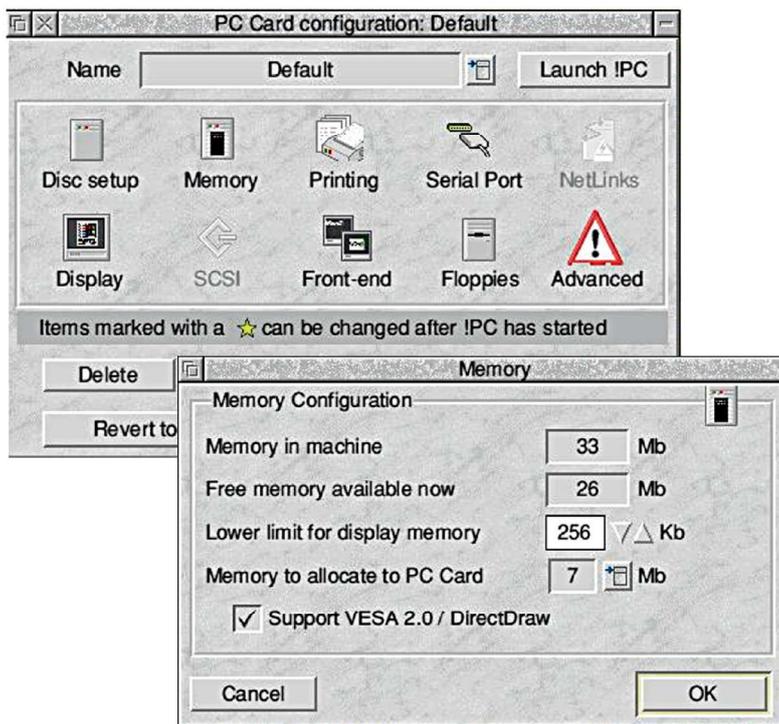
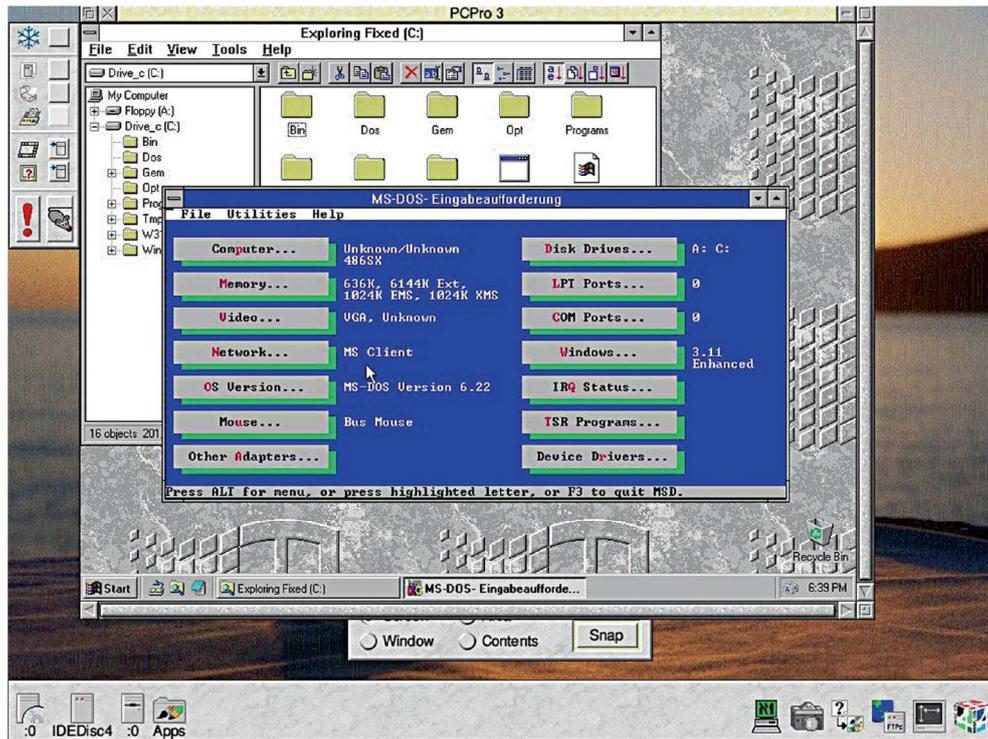
Wie so oft bei klassischen Computern hat das Ende des Herstellers aber nicht das Ende der Entwicklung der Rechner bedeutet. So hat Robert Sprowson die Idee der Tube aufgenommen und ein Zweitprozessor-Modul für den BBC Master und die BBC Modelle A,B und B+ entwickelt, die einen ARM7-Prozessor benutzen. Die Module sind mit 16 oder 32 MB RAM bestückt und können aus dem BBC Basic für umfangreiche Berechnungen benutzt werden oder CPU Emulationen fahren. Sie werden unter 100,- Pfund angeboten.

## Fazit

Acorns Leistungen sind gewiss mehr als eine Randnotiz in der Computergeschichte wert. Bereits 1981 brachte das Unternehmen mit „The Tube“ eine Schnittstelle für Zweitprozessoren in ihren Rechnern heraus und ist dieser Offenheit bis zum Ende der 1990er Jahre treu geblieben. PC Emulation ist hier von Hause aus eine Eigenschaft der Systeme. Schade nur, dass der Markterfolg nicht größer war – eine PowerPC- oder Pentium CPU Karte hätte dem RiscPC noch größere Betriebssystemwelten eröffnen können. (gb)

## Links

- <http://www.apdl.org.uk/riscworld/volumes/volume9/issue5/2ndproc/index.htm>
- <http://chrisacorns.computinghistory.org.uk/Computers.html>
- <http://www.sprow.co.uk/bbc/armcopro>



!PCPro ist das Konfigurations- und Steuerprogramm zur PC Prozessorkarte, hier die Version 3.06 der von Aleph One hergestellten Software. Die zahlreichen Einstellmöglichkeiten zeigen die Möglichkeiten der Karte. Im Fenster bettet sich das MSDOS- oder Windowsprogramm unkompliziert in die GUI von RiscOS ein. Ein Datenaustausch ist über die Zwischenablage möglich.

Im Bild oben läuft Windows 3.11 unter MSDOS 6.22 zusammen mit Calmira II als Oberfläche. Die Microsoft Systemdiagnose bestätigt die im Konfigurationsprogramm eingestellten Werte.

### Wie aus dem Amiga 500 ein PC mit MS-DOS wird

# Amiga Transformer

**M**anche halten den Amiga für eine Spielekonsole mit Tastatur. Jeder Amiga-Fan wird aber gern verdeutlichen, wie falsch diese Einschätzung ist. Unser Vereinsmitglied Jochen Emmes erzählt im folgenden Artikel, wie er den Amiga gewinnbringend im Informatikstudium zum Einsatz brachte.

Von 1988 bis 1991 war ich als Übungsgruppenleiter im Studiengang Informatik tätig. Es gab dort zwei Vorlesungen, die aufeinander aufbauten: Algorithmen I und II. Darin wurde den Studenten am Beispiel von Turbo-Pascal das strukturierte Programmieren näher gebracht. Um den begehrten Schein zu bekommen, mussten die Studenten kleine Programmieraufgaben lösen und zusammen mit einem Ausdrucken abgeben. Bewertet wurden die Struktur, die Namensgebung der Variablen, die Kommentare und natürlich die Lauffähigkeit. Das war zwar nicht das entscheidende Kriterium, aber für die volle Punktzahl sollte das Programm fehlerfrei laufen. Die Anforderungen waren also härter als in dem damals bekannten Witz: „Na, wie findest Du mein Programm? Mal abgesehen davon, dass es nicht läuft?“.

Da ein Übungsgruppenleiter nicht allzuviel verdient und ich meine Miete und das Mensaessen zahlen musste, war meistens Ebbe in meiner Studentenkasse. Mein Computer war ein Amiga A500 mit einem alten S/W-Fernseher als Monitorersatz. Einen professionellen Monitor oder sogar einen Farbmonitor konnte ich mir schlicht nicht leisten. Was ich konnte, war einen Fernseher mit Monitoreingang nachzurüsten. Wo die gefährlichen Spannungen anlagen, hatte ich in einigen teils schmerzhaften Versuchen inzwischen gelernt.

An einen eigenen PC als Plattform für Turbo-Pascal war nicht zu denken. Stattdessen entschied ich mich für Amiga

Transformer von Simile Research, einem PC-Emulator als reiner Softwarelösung. Trotzdem musste ich noch mal tief in die Tasche greifen.



*Unbedingt nötig: Das 5,25 Zoll Laufwerk für den Amiga*

Wenn ich die 5.25 Zoll-Disketten meiner Übungsgruppe irgendwie lesen wollte, war ein 5.25 Zoll Laufwerk für den Amiga 500 unbedingt nötig. Ein Preisvergleich in der Vor-Internet Zeit liess sich viel schwieriger bewerkstelligen als heute und die Laufwerke gab es auch nicht an jeder Straßenecke. Auf einer Amiga-Messe wurde ich dann fündig und der günstige Messepreis tat sein Übriges. Auf der Heimfahrt war ich stolzer

```
Amiga Transformer
Copyright 1985,1986,1987 Simile Research
Version 1.21
Available memory: 498K

Drive A: is df1: B: is df0:

Please insert a DOS diskette in drive A:
press RETURN to start the DOS
or
press ESC to return to the Amiga DOS

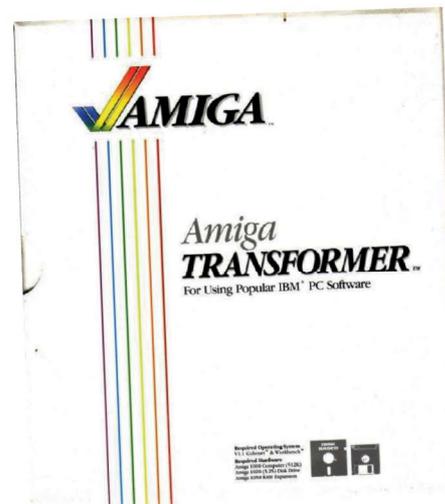
Starting DOS....

Current date is Tue 1-01-1980
Enter new date (mm-dd-yy): 02-23-99
Current time is 0:00:31.91
Enter new time:

Microsoft(R) MS-DOS(R) Version 3.30
(C)Copyright Microsoft Corp 1981-1987

A)
```

*Bootmeldungen des Emulators*



Besitzer eines 5.25 Zoll Laufwerks. Ich habe den Kauf nicht bereut, denn das Laufwerk ist bis heute funktionsfähig.

Mit dem Laufwerk konnte ich nicht nur die IBM Disketten lesen und schreiben, auch am Amiga machte das Laufwerk eine gute Figur. Und als die 5,25 Zoll Disketten schließlich von den 3,5 Zoll Disketten verdrängt wurden, gab es den 10er Pack 5,25 Zoll Disketten schon mal zum Ramsch-Preis. Deswegen habe ich heute noch einen guten Teil meiner Software für den Amiga auf 5,25 Zoll Disketten. Im Amiga-Modus passen 880 kB auf eine Diskette, genau wie auf eine 3,5 Zoll Diskette. Im PC Modus passen nur 720 kB darauf. Wenn die Disketten in den IBMs der Universität benutzbar sein sollten, war eine Reduktion der Kapazität auf 360 kB nötig. Für die kleinen Turbo-Pascal Programme reichte das aber völlig aus.

### Näher betrachtet

Nun zum Emulator selbst: Amiga Transformer von Simile Research erschien 1985 zusammen mit dem Amiga 1000. Ein Jahr später wurde das Programm zusammen mit dem Amiga 1020 Laufwerk (5.25 Zoll) verkauft. 1987 erschien die hier vorgestellte Version 1.21. Die Besonderheit gegenüber anderen Lösungen wie dem Sidecar: Der Transformer ist eine reine Software-Lösung, die auf einem A500 ohne jede Erweiterung läuft. Nur für die Verwendung der zu dieser Zeit am PC üblichen 5.25 Zoll-Disketten braucht

der Anwender ein externes 5.25 Zoll Laufwerk. Der Amiga ist ja serienmäßig mit einem 3.5 Zoll Laufwerk ausgestattet.

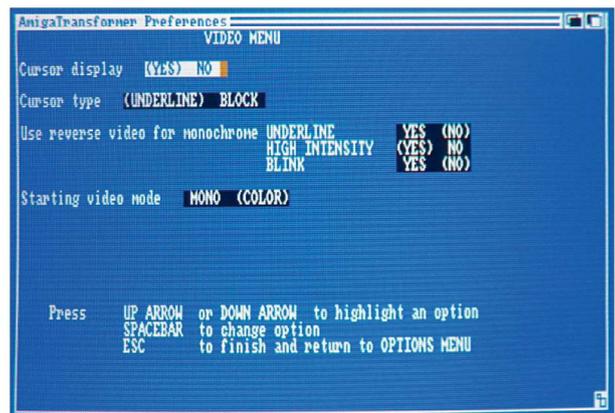
Eine reine Softwarelösung geht natürlich auf Kosten der Geschwindigkeit – der PC Transformer ist in der Tat sehr langsam. Verglichen mit IBMs Ur-PC, dem XT mit 4.7 MHz Takt ist der Transformer auf einem normalen A 500 ohne jede Erweiterung 4 bis 5 Mal langsamer. Reine textbasierte Anwendungen unter MS-DOS sind jedoch schnell genug, um flüssiges Arbeiten auch auf dem Amiga zu ermöglichen. Dies gilt auch und vor allem für die Programmiersprache Turbo-Pascal. Die Bilder dieses Artikels zeigen MS-DOS in der Version 3.3 und Turbo-Pascal 5.5.

Das Programm bietet vielfältige Konfigurationsmöglichkeiten, der Anwender kann die Wiederholungsrate der Tastatur ebenso einstellen wie Speicher und Laufwerks-Zuordnung.

Es gibt 5 Menu-Punkte:

- \_\_\_ Disk Menu
- \_\_\_ Video Menu
- \_\_\_ Memory Menu
- \_\_\_ Attachments Menu
- \_\_\_ Mono Menu

Die Konfiguration wird mit einem extra Programm „SetATPrefs“ festgelegt. Das Emulationsprogramm braucht nur eine kleine Konfigurationsdatei einzulesen. Das eingebaute Amiga-Laufwerk im 3,5 Zoll Format fasst immerhin 720 kB unter MSDOS, HD-Disketten lassen sich nicht verwenden. Der emulierte Grün-Monitor (bei Verwendung eines Farbmonitors) entspricht den damals üblichen Bildschirmen für den PC.



SetATPrefs stellt wichtige Parameter des Amiga Transformers ein

Mögen auch Sidecar und erst recht die Bridge Board- und PC-Emulatorkarten der großen Amigas viel mehr Leistung bringen – Spaß macht der Amiga Transformer in jedem Falle. Wer also ein 5,25 Zoll Laufwerk besitzt, für den lohnt sich ein Blick.



Es gibt übrigens noch einen kleinen Gag: sobald der Transformer gestartet wird, geht die Power-Lampe des Amiga aus, denn es ist ja jetzt kein Amiga mehr...

## Link

[http://www.retro-commadore.eu/download.php?file=Commodore\\_Amiga\\_Transformer.pdf](http://www.retro-commadore.eu/download.php?file=Commodore_Amiga_Transformer.pdf)

## Über den Autor

Jochen Emmes ist Diplom-Physiker und seit 1995 als Anwendungsentwickler und Systemadministrator angestellt.

Ein seltener Anblick auf dem Amiga: Turbo Pascal 5.5

# Hast Du Deine Rechner immer im Blick?

Dann schreibe doch mal über Deine Lieblinge! Hast Du spannende Geschichten zu erzählen oder besitzt Du exotische Hardware? Wir suchen immer Artikel zu allen Themen rund um Retro-Computing und klassische Computer.

Schreib' an [redaktion@load-magazin.de](mailto:redaktion@load-magazin.de)

Zur materiellen Kultur der Moderne als historischer Quelle–Teil 1

# Archäologie der Digitalisierung

**D**ie meisten Menschen kennen Archäologen vor allem aus gängigen Darstellungen aus dem Bereich der Popkultur. Besonders bekannt sind Figuren wie Indiana Jones oder Lara Croft. Das dort vermittelte Bild von archäologischen Berufen hat allerdings recht wenig mit der tatsächlichen Arbeit eines Archäologen gemeinsam.

Vielmehr verdichten sich die gängigen Bilder von Archäologen im popkulturellen Kontext zu einem festen Kanon von Erzählelementen und Motiven, die immer wieder kehren. Archäologen sind hier Abenteurer, mutig, athletisch, attraktiv und intelligent. Sie suchen vor allem einzelne Artefakte von besonderem wissenschaftlichem und finanziellem Wert („Schatzsuche“). Diese Artefakte werden überwiegend in exotischen, fremden kulturellen Kontexten gewonnen. Ihnen werden magische Fähigkeiten zugeschrieben und sie können oft als mächtige Waffen eingesetzt werden. Archäologen verteidigen diese als Repräsentanten des „Guten“ vor „bösen“ Akteuren. Sie treten als „Helden“ auf. Dabei verteidigen sie sich mit Waffen aus einer Position moralischer Überlegenheit heraus. Die Verteidigung der Artefakte vor dem Zugriff des „Bösen“ scheint deren Entfernung aus ihrem kulturellen Kontext moralisch zu rechtfertigen. Artefakte stammen aus kulturellen Zusammenhängen, denen durch ihr Alter besondere Fähigkeiten und Weisheiten zugeordnet werden. Mythen und Traditionen der aufgesuchten Menschen erscheinen als bis in heutige Zeit über Jahrhunderte hinweg statisch und unverändert. Sie werden im Verborgenen praktiziert und am Leben gehalten. Sie erscheinen als Anachronismen. Von den Archäologen genutzte Schriftquellen werden im Film nicht kritisch reflektiert. Überlieferungen schildern stets detailgetreue Sachverhalte; symbolische oder mythische Inhalte, sowie die Absichten des

Verfassers der Quelle werden nicht analysiert. Die Archäologen des Kinos kennen weltweit alle alten Sprachen und Mythen so gut, dass sie jede Inschrift sofort übersetzen und historisch einordnen können. Im weiteren Verlauf dieses Beitrages wird die Frage der Darstellung von archäologischer Forschung in den Medien nochmals aufgegriffen werden.

## Archäologie in der Praxis

In der tatsächlichen Arbeitspraxis von Archäologen gibt es verschiedene typische Arbeitsschritte, die im Wesentlichen nacheinander ablaufen. Allerdings werden neu gewonnene Quellen und Erkenntnisse während der Arbeit immer wieder reflektiert, Methoden angepasst und neue Fragestellungen entwickelt. Auch werden nicht immer alle genannten Arbeitsschritte wirklich durchgeführt. Beispielsweise können auch Forschungsobjekte untersucht werden, die nicht im Rahmen einer archäologischen Ausgrabung gewonnen werden. In diesen Fällen stehen meist die Sichtung und Auswertung von Funden im Vordergrund. Es ist aber auch der Fall denkbar, dass der archäologische Charakter der Bearbeitung vor allem an der Art der Fragestellung und der speziellen Blickrichtung auf den Untersuchungsgegenstand festgemacht werden kann. Jedes wissenschaftliche Fach hat seine ganz eigene Art, auf den Untersuchungsgegenstand zu blicken und ihn zu befragen. Wolfgang Kaschuba, Professor für europäische Ethnologie an der Humboldt-Universität Berlin, hat mit dem Begriff der



„kognitiven Identität“ (Kaschuba 2012, 12-14) den Standort wissenschaftlicher Disziplinen im Verhältnis zu benachbarten und verwandten Disziplinen im Spannungsfeld zwischen Eigenwahrnehmung und Außenwahrnehmung bezeichnet. Dabei sei es wichtig, dass zwar jedes wissenschaftliche Fach über eine gewisse Bandbreite an methodischen Zugängen und Fragestellungen bis in die Grenzgebiete zu anderen wissenschaftlichen Disziplinen hinein verfüge, dabei aber trotzdem nicht in die Beliebigkeit abgleite. Vielmehr gruppierten sich die verschiedenen methodischen Ansätze und Fragestellungen um einen thematischen und methodischen Kern herum, der jedem Fachgebiet seine einzigartige Handschrift verleihe.

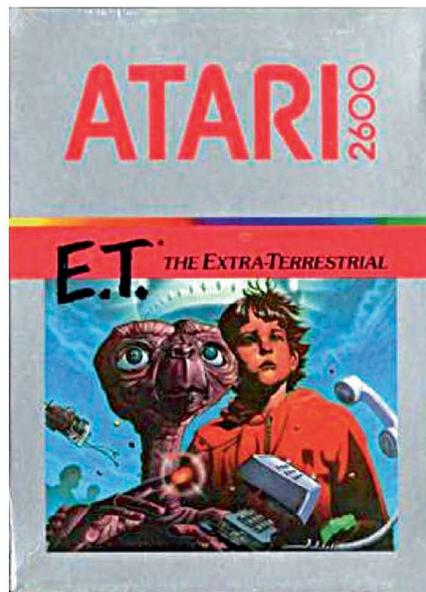
## Die „Atari-Ausgrabung“

Werfen wir im Folgenden einen Blick auf eine archäologische Ausgrabung, die uns geradewegs zu unserem Untersuchungsgegenstand führt. 1982 kam der Film „E.T. - The Extraterrestrial“ des bekannten Regisseurs Steven Spielberg in die Kinos. Spielberg fürchtete einen schwachen Kinostart, da es bei vielen seiner Erfolgsfilme einige Wochen gedauert hatte, bis die Filme zu Publikumsmagneten wurden. Deshalb wollte er als zusätzliche Werbemaßnahme ein Videospiel entwickeln las-

sen. Der Medienkonzern Warner Communications wollte seinerseits Spielberg für eine künftige Zusammenarbeit bei dessen Filmen gewinnen. Also kaufte Warner Communications 1982 die Rechte für die Herstellung des Videospiele von Steven Spielberg für 22 Millionen Dollar. Mit der Herstellung des Spiels wurde Warners Tochterfirma Atari beauftragt (Lapetino 2016; Retro Gamer 2018, 94-101; Penn 2014 (Film)). 1982 war Atari mit einem Marktanteil von 80 % unangefochtener Marktführer im Bereich der Videospiele für zu Hause. Die Videospielekonsole VCS 2600 war die erste wirklich erfolgreiche Spielkonsole der zweiten Generation und beerbte die zahlreichen Pongkonsolen. Atari hoffte 1982, weitere 10 Millionen Geräte des VCS 2600 verkaufen zu können. Für das E.T. -Spiel rechnete die Firma mit etwa 6 Millionen verkauften Modulen. Um den Film bewerben und die Investition in die Filmrechte finanziell ausgleichen zu können, war Atari auf die Umsätze im Weihnachtsgeschäft angewiesen. Als Howard Scott Warshaw sich bereit erklärte, das Spiel zu programmieren, blieben ihm hierfür deshalb nur 5 Wochen Zeit. Bekannt war Warshaw vor allem durch seinen Spielehit „Yars' Revenge“. Er stellte „E.T.“ rechtzeitig fertig und bekam die Freigabe von Steven Spielberg, dem das Spiel gefiel. Atari produzierte zunächst 4 Millionen Exemplare.

### E.T. – ein Flopp

Im Weihnachtsgeschäft 1982 befand sich der Titel an der Spitze der Verkaufscharts für Videospiele. In den folgenden Wochen begannen viele Kunden jedoch, das Spiel umzutauschen. Die Gründe hierfür waren vielfältig. Um das Spiel verstehen zu können, war es nötig, die Anleitung gründlich durchzulesen, woran die Kunden damals nicht gewöhnt waren. Die meisten anderen Spiele waren selbsterklärend. Außerdem war das Spiel zu schwer und frustrierte deshalb viele Kinder, die damals die Hauptzielgruppe für Videospiele waren. E.T. musste im Spiel Teile eines Telefons finden, um nach Hause telefonieren zu können. Die Teile verbargen sich in Gruben. Um sie zu finden, musste man nach und nach alle Gruben durchsuchen. Es war jedoch sehr schwer, wieder aus diesen heraus zu kommen. Oft fiel E.T. sofort wieder in die Grube zurück. Die Enttäuschung vieler Kunden bestand



*E.T. für Atari VCS 2600*

auch im großen Qualitätsunterschied zwischen Film und Spiel, waren die Erwartungen vor der Veröffentlichung doch besonders groß gewesen.

Nach den insgesamt enttäuschenden Verkaufszahlen von E.T. begann die Finanzabteilung von Warner Communications nervös zu werden. Die Umsätze brachen insgesamt im ersten Halbjahr des Jahres 1983 deutlich ein. Atari hatte zu spät bemerkt, dass der Markt für Videospiele längst übersättigt war. Auch hatte die schlechte Qualität vieler Videospiele insbesondere von unabhängigen Anbietern das Vertrauen der Kunden in die Videospielebranche erschüttert. Schließlich stand mit den Homecomputern ein neues, flexibleres und vielseitigeres Medium zur Verfügung. An der Börse führten die neuen Geschäftsberichte zu einem Kursabsturz, der auch andere Firmen wie Mattel erfasste. Es kam zum sogenannten „Videospielecrash“.

### Vergraben...

Atari hat sich von diesem finanziellen Desaster nie wieder ganz erholt, Mattel überlebte nur, weil Teile der Firma von Investoren übernommen wurden. Um die Kosten zu reduzieren, musste Atari 1983 schnell seine Lager räumen, in denen sich Überproduktionen und Retouren zu stapeln begannen. Daraufhin fuhr eine Kolonne von Lastwagen mit Lagerbeständen nach Alamogordo, eine Kleinstadt in New Mexico, um die überschüssige Ware auf der dortigen Mülldeponie abzuladen. Von dieser Entsorgung bekam die Presse

Wind und veröffentlichte einige Artikel. Um diesen Vorgang bildete sich im Laufe der Jahre ein moderne urbane Legende. Es wurde behauptet, dass es sich vor allem um Module des Spiels E.T. gehandelt habe. Parallel zur Entsorgung hatte die Zeitschrift „New Media“ einen Artikel veröffentlicht, in dem behauptet wurde, das Spiel E.T. sei für die Zerstörung der Videospieleindustrie verantwortlich gewesen. Ein Spiel, das vergraben wurde und quasi im Alleingang die Videospieleindustrie begraben hatte, musste besonders schlecht gewesen sein. In der Folge fand sich über die Jahrzehnte das Spiel E.T. auf fast jeder Liste der schlechtesten Videospiele aller Zeiten, meist auf Platz 1. Das Wissen um die in Alamogordo deponierten Videospielemodule verblasste mit der Zeit und wurde zu einer modernen Legende umgestaltet, in der E.T. als schlechtestes Videospiele aller Zeiten erst die Videospieleindustrie zerstört habe und anschließend deshalb in Alamogordo auf der Mülldeponie beerdigt worden sei.

### ...aber nicht vergessen

Im Juni 2013 hörte der Videospielefan und klassische Archäologe Andrew Reinhard von der „American School of Classical Studies“ in Athen von einem Filmprojekt des Drehbuchautors und Regisseurs Zak Penn für die Firmen Lightbox Entertainment und Microsoft (für den Dienst Xbox Live). Es sollte eine Dokumentation über die Legende von den in



Bild: [www.atari-age.com](http://www.atari-age.com)

Alamogordo vergrabenen E.T. Modulen gedreht werden (Reinhard 2015, 86-93). Dabei sollten die Module auf der Deponie gesucht und ausgegraben werden, um die Legende auf ihren Wahrheitsgehalt zu überprüfen. Andrew Reinhard erkundigte sich bei Zak Penn, ob dieses Projekt von einem professionellen Archäologen wissenschaftlich begleitet würde. Zak Penn lud daraufhin Andrew Reinhard ein, sich an dem Projekt zu beteiligen. Das Team bestand schließlich aus Zak Penn, An-

drew Reinhard, dem Archäologen/ Anthropologen Richard Rothaus, dem Archäologen Bill Caraher, Dem Soziologieprofessor Bret Weber, dem Videospieldesigner Raiford Gains und dem ehemaligen Manager der Deponie und Hobbyarchäologen Joe Lewandowski. Für die Arbeit vor Ort wurden außerdem ein Bagger, eine Gruppe von Arbeitskräften und die für eine archäologische Ausgrabung übliche Ausrüstung gebraucht. Für die Arbeiten vor Ort genehmigten die Behörden ein Zeitfenster von nur drei Tagen. Joe Lewandowski kannte aus seiner Arbeitspraxis vor Ort die Deponie sehr gut und hatte über Jahre gründlich recherchiert, an welcher Stelle sich die Spielmodule vermutlich befinden würden.

### Die Suche beginnt

Am 24. April 2014 begannen die Ausgrabungsarbeiten mit Testbohrungen. Bereits nach wenigen Versuchen wurden Zeitungen und Briefe mit Daten von 1983 und erstes Atarimaterial gefunden. Am 25. April trug man zunächst die Schichten über den relevanten Fundschichten mit einem Bagger ab. Wegen der Instabilität des die Spiele umgebenden Materials (Matrix) konnte statt eines richtigen Schnittes nur ein tiefes Loch ausgehoben werden. Beobachtungen im unmittelbaren Bereich des Bodeneingriffs waren wegen der akuten Gefahr, verschüttet zu werden, ebenfalls nicht möglich. Im Verlauf des 26. April wurden die vermutete Deckschicht aus Zement und die gesuchte Schicht mit den Spielen entdeckt. Insgesamt wurden über 40 verschiedene Videospiele und Hardware gefunden. Vor Ort wurden die Funde sortiert und verpackt. Ein Teil wurde der Smithsonian Institution übergeben, ein Teil wurde in Museen konserviert, präserviert und ausgestellt. Einige der Funde wurden von der Stadt Alamogordo bei Ebay versteigert. Die Erlöse gingen als Spende an die dortige Historische Gesell-



Bild: www.welt.de

Beginn der Ausgrabung

schaft. Die Dokumentation über die Ausgrabung erschien unter dem Titel „Atari- Game over“ (Penn 2017 (Film)).

### Achäologie als Medien-event

Die Ausgrabung in Alamogordo wies im Vergleich zu anderen archäologischen Ausgrabungen einige Besonderheiten auf. Ungewöhnlich war zum Beispiel, dass die Initiatoren der Ausgrabung Firmen aus dem Bereich der Unterhaltungsindustrie waren und nicht wie sonst Behörden oder Forschungseinrichtungen. Vor Ort hatte die Ausgrabung durch die vielen Zuschauer Eventcharakter. Das gebannt wartende



Bild: www.welt.de

Müll wird sortiert

Publikum wurde regelmäßig vom Ausgrabungsteam informiert. Bei Erfolgen jubelten die Zuschauer den Archäologen und Filmemachern zu. Ungewöhnlich war es auch, eine moderne urbane Legende zum Untersuchungsgegenstand zu machen. Da sehr rezente Objekte ausgegraben wurden, sind die Zuschauer der Ausgrabung und des Films mit ihren Lebensgeschichten und Erinnerungen mit diesem Untersuchungsgegenstand verbunden. Die Artefakte können sogar mit einzelnen handelnden Personen verbunden werden. Die seinerzeit handelnden Personen können nicht nur identifiziert, sondern aufgrund der geringen zeitlichen Distanz auch als Zeitzeugen befragt werden.

### Archäologie der Moderne

Betrachtet man die Ausgrabung in Alamogordo unter fachlichen Gesichtspunkten, so lässt sich zunächst feststellen, dass es sich um die bisher einzige wirkliche archäologische Ausgrabung von Computersystemen und ähnlichen Geräten handelt. Diese Untersuchung einer modernen Müllkippe schließt an die Müllarchäologie von William Rathje und Cullen Murphy an (Rathje & Murphy 2001). William Rathje gründete das „Garbage



Bild: www.welt.de

Erfolgreiche Ausgrabung

Project“ an der Universität von Arizona. Man gewann dort Erkenntnisse zu Veränderungen in der Konsumkultur, zu Veränderungen in der Zusammensetzung der genutzten Rohstoffe und insgesamt zu deren Wertschätzung. Ferner erlaubte die Untersuchung einen Vergleich der Konsumkultur verschiedener sozialer Schichten. In Deutschland hat sich mit der Thematik vor allem Eva Becker beschäftigt. Müll im weiteren Sinne ist im Grunde ein alltägliches Thema von Archäologen, graben sie doch letztlich über alle Zeiten und Räume hinweg von Menschen hinterlassenen Abfall aus, z.B. in Abfallgruben oder sekundär verfüllten Brunnen und Kloaken. Zusammenfassend konnte die Ausgrabung in Alamogordo interessante Ergebnisse zu den folgenden historischen Themenfeldern liefern: zur Geschichte der Videospieldesigner, zur Wirtschaftsgeschichte der USA, zur Geschichte der Konsumgesellschaft, Freizeitgesellschaft/ Spießgesellschaft, sowie des Spiels und der Kindheit. Ebenfalls können Videospiele als Medium der Gewöhnung der Gesellschaft an die Digitalisierung thematisiert werden. Untersuchte Objekte aus der jüngeren Vergangenheit, wie sie in Alamogordo gefunden wurden, gehören zum Untersuchungsgebiet der Contemporary Archaeology bzw. Gegenwartarchäologie. Sie kann entweder als Teilgebiet der Neuzeitarchäologie oder als neues Forschungsgebiet angesehen werden. Diese Entscheidung ist davon abhängig, wie die Epochengrenzen für das 18. bis 21. Jahrhundert definiert werden. Zuletzt wurde der Vorschlag gemacht, die Zeit nach einer sogenannten Sattelzeit bis Mitte des 19. Jahrhunderts grundsätzlich unter dem Begriff der Moderne zusammenzufassen. Begriffe wie Postmoderne würden dann entfallen. Ulrich Müller schlägt entsprechend den Begriff „Archäologie der Moderne“ vor (Müller 2017, 377-388).

## Links

Umfangreiche Quellen zu diesem Artikel finden Sie unter:

<https://www.classic-computing.de/load5>

Filme:

<https://www.youtube.com/watch?v=Jq1jkkPqXM8&t=27s>

<https://www.youtube.com/watch?v=6qfD11K74Bc&t=315s>

<https://www.youtube.com/watch?v=j-Uz4zd8nzw>

<https://www.youtube.com/watch?v=t70IWyzmaE1>

*Teil 2 dieses Artikels erscheint in LOAD Ausgabe 6. Lesen Sie dort, wie sich die "Archäologie der Moderne" von der Medienarchäologie unterscheidet und welche unterschiedlichen Perspektiven beide Richtungen auf die materielle Kultur der Digitalisierung aufzeigen.*

## Über die Autorin

**Susanne Floss ist Neuzeit-Archäologin und begeisterte Sammlerin von Konsolen und passenden TV-Geräten.**

### Hintergrund: Methoden der Archäologie

Der bekannteste Teil der praktischen archäologischen Arbeit dürfte die Durchführung einer Ausgrabung sein. Um eine solche Grabung realisieren zu können, bedarf es zuerst einer Vielzahl vorbereitender Arbeitsschritte. Diese richten sich auch danach, um was für eine Art der Ausgrabung es sich handelt. Grundsätzlich wird zwischen Forschungsgrabungen und Rettungsgrabungen unterschieden.

**Forschungsgrabungen** richten sich vor allem an der wissenschaftlichen Fragestellung aus, die mithilfe des jeweiligen Ausgrabungsprojektes beantwortet werden soll. Die Ausgrabungsflächen können an unterschiedlichsten Orten liegen. Meist richtet sich die Auswahl des Grabungsplatzes nach der Region, über die eine Aussage gewonnen werden soll und nach dem Lagetypus im Gelände. Sollen z.B. Niederungsburgen untersucht werden, befinden sich diese an einer ganz anderen Stelle, als wenn Höhenburgen zu untersuchen sind. Altsteinzeitliche Fundplätze z.B. können sowohl in Höhlen als auch im Freiland angetroffen werden. Rettungsgrabungen hingegen dienen vor allem dem Zweck, in ihrem Bestand gefährdete Bodendenkmäler vor ihrer Zerstörung zu dokumentieren und je nach Ergebnis gegebenenfalls behördliche Auflagen zu machen. Meist sind Neubauten oder Umbauten der Auslöser für eine Rettungsgrabung. Deshalb befinden sich die untersuchten Ausgrabungsflächen überdurchschnittlich häufig in Städten. Vor Beginn archäologischer Ausgrabungen müssen zunächst die Untersuchungsvoraussetzungen und der Forschungsstand geklärt werden. Bei Forschungsgrabungen wird zunächst eine wissenschaftliche Fragestellung auf Basis des jeweiligen Forschungsstandes entwickelt. In einem nächsten Schritt werden geeignete Untersuchungsobjekte (Bodendenkmäler, Baudenkmäler und Artefakte) ausgewählt, die etwas zur Beantwortung der gestellten Fragen beitragen können. Hierzu werden umfangreiche Recherchen durchgeführt, zu denen z.B. die Sichtung der Akten und Datenbanken in den Denkmalschutzbehörden oder die Suche nach weiteren zugehörigen Quellenbeständen

z.B. in Museen, Archiven oder Privatsammlungen zählen können.

Bei **Rettungsgrabungen** müssen die bedrohten Denkmäler zunächst nach Art des Denkmals, der zu erwartenden Aussagefähigkeit und dem historischen Zusammenhang eingeordnet werden. Ausserdem ist das Verhältnis zu anderen Denkmälern in der Umgebung abzuklären. Diese Informationen erhält man wiederum durch gründliche Recherche.

In einem nächsten Schritt müssen die Maßnahmen, die zur **Quellenerschließung** nötig sind, in ihrer praktischen Umsetzung geplant werden. Dies betrifft vor allem die benötigten Ressourcen an Geld, Material und Personal. Oft genug begrenzen diese Faktoren die Untersuchungsmöglichkeiten vor Ort erheblich. Bei Rettungsgrabungen ist zudem darauf zu achten, dass anstehende Bauprojekte nicht unverhältnismäßig durch die archäologische Untersuchung beeinträchtigt werden. In der Planungsphase muss auch eine Auswahl der geeigneten Erschließungs- und Untersuchungsmethoden erfolgen. Zur Quellenerschließung nutzen Archäologen nicht nur die archäologische Ausgrabung. Vielmehr gibt es grundsätzlich drei Grundtypen der Quellenerschließung: Prospektion, Ausgrabung und Archäologische Bauforschung. Grundsätzlich ist bei der Quellenerschließung zwischen nichtinvasiven und invasiven Methoden zu unterscheiden. Eine archäologische Ausgrabung zerstört das ursprüngliche Gesamtbild an Befunden, weshalb eine genaue Dokumentation der Situation vor Ort durchzuführen ist. Aus diesem Grund müssen auch grundsätzlich Genehmigungen für Ausgrabungen eingeholt werden, die nur erteilt werden, wenn die Zerstörung der Befundsituation durch einen entsprechenden Wissenszugewinn zu rechtfertigen ist oder eine Rettungsgrabung durchgeführt werden muss. Um sich auch ohne eine Ausgrabung ein Bild von einer Fundstelle machen zu können oder um zunächst zu einer besseren Einschätzung des Fundplatzes gelangen zu können, lassen sich zahlreiche sogenannte Prospektionsmethoden nutzen. Im Rahmen der Fernerkundung wird das fragliche Gebiet mit einem Flugzeug überflogen. Dabei können die archäologi-

schen Strukturen zum Teil unmittelbar aus großer Höhe anhand von Bodenverfärbungen, Schattenwürfen und Bewuchsmerkmalen erkannt werden. Der Einsatz moderner Airborne Laserscanner, besonderer geophysikalischer Verfahren wie Geomagnetik, Geoelektrik und Bodenradar, die Untersuchung chemische Veränderungen des Bodens in Bodenproben sowie das Vorkommen typischer Pflanzenarten, sogenannter Kulturzeiger, unterstützen den Archäologen.

Nach Abschluss der Quellengewinnung findet die **Auswertung bzw. Quellenanalyse** statt. Sie beginnt zunächst mit der Quellenkritik. Um ein angemessenes Bild von der Vergangenheit erarbeiten zu können, ist es wichtig, sich darüber Gedanken zu machen, in welchem Verhältnis die heute durch archäologische Forschung zu gewinnende Datenbasis zur ehemals vorhandenen Gesamtheit der materiellen Kultur einer Epoche und/ oder Region steht. Archäologische Forschung kann immer nur Teile der ehemals vorhandenen Realität in den Fokus nehmen. Einerseits ist diese Ausschnitthaftigkeit durch die Begrenzung auf eine bestimmte Fragestellung, eine bestimmte Epoche oder eine klar definierte Region bedingt. Auch der jeweilige Forschungsstand spielt oft eine nicht unerhebliche Rolle. Andererseits erhalten sich im Verlauf der Zeit nicht alle Teile der materiellen Kultur in gleichem Umfang. Vielmehr gibt es eine ganze Reihe von Faktoren, die dafür verantwortlich zeichnen, welche Ausschnitte der ehemals vorhandenen materiellen Kultur überhaupt überliefert werden. Die Gesamtheit all dieser Ausleseprozesse durch Überlieferung und Forschung werden unter dem Begriff der „**Formationsprozesse**“ zusammengefasst (Schreg 2016a, 101-113). Unter **primärer Formation** versteht man hierbei alle diejenigen Prozesse, die dem sogenannten systemic context angehören. Damit sind alle Spuren der ehemaligen aktiven Lebenswelt gemeint, zum einen alle Prozesse, in denen sich menschliches Handeln materialisierte, zum anderen die Prozesse, die zum Aus-

scheiden sichtbar. Unter dem Begriff **sekundäre Formation** werden alle jene Prozesse zusammengefasst, denen die Spuren der ehemaligen aktiven Lebenswelt während der Thanatozönose unterworfen sind, also im Zustand des Verfalls, der Ablagerung und in der Erde. Schließlich werden mit der Taphozönose diejenigen Prozesse der Erforschung alter materieller Kultur erfasst, bei denen Forscher durch ihren Umgang mit den Daten während der Datenaufbereitung und Auswertung Einfluss auf die vorliegende Datenbasis nehmen.

In einem weiteren Schritt der archäologischen Bearbeitung werden die gewonnenen Artefakte gereinigt, aufbereitet, sortiert, beschriftet und vor allem in Datenbanken erfasst. Es werden Zeichnungen und Fotos von besonders typischen und interessanten Stücken angefertigt. Schließlich werden die zu Gruppen zusammen gefassten Artefakte meist aufgegliedert nach dem Befundzusammenhang im Katalogteil einer Publikation als Quellenedition veröffentlicht. Die Zeichnungen finden sich meist in einem Tafelteil. Die Befunde werden anhand der während der Ausgrabung angefertigten Beschreibungen, Fotos, Zeichnungen und Messdaten in schematische Zeichnungen umgezeichnet, die meist einzelne Siedlungsphasen darstellen. Oder es werden einzelne Grabungsbereiche mit all ihren Befunden dargestellt und zeitliche Unterschiede farblich hervorgehoben. Diese Arten der Umzeichnung nennen wir **(Bau)phasenkartierung**. Sie werden später mit den Beschreibungen meist im Hauptteil der Veröffentlichungen publiziert. Hinzu kommen schematische Darstellungen der zeitlichen Reihenfolge der Befunde, oft in Gestalt einer sogenannten Harris-Matrix. Die Funde und Befunde werden schließlich in ihren historischen und kulturellen Zusammenhang eingeordnet, mit anderen Fundorten verglichen und die gewonnenen historischen Aussagen in der Publikation in einem gesonderten thematischen Teil vorgestellt.

der Dinge und baulichen Strukturen aus der aktiven Lebenswelt geführt haben. Hier werden vor allem die handelnden Men-

### Bericht einer Rettungsaktion

# Eine PDP-8 zieht um

**E**ine echte archäologische Ausgrabung zur Rettung von Artefakten der Digitalkultur ist eine Seltenheit, wie der Artikel auf Seite 34 zeigt. Aber auch ohne Schaufel und Bagger kommt der Sammler alter Rechner an seine Fundstücke. Nicht Rettungsgrabungen, wohl aber Rettungsmissionen quer durch Deutschland sind eine häufige Aktion, um seltene Rechner vor dem Verfall zu bewahren. Hier berichtet Peter Dassow über den besten Fund der letzten Jahre, eine DEC PDP-8.

Ich fand die PDP Minirechner der Firma Digital Equipment Corporation — kurz DEC — immer schon spannend. In den 1980er Jahren hatte ich mein Studium begonnen, da gab es als Aufgabe das Ausräumen eines Labors. In diesem stand eine damals schon betagte PDP-11/20 nebst Zubehör. Ich durfte das Gerät nach Hause transportieren, in Anbetracht der Größe eine echte Schleppelei. Einige Zeit stand die PDP dann in einem Wirtschaftsgebäude in der Nähe. Um die Arbeitsweise zu verstehen, zerlegte ich den Computer in seine Einzelteile. Leider hat damals eine Inbetriebnahme meine damaligen Fachkenntnisse überschritten. Die Komponenten wurden verpackt und gerieten über die Jahre in Vergessenheit.

### Verloren und gefunden

30 Jahre später entdeckte ich für mich die Kartons mit den Resten der PDP-11 auf dem Strohboden des Wirtschaftsgebäudes wieder. Mein Interesse an einer lauffähigen PDP-11 war geweckt. Leider erwiesen sich die gefundenen Reste zum Wiederaufbau als ungeeignet.

Nun wachsen diese Systeme nicht auf Bäumen — die Systeme sind selten und extrem teuer. Dies liegt auch daran, dass die letzten Modelle der PDP-11 nach wie vor in der Industrie eingesetzt werden.

### Suchen lohnt sich

Ich hatte nicht erwartet, eine PDP-11 auf einer der einschlägigen Internet-Verkaufsplattformen zu finden. Trotzdem hielt ich die Augen offen. Eines Abends fand ich bei meiner Suche dann zwar keine PDP-11, dafür aber drei andere sehr interessante Geräte der Firma DEC. Bei einem der Geräte, einer DEC Rainbow, griff ich zu — wohl wissend, dass die Abholung eine Tagesreise nach Quedlinburg bedeuten würde.



*Ein Blick auf die Steckkarten machte neugierig*

Im Frühjahr 2018 machte ich mich also auf den Weg, die DEC Rainbow abzuholen. Ich war überrascht, dass in einem alten Fachwerkhaus in einem großen Raum mehrere DEC Geräte standen. Neben einem großen Drucker stand ein Karton mit Steckkarten der PDP-Reihe, auf die ich wie elektrisiert schaute. Der Besitzer machte mir auf Nachfrage das Angebot, die Karten ebenfalls zu verkaufen. Der Preis sei aber mit ihrem Vater abzustimmen. Nun waren die Karten ohne eine funktionierende PDP-11 für mich nicht zu gebrauchen. Also winkte ich dankend ab und verließ der DEC Rainbow und einem Drucker im Schlepptau den Fundort. Auf

dem Heimweg telefonierte kurz mit einem kleinen Museum in Halle und fragte nach Interesse an den Karten. Doch auch dort wurde dies verneint, da kein entsprechendes System in der Ausstellung des Museums vorhanden war.

### Eine unerwartete Entdeckung

Doch das Wissen um den Karton mit den PDP-Karten hatte sich als fixe Idee festgesetzt. Ich rief also erneut in Quedlinburg an, um mein Interesse an den Karten zu bekunden. In der Zwischenzeit hatte die Verkäuferin bereits mit ihrem Vater einen möglichen Preis abgestimmt. Sie erklärte auch, dass eine gesamte PDP-Anlage bei ihrem Vater in München stand. Ich möge ihn doch anrufen, um weiteres zu klären.

Am selben Tag war kein Telefonat mehr möglich und auch in den darauffolgenden Tagen war er nicht zu erreichen. Meine Anspannung stieg entsprechend. Schließlich kam ein Gespräch zustande, das dafür fast zwei Stunden dauerte. Der Mann erwies sich als pensionierter Techniker. Er hatte in seinem Berufsleben DEC PDP-Systeme für Industrieanlagen aufgebaut. Eine davon hatte noch in seinem Gästezimmer stehen. Ein in der Vergangenheit gemachtes Angebot an ein Museum scheiterte an der Abholung. Das Gästezimmer sollte aber unbedingt freigeräumt werden. So wurden wir uns schnell einig und so fuhr ich an einem Sonntagmorgen um vier Uhr in Richtung München — nicht wirklich wissend was mich erwartete.

Schließlich kam ein Gespräch zustande, das dafür fast zwei Stunden dauerte. Der Mann erwies sich als pensionierter Techniker. Er hatte in seinem Berufsleben DEC PDP-Systeme für Industrieanlagen aufgebaut. Eine davon hatte noch in seinem Gästezimmer stehen. Ein in der Vergangenheit gemachtes Angebot an ein Museum scheiterte an der Abholung. Das Gästezimmer sollte aber unbedingt freigeräumt werden. So wurden wir uns schnell einig und so fuhr ich an einem Sonntagmorgen um vier Uhr in Richtung München — nicht wirklich wissend was mich erwartete.



Die Entdeckung- ein Rack mit einer PDP-8

## Der Schatz im Gästezimmer

Mittags traf ich vor Ort ein und wurde von einem rüstigen 80-Jährigen empfangen, der mir das System zeigte. Es bestand aus einem Rack von etwa 2 Metern Höhe und 60 Zentimetern Breite. Dieses Rack war mit einer PDP-8/E CPU Einheit, zwei Doppel 8" Diskettenlaufwerken und einem Lochstreifenstanzer bestückt. Und weil die Götter vor Erfolge immer den Schweiss setzen, stand das alles in der dritten Etage in einem Haus ohne Fahrstuhl. Also ging es frisch ans Werk und das Ganze wurde in in seine Einzelgeräte zerlegt. Zuerst bugsierte ich das Rack über die Treppen im Haus zum Auto, mit etwas Geschicklichkeit war das allein zu bewerkstelligen. Die CPU-Einheit brachte aber allein etwa 60kg auf die Waage und



Vollgeladen und abfahrtbereit

war damit zu schwer für einen einzelnen Mann. Doch das war auch nicht nötig – der rüstige Herr hatte keine Probleme, mit anzupacken.

Um 14:00 Uhr war alles verpackt und ich startete meine Rückfahrt. Um 23.00 Uhr war ich dann wieder Zuhause. Das große Ausladen verschob ich dann doch lieber auf den folgenden Tag.

## Jetzt beginnt die Arbeit

Jetzt steht dieses schöne PDP-8 System in meinem Keller und wird nach und nach restauriert. Großes Augenmerk liegt hier immer beim Netzteil, welches nach 25 Jahren der Nichtnutzung seine Startschwierigkeiten hat. Doch die Hoffnung ist groß, bald wieder eine funktionierende PDP-8 am Laufen zu haben.

## Links

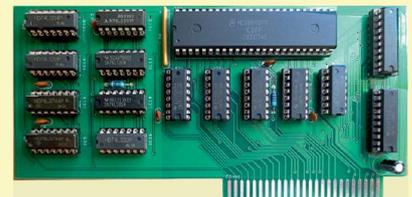
<https://www.pdp8.net/>

<https://www.homecomputermuseum.de/sammlung/detailansicht/comp/Computer/show/pdp-8i/>

## Kurz berichtet

### Apple II 68008 Karte

Einst war die Zeitschrift "mc" die erste Adresse, wenn es um Hardware-Projekte für Mikrocomputer ging. Die Ausgabe vom September 1985 ließ die Herzen der elektronikaffinen Apple II Besitzer höher schlagen. Dort stellten Raul Rojas, Frank Darius und Jürgen Drepper eine 68008-Karte für den 8-Bit Apple vor, gleich passend mit Platinenlayout und Stückliste. Zwei kleine Assemblerprogramme zeigen die Nutzung der Karte von der 6502 Seite aus. Die Karte wurde infolge fehlender Software nie zu einem Mainstream-Produkt, hatte aber ihre Liebhaber. So unterstützt auch der Cross-Assembler von Bob Sander-Cederlof die 68008 Prozessoren. Atsushi Ushiroda aus Japan hat nun eine Kleinserie der Karte aufgelegt und vertreibt diese über die Nanja.info-Gruppe in Facebook. Dort sind auch nun auch Diskimages von CP/M für 68008 und von TinyBASIC zu finden.



## Links

<https://www.facebook.com/groups/206406866800510/>

[http://www.inf.fu-berlin.de/inst/ag-ki/rojas\\_home/documents/pub/68008\\_Karte.pdf](http://www.inf.fu-berlin.de/inst/ag-ki/rojas_home/documents/pub/68008_Karte.pdf) (mc-Artikel)

<http://www.stjarnhimlen.se/apple2/dsk.html> (SC Assembler)

## Ueber den Autor

Peter Zumbrink ist seit 2016 Mitglied im UzEkC e.V. und beschäftigt sich am liebsten mit DEC-Systemen.



USB und IDE Interface für alle Atari ST

# Blitz und Donner



Bild des Atari: Stefan Didam - Schmallenberg - Eigenes Werk, CC BY-SA 3.0

**Mit der „Thunder“ Karte steht für den Atari TT ein modernes IDE Interface bereit, ein Ersatz defekter ACSI Platten ist also kein Problem mehr. Ebenso nehmen Atari TT und Atari Mega STE mit der „Lightning VME“ Karte leicht Kontakt mit USB Geräten auf. Aber was machen alle anderen Atari ST Besitzer? Eine komfortable Antwort zeichnet sich ab.**

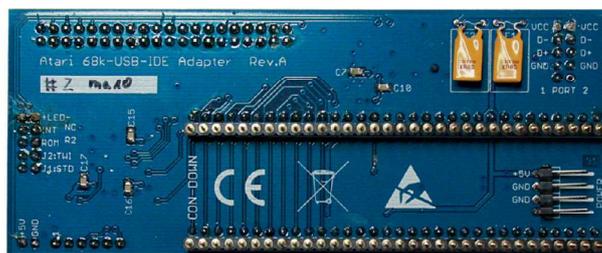
In der Vergangenheit hat es nicht an Projekten gefehlt, die Atari ST 520-, 1040- oder Mega ST Geräte mit modernen Schnittstellen ausstatten wollen. So hat Alan Hourihane im Jahr 2014 mit der MonSTer- Karte eine erweiterte IDE Schnittstelle vorgestellt, die in allen Atari ST-Modellen einschließlich des Mega STs funktioniert. Der Einbau ist aber systembedingt nicht ohne Tücken. Die Atari ST-Modelle mit Ausnahme des Mega ST besitzen nämlich keinen herausgeführten Systembus. Zusatz-Hardware muss sich aber Zugang zu Speicher- und Adressleitungen verschaffen. Das klappt am Prozessorsockel am einfachsten. Beim STE und Mega STE ist ein PLCC Sockel vorhanden, den anderen Modellen üblicherweise nicht. Fehlt der Sockel, kommt der Einbau nicht ohne Auslöten der CPU und Einlöten eines Sockels aus. Ist das vollbracht, wird die MonSTer Karte anstelle

der CPU in den Sockel gesteckt, die CPU kommt in einen entsprechenden Sockel auf der Karte. Am bequemsten haben es Mega ST Besitzer: Dort geschieht der Anschluss an den Mega-Bus, der Eingriff am Prozessorsockel entfällt. Lediglich eine Zwischenplatine ist erforderlich, um die MonSTer Karte an den Bus zu bringen. Die Mühe lohnt: Neben der IDE Schnittstelle hat der Atari dann zusätzliche 8 MB Alternate RAM und 2 MB Flashspeicher für ein neues TOS. Was ihm immer noch fehlt, ist eine USB Schnittstelle, um Speichersticks, Floppylaufwerke, Drucker oder CDROM Laufwerke bequem anzuschließen. Zwar existieren auch dafür Lösungen, diese sind aber entweder schwer verfügbar oder die Treiberunterstützung ist unvollständig.

### Alles auf eine Karte gesetzt

Das Thunderstorm-Entwicklerteam hat sich im Sommer 2018 dieser Situation angenommen. Mit der Thunder-Karte stand zu diesem Zeitpunkt bereits eine IDE-Lösung bereit und mit der Lightning VME war eine USB-Schnittstelle vorhanden.

Warum also nicht beide Karten zusammenführen und damit den Wert eines Eingriffs in das Herz des Atari ST deutlich steigern? Also machten sich Holger Zimmermann, Matthias Gaczensky, Ingo Uhlemann und Christian Zietz daran, ihre Lösungen zusammenzuführen und so zu modifizieren, dass sie in allen 16-Bit Ataris mit CPUs in DIL-Gehäusen laufen. Die Entwicklung verlief in mehreren Schüben, insbesondere die Treiberentwicklung hat seit Januar 2019 deutlich Fahrt aufgenommen. LOAD konnte während des 21. Retro-Computer Treffs Niedersachsen Anfang Februar 2019 einen Blick auf den Prototypen werfen.



Vorder- und Rückansicht des Prototyps

Der Einbau gleicht dem der MonSTer Karte, der Prototyp wird in den CPU Sockel gesteckt und die CPU wandert auch hier aus dem Mainboard-Sockel in den auf der Karte. Dies ist auch darum nötig, weil einige Leitungen zur CPU unterbrochen und über den Xilinx-Baustein der Lightning ST geführt werden müssen. Gegenwärtig konzentrieren sich die Entwickler darauf, die Karte für den DIL Sockel zu perfektionieren. Die fertige Karte könnte auch ohne Auslöten einer fest verbauten CPU auskommen. Sie würde dann direkt auf die CPU gesetzt. Dazu würden ein 64poliger DIL Sockel oder zwei 32 Pin Sockelleisten an die CPU gelötet, die dann die Karte aufnehmen. Dieser Eingriff ist deutlich leichter zu bewerkstelligen, als die CPU auszulöten. Die Entwickler diskutieren hier noch die Konsequenzen für den USB Interrupt und die Kompatibilität zu bestehenden IDE Treibern.

Der Code des Xilinx Microcontrollers der Karte wurde aus den bestehenden Thunder- und Lightning-Entwicklungen abgeleitet. Der Einbau ist wenig aufwändig: Die Stromversorgung wird von der Zuleitung der Floppy abgegriffen und es ist eine Verbindung zu Pin 10 des ACSI Ports zu ziehen. Letztere ist erforderlich, um um das Interrupt-Signal von der IDE-Schnittstelle mit dem Interrupt-Signal der ACSI-Schnittstelle zusammenzuführen. Das passiert so auch im Atari Falcon und IDE Treiber gehen vom Vorhandensein dieser Verbindung aus. Damit die Lightning ST hier problemlos beispielsweise mit HD-DRIVER zusammenarbeitet, ist die Leitung nötig.

Ist die Karte ersteinmal installiert, muss der Nutzer nur noch einen geeigneten Weg finden, eine USB Buchse nach außen zu führen. Der USB Teil funktioniert wie von der Lightning VME gewohnt und bringt ordentliche Transferraten, wie dem Kasten „USB Speedtest“ zu entnehmen ist (Messungen unter EmuTOS 0.09.10).

## TOS 2.0x im Atari ST nutzen

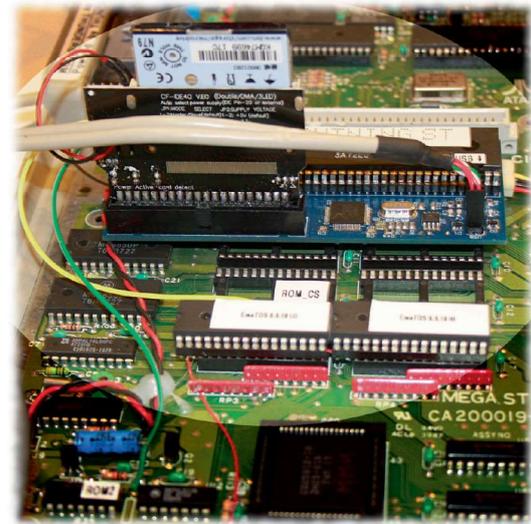
Will der Atari-Besitzer die Treiber für den IDE Massenspeicher sowie die USB Treiber nicht bei jedem Booten von Diskette laden, braucht es TOS 2.06 – TOS 1.04 kann nicht von IDE Laufwerken booten. Im Atari ST erfordert TOS 2.06 aber eine neue Dekodierlogik, da sich die Adresslage des TOS geändert hat. Daher bringt die Lightning ST diese Logik mit. Dies ist nötig, weil die Lightning ST keinen Flashspeicher für ein TOS mitbringt, sondern das TOS des Mainboards nutzt. Die Nutzung erfordert das Anlöten zweier Leitungen von der Karte zu den ROM Sockeln. Soll das System möglichst spielekompatibel bleiben und daher TOS 1.04 weiterhin nutzen, entfällt dieser Eingriff. Der Besitzer hat hier also die Wahl.

Auch bringt die Karte momentan noch keinen zusätzlichen RAM Speicher mit. Gerne würden die Entwickler auch die Funktionen ihrer Storm-Karte integrieren und an die Bedürfnisse der ST-Serie adaptieren. Problem hier ist aber: Allein aus Platzgründen scheidet die Verwendung von PS/2 SIMMs sehr wahrscheinlich aus. Passende RAM Bausteine aber auf die Karte zu bringen, würde diese drastisch verteuern, insbesondere bei Abnahme kleiner Mengen. Hier muss die Zeit zeigen, ob die Lightning ST dieses Feature noch erhalten wird.

## Überraschung!

Während der Entwicklung der Karte traten einige Überraschungen und Probleme auf. Eines dieser Probleme war mechanischer Natur: Der Platz unterhalb der Tastatur verlangt dem Kartenlayout einiges ab, sollen nicht nur IDE Flachbandkabel, sondern auch CF-Adapter oder DOM Module verwendbar sein. Gegenüber dem hier vorgestellten Prototypen sieht das endgültige Layout gewinkelte IDE Buchsen vor.

Weniger trivial waren die Probleme, auf die Holger Zimmermann während der Entwicklung stieß. Das Taktsignal des Atari ST zeigt nämlich einen merkwürdigen Verlauf. Zu erwarten wäre eine rechteckige Wellenform mit einem konstanten, stei-



Der Prototyp im Mega ST

len Anstieg bzw. Abfall der Flanken. Stattdessen zeigt das Signal auf beiden Flanken auf halben Wege ein Zwischenplateau, statt eines Rechtecks ergibt sich also eine Treppenstufe. Leider liegt diese genau in dem Spannungsbereich, bei dem das 3,3 Volt-Signal auf der Xilinx-basierten Karte zwischen einer logischen „Null“ und einer „Eins“ trennt. Hier mussten die Treppenstufen mit zusätzlichen Bausteinen auf der Karte geschliffen werden, um die Funktion sicherzustellen. Vom Taktsignal des Atari TT war ein solches Verhalten nicht bekannt, genauso wenig vom VME Bus des TT oder Mega STE.

## Wie geht es weiter?

Derzeit existieren von der Lightning ST einige, wenige Prototypen. Diese liegen bereits als gedruckte, zweiseitige Platinen vor – aufgrund der SMD-Bauweise scheidet ein Lochraster- oder Fädelaufbau sowieso aus. Die Entwickler testen gegenwärtig die Prototypen in verschiedenen Geräten, feilen an der Systemsoftware und den Treibern und probieren das Zusammenspiel besonders mit unterschiedlichen USB-Geräten. Ein Termin für das Erscheinen der fertigen Karte stand zum Redaktionsschluss noch nicht fest. Es bleibt also abzuwarten, wann auch in einen Atari 520ST oder 1040ST der Blitz einschlagen kann. (gb)

## Links

[http://wiki.newtosworld.de/index.php?title=Thunder\\_IDE\\_Interface](http://wiki.newtosworld.de/index.php?title=Thunder_IDE_Interface)

## USB Speedtest

Gerät	Rwabs() Speedtest	XHDI Speedtest
IBM DSCM 10340 CF Festplatte	1250-1280 kB/s	1290-1260 kB/s
USB Stick 259 MB Partition	270 kB/s	270 kB/s
USB Stick 519 MB Partition	270 kB/s	270 kB/s

### Die Architektur des Commodore CBM II

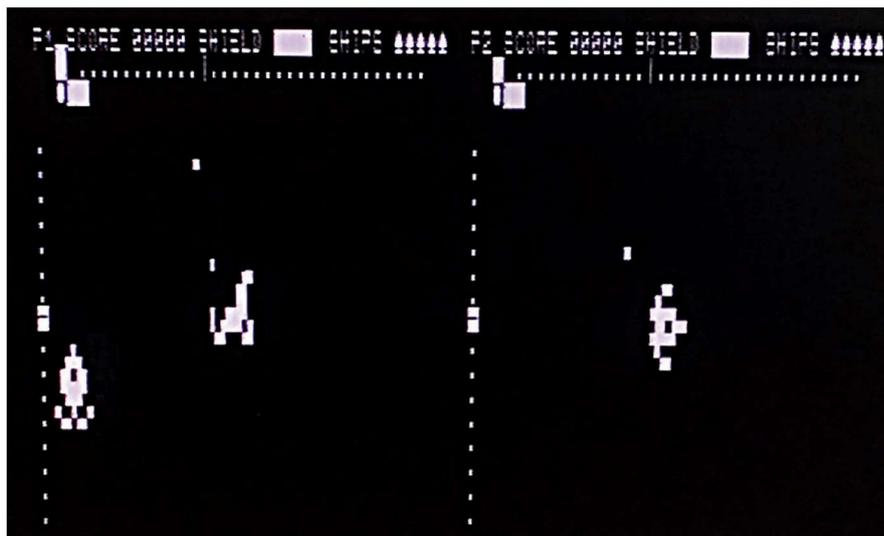
# Spielend gelernt – Die Space Chase Story

**D**ie Story beginnt mit einem Zufall: Im März 2016 erhielt der Autor unerwartet einen Anruf von einem Bekannten. Er habe einen „Commodore 500“ beim Stöbern gefunden und wollte wissen, ob er diesen entsorgen sollte. Vehement wurde Widerspruch erhoben und die freudige Erwartung auf einen Commodore Amiga 500 in unbekanntem Zustand geweckt.

Tags darauf traf aber nicht etwa der vermutete Amiga 500, sondern ein waschechter CBM B500 ein. Es war eines jener seltenen Modelle der CBM II-Serie, die 1982 eigentlich die noch vom Ur-PET abstammenden CBM 4000 und 8000-Serien ersetzen sollte. Die technischen Daten der CBM IIs konnten sich dabei sehen lassen:

- \_\_\_\_\_ 2 MHz (anstatt nur 1 MHz beim CBM I)
- \_\_\_\_\_ bis zu 1 Mbyte RAM (anstelle max. 32 KByte)
- \_\_\_\_\_ serienmäßige 80-Zeichen-Ausgabe
- \_\_\_\_\_ Extended Basic 4.0
- \_\_\_\_\_ IEEE 488
- \_\_\_\_\_ echte serielle RS232-Schnittstelle
- \_\_\_\_\_ SID-Soundchip

Die CBM IIs sollten den aufstrebenden IBM PCs Paroli bieten. Doch dazu kam es nicht – die CBM-Serie erwies sich als Flop. Das war eine Enttäuschung und eine Überraschung zugleich: Neben beeindruckenden technischen Daten hatten die CBM IIs auch ein außerordentlich schickes Design. Außerdem waren sie sowohl als Tastaturcomputer als auch als „All in One“-Geräte mit integriertem Bildschirm und abnehmbarer Tastatur zu haben. In zeitgenössischer Werbung sieht man die CBM IIs in einer Reihe mit dem



*Space Chase im Zwei-Spieler-Modus auf einem CBM B710*

VIC 20 für Einsteiger. So hatte sich der damalige Commodore-Chef Jack Tramiel die erste Hälfte der 80er eigentlich vorgestellt. IBM hatte andere Ideen und die bessere Reputation bei den Business-Anwendern. Doch das ist eine andere Geschichte.

### Ein seltener Prototyp

Der gerettete CBM B500 war auch deshalb besonders, weil der Computer nie unter diesem Namen in den Handel kam. Stattdessen gab es von der CBM II-Serie in Deutschland die Modelle CBM 610 und 620 als Tastaturcomputer mit 128 oder 256 KByte RAM sowie die Modelle CBM 710 und 720 als „All-in-One“-Computer



*Das Typenschild zeigt: Es ist ein echter B500 mit der Seriennummer 316.*

mit 128 oder 256 KByte RAM. Der wiedergefundene CBM B500 war ein sehr frühes Gerät mit der Seriennummer 316, das Modell wurde nur in geringer Stückzahl und ausschließlich als Testgerät an Händler und Entwickler vergeben. Es war also ein doppelter Glücksfall. In der Geschichte der CBM II-Serie gibt es übrigens noch weitere Raritäten: So wurde ein CBM „P500“ entwickelt, der neben dem SID auch den VIC II-Chip des C64 enthielt. Dabei steht „B“ für „Business“ und P für „Private“. Die Entwicklung des C64 fand zeitgleich statt. Es wurden nur wenige Prototypen des P500 für den Homecomputermarkt gebaut, sie sind heute sehr begehrte Sammlerobjekte. Commodore entschied bekanntlich, dem C64 den Vorzug zu geben und in den Homecomputermarkt zu bringen. Die Geschichte wäre wohl anders verlaufen, wenn sich Commodore für den P500 anstelle des C64 entschieden hätte.

Doch es sollte anders kommen: Die CBM II-Serie flopte und wurde von der Vorgängerserie CBM I sogar überdauert. Diese wurde noch produziert, als Commodore die CBM IIs längst aus den Rega-

len genommen hatte. Die schicken Gehäuse wurden von Commodore aber kurzerhand für die späten CBM I-Modelle verwendet. Der CBM 8032SK sowie der CBM 8296 kamen in diesen Gehäusen auf den Markt. Letzterer schaffte es mit vielen Tricks dann doch, 128 KByte RAM zu verwalten.

## Inkompatibel

Leider gibt es für die CBM II-Serie nur sehr wenig Software. Daher war der Entschluss gefasst, etwas für diesen seltenen Computer zu programmieren. Und weil es möglichst viel Spaß machen sollte, fiel die Wahl auf die Programmierung eines Spiels für den CBM-II. Das Problem dabei: Commodore hatte es geschafft, den CBM II inkom-

patibel zum CBM I zu gestalten, für den es Software in rauen Mengen gab. Und nicht nur das: Das Systemdesign der CBM IIs macht die Programmierung von professioneller Software überaus schwierig. Hierin ist sicherlich der Hauptgrund für den Flop der CBM IIs zu sehen. Nur wenige Softwarehäuser nahmen den immensen Portierungsaufwand auf sich. Wer sich hingegen mit reinem Basic 4.0 (ohne PEEKs und POKEs) begnügt, wird mit dem CBM II schnell glücklich. Schier unendliche Speichermengen warten auf den findigen Programmierer.

Um dem CBM II die Verwaltung von bis zu 1 MByte RAM zu erlauben, entwickelte Commodore kurzerhand ein neues 6502-Derivat, den „6509“-Prozessor. Commodore hatte schließlich Jahre vorher MOS-Technologies Ltd. gekauft und somit eine eigene Chipschmiede im Haus. Was heute nur noch wenigen gewahr ist: Auch der Apple II, das Atari VCS

2600 sowie die 8-Bit-Ataris nutzten alleamt den 6502 von MOS und damit von Commodore. Commodore verdiente also bei der Konkurrenz stets mit. Der 6509 besitzt ebenso wie sein enger Verwandter 6502 nur einen 16-Bit-Adressbus, kann also zunächst nur 64 KByte RAM adressieren. Über zwei spezielle Speicherzellen (\$0 und \$1) wird aber ein einfaches Bankswitching möglich: Über die Speicherzelle 0 wird definiert, in welcher Bank (0 – 15) der Prozessor Code ausführen soll. Über die Speicherzelle 1 hingegen, auf welche Bank der Prozessor bei indirekt-indizierter Adressierung (und nur bei dieser, genauer gesagt nur bei den Befehlen LDA (\$xx),Y und STA (\$xx),Y) „durchgreifen“ soll. Das ist eigentlich eine sehr elegante

Zeropage usw. verfügbar zu haben, wurde den CBM IIs 2 KByte zusätzlicher, in Bank 15 sichtbarer Speicher verabreicht. Ein CBM 610 hat also in Wirklichkeit keine 128 KByte RAM, sondern 130. Diese 2 KByte reichen dem Kernal- und Basic-ROM aus, temporäre Daten dort abzulegen. Da sich das ROM ebenfalls in Bank 15 befindet, „sieht“ der im ROM gespeicherte Code sowohl sich selbst, als auch das kleine RAM und den I/O-Bereich – und somit alles, was benötigt wird. Schwierig wird es allerdings, soll der CBM II in Assembler programmiert werden. Das ist bei einem 2 MHz schnellen 6509 die einzig sinnvolle Wahl. Dann bleibt in der Regel nur das Ausweichen in eine der anderen Bänke. Dies mag zunächst nicht als Problem erscheinen, schließlich kann



man ja die „Execution Bank“ einfach ändern. Das geht in der Tat, der Prozessor ist dann aber quasi „blind“. Er sieht weder den I/O-Bereich, noch das ROM. Selbst Zeropage, Stack und alle Vektoren (z.B. der IRQ-Einsprung) „verschwinden“ beim Umschalten. Selbiges tut auch der Code, der gerade noch die Umschaltung ausgelöst hat. Die Konsequenz ist fürchterlich: Ohne massives „Gegenhalten“ stürzt ein CBM II beim Bankwechsel unweigerlich ab.

und vor allem wenig aufwändige Methode, mehr Speicher zu adressieren – kein Vergleich beispielsweise zur Komplexität der MMU im C128.

## Designfehler

Doch Commodore machte ein paar entscheidende Designfehler. So befindet sich der komplette I/O-Bereich in Bank 15. Der Zugriff auf den Bildschirm, die Peripherie, Tastatur und den SID wird über diesen Speicherbereich abgewickelt. Dort finden sich auch die Kernal- und Basic-ROMs. Nur RAM befindet sich dort praktisch keines, im Gegenteil: Das komplette RAM befindet sich in den Banks 0 – 3 (je nach Speicherausbau auch mehr). Und damit begannen die Probleme. Um wenigstens ein bisschen RAM in Bank 15 für Stack,

## Space Chase

Doch diese Unbill der Maschine konnte die unerschütterliche Motivation eines 8-Bit-Programmierers nicht trüben. Wie schon gesagt, war schnell der Entschluss gefasst, für die CBM II-Serie ein Spiel zu entwickeln. Es sollte nicht irgendein Spiel sein, sondern ein schneller Weltraumshooter mit Split-Screen für ein oder zwei Spieler, der die volle Leistung des CBM II ausnutzen sollte.

Das Speicherproblem ließ sich durch ausschließlichen, direkten Hardwarezugriff ganz ohne Nutzung der ROMs lösen. Das Thema „Grafik“ hingegen war nicht so leicht in den Griff zu bekommen. Die Grafikfähigkeiten der CBM IIs sind nämlich schnell umrissen – es gibt keine. Lediglich der vom PET oder C64 bekannte „PETSCII“-Zeichensatz lässt sich darstellen. Anders als aber beim C64 lässt sich der Zeichensatz nicht verändern. Somit ist man auf die „Grafikzeichen“ des PETSCII eingeschränkt. Immerhin: Werden diese geschickt ausgenutzt, lässt sich mit entsprechendem Programmieraufwand eine Auflösung von 2 x 2 Punkten pro Zeichen darstellen. In Summe also 160 x 50 Punkte auf dem 80-Zeichenschirm des CBM II. Das ist nicht üppig, aber besser als nichts.



Auch beim Sound gab es Hürden zu überwinden. Die erste lag im Aufbau eines Grundverständnisses für die SID-Programmierung. Die zweite Hürde: Die für den C64 in rauen Mengen existierenden IRQ-SID-Routinen waren natürlich allesamt auf dem CBM II nicht zu gebrauchen. Zumindest nicht ohne massive Änderungen, da der Zugriff auf den SID aus oben genannten Gründen ja nur indirekt-indiziert erfolgen kann. Zu allem Überfluss ist der SID im CBM II auch noch ab Werk „übertaktet“ und läuft mit 2 MHz. Dadurch gibt der CBM alle Töne eine Oktave zu hoch aus. Hilfe fand sich mit Max Hall, einem bekannten SID-Komponisten aus Großbritannien, der auch heute noch in der Retrocomputing-Szene aktiv ist. Er erklärte sich schnell bereit, Titelmusik und Soundeffekte für „Space Chase“, wie das Spiel getauft, zu komponieren – eine Oktave zu tief, so dass es auf dem CBM II wieder richtig klingt. Die von ihm verwendete Abspielroutine wiederum wurde dann massiv gepatcht, damit sie auf dem CBM II zur Arbeit bewegt werden konnte.

### Ein Spiel kommt 35 Jahre zu spät

Knapp 5 Monate nach besagtem Anruf veröffentlichte der Autor die erste Beta-Version von Space Chase auf der dafür kreierten Website <http://www.spacechase.de>. Diese Version war noch fehlerbehaftet, aber funktionierte bereits in weiten Teilen wie sie sollte. Die bislang letzte Version 1.10 wurde am 11. Oktober 2016 veröffentlicht und steht auf der Website zum Download bereit.

Wer keinen CBM II sein Eigen nennt – und das dürften die meisten sein – kann Space Chase übrigens dennoch spielen: Der VICE-Emulator emuliert auch die CBM II-Serie! Einfach die Variante „CBM2“ starten und schon kann es losgehen. Sogar der oben erwähnte und sehr seltene, nie fertig entwickelte CBM P500 ist auf diese Weise mal auszuprobieren.

### Links

<http://www.spacechase.de>

<https://www.youtube.com/watch?v=qMLEJqBJ8MY>

<https://www.youtube.com/channel/UC86uBLUTbnTo5PEODptyXAg>

### Über den Autor

**Christian Krenner ist seit früher Jugend begeisterter Commodore-User und -Programmierer und seit 2007 Mitglied beim UzEkC. Er gründete und veranstaltet zudem mit der Hochschule Augsburg die dort zwei Mal jährlich stattfindende RETROPulsiv.**

## Kurz berichtet

### Icaros Desktop 2.2.6 erschienen

Anfang Februar ist die Version 2.2.6 der AROS-basierten Distribution Icaros erschienen. Icaros ist ein AmigaOS-ähnliches Betriebssystem für Intel-PCs. Es kommt mit einem vollständigen grafischen Desktop und wird als bootfähige CDROM oder DVD verteilt. AROS ist ein kompaktes und effizientes Open Source Betriebssystem, das weitestgehend API-kompatibel zu AmigaOS 3.x ist. Der Icaros Desktop läuft nativ auf Intel PCs und benutzt keinen Linux-Kernel. Es handelt sich also nicht um die als "Hosted" bezeichnete Version. Der Overhead für ein installiertes Linux-Betriebssystem fällt dadurch fort. Der Nachteil: Die Hardwareunterstützung ist spärlicher als es bei Linux der Fall ist. Dennoch lässt sich Icaros auf Desktops und Notebooks in aller Regel zum Laufen bringen. Für die Grafikausgabe sorgen VESA Modi, sofern der Grafikchip nicht durch einen passenden Treiber direkt unterstützt wird. Allein das Spektrum unterstützter Soundkarten ist recht klein.



Für die Kompatibilität zu m86k-Amigas ist ein Emulator integriert. Icaros läuft bereits auf Pentium III Systemen mit 512 MB erstaunlich flüssig. Eine Installation in virtuelle Maschinen unter VMWare ist möglich.

Die aktuelle Version des Icaros Desktop bringt viele neue Features und zahlreiche Bugfixes mit. Images für eine Vollinstallation und Minimalinstallation sowie Update-Pakete für bereits installierte Systeme sind von der Webseite des Projekts kostenfrei erhältlich. (gb)

### Links

<http://vmwaros.blogspot.com/2019/01/icaros-desktop-226-available-to-patrons.html>

Fernschreibmaschinen heute

# Ticker im Internet

## Lochstreifen nutzen

Besonders reizvoll ist auch die Arbeit mit den elektromechanischen Lochstreifensendern und Empfangslochern. Diese hat man schon in den 60er Jahren nicht nur für ernsthafte Anwendungen, sondern auch zur Erstellung und Versand von Graphiken verwendet, quasi als Vorläufer der ASCII-Art. Unser Vereinsmitglied Helmut Proxa, in den 80er Jahren erfolgreicher Entwickler und Händler von Commodore-Büromaschinen, kann aus eigener Erfahrung über eine wichtige erste Anwendung der CBM-Rechner in der Geschäftswelt berichten. Sie bestand darin, Fernschreiben nach dem komfortablen Editieren am Bildschirm auf Lochstreifen vorzulochen. Dadurch ließen sich bei der eigentlichen Übertragung der Nachricht Gebühren zu sparen und die Fernschreibmaschine für ankommende Nachrichten freihalten.

## Entscheidungshilfen

Vor dem Erwerb ist eine Entscheidung zwischen TW39- oder ED1000-kompatiblen Geräten nötig. TW39-Maschinen sind in der Regel elektromechanische Geräte, die ohne Halbleitereinsatz zwischen etwa 1939 und 1975 konstruiert wurden. Sie basieren auf der Linienstromtechnik. Später erschienen die ED1000-Geräte auf Tonfrequenzbasis. Hierbei handelt es sich im Prinzip um einen Mikrocomputer mit Tastatur und zumeist einem Nadel- oder Typenrad-drucker im gleichen Gehäuse. Beide Gerätetypen können mit i-telex verwendet werden.

Vor der Anschaffung einer Fernschreibmaschine ist in Betracht zu ziehen, dass die Beschaffung von Verbrauchsmaterial bisweilen nicht trivial ist. Über Sammelbestellungen aus Lagerauflösungen und auch Neufertigungen von Fernschreibpapieren hat sich das i-telex-Forum hier verdient gemacht. Gut überdacht werden sollte die Anschaffung eines Gerätes, wel-



**N**ach der Morsetelegraphie sind Fernschreibmaschinen das älteste Medium zum elektrischen Transport schriftlicher Nachrichten. Die imposanten Geräte sind längst aus den Unternehmen verschwunden. Das bedeutet aber nicht, dass sie nutzlos sind. Mit Zusatzhardware kommunizieren die Maschinen über das Internet.

Wer das Glück hat, einer mechanisch imposanten Fernschreibmaschine habhaft zu werden, wird sich unweigerlich fragen: Was lässt sich im Jahr 2019 noch damit anfangen? Ein Umbau als Drucker ist technisch zwar möglich. Aber eigentlich sind die Geräte ja Werkzeuge zur Telekommunikation. Wer diese Nutzung plant, kommt um die i-Telex-Gruppe nicht herum. Das Team um Henning Treumann und Fred Sonnenrein entwickelt seit etwa 20 Jahren an einer Open Source Hardware- und Software-Lösung. Sie simuliert das alte Fernschreibnetz der Telekom – zunächst über Modems, heute über das Internet. Über ein Ethernetkabel wird die I-Telex-Hardware mit einem DSL-Router verbunden. Die Fernschreibmaschinen

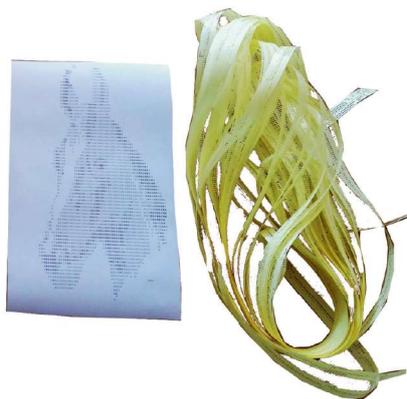
behalten sogar ihre alten Kennungen und die Bedienung ist identisch zu ihrem Betrieb im alten Fernschreibnetz. Es gibt mittlerweile sogar einige interessante Sonderfunktionen. So lassen sich mittels i-Telex Twitter-Nachrichten auf der Fernschreibmaschine empfangen oder im Dialogbetrieb die regionale und tagesaktuelle Wettervorhersage ausdrucken. Für diesen Zweck stellt der DWD der i-Telex Gruppe die Wetterberichte in einem einfachen Rohformat bereit. Auch zahlreiche Sonderfunktionen wie die nächtliche Umleitung von Fernschreiben auf einen internen Speicher machen die Betriebstechnik von i-Telex sehr komfortabel. Mittlerweile gibt es 120 aktive Teilnehmer weltweit. Einer davon ist „563140 goap d“, hier kann man den VzEkC e.V. fernschriftlich erreichen. Auf der „Classic Computing“ in Oedheim gab es dieses System auf Basis einer Siemens T100S zu sehen, dank des Einsatzes von Florian Stassen sogar drahtlos über LTE.

# Hardware

ches randgelochte Papiere für Traktorzu-  
führung benötigt. Diese Papiere sind ähn-  
lich wie diejenigen für Calcomp-  
Trommelplotter nur noch vereinzelt zu  
sehr hohen Kosten zu beschaffen.

Wichtig für den Zustand des Geräts ist  
selbstredend seine Lagerung während  
der letzten Jahrzehnte. Wenn das Gerät  
warm und trocken stand, genügt in der  
Regel eine gründliche Reinigung und  
Schmierung mit geeigneten Ölen und Fet-  
ten. Hier sei auf die im Netz verfügbaren  
Wartungshandbücher oder auf das i-Te-  
lex-Forum verwiesen. Ist das Gerät stark  
korrodiert oder mechanisch defekt, hilft ei-  
nem das Wissen um die Reparatur eines  
Retrocomputers nur bedingt weiter.

Für den Einstieg in die Fernschreiberei  
kann die Siemens T100 – die unbestritten  
beste mechanische Fernschreibmaschine  
– bedenkenlos empfohlen werden. Diese  
Maschine wurde nach Auslaufen des Te-  
letype-Patents konstruiert und hat im Ge-  
gensatz zu ihrem Vorgänger eine fest-  
stehende Walze und einen beweglichen  
Druckwagen. Henning Treumann von der  
i-telex Gruppe macht hier Mut: „Die Gerä-  
te sind nahezu unzerstörbar, leicht zu  
warten und viele Ersatzteile noch gut in  
der Community verfügbar“. Da in der da-  
maligen Ausschreibung der Bundespost  
für die Geräte eine 30-jährige Nutzungsdauer  
spezifiziert war, sind die Maschinen  
dementsprechend robust und anders als  
heutige Kommunikationstechnik „für die  
Ewigkeit“ gebaut.



*Kunst aus dem Lochstreifen – Baudot-Art*

## Verbindung herstellen

Um nun heute wieder mit anderen Fern-  
schreibstellen zu kommunizieren, wird ein  
kostenfreier Benutzeraccount für den Teil-  
nehmerserver benötigt. Dazu kommt die  
i-Telex-Hardware, also der Umsetzer zwi-  
schen Internet und den Fernschreibma-  
schinen. Das System funktioniert heute so  
ähnlich wie damals über eine Direktver-  
bindung von einer i-Telex-Station zur an-  
deren. Einer von mehreren redundanten  
Teilnehmerservern fungiert nur als eine  
Art „Telefonbuch“, welches der anrufen-  
den Maschine die IP Adresse zur gewähl-  
ten Telexnummer herausucht. Mit der  
i-Telex Hardware lassen sich mehrere  
TW39- und ED1000-Maschinen sowie  
serielle Terminals anschließen. So ist  
auch eine Heimvermittlung für Fern-  
schreibmaschinen zu realisieren. Der Nut-  
zer kann entweder nur die Platinen, einen  
Bausatz oder die fertig bestückten und  
getesteten Platinen bei der i-Telex-Grup-  
pe bestellen oder in Eigenregie Platinen  
und Bauelemente beschaffen. Der Erwerb  
der fertigen Platinen plus 19 Zoll-Gehäu-

se und Kleinteilen schlägt mit etwa 200  
Euro zu Buche. Wer lieber selber lötet,  
kann etwas sparen. Noch günstiger geht  
es mit einem Interface auf Basis eines Ar-  
duino mit Ethernetshield. Diese Variante  
ist auch im i-Telex Forum beschrieben,  
kostet in Eigenarbeit aufgebaut etwa 50  
Euro und bietet die Basisfunktionalität für  
eine TW39-Maschine.

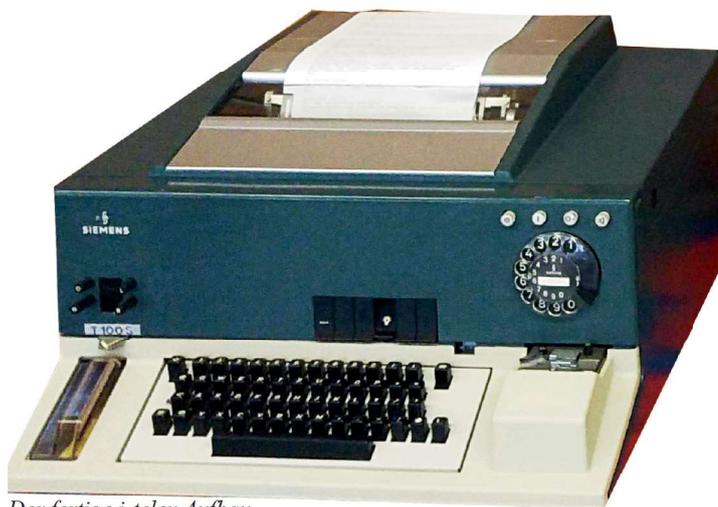
## Literatur

- Hrg. Deutsche Bundespost: 50 Jahre Telex in Deutsch-  
land, Unterrichtsblätter für das Fernmeldewesen, Jg.  
37/1983 Nr.3  
Schweick, Fritz: Fernschreibtechnik, Lehrbücher für die  
Feinwerktechnik Bd. 9, Leipzig, 1942  
Lehnert, Josef: Einführung in die Fernschreibtechnik,  
Siemens AG, München, 1968  
Funkschau 23/1984 : C64 Hardwaretipp, der Fernschrei-  
ber als Drucker  
Pietsch, Amateur-Fernschreibtechnik RTTY, 1977

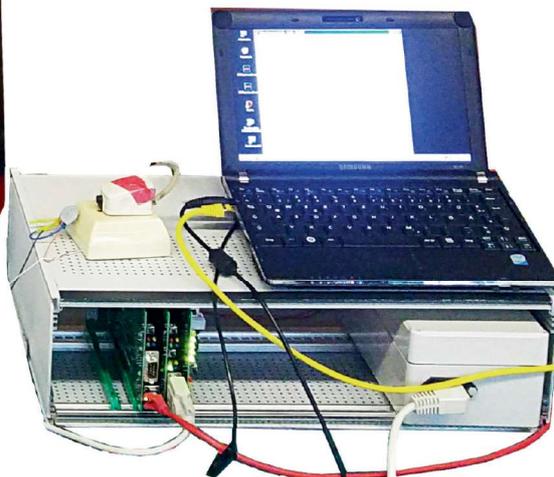
## Links

- i-telex Website & Forum  
<http://www.itelex.net>  
Greenkeys-Mailingliste  
[http://mailman.qth.net/mailman/  
listinfo/greenkeys](http://mailman.qth.net/mailman/listinfo/greenkeys)

Der Autor dankt H. Treumann für die freundliche Unter-  
stützung bei der Verfassung des Artikels.



Der fertige i-telex Aufbau



## Geschichte der Fernschreibtechnik

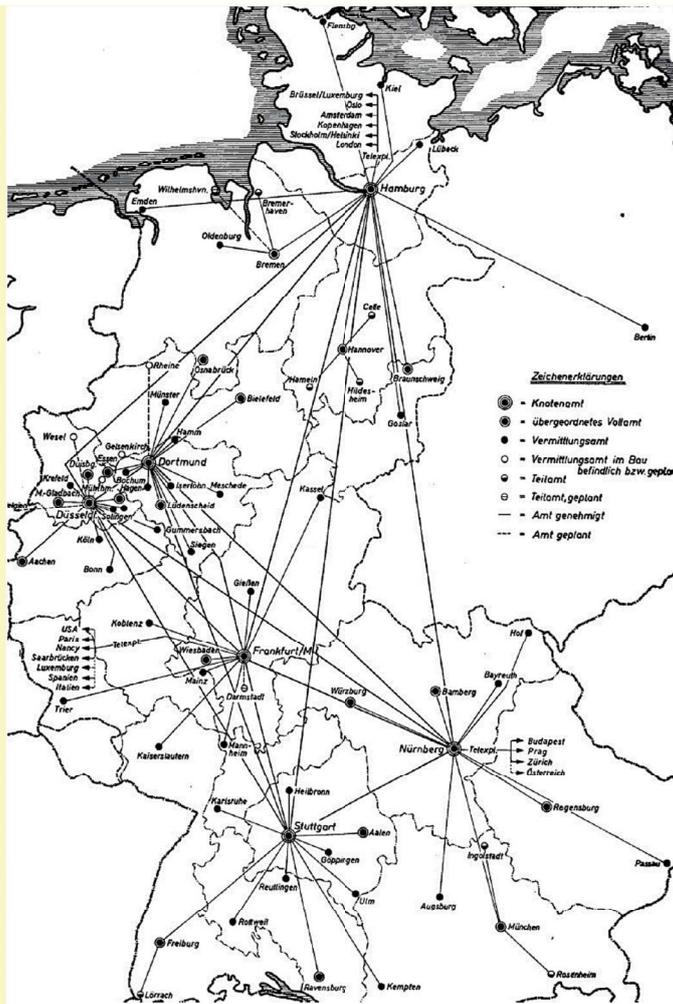
Zwischen 1928 und 2007 betrieb die Deutsche Post und später die Telekom ein vom Fernsprechnet unabhängiges Telegraphienetz. Um die Gründe hierfür zu verstehen, bedarf es eines kleinen geschichtlichen Exkurses. Der Entwicklung der Fernschreibtechnik ging aus der drahtgebundenen elektrischen Telegraphie unter Verwendung von Morsezeichen hervor. Vormals rein militärisch genutzt, gab es seit der Mitte des 19. Jahrhunderts in Preußen die Möglichkeit, die Telegraphenlinien gegen Entgelt auch für geschäftliche und private Zwecke zu nutzen. Um die Entwicklung der hierfür nötigen Telegraphen hat sich in Deutschland besonders Werner von Siemens verdient gemacht. Hausanschlüsse und Privatgeräte gab es selbstredend noch nicht, zur Aufgabe einer telegraphischen Mitteilung mußte man das Telegraphenamt aufsuchen.

### Wählen statt Morsen

Die Entwicklung der Fernschreibmaschine mit einer Tastatur für die zu übertragene Zeichen machte die Technik massentauglich, da hier kein Morsealphabet mehr erlernt werden mußte. Die ersten wirtschaftlich erfolgreichen Apparate wurden Anfang des 20. Jhd von der Morkrum-Kleinschmidt-Gesellschaft, der späteren Teletype-Corporation, in den USA hergestellt. Neuartig bei diesen Geräten war die Start-Stop-Synchronisierung, wodurch die Übertragung der Zeichen fehleranfällig wurde. In Deutschland stellte die Firma Lorenz die Teletype-Geräte später in Lizenz her. Dies wurde erleichtert, weil sowohl die Teletype Corporation, als auch die C. Lorenz AG über Beteiligungen der ITT bereits geschäftliche Verbindungen hatten.

Ab 1927 engagierte sich auch Siemens in der Entwicklung eigener Geräte. Weil die Teletype Corporation ein Patent auf ein Druckwerk mit fester Walze und beweglichem Typenkorb hatte, lehnte man sich bei der Gestaltung des Druckers bei Siemens an eine elektrische Schreibmaschine an. Zwischen 1930 und dem Ende der kommerziellen Fernschreiberei dominierten C. Lorenz und Siemens die Fernschreib-Gerätelandschaft in Deutschland. Ab 1934 ging in Deutschland das weltweit erste Fernschreib-Selbstwählnetz zum Anschluß von Fernschreibmaschinen in Betrieb, die das Start-Stop-Verfahren nach Morkrum-Kleinschmidt verwandten. Entwicklung und Bau des Netzes wurden von Siemens ausgeführt. Analog zum Telefonnetz konnte der Nutzer nun direkt ohne Umweg über eine Handvermittlung und „menschliche Router“ mittels eines Nummernschalters („Wählscheibe“) die Gegenstelle anrufen. Diese Errungenschaft war damals technologisch weltweit wegweisend. Ab dann begann der kometenhafte Aufstieg der Fernschreibtechnik in Behörden und privaten Unternehmen, vor allem in Deutschland.

Durch die internationale Standardisierung der Netztechnik als TW39 (Telegraphenwählsystem 39) und des Alphabets durch



Das frühere Fernschreibnetz der Deutschen Post.

die CCITT, des 5-bit Baudot-Codes, konnte man nahezu ohne Zeitverzug weltweit schriftliche Nachrichten austauschen. Der Kennungsgeberaustausch zu Beginn und am Ende jedes Fernschreibens gab dem Sender den schriftlichen rechtsgültigen Beweis, daß die Nachricht zugestellt wurde. Knapp 10 Jahre nach der Einführung des Fernschreibnetzes gab es in Deutschland etwa 3000 zivile Teilnehmer. Die Technik wurde vor allem in der Rüstungsindustrie zur Steuerung der Produktion kriegswichtiger Güter eingesetzt. Auch militärisch spielten Fernschreiber eine wichtige Rolle, hier gab es im 2. Weltkrieg auch "Geheim-schreiber" genannte Varianten mit integrierter Verschlüsselung.

### 155.000 Teilnehmer

Nach dem Ende des zweiten Weltkrieges erfolgte in Ost- und Westdeutschland der Wiederaufbau des Fernschreibnetzes. Da in der DDR eine Siemens-Produktionsstätte für Fernschreibmaschinen die Kriegswirren überstanden hatte, erreichten die Fernschreibmaschinen eine große Verbreitung, auch bis hinein in LPGs und Kleinbetriebe. 1957 hat die Firma „Western Union“ die Siemens-Technik eingekauft und begann mit dem Aufbau des einheitlichen TW39-

Netztes in den USA. Bis dahin gab es in den USA nur kleinere isolierte Netze, die über Speicher- und Handvermittlungen miteinander locker verbunden waren. Selbstgewählte Direktverbindungen waren in den USA vor 1957 die große Ausnahme. Im militärischen Bereich war auch die Übertragung von Fernschreiben nicht nur drahtgebunden, sondern auch über Funk- und Richtfunkstrecken noch in den 90er Jahren von Belang. Die Bundeswehr unterhielt dazu in Westdeutschland ein eigenes, von der Post unabhängiges, aber handvermitteltes Netz. 1984, zur Hochzeit der Fernschreibtechnik, gab es in Deutschland 155.000 Teilnehmer, das waren mehr als 10% aller Fernschreibanschlüsse weltweit. Das ist beachtlich und ist größtenteils der damaligen Technologieführerschaft der Firma Siemens in diesem Bereich zuzuschreiben. 155.000 Teilnehmer klingen nach nicht viel, vergleichen mit der Gerätedichte heutiger Kommunikationsmittel – heute gibt es in Deutschland mehr als 100 Mio. Mobiltelefone – aber es ist zu bedenken, dass im privaten Umfeld diese Geräte nie eine Rolle gespielt haben.

## Zwei Netze

Wie schon eingangs erwähnt, existierten Fernschreib- und Telefonnetz über viele Jahrzehnte parallel. Warum betrieb man nun diesen ungeheuren Aufwand, zwei separate Netze aufzubauen und zu betreiben? Diese Frage erschließt sich bei der näheren Betrachtung der verschiedenen Übertragungsweisen von Fernschreibzeichen und Sprache. Während Fernschreiber ihre Zeichen mittels einer Stromschleife zwischen beiden Geräten übertragen, ist ein Telefonnetz nur zur Übertragung von Tonfrequenzen geeignet. Die Umsetzung von Fernschreibzeichen in Töne und umgekehrt wurde zwar schon Ende der 20er Jahre im Labormaßstab erprobt, erschien den Verantwortlichen aber als zu kostenaufwändig und fehlerträchtig für die einzelnen Fernschreibstellen zum Einsatz in der Fläche. Die hierfür nötigen "Modems" zur so genannten Eintontelegraphie hätten entweder rein elektromechanisch oder auf Röhrentechnik basieren müssen und die vielfache Größe einer Fernschreibmaschine gehabt. Wenn man sich vor Augen führt, daß privater Radioempfang zu dieser Zeit noch ein Hightech-Luxusgut war, erscheint die Entscheidung für ein separates Netz, zumal es schon ein unabhängiges Telegraphienetz gab, nachvollziehbar. Ein weiterer Nachteil des Eintontelegraphie-Betriebes ist der Umstand, daß immer ein Maschinenbediener anwesend sein mußte, um eingehende Fernschreiben anzunehmen. Eine automatische Rufannahme war noch nicht vorgesehen.

## Konkurrenz Telefax

Ende der 70er Jahre kamen die ersten Fernkopierer (Telefax-Geräte) auf den Markt, die das normale Telefonnetz zur Datenübertragung nutzten. Sie minderten nicht zuletzt aufgrund des niedrigeren Preises ab Ende der 80er Jahre die Verbreitung von Fernschreibmaschinen. Im Dezember 2007 stellte die Telekom den Netzbetrieb ein. Heute gibt es nur noch eine handvoll kommerzieller Telexkunden, die in Deutschland von der Schweizer Firma Swisstelex bedient werden. Ein eigenes Netz gibt es freilich nicht mehr, heute wird – wie beim i-telex-Projekt – das Internet zur Datenübertragung mittels eines Umsetzers verwendet. Viele der letzten verbleibenden Kunden sind im Bankensektor angesiedelt, dort gibt es noch einige Gegenstellen in Entwicklungsländern, die mittels Telex bedient werden. Im Hobbybereich sind ausgemusterte Fernschreiber seit Ende der 70er Jahre anzutreffen, entweder als preiswerte Drucker für den ersten Mikrocomputer, oder als Endgeräte für den RTTY (Radio Tele Type) Betrieb im Amateurfunk. Die Fernschreibmaschinen als Geräte, wurden teilweise modifiziert und mit anderen Zeichensätzen versehen, auch als Bediendrucker für Groß- und Prozeßrechner verwendet.

Vom Hobbyprojekt zum fertigen Produkt

# Das FPGASID-Projekt

**D**er Commodore C64 besitzt nicht nur herausragende Grafikfähigkeiten für einen Homecomputer der frühen 1980er Jahre. Auch der Sound des C64 war damals revolutionär und geht weit über andere Heimcomputer der gleichen Zeit hinaus. Verantwortlich dafür ist der dreistimmig polyphone Soundchip MOS Technology SID 6581. Leider wird dieser IC nicht mehr produziert; ein Ersatz defekter Bausteine ist also schwierig. Doch nun steht eine Lösung bereit.

2014 suchte der Autor dieses Artikels nach einem neuen Hobbyprojekt, da jahrelanges Elektronikbasteln nicht mehr zufriedenstellend erschien. Eine neue Basteldimension musste her – etwas mit FPGAs zum Beispiel. Auf der Suche nach neuen Herausforderungen fand er eine Diskussion in einem Online-Forum, bei der es darum ging, ob und wie der aus dem C64 bekannte SID-Chip MOS6581 wohl nachzubauen wäre. Da die Klangerzeugung im SID letztendlich rein digital vonstatten geht, erschien ein FPGA

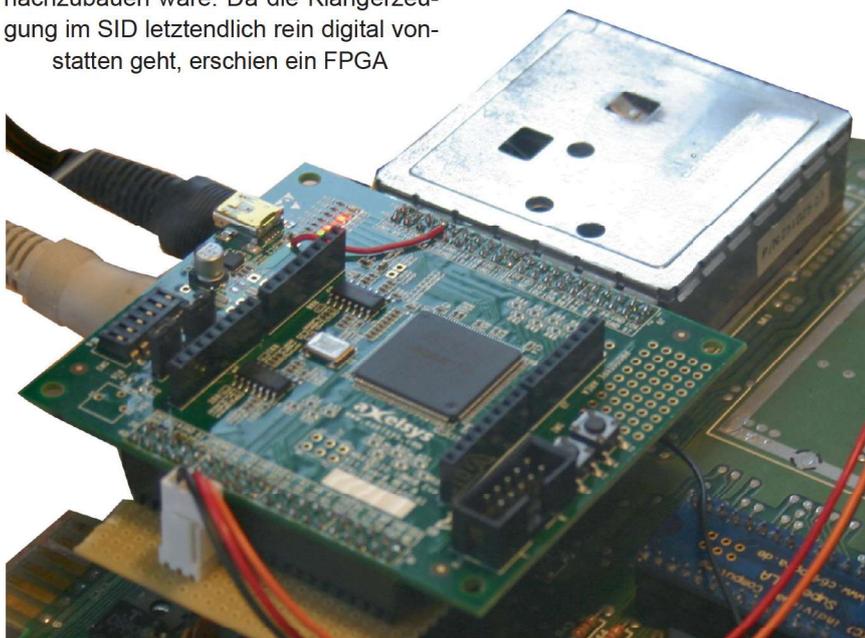


das richtige Mittel zu sein. Nach Auswahl eines geeigneten FPGAs und nach Kauf eines entsprechenden Entwicklungsboards sollte der Spaß beginnen. Allerdings stand zu Beginn erst mal eine längere Online-Recherche an, um Details zum Inneren des SID-Chips in Erfahrung zu bringen. Auch die Analyse von existierenden Software-Emulationen brachte mehr Klarheit zu den internen Funktionen des Chips. Eine erste Implementierung der Klangerzeugung war schnell fertig gestellt. Mit einer Adapterplatine wurde das komplette FPGA-Entwicklungsboard in einen C64 verpflanzt und kurz danach erklangen erste Töne, die sich schon fast wie ein SID anhörten.

Aber eben nur fast – ein vermeintlich kleiner Teil fehlte noch. Der SID verfügt nämlich über einen Filterschaltkreis, mit dem Klänge nach der Erzeugung noch nachzubearbeiten sind. Dieser Schaltkreis ist nicht digital aufgebaut. Es handelt sich vielmehr um eine analoge Schaltung, die sehr viele Eigenheiten wie Nichtlinearitäten, aber auch Designfehler enthält. Diese vermeintlichen Features machen letztendlich auch den sehr speziellen charakteristischen Klang des SID aus. Dies nachzubilden, sollte sich später als ein ziemlich harter Brocken erweisen.

## Zum ersten Mal in der Öffentlichkeit

Vom Blockschaltbild des Filters inspiriert, wurde zunächst eine eigene digitale Implementierung des Filterblocks erstellt, die den Prototyp des FPGASID ergänzte. Dieser wurde 2015 auf dem Stuttgarter Sommertreffen des VzEK e.V. erstmals der Öffentlichkeit präsentiert. Die Resonanz war zwiespältig: Die Idee gefiel allen und ein blinkendes FPGA-Board in einem C64 ist auch ein ziemlicher Eye-Catcher. Aber die erste Implementierung der analogen Filter fiel in allen Punkten beim Publikum durch. Der Klang war schlicht nicht authentisch – guter Rat erst einmal teuer.



Der erste Prototyp

## Was ist ein FPGA?

Ein FPGA (Field programmable Gate Array) ist ein Baustein, der tausende digitale Logikelemente wie z.B. Gatter oder Flip-Flops beinhaltet. Diese Elemente sind zunächst nicht miteinander verschaltet. Erst durch eine Programmierung kann man festlegen, auf welche Weise sie miteinander verknüpft werden. Dadurch entsteht eine digitale Schaltung mit der gewünschten Funktion. Die Programmiersprachen oder genauer, die Hardware-Beschreibungssprachen, die heutzutage hierfür verwendet werden, sind entweder VHDL oder Verilog. FPGASID entstand in Verilog.

## Rettung ReSID-Library

Die Rettung brachte dann die Analyse der ReSID-Library – einer Softwarebibliothek zur SID-Emulation, welche auch im Vice Emulator Verwendung findet. ReSID gilt bis heute als das Non-plus-Ultra der SID-Emulation durch Software. Die analoge Filterschaltung wird hierzu komplett in Echtzeit simuliert, ähnlich einer SPICE-Simulation, wie sie heutzutage zur Simulation von analogen Schaltungen der Standard ist. Allerdings verschlingt diese Simulation enorme Rechenleistung. Ein FPGA ist zwar sehr leistungsfähig, aber die Art und Weise, wie die notwendigen Berechnungen in der ReSID-Library ausgeführt werden, passte nur bedingt auf die Gegebenheiten in einem FPGA. Eine erste Abschätzung zeigte, dass es nahezu unmöglich sein würde, die vorhandene Implementierung direkt in einem FPGA abzubilden. Doch der Entwickler hatte das Thema mittlerweile so lieb gewonnen, dass er hier nicht aufgeben wollte: Also ging es zurück bis auf das mathematische Modell der ReSID-Library und die Implementierung begann komplett neu. An vielen Stellen wurde das Modell durch Optimierungen an die im FPGA vorhandenen Ressourcen angepasst, ohne jedoch seine eigentliche Mathematik zu verändern. Was letztendlich dabei heraus kam, ist ein Rechenblock, der in der Lage ist, die Spannungen und Ströme im komplet-

ten analogen Filter-Schaltkreis einmal pro Mikrosekunde durchzurechnen. Hiermit ist die Simulation des analogen Filters in Echtzeit möglich. Das Ergebnis entspricht vollständig dem Qualitätsniveau der ReSID-Implementierung.

Die Arbeit an der neuen Implementierung der Filter verschlang sehr viel Zeit. Und Zeit fand sich nur an ein bis zwei Abenden pro Woche für ein paar Stunden, schließlich erforderte der Beruf den ganzen Arbeitstag. Daher zog sich die

Entwicklung etwas hin, begleitet von einer kleinen Schar interessierter SID-Experten, die bereitwillig Testaufnahmen begutachteten und später auch weitere Prototypen testeten.

## Der Weg zum Produkt

Ein Wendepunkt ergab sich, als der FPGASID-Prototyp auf der Classic-Computing 2016 in Nordhorn präsentiert wurde. Die Resonanz war dort so positiv, dass die Entscheidung fiel, den FPGASID

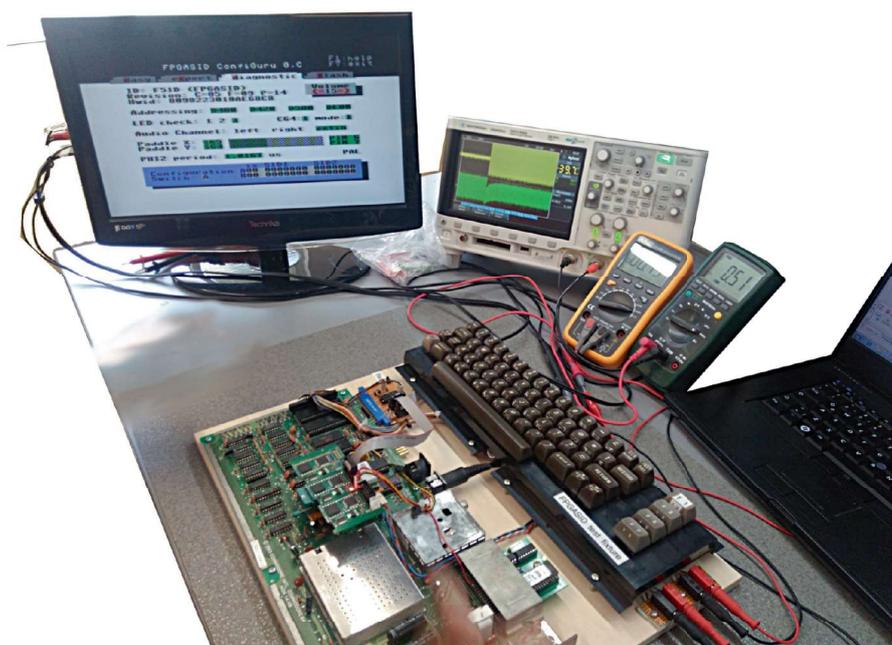
zu einem richtigen Produkt fortzuentwickeln. Eine Kostenabschätzung zeigte schon damals, dass ein FPGA-basierter SID-Ersatz vergleichsweise teuer sein würde. Die bis dato existierende Mikrocontroller-basierte Lösung würde sich von der neuen FPGA-Implementierung preislich niemals schlagen lassen. Daher wurde beim FPGASID nicht auf einen niedrigen Preis gesetzt, sondern vielmehr auf kompromisslos hohe Qualität und viele Extrafeatures. Dadurch entstand beispielsweise auch die Idee, den FPGASID in Stereo auszuführen. Das verursachte wenige Kosten, erweiterte dafür aber den Anwendungsbereich sehr stark.

## Das Platinenlayout

Es wurde aber auch klar, dass ein echtes Produkt noch deutlich mehr Arbeit bedeuten würde als ein mit Hobby-Mitteln erstellter Prototyp. Insbesondere die Platine des FPGASID bereitete Kopfzerbrechen: Es sollte eine sehr kompakte Platine mit vier Lagen werden, deren kleinste Strukturen wegen der Bauform des FPGAs bei 100 µm liegen würden. Zum Glück fand sich nach kurzer Suche in Thomas Tahsin-Bey ein hervorragender Mitstreiter. Er ist ein begnadeter Experte im Layouten von Platinen und er hatte sich sehr schnell bereit erklärt, die Platine für den FPGASID zu entwerfen. Zudem konnte die Schaltung des FPGASID dank seiner Ideen und Tipps noch weiter verbessert werden.



Der zweite Prototyp



Qualitätskontrolle beim Auftragsfertiger mittels umgebautem Commodore C64

## Vom Prototyp...

Es entstanden die ersten Prototypen, die äußerlich dem späteren Endprodukt schon sehr ähnlich waren. Eine intensive Testphase mit etwa 20 Testern sorgte dafür, dass Funktion und Handhabung optimiert werden konnten. Mehrere SID-Musiker halfen mit ihrer Erfahrung und ihrem Gehör, auch subtile Nuancen in der SID-Reproduktion zu identifizieren und an das Original anzugleichen. Durch die unterschiedlichen C64-Modelle der Tester ließ sich der FPGASID auch in allen existierenden Versionen des C64 und C128 testen. Aber auch in exotischer Hardware wie dem SID-Modul für den C16/Plus4 und in der MidiBox erfolgten entsprechende Tests. Dabei tauchten auch mechanische Probleme auf, die einen Einbau in manche Geräte verhinderten. Um diese zu umgehen, bekam der FPGASID in einem C128DCR diejenige markante Einbuchtung, die heute zu seinem Markenzeichen gehört.

Parallel zu den Tests erfolgte die Entwicklung einer Konfigurationssoftware namens "Configuru", mit der sich alle Einstellungen des FPGASID mit wenigen Tastendrücken erledigen ließen. Auch hierzu gaben die Tester ihre Kommentare und Verbesserungsvorschläge ab. Auf diese Weise wurden Bugs repariert und die Benutzerführung weiter optimiert. Die Software besteht aus 16 KiByte Assembler

Code und ist wohl das größte Assemblerprogramm, das der Autor bis dahin geschrieben hatte.

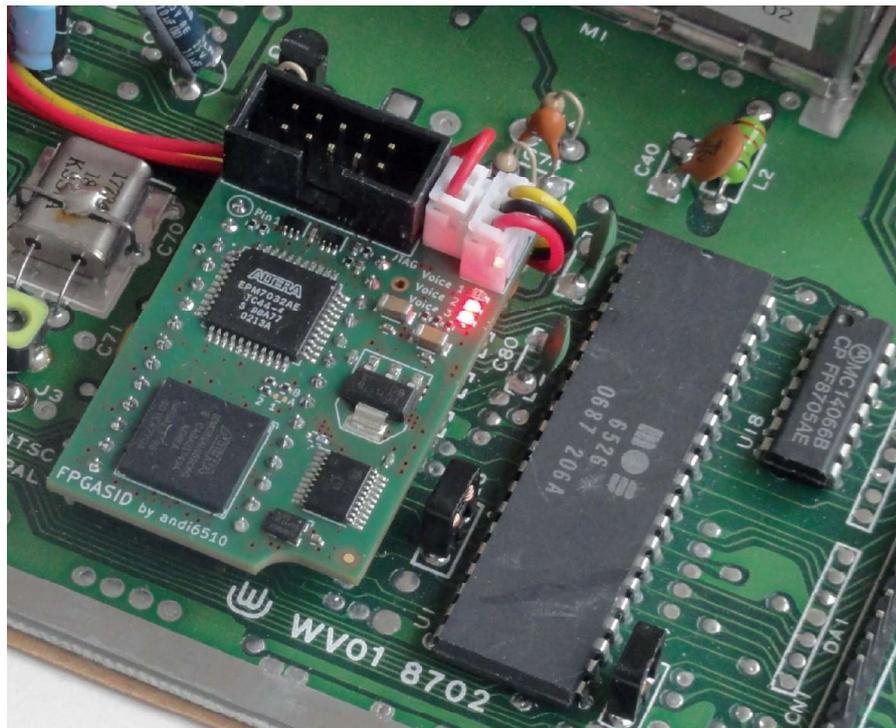
## ... zum serienreifen Produkt

Es kam dann im Herbst 2017 der Punkt, an dem die Fehlermeldungen der Tester sich eher um Nuancen drehten und nicht mehr so sehr um harte Fehler. Also wur-

de entschieden, dass der FPGASID nun die notwendige Reife erreicht hatte, um die eigentliche Produktion in Angriff zu nehmen. Der FPGASID sollte unbedingt einem breiten Publikum zur Verfügung stehen. Der Vertrieb über Sammelbestellungen in Internetforen schied daher aus, nicht zuletzt auch wegen drohender rechtlicher Unsicherheiten. Auf der CC2016 in Nordhorn hatte jedoch Christian Bartsch von der Kryoflux GmbH bereits Interesse an der Vermarktung des FPGASID gezeigt. War dies damals noch verfrüht, sah es nunmehr ganz anders aus. Und so konnte Kryoflux als verlässlicher Partner für die Produktion und Vermarktung des FPGASID gewonnen werden. Ein Lohnfertiger sollte sich um die Produktion und den Test der Platinen kümmern und ein Kabelkonfektionierer wurde mit der Fertigung der notwendigen Kabel beauftragt. Diese professionellen Partner sollten ein gleichbleibend hohes Qualitätsniveau sicherstellen.

## Produktionsorgen

Aber auch hier zeigte sich, dass solche Dinge ziemlich unterschätzt werden können. Der Lohnfertiger prüfte jedes einzelne Bauteil darauf, ob er es verarbeiten kann und schlug gegebenenfalls Alternativen vor. Diese waren dann wiederum durch die Entwickler zu testen. Zudem



So sieht der fertige FPGASID heute aus

benötigte der Fertiger eine Prüfmethode, um die bestückten FPGASID-Platinen zu prüfen. Das führte dazu, dass ein C64 so umgebaut wurde, dass sich hiermit FPGASIDs in größeren Stückzahlen automatisiert testen ließen. Und so stand dann am Ende tatsächlich ein echter C64 in der Produktionskette eines modernen Elektronik-Lohnfertigers.

Der Kabelfertiger hingegen entwickelte ungeahnte Kreativität darin, die vermeintlich klaren Spezifikationen des Entwicklers frei zu interpretieren. Von falschen Steckern über falsche Kabelquerschnitte bis zu Qualitätsproblemen bei den verbauten Klemmhaken war so ziemlich alles dabei. Das führte auch dazu, dass sich der Verkaufsstart des FPGASID zum Ende hin immer weiter nach hinten schob, da der Kabelfertiger mehrfach um Nachbesserungen gebeten werden musste.

### Happy End unter dem Weihnachtsbaum

Seit Ende 2018 ist der FPGASID endlich im Webshop von Kryoflux erhältlich. Pünktlich zu Weihnachten 2018 konnten zunächst die vorab reservierten FPGA-SIDs endgültig bestellt werden, seit Januar 2019 werden diese ausgeliefert und die Bestellseite ist offen für jedermann. Nach dem Abverkauf der ersten produzierten Charge wollen die Entwickler nachproduzieren, denn es ist ja erklärtes Ziel, dass der FPGASID über längere Zeit verfügbar bleibt.

### Links

<https://webstore.kryoflux.com>

### Über den Autor

Andreas Beermann, Jahrgang 1969, ist Diplom-Ingenieur in der Halbleiterindustrie und seit 2011 Mitglied im UZEK e.V. Seinen ersten Commodore C64 kaufte er mit 14 Jahren. Schnell wurde daran kräftig programmiert und gelötet, um die verborgenen Geheimnisse zu entdecken.

# FPGASID

## The better SID.

### Das kann der FPGASID

Der FPGASID ist ein Stereo-Dual-SID Alleskönner, der kaum Wünsche offen lässt:

- \_\_\_ Zwei voll funktionsfähige SIDs für 6-stimmigen Stereoklang
- \_\_\_ Genaue Reproduktion der originalen SID-Chips MOS6581 und MOS8580
- \_\_\_ Perfekte Audio-Qualität ohne Störgeräusche
- \_\_\_ Pseudo-Stereo Modus gibt herkömmliche Sounds in Stereo wieder
- \_\_\_ Funktioniert in jedem C64/SX64 oder C128
- \_\_\_ Paddle und 1351-Maus Unterstützung - Genauigkeit höher als beim Original-SID
- \_\_\_ Analogeingang EXTIN voll unterstützt
- \_\_\_ Funktioniert mit jeder Software, die für normale Computer mit einfachem SID geschrieben wurde sowie mit der großen vorhandenen Software-Basis für Dual-SID Stereo-Sound
- \_\_\_ Leichte Konfiguration mit ConfiGuru, dem Konfigurationsprogramm des FPGASID
- \_\_\_ Einfache Installation

**Commodore**

1 | Commodore 64  
**598.-**

STIFTUNG WARENTEST  
**test**  
Qualitätsurteil:  
**gut**  
Heft 10/84

Preissenkung!

2 | Commodore 116  
**298.-**

Original-Werbung für den Commodore C64 aus dem Jahr 1985 (Foto: Quelle)

## Flash Floppy Firmware für den Floppy Emulator

# Pimp my 高泰工控 | GOTEK

**Der HxC Floppyemulator war lange Zeit der am meisten verbreitete Ersatz für Diskettenlaufwerke, weil er eine breite Palette an Formaten unterstützt. Seit ein paar Jahren hat das von der Firma „Lotharek’s Lair“ in Polen als Fertiggerät lieferbare Projekt aber Konkurrenz aus China bekommen. Mit einer neuen Firmware wird der Billigst-Emulator zum Sahnestück.**

Der Floppyemulator der Firma Gotek Corp. aus Jiangsu (Volksrepublik China) ist für weniger als 20 EUR zu haben und wurde unter Retrocomputer-Begeisterten schnell bekannt. Das Gerät passt in einen 3,5 Zoll Floppyschacht und ersetzt so ein entsprechendes Diskettenlaufwerk. Neben einer 3-stelligen 8-Segment LED Anzeige und einer grünen LED schmücken den Gotek nur zwei kleine Schalter und eine USB Buchse zur Aufnahme eines Speichersticks. Von Haus aus unterstützt die Firmware des Gotek nur DOS Images. Davon lassen sich maximal 1000 Stück (mit der Nummer 000 bis 999) auf einem Stick speichern, die Schalter am Gerät wählen dann ein Image nach dem anderen aus.

Schnell kam aber die Retrocomputer-Szene darauf, das sich die Firmware auch ersetzen lässt und so der Gotek neue Imageformate lernen kann. Als erstes erschien eine Anpassung für Amiga ADF Dateien, die den Emulator schnell zum Liebling der Amiga-Gemeinde machte. Später wurde auch die HxC Firmware für den Gotek angepasst. Neuerdings gibt es mit „Flash Floppy“ eine freie Firmware für den internen STM32 dazu, die inzwischen viele Formate unterstützt.

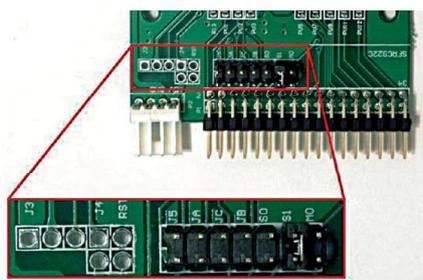
Der Gotek benutzt als Kernstück einen Cortex-m3 STM32 Mikrocontroller, der auch in vielen anderen Geräten zum Einsatz kommt. Der Baustein verfügt über 128 kByte Flashspeicher für die Firmware. Gotek hat eigentlich nicht vorgese-

hen, den STM32 mit einer neuen Firmware versehen zu können. Durch einen kleinen Eingriff in die Hardware ist dieses Manko aber schnell beseitigt.

Die nachfolgende Anleitung passt für Laufwerke mit 34-Pin Floppy Connector und SFR\* Modellnummer (z.B. SFR1M44-U100K, SFRM72-U100 etc.) und wurde vielfach erfolgreich umgesetzt. Trotzdem muss an dieser Stelle der Hinweis erfolgen: Die Ausführung geschieht auf eigene Gefahr und wir übernehmen keine Gewähr für die Richtigkeit der Angaben.

### Jumper setzen

Nach diesem Hinweis geht es dem Gotek nun an die Platine. Betrachten wir das Gerät von der Rückseite, so liegt links der Stromanschluss. Oberhalb des Stromanschlusses sind 8 Löcher (eine 5er Reihe und eine 3er Reihe darunter) zu erkennen.



Dies sind die Anschlüsse für ein Jumperfeld, das Gotek aber nicht eingebaut hat. Genau das müssen wir nun nachholen. Passende Bauteile liefert der Elektronikfachhandel. Für dauerhaften Gebrauch sollten diese eingelötet werden, für eine einmalige Nutzung geht es auch ohne Lot – die Pinsocle lassen sich einfach ein-klemmen und haben dann hinreichend elektrischen Kontakt. Ist das erst einmal vollbracht, sind nur noch Pin 1 und 2 sowie Pin 3 und 7 zu überbrücken und schon ist der Gotek zum Flashen einer neuen Firmware bereit.



### Firmware übertragen

Zur Übertragung der Firmware genügt ein USB Kabel. Das anfangs noch empfohlene Vorgehen mit einer seriellen Verbindung hat sich mittlerweile überholt. Als Software haben sich die „Device Firmware Upgrade Utilities“ (DFU) bewährt. Diese Software ist unter der GNU GPL lizenziert und steht für Microsoft „Windows“, MacOS X und viele Linux-Distributionen zur Verfügung. In unserem Beispiel hier dient ein Apple Mac Mini mit MacOS X zur Übertragung der Firmware. Die Installation der DFU Software ist auf der Projektseite beschrieben, unter MacOS X kann das auch über den Homebrew Paketmanager geschehen.

In den Versionen von Flash Floppy auf der Homepage des Projekts ist die benötigte \*dfu Datei bereits fertig enthalten. Nach Auspacken des ZIP-Archivs befindet sich die Datei direkt im Verzeichnis flashfloppy- Versionsnummer.

Nun ist es an der Zeit, das Gotek Laufwerk und den Mac Mini mit einem USB-A zu USB-A Kabel zu verbinden.



USB A zu USB A Kabel

Dann öffnen wir ein Terminalfenster und entsperren zunächst den Gotek, um das Schreiben der Firmware zu ermöglichen. Dies geschieht mit dem Befehl:

```
sudo dfu-util -a 0 -s :unprotect:force -D FF_Gotek-v0.14.dfu
```

```
gotek — bash — 80x24
Peters-Mac-mini:gotek petersieg$ ./flash
dfu-util 0.9

Copyright 2005-2009 Weston Schmidt, Harald Welte and OpenMoko Inc.
Copyright 2010-2016 Tormod Volden and Stefan Schmidt
This program is Free Software and has ABSOLUTELY NO WARRANTY
Please report bugs to http://sourceforge.net/p/dfu-util/tickets/

Match vendor ID from file: 0483
Match product ID from file: df11
Opening DFU capable USB device...
ID 0483:df11
Run-time device DFU version 011a
Claiming USB DFU Interface...
Setting Alternate Setting #0 ...
Determining device status: state = dfuERROR, status = 10
dfuERROR, clearing status
Determining device status: state = dfuIDLE, status = 0
dfuIDLE, continuing
DFU mode device DFU version 011a
Device returned transfer size 2048
DfuSe interface name: "Internal Flash "
Device disconnects, erases flash and resets now
dfu-util 0.9
```

Dann senden wir die Firmware über die USB Verbindung und beschreiben den Flashspeicher neu:

```
sudo dfu-util -a 0 -D FF_Gotek-v0.14.dfu
```

```
gotek — bash — 80x24
Match product ID from file: df11
Opening DFU capable USB device...
ID 0483:df11
Run-time device DFU version 011a
Claiming USB DFU Interface...
Setting Alternate Setting #0 ...
Determining device status: state = dfuERROR, status = 10
dfuERROR, clearing status
Determining device status: state = dfuIDLE, status = 0
dfuIDLE, continuing
DFU mode device DFU version 011a
Device returned transfer size 2048
DfuSe interface name: "Internal Flash "
file contains 1 DFU images
parsing DFU image 1
image for alternate setting 0, (2 elements, total size = 91548)
parsing element 1, address = 0x08000000, size = 26096
Download [=====] 100% 26096 bytes
Download done.
parsing element 2, address = 0x08000000, size = 65436
Download [=====] 100% 65436 bytes
Download done.
done parsing DfuSe file
Peters-Mac-mini:gotek petersieg$
```

## Und los!

Jetzt wird es spannend. Nach Abziehen der USB Verbindung und Entfernen der beiden Jumper kann das Laufwerk seinen Dienst mit der neuen Firmware verrichten. Hier soll es als Ersatz für eine defekte Floppy in einem Atari ST dienen. Dabei ist eine Besonderheit zu beachten: Hinter dem Anschluss für das Floppykabel liegt ein Steckfeld. Dort ist der vorhandene Jumper von der Stellung „DS1“ auf „DS0“ umzustecken.

Die Benutzung des gepimpten Gotek ist denkbar einfach: Image Dateien werden einfach auf einen USB Stick kopiert und mit den (+) und (-) Tasten kann zwischen diesen umgeschaltet werden. Am besten versieht man die Dateinamen mit Nummern am Anfang und führt eine Liste mit den Inhalten, um nicht durcheinander zu kommen. Wem das zu unbequem ist und den Lötcolben nicht scheut, kann aber auch die LED Anzeige durch ein OLED Display ersetzen. Flash Floppy zeigt dann den gewählten Dateinamen im Display an. (ps)



Fertig eingebaut in einem Atari ST

## Links

<https://github.com/keirf/FlashFloppy>

<http://dfu-util.sourceforge.net>

<https://github.com/keirf/FlashFloppy/wiki/Hardware-Mods>

## Unterstützte Formate

Flash Floppy unterstützt die folgenden Disk Image Formate:

- \_\_\_ ADF (Commodore Amiga)
- \_\_\_ ADM, ADL, ADF, DSD, SSD (Acorn DFS and ADFS)
- \_\_\_ D81 (Commodore 64 1581)
- \_\_\_ DSK (Amstrad CPC, Spectrum +3, Sam Coupe, Microbee)
- \_\_\_ IMG, IMA, DSK (IBM MFM Raw Sector)
- \_\_\_ JVC, DSK (Tandy Color Computer 'CoCo')
- \_\_\_ MBD (Spectrum MB02)
- \_\_\_ MGT (Spectrum DISCiPLE/+D)
- \_\_\_ OPD (Spectrum Opus Discovery)
- \_\_\_ ST (Atari ST)
- \_\_\_ TRD (Spectrum TR-DOS)
- \_\_\_ V9T9, DSK (TI-99/4A)
- \_\_\_ VDK (Dragon)

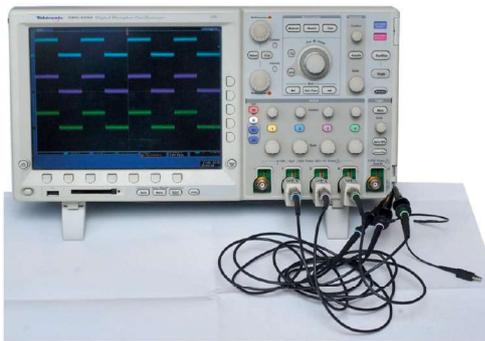
Die Homepage informiert bei neuen Versionen der Firmware über neu hinzugekommene Formate.

Messen mit Oszilloskop und Logikanalysator — Teil 2

# Wer viel misst

Im 1. Teil ging es um Grundsätzliches zu Digitalspeicheroszilloskopen (DSO) und Logik Analysatoren (LA), deren Technik und um die Praxis mit dem LA. In diesem Teil soll es um die Praxis mit dem DSO gehen, vor allem um die Fehlervermeidung.

Auch wenn in einem DSO alle Daten digital verarbeitet werden, haben wir doch am Eingang ein analoges Signal. Dieses Signal soll möglichst genau und ohne Verfälschung abgetastet werden. An der Stelle macht der Mensch die meisten Fehler. Alle Infos zur Fehlervermeidung gelten uneingeschränkt auch für analoge Oszilloskope. Die Signalaufnahme ist hier gleich, nur die nachfolgende Signalbearbeitung unterscheidet sich.

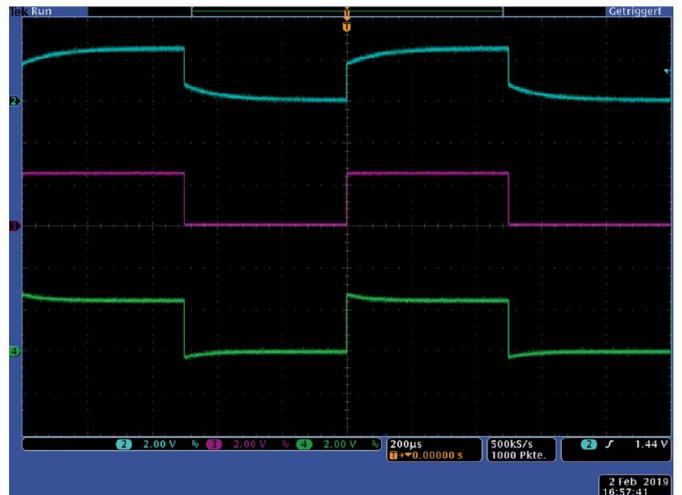


## Tastkopf-Kompensation

Diese Kompensation ist nur bei 10:1 Tastköpfen möglich. 1:1 Tastköpfe benötigen keine Anpassung, sind aber deshalb nicht besser. Für die Kompensation haben DSOs einen Anschluss, der im allgemeinen Probe Comp oder ähnlich benannt ist. Die Kompensation wird meist an einem Dreh-Kondensator am BNC-Stecker oder – seltener – am Tastkopf direkt vorgenommen:



Im folgenden Bild sehen wir – von oben nach unten betrachtet – den Signalverlauf eines unterkompensierten, eines richtig kompensierten und eines überkompensierten Tastkopfes.

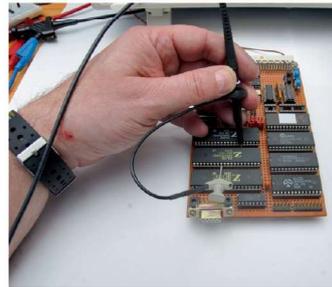


Für die Kompensation stellt der Nutzer den Signalverlauf möglichst groß am Bildschirm dar und markiert den eingeschwungenen Pegel mit einem Cursor (im folgenden Bild bei 1). Wichtig ist dabei, dass der Pegel am Ende wirklich eingeschwungen und damit gerade ist. Ist das nicht der Fall, ist die Messfrequenz zu hoch oder evtl. der Tastkopf defekt. Danach dreht der Nutzer am Drehkondensator solange, bis der Pegel möglichst gerade ist, vor allem am Anfang. ((im folgenden Bild bei 2) Diese Einstellung wird dann für jeden Tastkopf wiederholt. Die Kompensation ist auch bei einem anderen Oszilloskop neu durchzuführen.

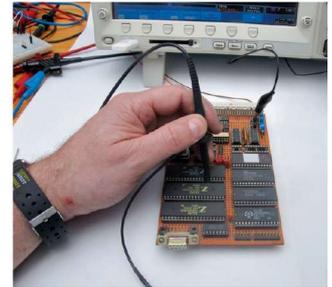


### Warum das ganze?

Es geht nicht darum, dass der Signalverlauf schön aussieht. Die Kompensation stellt einen Spannungsteiler zwischen Tastkopf und Oszilloskop ein. Wird dies nicht gemacht, können massive Messfehler auftreten. Die Messfrequenz in unserem Beispiel war auf 1 kHz eingestellt. Bei einer Messfrequenz von 4MHz sieht das Messergebnis aber schon ganz anders aus.



Richtig



Falsch!

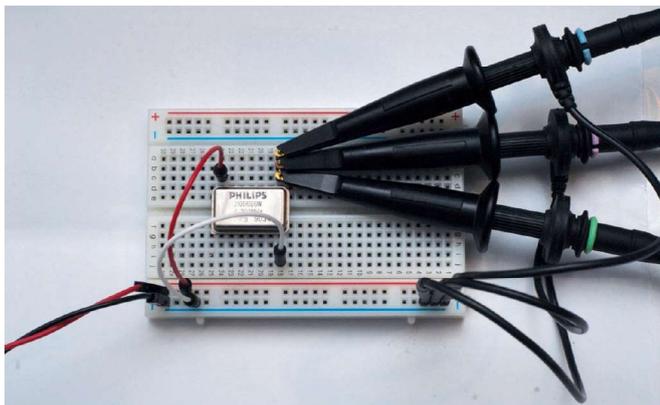
Der Unterschied ist deutlich zu erkennen:



Im obigen Bild ist nur der Tastkopf des mittleren Kanals richtig kompensiert. Hier ist klar zu sehen, dass alle Kanäle unterschiedliche Amplituden haben. Das ist auch in den Messungen links unten angezeigt. Der obere Kanal zeigt ca. 25% zu wenig an, der untere ca. 15% zu viel. Unter solchen Bedingungen misst man Mist!



Hier mag sich der Leser mit einer Frage an Radio Eriwan wenden: "Computer arbeiten doch binär, mit 0 und 1. Brauche ich da noch Analogtechnik?" Hier würde Radio Eriwan antworten: "Im Prinzip ja, nur bleibt die Signalübertragung ein Problem der Analogtechnik. Digitaltechnik zieht eine Grenze durch die analogen Spannungsbereiche und definiert die eine Seite mit 0, die andere mit 1."



### Ein Beispiel: Der beliebte I2C-Bus

Der I2C-Bus ist ein sehr einfacher und dadurch weit verbreiteter, serieller Zweidraht-Bus. Beim I2C können die Teilnehmer die Leitungen nur nach Low ziehen, das High wird durch Pullup-Widerstände erreicht. Eine normale Kommunikation sieht so aus:

### Schlechter Signalbezug

Für eine gute Messung braucht das Oszilloskop auch einen guten Signalbezug, meist ist das GND (Ground). Hierfür ist am Tastkopf meist ein kurzes Käbelchen mit Krokodilklemmen oder ähnliches vorgesehen. Für viele ist das unhandlich und sie legen einfach eine kurze Leitung vom Oszilloskop zur Platine.



Die Mitte zeigt die analog gemessenen Signale, darüber sind die vom Oszilloskop digitalisierten und wiederum darüber das übertragene und ausgewertete Byte zu sehen. Beispielsweise durch einen Lötfehler, durch ein falsches oder ein defektes Bauteil kann der Pullup-Widerstand zu groß werden. Dadurch wird der Strom durch den Widerstand kleiner als erwünscht.

Dadurch wird die steigende Flanke – also der Übergang von Low nach High – verschliffen, was dann so aussieht wie auf dem nachfolgenden Bild



Die steigende Flanke des oberen SCLK Signal kommt nur sehr langsam nach High. Es erreicht den Endwert während der Übertragung gar nicht mehr. Das digitalisierte SCLK Signal bleibt die ganze Zeit Low, der I2C-Dekoder erkennt nichts. Ein etwas veränderter Schwellwert – also die Entscheidungsschwelle für Low oder High – verändert das Ergebnis enorm:



Obwohl das analoge SCLK-Signal sich nicht geändert hat, ist das digitalisierte wieder fast normal. Der Dekoder erkennt das Byte wieder. Da die Schwellwerte in der Schaltung und am Logic Analyzer oft unterschiedlich sind bzw. sich unterschiedlich verhalten, kann es sein, das man am LA keine Fehler erkennen kann oder umgekehrt am LA kein plausibles Bild erscheint. Bei solchem Verhalten ist ein Griff zum Oszilloskop immer ratsam.

## Kurzschluss von zwei Leiterbahnen

Es reicht schon ein Lötzinnspritzer, um eine Schaltung lahmzulegen, wenn er einen Kurzschluss zwischen 2 Leiterbahnen hervorruft. Wenn nun der eine Ausgang ein Low ausgibt und der andere ein High, gibt es einen Kurzschluss. Zum Glück löst dann nicht immer die Sicherung aus. Der Strom ist durch die internen Transistoren begrenzt, aber auf der Leitung entsteht eine Spannung, die an den Eingängen zu unterschiedlichen oder falschen Ergebnissen führt.



Im Bild ist zu sehen, wie zwei Ausgänge mit unterschiedlichen Pegeln die Spannung ziemlich genau in die Mitte zwingen. Haben beide Ausgänge den gleichen Pegel, ist alles gut. Dass hier die Spannung in der Mitte liegt, ist dem Zufall geschuldet und hängt von vielen Parametern ab. Treiberschaltung, Versorgungsspannung, Temperatur des IC sind nur die wichtigsten davon. Daher ist keine Aussage möglich, wie ein solcher Fehler sich in der Realität verhält.

## Fazit

Elektronik und Computer haben immer auch eine analoge Komponente. Ist alles in Ordnung, kann man sich auf das digitale Low und High zurück ziehen. Wenn nicht, braucht es Wissen um analoge Technik und die dazu gehörende Messtechnik, um zwischen den Extremen 0 und 1 den Fehler zu suchen.

## Über den Autor

Florian Stassen kam über die Pflicht-AG Informatik in der 9. Klasse an die Informatik. Die Sammelleidenschaft überkam ihn, als er 2007 die alten (Taschen)Rechner wiederhaben wollte.

**U**nsere großes Event, die Classic Computing, findet in jedem Jahr an einem anderen Ort statt. 2018 hat sich Stephan Kraus bereitgefunden, die Organisation zu übernehmen. Über seine ehrenamtliche Tätigkeit berichtet er im folgenden Interview.

**LOAD:** Was hat Dich bewogen, die Organisation einer Classic Computing zu übernehmen?

**Stephan Kraus:** Ganz klar: Damit ich zu Fuß zur CC laufen kann. Darüber hinaus habe ich den Verein auf der wirklich netten CC 2014 in Schönau kennen gelernt und hatte nach der CC im Berliner Technikmuseum wieder Lust auf eine kleine, gemütliche CC mit dem Charakter eines Usertreffens ohne viele Einschränkungen. Sowas kann natürlich der Organisator am besten steuern.

**LOAD:** Was waren die größten Herausforderungen bei der Organisation?

**Stephan Kraus:** Ganz einfach – meine Unkenntnis und Naivität.

**LOAD:** Wie schwierig war es, eine passende Halle für die Veranstaltung zu finden?

**Stephan Kraus:** Das war in der Tat nicht einfach und mit dieser Schwierigkeit habe ich gar nicht gerechnet. Bei mir in der Region gibt es unzählige Hallen, die bestens für eine CC geeignet wären, manchmal sogar mehrere pro Ort. Daher dachte ich, ich könnte mir ein paar ansehen und die beste aussuchen. Diese Hallen sind aber meist in öffentlicher Hand. Die Gemeindeverwaltungen lassen die Halle anscheinend lieber leer stehen, als sie an Auswärtige zu vergeben. Das heißt, der Veranstalter muß im Ort gemeldet sein oder die Halle für eine Veranstaltung eines lokalen Vereins nutzen wollen, um sie mieten zu dürfen. Bei mir im Ort gibt es auch mehrere Hallen. Es hat einiger Termine bei der Verwaltung bedurft, bis mir die Nutzung einer Halle zugestanden wurde. Viel einfacher wäre es gewesen, wenn ich damals schon im Vereinsvorstand tätig gewesen wäre. Ich habe den Eindruck, wenn ein lokal gemeldeter Verein anfragt, sind die Gemeindeverwaltungen viel aufgeschlossener. Zur Zeit der Organisation der CC18 war Roman noch unser 1. Vorsitzender und ich mußte erläutern, warum denn ein „Schweizer Verein“ eine Halle im Ort mieten möchte.

Generell habe ich hier die Erfahrung gemacht, dass den Verwaltungen das Konzept eines überregional organisierten Vereins sehr fremd ist – noch dazu, wenn eine Veranstaltung ein Randgruppenhobby zum Thema macht. Mit einer Briefmarken- oder Häkelausstellung wäre ich wohl auf mehr Gegenliebe gestoßen.

**LOAD:** Wieviele Helfer hattest Du und wie hast Du die Aufgaben verteilt?

**Stephan Kraus:** Das ist ein guter Punkt. Die Organisation und Durchführung einer CC ist keine „One Man Show“. Ich kann gar nicht beziffern, wie viele Helfer es insgesamt waren. Eine gute Unterstützung im Vorfeld waren die zahlreichen Diskussion im Forum und auch viele Telefonate, die ich mit langgedienten und erfahrenen Vereinsmitgliedern zu dem Thema führen konnte. Vor allem Toast\_R, Ajax und Stefan B. sei hier ganz herzlich gedankt.



### Die Organisation und Durchführung einer CC ist keine „One Man Show“

Besondere Erwähnung bedarf auch der unglaubliche Einsatz von Antikythera, welcher kurzfristig einen Laster und zusätzliche Tische organisiert hatte, sowie deren An- und Abtransport durchgeführt hat. Einen Tag vor der CC haben wir uns mit dem Aufbau-Team – knapp 10 Vereinsmitglieder – an der Halle getroffen. Dann ging es los und ich hatte nicht mehr viel zu tun. Diese Kernmannschaft ist ein seit Jahren perfekt eingespieltes Team, es hat richtig Freude gemacht. Besonders hervorheben muss ich die Leistungen der

Elektriker, denn allein mit fachgerechtem Auf- und Abbau der Verkabelung ist es nicht getan. Das Material muß auch gepflegt, geprüft und eingelagert werden. Hierbei möchte ich nochmal Intel\_Outside für sein Engagement danken. Während der Vorträge und im Nachgang hat Roman78 weiterhin dafür gesorgt, dass Videos der Vorträge erstellt und im Nachgang geschnitten und auf unseren Youtube-Kanal gestellt werden. Nicht unerwähnt lassen will ich auch die Sonderausstellungen, zum Beispiel die CPU-Vitrinen von Antikythera, die Spielbereiche von Kobrakai und Virtual Dimension und natürlich nicht zuletzt die Ausstellungen aller Teilnehmer.

**LOAD:** Kannst Du abschätzen, wieviel Du in die Organisation investiert hast?

**Stephan Kraus:** Finanziell hat die Veranstaltung hat den Verein weniger als 900,- EUR gekostet, daher war die CC18 eine recht preiswerte Veranstaltung. Ich glaube, keiner der Helfer (einschließlich mir) hat gezählt, wieviele Stunden aufgewendet wurden. Das ist ja auch nicht der Sinn der Sache! Wir machen das ja schließlich als Hobby und weil es Freude macht, eine solche Veranstaltung auf die Beine zu stellen. Trotzdem ist – die Organisation im Vorfeld mal ausgenommen – allein der Aufwand für Auf- und Abbau immens. Ohne die Anreise und die Ein- und Auslagerung des Materials in Betracht zu ziehen, wird für Auf- und Abbau genauso viel Zeit benötigt wie für die Durchführung der CC. Andererseits sehen wir uns nur einmal im Jahr und die 1,5 Tage sind viel zu kurz, um sich alles intensiv anzusehen und gemeinsam mit anderen die eigenen Hard- und Softwareprojekte voranzutreiben. Deshalb habe ich vorgeschlagen, die nächste CC dreitägig durchzuführen. Ich bin sehr gespannt, ob diese Möglichkeit von den Gästen und Ausstellern angenommen wird.

**LOAD:** Hast Du nach der Veranstaltung auch Rückmeldungen aus dem Ort und der Region bekommen?

**Stephan Kraus:** Wir als Verein scheinen durchweg positiv aufgefallen zu sein, sowohl von der Gemeindeverwaltung als auch von Oedheimer Bewohnern sind wir für die tolle Veranstaltung gelobt worden. Auch das Team vom „Gasthaus Waldblick“, die uns während der Veranstaltung so gut bewirtet haben, hatten Freude dar-

(Fortsetzung auf Seite 60)

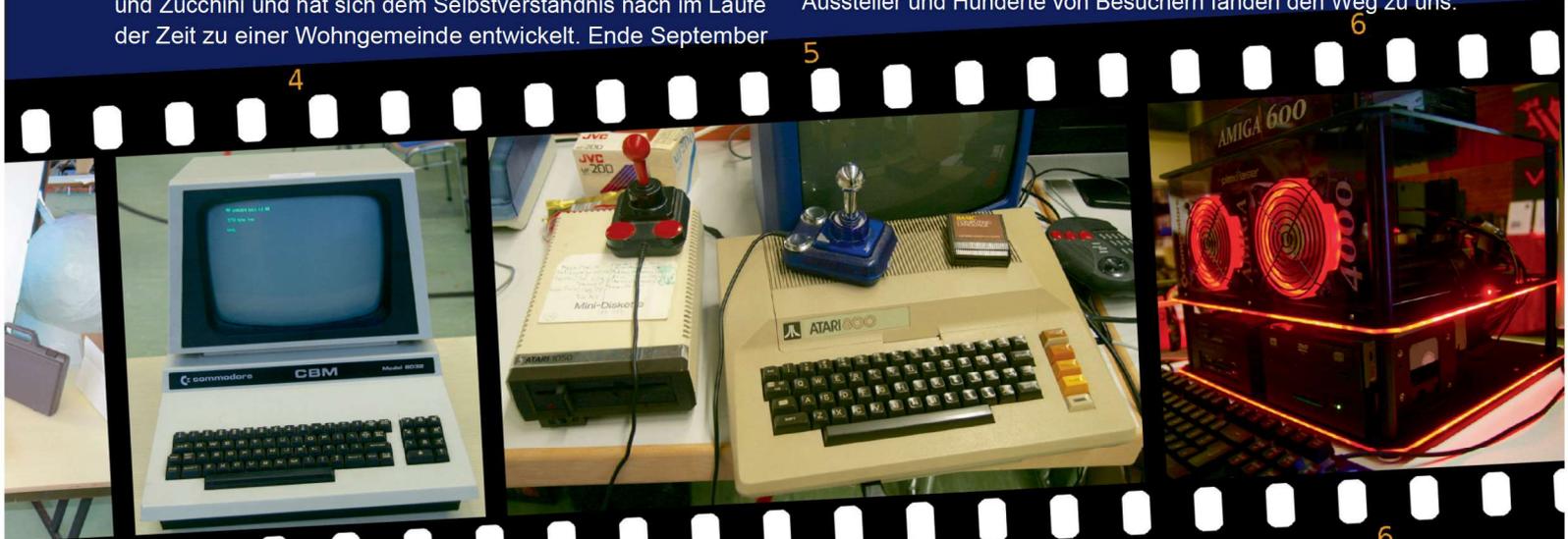
Rückschau auf drei Tage in Degmarn

# Classic Computing 2018



Der kleine Ort Degmarn in der Gemeinde Ödheim nahe Heilbronn lebt vom Anbau von Sonderkulturen wie Salat, Gurken und Zucchini und hat sich dem Selbstverständnis nach im Laufe der Zeit zu einer Wohngemeinde entwickelt. Ende September

2018 war die Mehrzweckhalle Degmarn der Austragungsort unseres großen Jahresevents, der Classic Computing. Über 70 Aussteller und Hunderte von Besuchern fanden den Weg zu uns.



(Fortsetzung von Seite 57)

an, uns zu Gast zu haben. Falls wir nochmal in Oedheim eine CC machen wollen würden, hätten wir es beim zweiten Mal bedeutend leichter, soviel ist sicher.

**LOAD:** Was hat Dich am meisten an der Veranstaltung erfreut?

**Stephan Kraus:** Erst mal war es ein schönes Wochenende unter Freunden. Persönlich hat mich besonders gefreut, daß Michael nebst Team von Virtual Dimension kommen konnte. Wir kennen uns schon seit unserer Bundeswehrzeit 1999, da haben wir in unserer Freizeit auch schon an Amigas herumgebastelt und programmiert. Am Ende war ich erleichtert, dass alles doch gut funktioniert hat. Wir haben den Schlüssel zur Halle bekommen, wir hatten Tische, keinen Stromausfall am Sonntagmorgen, keine Verletzten und die Halle ist auch nicht abgebrannt.

**LOAD:** Was sind Deine drei wichtigsten Tipps an alle, die sich der Organisation ei-

### Der Verein ist vor Ort durchweg positiv aufgefallen

ner Veranstaltung dieser Größe annehmen wollen?

**Stephan Kraus:** Ganz wichtig ist die Erwirkung einer amtlichen Erlaubnis, wenn auf der CC verkauft werden soll. Hierzu ist die Festsetzung eines Spezialmarkts i. S. v. §68 Abs. 1 GewO nötig, die beim Amt für öffentliche Ordnung beantragt werden muß. Das kann durchaus mehrere Monate dauern. Ich habe den Antrag im Februar eingereicht, und die Erlaubnis eine Woche vor der CC bekommen. Wenn die Verkaufserlaubnis auch am Sonntag bestehen soll, bedarf es noch einer Ausnahmegenehmigung zum Sonntag und Feiertagsgesetz. Hier hat das Amt einen gewissen Spielraum, was die Erteilung der Erlaubnis anbelangt. Zum Beispiel ist die kulturelle Bedeutung der Veranstaltung entscheidend. Diese liegt im Ermessen des Amtes und wurde uns diesmal abgesprochen. Hätten wir einen Babybasar oder eine Bastelausstellung

ausrichten wollen, wäre das anders gewesen.

Weiterhin sollte die Organisation von Halle und Tischen so früh wie möglich abgeschlossen werden. Alle Abmachungen sind auch besser schriftlich zu fixieren. In unserem Falle hieß es kurz vor der Veranstaltung, daaa die benötigte Anzahl Tische doch nicht zur Verfügung steht. Hier ist dann Antikythera mit seiner Hau-Ruck-Aktion eingesprungen.

Weiterhin empfehle ich, sich mit dem Träger der Halle schriftlich so früh wie möglich auszutauschen, welche Auflagen es gibt. Besonders zu nennen sind einzuhaltende Fluchtwege, der Brandschutz, der Bedarf eines Sanitäters vor Ort, die einzuhaltende Nachtruhe und Möglichkeiten zu Übernachtung in der Halle.

Die Fragen für die LOAD stellte Georg Basse

### Eine kleine Chronik: Die Austragungsorte der Classic Computing

- 2018: Oedheim Degmarn
- 2017: Berlin (gemeinsam mit VCFB)
- 2016: Nordhorn
- 2015: Thionville (France)
- 2014: Schönau (Heidelberg)
- 2013: Berlin
- 2012: Lorsch (Frankfurt)
- 2011: Holzminden
- 2010: Altensteig-Walddorf
- 2009: Hachenburg
- 2008: Moers
- 2007: Stuttgart-Degerloch
- 2006: Nordhorn
- 2005: Neubulach
- 2004: Oberhaugstett
- 2003: Eberstadt
- 2002: Möckmühl
- 2000: Neukirchen-Vluyn

## Wie ich die Fernschreibmaschine entdeckte.

*Im Sommer 2018 habe ich meinen Sommerurlaub mit der Familie in Österreich verbracht. Einen Teil der Strecke auf der Heimreise fuhr meine Frau, so saß ich gelangweilt mit dem Smartphone auf dem Beifahrersitz und habe die Ebay-Kleinanzeigen auf der Suche nach Beute durchforstet. Etwa auf der Höhe des Chiemsees habe ich dann die Anzeige "Fernschreiber zu verschenken aus Abbruchhaus" gefunden, keine 20km entfernt. Da ich ohnehin ein Faible für historische Drucker und Plotter habe und mich die Geräte schon während meiner Bundeswehrzeit fasziniert haben, rief ich sofort an. Die freundliche Besitzerin des Abbruchhauses, der ehemaligen Firma "Gottler Apparatebau Säurepoliertechnik" riet mir, das Gerät sofort abzuholen, weil das Haus sonst nächste Woche geräumt wird für den Abbruch. Nach kurzer Diskussion und Freigabe durch die Chefin haben wir dann den kleinen Abstecher zur Abholung gemacht.*



*So gelangte eine wunderbar erhaltene Siemens T100s im Standgehäuse mit der Kennung "563140 goap d" mit weniger als 200 Betriebsstunden in meinen Besitz. Zunächst war das Ziel, die Maschine so umzubauen, das sie als Drucker oder Terminal für einen 8-bit Rechner verwendbar ist. Aber nach kurzem Exkurs im Itelex-Forum habe ich von dem ursprünglichen Vorhaben abgesehen und mich erst mal mit der Fernschreibtechnik beschäftigt.*

*Stephan Kraus*

[www.classic-computing.de](http://www.classic-computing.de)

# Verein zum Erhalt klassischer Computer e.V.



## Einer für Alle!

Ein Computer-Verein für alle klassischen Computer-Systeme? Na klar!

Egal ob Großrechner der 70er, Home-Computer der 80er oder PCs der 90er. Wir haben sie alle. Komm, mach mit und entdecke die faszinierende Welt der klassischen Computer bei uns im Verein!

### Auszug aus den Computersystemen



Alte Computersysteme abzugeben?  
Wir sammeln und erhalten  
klassische Computer!



Anfassen, Ausprobieren, Spielen, Erinnern, Erhalten ...

### Ein paar Worte über uns:

Vereinsmeierei ist ja nicht so jedermanns Sache. Aber der Verein zum Erhalt klassischer Computer hebt sich auch hier ganz positiv von der Masse ab – und beim Aufgabengebiet ja sowieso.

Wir vereinen im VzEkC e.V. viele Hunderte klassische Computer-Systeme. Darunter die allseits bekannten Homecomputer der 80er, wie den Commodore C64, den Atari 800 XL oder den Schneider CPC. Aber auch ausgefallene Modelle sind bei uns zu finden – und nicht nur Homecomputer. Bürorechner aller möglicher Hersteller, ausgeklügelte Konzepte für tragbare Rechner und natürlich für die Kurzweiligkeit auch die Spielekonsolen der 70er, 80er und 90er finden bei uns ein Zuhause.

Wir veranstalten jährlich mit der Classic Computing eines der größten Retro-Computer Events in Deutschland. Wir veranstalten Dutzende lokaler Treffen überall in Deutschland, geben mit der LOAD ein in der Deutschen Nationalbibliothek archiviertes Jahresmagazin heraus und sammeln Expertenwissen online im Vereinsforum und auf der Homepage.

Der Verein wurde übrigens schon 2003 gegründet und ist seit 2007 als gemeinnützig eingetragen. Die Mitgliedschaft im Verein ist ziemlich günstig. Schon einmal deshalb, weil wir keine Aufnahmegebühr für Neumitglieder verlangen. Für gerade einmal 3 Euro im Monat kannst Du ordentliches Vereinsmitglied sein und hast dann viele Vorteile.

So kannst Du bevorzugt bei unserem großen Jahrestreffen, der Classic Computing teilnehmen, hast erweiterte Zugriffsrechte im Vereinsforum, bekommst jährlich kostenlos unser Vereinsmagazin LOAD noch vor allen Nicht-Mitgliedern, kannst an der vereinsinternen Auktion für Hardware teilnehmen und vieles mehr.

### Auf ins Forum

Im Vereinsforum diskutieren wir über dies und das, helfen bei Rechner-Problemen und haben eine gute Zeit! Die aktuelle Vereinssatzung findest Du direkt auf unserer Homepage unter

<https://www.classic-computing.de/der-verein/>

### Werde Mitglied !

Willst Du dabei sein? Dann werde einfach Mitglied im VzEkC e.V. — das geht ganz bequem Online:

<https://www.classic-computing.de/der-verein/mitgliedschaft>

Wir freuen uns auf dich!

# Das bringt Ausgabe #6



## Geburtstagskinder — alles Gute zum 35.

1985 erschienen viele populäre Computer auf dem Markt, allen voran der Commodore Amiga und der Atari ST. Wir lassen die Ereignisse dieses Jahres Revue passieren, schauen besonders auf die Akzeptanz der Systeme in Deutschland und stellen die Frage, wo die hochgelobten Rechner von einst nach 35 Jahren stehen.

### Computergeschichte

Passend zum Jubeljahr 2020 starten wir eine kleine Serie zur Computergeschichte in Deutschland. Im ersten Teil schauen wir auf die besonders interessanten Anfangsjahre.

### Kill the Bit

Das DEC PDP-8 System ist sicher ein Meilenstein der Computergeschichte – aber ganz gewiss ist sie keine Plattform für Computerspiele. Wirklich? Der Bericht über die Portierung eines Spiels vom Altair 8800 auf die PDP-8 bringt das Bild in's Wanken.

### Archäologie der Digitalisierung

Der 2. Teil des Artikels in diesem Heft beschreibt, wie sich die "Archäologie der Moderne" von der Medienarchäologie unterscheidet und welche unterschiedlichen Perspektiven beide Richtungen auf die materielle Kultur der Digitalisierung aufzeigen.

### Fernschreibmaschinen

In der Fortsetzung des Artikels sehen Sie, wozu sich die imposanten Geräte auch benutzen lassen.

### ...und außerdem

Praxistipps, Neue Spiele, Selbstbau-Projekte und viele interessante Themen rund um das Sammeln, Instandsetzen und Betreiben klassischer Computer.

**LOAD Ausgabe #6 erscheint Anfang 2020.**

### Herausgeber:

Verein zum Erhalt klassischer Computer e.V.  
c/o Stephan Kraus (1. Vorsitzender)  
Brunnenstr. 26, 74229 Oedheim

ISSN für die Printausgabe: 2194-3567

ISSN für die PDF-Ausgabe: 2194-3575

### Redaktion

Leitung:  
Georg Basse (V.i.S.d.P.)  
Telefon: +49 5723 9865 700  
[redaktion@load-magazin.de](mailto:redaktion@load-magazin.de)

Redaktion:

Georg Basse (gb), Peter Sieg (ps), Axel Rutzen (ar, Lektorat)

### Autoren dieser Ausgabe

Georg Basse, Andreas Beermann, Jochen Emmes, Susanne Floss, Gerhard Jungsberger, Stephan Kraus, Christian Krenner, Peter Sieg, Herwig Solf, Florian Stassen, Peter Zumbrink

### Layout und Druck

Cover-Foto:

Fotos von miapowterr und Peggy+Marco Lachmann-Anke, [www.pixabay.de](http://www.pixabay.de), Lizenz CC0 1.0 Universell (CC0 1.0)

Gestaltung:

Verein zum Erhalt klassischer Computer e.V. mit freundlicher Unterstützung von Pritti Wummen.

Druck:

Flyeralarm.de, 1. Auflage 2019 (1.000 Exemplare) [310319]

### Wichtige Hinweise

Wir freuen uns über eingesandte Beiträge, behalten uns aber Veröffentlichungen, Kürzungen und Änderungen vor. Für unverlangt eingesandtes Bild- und Textmaterial können wir keine Haftung übernehmen. Namentlich gekennzeichnete Artikel geben nicht unbedingt die Meinung der Redaktion wieder. Die Beiträge der namentlich genannten Autoren und der Redaktion stehen nach Veröffentlichung im Heft unter einer Creative Commons-Lizenz (CC-BY-NC-SA) und dürfen für nichtkommerzielle Zwecke und unter Namensnennung des Autors verwendet und für abgeleitete Werke unter der gleichen Lizenz benutzt werden. Autoren können ihre Artikel bis zum Redaktionsschluss zurückziehen, wodurch alle Rechte an den Autor zurückfallen. Nach Redaktionsschluss ist dies nicht mehr möglich. Autoren akzeptieren mit ihrer Einsendung diese ehrenhaften Bedingungen. Logos, Warenzeichen und Produktabbildungen werden redaktionell ohne Nennung des Eigentümers benutzt. Das Fehlen einer Kennzeichnung impliziert nicht die freie Verwendbarkeit dieser Elemente. Trotz sorgfältiger Prüfung ist es uns nicht gelungen, alle Rechteinhaber zweifelsfrei zu identifizieren und anzuschreiben. Bitte wenden Sie sich gegebenenfalls an die Redaktion.

### Preis

Das Magazin LOAD wird in gedruckter und elektronischer Form grundsätzlich kostenlos abgegeben. Um einem Missbrauch vorzubeugen, kann die ausgebende Stelle für gedruckte Hefte eine Schutzgebühr in Höhe von 3,- EUR erheben.



# WISSEN, WAS IN DER WELT DER HEIMCOMPUTER UND KONSOLEN VON FRÜHER HEUTE NOCH GEHT.



**116 SEITEN VON 8 BIT BIS 32-BIT.  
JETZT IM ZEITSCHRIFTENHANDEL.**

**RETURN**  
FASZINATION KLASSISCHE COMPUTER UND KONSOLEN

Amiga Future Mai/Juni 2012 • € 6,50 • CD-Edition € 9,50 • www.amigafuture.de

**A M I G A  
FUTUR**



# A M I G A FUTURÉ

**DAS FACHMAGAZIN RUND UM DEN AMIGA**

**Geboten werden die aktuellsten Nachrichten aus der Amiga-Szene!**

Das Magazin erscheint komplett in Farbe mit einer optionalen Leser-CD.

Alle zwei Monate kann man die brandneue Ausgabe direkt bei uns im Online-Shop oder im Amiga-Fachhandel erhalten.

**WWW.AMIGAFUTURE.DE**