



# LOAD

Ausgabe 11 | 2025

www.load-magazin.de

Schutzgebühr 4 EUR

# Exotische Systeme

## Seltene Sammelstücke Vergessene Computer

Bild: generiert mit <https://www.craiyon.com/>

**IBM**  
**3270 Terminals**  
**Datamaster**

**DEC**  
**VAXmate, VAXstation**

**APPLE**  
**Apple III SOS**

**AMSTRAD**  
**FutureOS und SymbOS**

**ROBOTER**  
**Fischertechnik**

**PROGRAMMIEREN**  
**Chip9**  
**Oscar64**

**EMULATION**  
**Sinclair Spectrum**  
**ESP 8-Bit**  
**PERQ-1**

**FORTSETZUNGEN**  
**Lerncomputer**  
**CTM Müller**







# Classic Computing

2025

13.—14. Sept.  
Freiheitshalle  
Hof

Eintritt frei

Über 50 klassische Maschinen  
werden ausgestellt zum  
Anschauen, Anfassen, Erinnern  
und Entdecken.

10:00 — 19:00 Uhr  
Freiheitshalle Hof  
Kulmbacher Str. 4  
95030 Hof

Ausgerichtet vom Verein  
zum Erhalt klassischer  
Computer (e.V.)  
[www.classic-computing.de](http://www.classic-computing.de)





Liebe Leserinnen und Leser

Wer einmal ein Treffen von Retrocomputer-Freunden besucht hat, sei es die Classic Computing oder eine der anderen kleinen und großen Szene-Treffen, der sieht oftmals ähnliche Systeme: Commodore 64 und AMIGA, Atari, Schneider CPC oder Würfelmacs. Doch die Welt klassischer Computer ist deutlich vielfältiger, als es auf den ersten Blick den Anschein hat. Wir schauen in diesem Heft einmal besonders auf Systeme, die es nur selten zu sehen gibt. Den Anfang macht der Kenbak-1, nach Meinung vieler Experten der erste persönliche Computer überhaupt und heute seltener als alle anderen Pioniersysteme der 1970er Jahre. Ebenso wenig bekannt ist der IBM Datamaster, wurde er doch vom kurz danach entwickelten IBM PC durch Konkurrenz aus dem eigenen Hause überrollt. Auch den Tatung Einstein bekommen interessierte Ausstellungsbesucher selten zu sehen und große Systeme aus der mittleren Datentechnik oder den Anfängen grafischer Benutzeroberflächen auch nicht. Wir stellen diese Systeme vor und werfen auch einen Blick auf einen modernen Rechner, der das Zeug zum Klassiker hat: Der Sony Vaio S 3D.

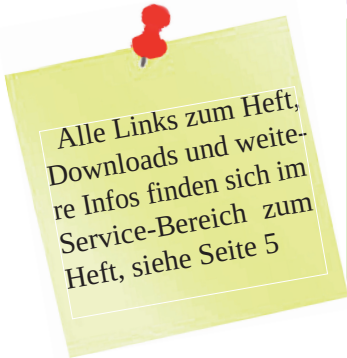
Außerdem setzen wir in diesem Heft die Vorstellung von Computer-Experimentierkästen fort, die wir in der LOAD#10 begonnen hatten. Wir zeigen ausführlich, was es mit dem Kosmos CP1 und dem Busch Microtronic auf sich hat. Apropos Experimentierkästen: Natürlich dürfen auch die Fischertechnik Computing-Baukästen nicht fehlen, die sich an viele klassische Computer anschließen lassen.

Heute denken wir bei portablen Computern an Laptops mit einer Rechenleistung, die früher jedem Rechenzentrum zur Ehre gereicht hätte. Dass dies einmal anders war, zeigen die beiden Vorstellungen der Sharp-Pocket Computer und der Kyocera Portables – es muss nicht immer ein Epson HX-20 sein.

Doch auch die Praxis soll nicht zu kurz kommen. Das ESP-8 Projekt lädt zum Mitmachen ein, ebenso wie Bare Metal Emulatoren des Sinclair Spectrum oder des Commodore 64. Und neben Hardwarethemen schauen wir uns auch das Betriebssystem des Apple /// an und stellen moderne Betriebssysteme für den Schneider/ Amstrad CPC vor.

Viel Vergnügen mit dieser Ausgabe wünscht

Ihr Georg Basse



Inhalt

|                                         |    |                |
|-----------------------------------------|----|----------------|
| readme.txt.....                         | 3  | SERVICE        |
| Veranstaltungen.....                    | 4  |                |
| Kurz berichtet.....                     | 6  |                |
| Foren-Highlights.....                   | 43 |                |
| Der Kenbak-1.....                       | 8  | TITELTHEMA     |
| Micro-Expander mit S-100 Bus.....       | 11 |                |
| Micro Craft Dimension 68000.....        | 14 |                |
| IBM System /23 Datamaster.....          | 18 |                |
| Reparatur des IBM Datamaster.....       | 21 |                |
| Die Pascal Workstation PERQ-1.....      | 24 |                |
| Computertechnik Müller.....             | 26 |                |
| Sony Vaio S 3D.....                     | 29 |                |
| Tatung Einstein TC01.....               | 34 | SYSTEME        |
| Das SOS des Apple ///.....              | 38 |                |
| IBM Terminals.....                      | 44 |                |
| Die Microvax 2000.....                  | 46 |                |
| DEC VAXmate Reparatur.....              | 48 |                |
| NeXTstation Mono ohne Monitor.....      | 50 |                |
| Pocketcomputer von Sharp.....           | 52 |                |
| Kyocera 85 Plattform.....               | 56 | SOFTWARE       |
| Neues von Fluxcopy.....                 | 7  |                |
| Programmiersprache Chip-9.....          | 59 |                |
| BCM64 und Oscar64.....                  | 60 |                |
| FutureOS für Amstrad CPC.....           | 61 |                |
| Schneider CPC Multitasking.....         | 64 | HARDWARE       |
| Das ESP-8 Projekt.....                  | 68 |                |
| Bare Metal Speccy.....                  | 70 |                |
| Kosmos CP1 Lerncomputer.....            | 72 |                |
| Busch Microtronic Lerncomputer.....     | 76 |                |
| Der Microtronic Phoenix.....            | 79 |                |
| Fischertechnik Computing-Baukästen..... | 82 |                |
| Fischertechnik Computing-Interface..... | 88 | AUS DEM VEREIN |
| Treiber für IOMEGA.....                 | 89 |                |
| Neues aus dem Verein.....               | 5  |                |
| Lokale Veranstaltungen.....             | 90 |                |
| Classic Computing 2024.....             | 92 |                |
| Auflösung Kreuzworträtsel.....          | 67 | AUS DEM VEREIN |
| Vorschau.....                           | 94 |                |
| Impressum.....                          | 94 |                |



# Veranstaltungen

## Mai

**Vintage Computing Festival Europe**  
Samstag, 03.05. und Sonntag 04.05.2025

**Lange Nacht der Computerspiele Leipzig**  
Samstag, 10. Mai 2025, 14:00 bis 23:00 Uhr

**Homecon #84**  
Samstag, 10.05.2025 ab 10:00

## Juni

**Alternatives Computer Meeting**  
Freitag 13.06. bis Sonntag 15.06.2025

**HainCon#11**  
Samstag, 14.06.2025 ab 10:00

## August

**Fujijama**  
11.08. bis 17.08.2025

**Retrocomputer-Treff  
Niedersachsen RCT#36**  
Samstag, 16.08.2025 ab 10 Uhr

## Retroolution aka Homecon<sup>2</sup>

16. und 17.08.2025 ab 10 Uhr

## Luhecon XXL

Freitag, 22.08. und Samstag, 23.08.2025 ab 10 Uhr

## XzentriX

Freitag 22.08. bis Sonntag 24.08.2025

## September

**DoReCo Party 16**  
Donnerstag 04.09. bis 07. 09.2025

**Classic Computing 2025**  
Freitag 12.09 bis Sonntag, 14.09.2025

**Haincon#12**  
Samstag, 27.09.2025 ab 10:00

## Oktober

**Retrocomputer Festival HNF Paderborn**  
Samstag, 11. und Sonntag, 12.10.2025

## November

**Retrocomputer-Treff  
Niedersachsen RCT#37**  
Samstag, 15.11.2025 ab 10 Uhr

**Homecon #86**  
Samstag, 15.11.2025 ab 10 Uhr

## Dezember

**Luhecon 26**  
Samstag, 06.12.2025

## Regelmäßige Termine

**Retrocomputing-Abend**  
im neuen Shack jeden zweiten Freitag im Monat  
ab 18:00

**retroComputing am Samstag (CAS)**  
im neuen shack in Stuttgart jeden dritten Samstag  
im Monat ab 15:00

## Adressen und Links

### Alternatives Computer Meeting

Dorfgemeinschaftshaus Groß Brunsrode,  
Dorfstraße 7, 38165 Groß Brunsrode / Lehre

<http://acm.carosign.de>

### AmigaMeeting Neumünster

Kiek in!, Gartenstraße 32, 24534 Neumünster

<http://www.amigameeting.de/>

### Classic Computing 2025

Freiheitshalle Hof, Kulmbacher Str. 4 95030 Hof

<https://www.classiccomputing.org/cc2025/>

### [connected]

Parkstraße 1, 25436 Uetersen

### DoReCo

AWO Dortmund, Syburger Strasse 75, 44265 Dortmund

<http://www.doreco.de/>

### DoReCo Party

Schützenhalle Anröchte, Altenmellrich, Alter Kirchweg 2, 59609 Anröchte

<http://www.doreco.de/>

### HainCon

Alte Schule, Erbacher Straße 1, 64750 Lützelbach-Haingrund

### HomeCon

Alte Schule – Eingang Haggasse – Großer Saal, EG Taubengasse 3, 63457 Hanau (Großauheim)

### Fujijama

Schützenhausweg 11, 08485 Lengenfeld

<http://fujijama.eu/>

### Interface Kiel

Jugendhaus Klausdorf ( 1. + 2. OG), Dorfstraße 101, 24222 Schwentinental/Klausdorf

<https://www.forum64.de/index.php?board/357-interface-kiel>

### Lange Nacht der Computerspiele

LIPSIUS Bau, Karl-Liebkecht Str. 145 in 04277 Leipzig

<https://computerspielenacht.htwk-leipzig.de/computerspielenacht-start>

### LuheCon

Marstall, Schloßplatz 11, 21423 Winsen an der Luhe

<https://www.forum64.de/index.php?board/400-luhecon>

### Retro Daddel Day Wuppertal

Blumenstr. 16, 42119 Wuppertal

<http://www.radioparalax.de/>

### RETROLUTION

Kulturhalle Steinheim, Ludwigstraße 67, 63456 Hanau (Steinheim)

### RETROPulsiv

Hochschule Augsburg, An der Hochschule 1, 86161 Augsburg

[www.hsaugsburg.de/Service/Impressum](http://www.hsaugsburg.de/Service/Impressum)  
anmeldung@retropulsiv.de

### Retrocomputer-Treff Niedersachsen

Freizeitheim Döhren, An der Wollebahn 1, 30519 Hannover

<https://www.classic-computing.org/tag/hannover/>

### Shack - Stuttgarter Hackerspace e. V.

Ulmer Straße 300, 70327 Stuttgart

<https://shackspace.de/>

### Spectromania

Volkshochschule (VHS), Falkstraße 83 / Ecke Zimmermannstraße, 06886 Lutherstadt Wittenberg.

### Spectra!Joyce

Dorfgemeinschaftshaus, 34466 Wolfhagen OT Nothfelden

<https://www.joyce.de/ag/klubtreffen.htm>

### Vintage Computer Festival Berlin

Pergamon-Palais der HU Berlin, Georgenstraße 47, 10117 Berlin

[www.vcfb.de](http://www.vcfb.de)

### VCFe

Mehrzweckhalle des ESV München Ost, Hermann-Weinhauser-Straße 7, 81673 München

<https://www.vcfe.org>

### XzentriX

Seeshaupter Gemeindesaal, 82402 Seeshaupt Ecke Bahnhofstraße - Penzberger Straße (über der Feuerwehr)

[www.xzentrix.de](http://www.xzentrix.de)

## Verein zum Erhalt klassischer Computer e.V.



Liebe Leserinnen und Leser

Erinnerung, so wird gesagt, verklärt den Blick auf das Vergangene und es erscheint positiver, als es tatsächlich war. Für den Rückblick auf das Vereinsjahr 2024 trifft das aber gewiss nicht zu, denn es war tatsächlich ein erfolgreiches Jahr. Der Verein erfreut sich weiterhin steigender Beliebtheit, was sich an mehreren Stellen zeigt. Offenkundig wird dies an den steigenden Mitgliederzahl, die sich (Stand April 2025) bei fast 40 Personen beläuft. Aber auch anderswo fällt der Verein auf: Durch regionale Veranstaltungen, durch rege Diskussionen im Vereinsforum und nicht zuletzt durch die große Jahresveranstaltung, der Classic Computing. 2024 in Pfedelbach nahe Heidelberg abgehalten, konnten etwa 400 Besucher die Exponate von über 70 Ausstellern bestaunen. Auch in der regionalen Presse und dem Regionalfernsehen wurde über dieses Treffen berichtet.

Doch auch im Verein hat sich einiges getan. Mit einem neuen Server und einer entsprechenden Anwendung ist es nun möglich, Workstations und Server von Digital Equipment (DEC) und DEC-NET über das Internet miteinander zu vernetzen. Dieser Dienst steht allen interessierten Vereinsmitgliedern offen. Außerdem wurde 2024 eine Runderneuerung der Server für das Vereinsforum und die Webseiten begonnen, die im Frühjahr 2025 erfolgreich abgeschlossen werden konnte. Damit läuft alles schneller, insbesondere auch für User aus Mobilfunknetzen, die nun auch mit IPv6 Adressen ankommen können.

Auf der Mitgliederversammlung, die auch 2025 wieder online abgehalten wurden, standen turnusmäßig die Wahlen zum Vereinsvorstand an. Ich selbst wechselte aus beruflichen Gründen in die Rolle des 2. Stellvertreters, mir folgt Hans Hübner als 1. Vorsitzender nach. Christian Dirks scheidet ebenfalls aus beruflichen Gründen aus dem Vorstand aus. Unverändert kümmern sich Florian Stassen als Kassenwart, Norbert Kötting als 1. Stellvertreter und Georg Basse als Schriftführer um die rechtlichen und organisatorischen Belange des Vereins.

Mit diesen Neuerungen blickt der Verein optimistisch in das Jahr 2025/2026. Obwohl die Classic Computing in Hof vom 11. bis 14. September 2025 noch ein wenig in der Ferne liegt, haben die Planungen für das Jahr 2026 bereits begonnen. Die Classic Computing 2026 wird vom 08. bis 11. Oktober 2026 in Niedersachsen stattfinden, genauer in Celle – und ist damit aus dem Norden und dem Osten Republik besonders gut zu erreichen.

Was sonst noch im Verein passiert ist, zeigt auch diese Ausgabe der LOAD mit vielen Berichten über die Aktivitäten der Mitglieder beim Erhalt klassischer Computer.

Ihr Stephan Kraus



## Der Service-Bereich zum Heft

Auch zu dieser Ausgabe der LOAD gibt es wieder einen Download-Bereich mit Zusatzinfos zu den Artikeln, Bildern, Software und vielem anderen. Er ersetzt die bisherige CDROM zum Heft und ermöglicht es, gezielt auf einzelne Dateien zuzugreifen. Im Servicebereich sind auch alle Links aus den Artikeln zum

schnellen Anklicken zu finden. Sollten sich Fehler zeigen oder sich Änderungen ergeben, so korrigieren wir die Links während des laufenden Jahres. Im Servicebereich können auch Leser ihre Kommentare und Ergänzungen hinterlegen.

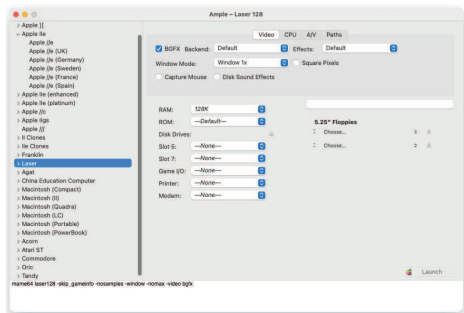
<https://www.load-magazin.de/load11>

Passwort: 11SWLD



## Kurz berichtet

### Neue Version von Ample 0.275



Ample ist eine grafische Benutzeroberfläche für MacOS, die nach Angaben des Autors Kelvin Sherlock eine freundliche Schnittstelle für die MAME-Emulationsplattform bietet. Ursprünglich unterstützte Ample nur Apple- und Macintosh-basierte Emulationen. Die neueste Version von Ample bietet nun auch Unterstützung für Dragon 32, Tandy-Computer, Commodore 64 und BBC Micro sowie eine Vielzahl anderer Retro-Computerplattformen.

Die Ample-Schnittstelle für die MAME-Emulationsplattform unter MacOS wurde aktualisiert. Ample Version 0.275 enthält nun MAME 0.275 und eine Mac Powerbook Duo Unterstützung wurde hinzugefügt.

#### Link

<https://github.com/ksherlock/ample>

### Apple Cassette Project

Das von Brutal Deluxe Software betriebene Apple II Cassette Projekt hat neue Kassetten zu seiner wachsenden Sammlung hinzugefügt. Das Projekt, das nun insgesamt fast 700 Kassetten umfasst, hat sich zum Ziel gesetzt, alle Kassetten mit Software aus den frühen Tagen der Apple II Computerwelt zu sammeln. Zu den neuen Objekten gehören nun auch die IFR Simulator Serie von Programmer's Software Exchange, Othello V von Morgan Software, Clowns und Luftballons von Programma International und der Apple II Makro-Assembler und Texteditor von C. Moser.

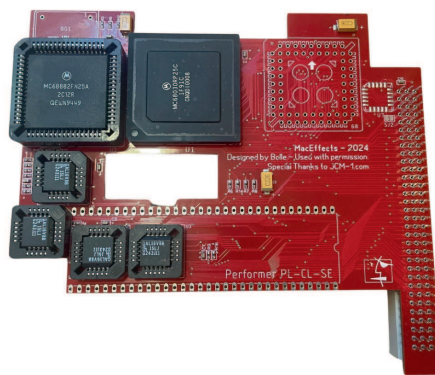
#### Link

<https://www.brutaldeluxe.fr/projects/cassette>

### Neuer Macintosh SE Beschleuniger

MacEffects hat sein neuestes Hardware-Upgrade für Macintosh 68030 Maschinen angekündigt. Der MacEffects Performer Beschleuniger verfügt über einen 68030, der

auf 16 MHz getaktet ist, und einen 68882 FPU (Mathematik-Coprozessor), um die CPU-Leistung und mathematische Berechnungen zu beschleunigen. Das Board soll eine Steigerung der CPU-Leistung um bis zu 300% und der 68882 FPU Leistung um bis zu 800% erreichen.



#### Link

<https://maceffects.com/products/maceffects-performer-pds-68030-accelerator-for-apple-macintosh-se>

### Basic-Mitentwickler Thomas Kurtz verstorben

Thomas Eugene Kurtz, geboren am 22. Februar 1928 in Oak Park, Illinois und als Mitentwickler der Programmiersprache Basic bekannt, ist am 12. November 2024 verstorben. Er promovierte 1956 an der Princeton University in Mathematik und ging dann als Dozent an das Dartmouth College, wo er zusammen mit John G. Kemeny mit Basic (Beginner's All-purpose Symbolic Instruction Code) eine Programmiersprache für Nicht-Informatiker entwickelte. Veröffentlicht wurde Basic schon am 1. Mai 1964 und bald auf verschiedenen Systemen implementiert. Der eigentliche Siegeszug der Sprache begann in den 1970er Jahren als Standardausstattung der jungen Generation der Mikrocomputer. Als Reaktion auf die extreme Zersplitterung in Unmengen an Dialekten brachten die Entwickler schließlich im Jahr 1983 das Entwicklungswerkzeug True Basic auf den Markt. Im Jahr 1993 ist Kurtz in den Ruhestand gegangen und beschäftigte sich hauptsächlich mit Outdoor-Aktivitäten.

#### Link

<https://www.legacy.com/us/obituaries/vnews/name/thomas-kurtz-obituary?id=56769088>

### SCSI2Pi von Uwe Seimet

Uwe Seimet, in der Atari ST/TT Szene als Autor von HDDRIVER bekannt, pflegt mit SCSI2Pi eine erweiterte SCSI/SASI-Geräteemulationssoftware für das PiSCSI/RaSCSI-Board. Sie bietet zusätzliche und verbesserte Geräteemulationen, höhere Übertragungsraten, neue SCSI-Initiator-Modus-Tools, eine SCSI-zu-USB-Bridge und zahlreiche weitere neue Funktionen. SCSI2Pi ist kompatibel mit dem PiSCSI Web UI und der SCSI Control App für Android.

SCSI2Pi emuliert Festplatten, Wechselmedienlaufwerke, MO-Laufwerke, CD-ROM-Laufwerke, Bandlaufwerke (Streamer), Drucker, Netzwerkadapter und eine Echtzeituhr. Die SCSI-zu-USB-Bridge und erweiterte Streamer-Funktionen wie variable Blockgrößen, Navigation und Filemarks. Die Software unterstützt Macs, Atari ST/TT/Falcon030, Amiga, Workstations oder Samplern. SCSI2Pi kann entweder als eigenständiges Programm betrieben werden oder es kann von PiSCSI zu SCSI2Pi gewechselt, indem einfach ein Paket mit den SCSI2Pi-Binärdateien installiert wird.

#### Link

<https://github.com/uweseimet/scsi2pi>

### IcAROS Downloads gesperrt



IcAROS ist ein freies Desktop-Betriebssystem, das auf AROS aufbaut und eine Reimplementierung von AmigaOS auf Intel/AMD PCs darstellt. Es läuft direkt auf der Hardware und nutzt keinen Linux-Kernel oder andere Zwischenschichten. Den Schwerpunkt legt IcAROS dabei auf leichte Installation und eine große Software-Ausstattung. Die Distribution enthält viele vom AMIGA her bekannte Anwendungen und Portierungen aus der Open Source Szene.

Eine unangenehme Überraschung musste Projekt-Maintainer Paolo Besser aber Anfang des Jahres erleben. Er hostet die Projektseite und die Downloads auf der von Google betriebenen Bloggersite blogspot.com. Der Download wurde von Google gesperrt, weil der IcAROS Desktop angeblich gegen Sicherheits- oder sonstige Gemeinschaftsregeln verstößt. Paolo Besser schreibt dazu: „Vielleicht hängt das einfach mit der Tatsache zusammen, dass die Ica-

# Neues von Fluxcopy

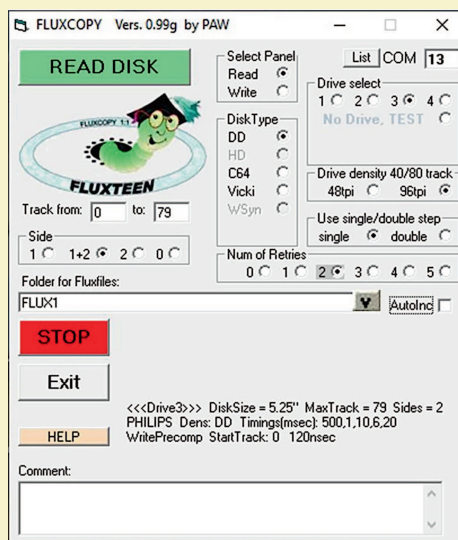
Seit der letzten Ausgabe der LOAD (2024) wurde noch keine neue Version von FLUXCOPY veröffentlicht, es wird aber daran gearbeitet. Voraussichtlich wird es im Sommer 2025 eine neue Version geben. Die letzten Versionen waren FLUXCOPY Version 0.98 mit FLUXTEEN Version 0.82, FLUXDUMP Version 0.70 und FLUXKRYOCONV Version 1.00. Die Features wurden in der letzten LOAD aufgezählt. Die neuen Versionen werden in etwa so aussehen wie in den Abbildungen, die Bedienung ist weitgehend unverändert.

Die meisten Buttons der Programme FLUXCOPY und FLUXDUMP lassen sich mittels Kommandozeilenparametern initialisieren. Dadurch können einerseits Icons am Desktop angelegt werden, zum Beispiel eines für jedes Diskformat. Andererseits könnten die Programme auch mittels BAT-Files aufgerufen werden. Diese Option ist

eher für FLUXDUMP sinnvoll, wenn viele Folder automatisch bearbeitet werden sollen, beispielsweise für den Export von von Binärdateien (paw).

## FLUXCOPY

- v: Öffnet ein Fenster zur Auswahl des Verzeichnisses (innerhalb von FLUXCOPY)
- AutoInc: Erhöht nach Einlesen einer Disk den Foldernamen um 1 (nur wenn die Endung des Folders „@nnn“ ist, z.B. @001 wird zu @002). Das ermöglicht das Einlesen mehrerer Disks, ohne den Folder ändern zu müssen.

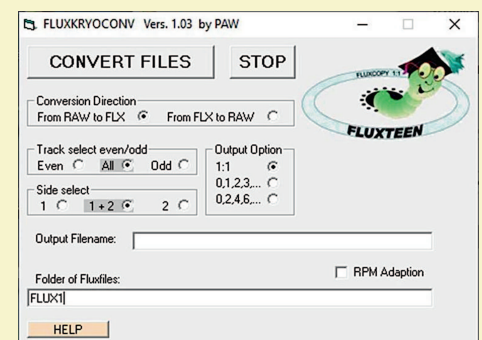
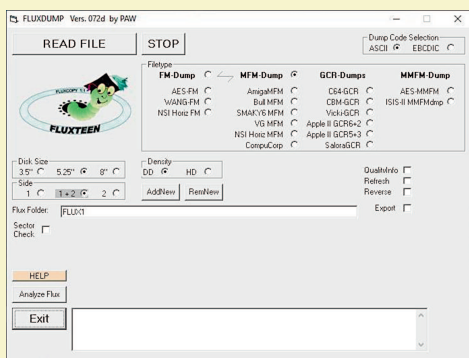


## FLUXDUMP

- AddNew: Hängt den Text „@NEW“ an den bestehenden Foldernamen an, oder entfernt ihn. Das ist hilfreich, wenn Files refresht und auf das neue Verzeichnis zugegriffen werden soll.

## FLUXKRYOCONV

- Bei „RAW to FLX“ lassen sich die Tracks der Quelldaten einschränken. Das ist manchmal hilfreich, wenn beide Seiten eingelesen wurden, aber nur eine gespielt ist.
- Bei „FLX to RAW“ kann die Umdrehungsgeschwindigkeit gewählt werden. Dies ist hilfreich sein, wenn z.B. das Quellaufwerk 600rpm hat, aber FLUXCOPY nur 300 oder 360rpm verarbeiten kann.



ros-Dateien auf einem altmodischen FTP-Speicherplatz mit einfachen HTTP-Links gehostet werden, die auf sie verweisen, oder vielleicht halten sie Icaros wirklich für schädlich, weil es auf dem nackten Metall arbeitet (...). Da ich keine Erklärung von Google Inc. erhalten habe, weiß ich auch nicht genau, welche Community-Regeln durch unser System gebrochen wurden, das übrigens seit mehr als 15 Jahren glücklich hier gehostet wird".

Besser hat gegen die Entscheidung natürlich Einspruch erhoben, jedoch nie eine Rückmeldung erhalten. Er ist sich daher nicht sicher, ob eine Eingabe überhaupt von jemandem gelesen wurde. Dennoch will er sei-



ne Arbeit an Icaros fortsetzen, im gleichen langsamen Tempo wie in den letzten Jahren. Eine Lösung für das Download-Problem war zu Redaktionsschluss noch nicht auszumachen. Paolo Better weist aber darauf hin, dass nach geltendem Recht bereits heruntergeladene ISOs über Torrents und andere Da-

teifreigabesysteme verbreitet werden dürfen, solange sie nicht verändert werden und die Urheberrechte der enthaltenen Software respektiert werden. Die Version 2.2.8 ist über Aminet zu bekommen, auf ArosWorld gibt es auch die späteren Versionen und Patches.

## Links

<http://vmwaros.blogspot.com/2025/01/its-been-long-love-story-but-it-had-to.html>  
[https://aminet.net/package/misc/os/IcarosLive\\_2\\_2\\_8](https://aminet.net/package/misc/os/IcarosLive_2_2_8)  
<https://ae.arosworld.org/index.php?topic=1687.msg18488#new>



# Der Kenbak-1

**N**ach einer Untersuchung des renommierten **Bostoner Computer-museums** wurde der **Kenbak-1** 1986 von einer Gruppe von **Experten der Computerindustrie** als **"erster Personal Computer"** bezeichnet. Auch das **Computer History Museum in Mountain View, Kalifornien**, das **Computer Museum of America in Roswell, Georgia**, das **Deutsche Museum in München** und andere große **Computermuseen** haben ihm dieses **Prädikat** verliehen. **Trotzdem ist er den meisten Computerenthusiasten unbekannt geblieben. Es ist an der Zeit, das zu ändern.**

Der Kenbak-1 wurde 1971 von John V. Blankenbaker mit viel Hingabe entworfen, gebaut und vermarktet, lange bevor Mikroprozessoren verfügbar waren. Obwohl er nur in geringer Stückzahl hergestellt wurde (es wurden nur etwa 52 Stück produziert), hatte er einen bleibenden Einfluss und unterrichtete zahlreiche Schüler. Er war von Anfang an dazu da, Computerkonzepte zu erlernen und Maschinencodes zu programmieren. Mit einem begrenzten Speicher von nur 256 Byte, acht Eingangsschaltern und acht Ausgangslampen erscheint er heute als minimalistisch. Aber sein umfangreicher Befehlssatz und seine Fähigkeiten waren den "großen Computern" jener Zeit ebenbürtig. Er war sogar einfacher zu programmieren als einige der nachfolgenden Mikroprozessoren.

Erste Kunden für den Kenbak-1 waren Bildungseinrichtungen: "Die ersten beiden Kenbak-1-Computer wurden an eine private Mädchenschule auf Hawaii verkauft. Zwei



wurden an eine private Jungenschule verkauft. Vier wurden an eine High School in New York verkauft. Im Ausland wurden sie unter anderem in Mexiko, Kanada, Frankreich, Spanien und Italien verkauft. Mehrere kommunale/technische Colleges kauften einige. Einzelpersonen kauften einige.", so John Blankenbaker in einem Interview. Der Computer wurde durch Anzeigen in verschiedenen Fachzeitschriften beworben. Die erfolgreichste Anzeige – und zugleich die teuerste – war die im Scientific American. Aber auch Anzeigen und Erwähnungen im Amateur Computer Society Newsletter, Computer World, einigen Bildungsmagazinen wie College Management und Nations Schools wurden geschaltet.

### Das Design des Kenbak-1

Für den Benutzer/Programmierer erscheint der Kenbak-1 als eine Speicherbank mit 256 Zahlen je 8-Bit. Einige dieser 256 Speicherplätze haben „Sonderfunktionen“ wie beispielsweise spezielle mathematische Register oder die Ein-/Ausgaberegister. Der Programmierer lud „Maschinencode“-Befehle und Daten manuell mit den Tasten auf der Frontplatte in die gewünschten Speicherplätze. Nach dem Abspeichern des Programms im Speicher wurde die Startposition im „P-Register“

(Speicherplatz 3) festgelegt, die Starttaste gedrückt und das Programm begann.

Der Befehlssatz war für eine einfache Maschine ungewöhnlich umfangreich. Er umfasste die üblichen 8-Bit-Mathematikbefehle (Addieren, Subtrahieren, Komplementieren), Bitmanipulation und -verschiebung, bedingte Sprünge sowie indizierte oder indirekte Speicheradressierung. Es war ein sehr „vollständiger“ Befehlssatz. Tom Crosley, ein früherer Benutzer, meinte, der Befehlssatz sei besser als der der PDP-8 oder des nachfolgenden Intel 8080.

Zu der Zeit, als das Kenbak-1 entworfen und hergestellt wurde, waren Mikroprozessoren noch nicht erfunden. Der Kenbak-1 wurde mit kleinen integrierten Schaltkreisen (Small Scale Integrated Circuits, SSI) der TTL-Chips der Serie 7400 hergestellt, die von Texas Instruments einige Jahre zuvor eingeführt worden waren. Diese Serie enthielt eine breite Palette von Logikbausteinen (UND-, NAND-, ODER-, NOR-Gatter, Flipflops, Latches, Schieberegister, Demultiplexer usw.). Sie wurden mit einer 5-Volt-Spannungsversorgung betrieben und waren von mehreren Herstellern erhältlich.

Eine Zustandsmaschine mit 29 Zuständen steuerte die internen Abläufe. Die Arithmetikeinheit wurde mit einem seriellen Addierer implementiert, bei dem bei

jedem Tick ein einzelnes Bit der Antwort verarbeitet wird. Dies reduzierte die Anzahl der Chips erheblich, allerdings auf Kosten der Ausführungsgeschwindigkeit. Für die Implementierung der Zustandsmaschine, der ALU und der erforderlichen Logik wurden etwa 131 verschiedene SSI-Chips benötigt.

## Arbeitsspeicher

Speicher war in den Computern der damaligen Zeit teuer und komplex und das war ein wichtiger Aspekt. Speicherchips mit wahlfreiem Zugriff gab es nicht, viele Computer und Taschenrechner der damaligen Zeit verwendeten einen „seriellen Speicher“. Glücklicherweise entwickelte Intel zu dieser Zeit einen integrierten Schaltkreis mit 1024-Bit-Schieberegistern, den Intel 1404A. Zwei davon wurden verwendet, um den 256 Bytes großen Speicher zu realisieren. Jedes Mal, wenn eine Anweisung oder Daten in den Speicher geschrieben oder gelesen werden sollten, musste im Durchschnitt 512 Taktzyklen gewartet werden, bis das richtige Byte den Speicher durchlaufen hatte und gelesen werden konnte. John war der Meinung, dass

die langsamere Geschwindigkeit kein Problem darstellen würde und es den Lernenden ermöglichen würde, den Fortschritt der Ausführung ihres Programms zu sehen.

## Der Zustandsautomat

Der Kenbak-1 verwendet einen „Zustandsautomaten“ (oder genauer gesagt eine „Finite-State-Maschine“), um alle internen Schritte zum Laden des Speichers und zur Ausführung von Befehlen zu durchlaufen. Dabei handelt es sich um eine einfache elektronische Schaltung, die aus Logikgattern und einem Zwischenspeicher besteht und sehr leistungsfähig sein kann, fast wie ein „Computer im Computer“. Mit einem Zustandsautomaten können ziemlich komplexe Operationen durchgeführt werden.

Während 5 Bits bis zu 32 Zustände zulassen würden, verwendet der Kenbak-1 nur 29 Zustände. Die Zustände QB bis QF werden hauptsächlich verwendet, wenn die Maschine „angehalten“ ist und die Schalter an der Frontplatte Daten in den Speicher eingeben oder zurücklesen. Die Zustände SA bis SZ

laufen vor allem, wenn ein Programm ausgeführt wird.

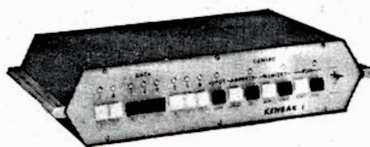
Die Zustandsmaschine des Kenbak-1 nimmt einen großen Teil des Schaltkreises in Anspruch. Tatsächlich werden 31 der 131 IC-Chips in diesem Zustandsautomaten verwendet. Und ganze 4 Seiten des Schaltplans sind allein der State-Machine-Schaltung gewidmet.

## Arithmetikeinheit

Die ALU ist der Schaltkreis, in dem primitive arithmetische oder logische Operationen durchgeführt werden. Ein typischer 8-Bit-Computer ist in der Lage, 8-Bit-Zahlen zu addieren oder zu subtrahieren, Bits nach links oder rechts zu verschieben oder zu drehen und logische UND- und ODER-Verknüpfungen mit 8-Bit-Wörtern durchzuführen.

Das Herzstück des Kenbak-1 ist ein serieller Addierer, der immer nur mit einem Bit gleichzeitig arbeitet. Die Subtraktion erfolgt durch Umwandlung des zweiten Operanden in sein „Zweierkomplement“, wobei jedes

# DIGITAL COMPUTER



## KENBAK-1

FUN EDUCATIONAL

Modern electronic technology created the Kenbak-1 with a price that even private individuals and small schools can afford. The easy-to-understand manuals assume the reader is approaching a computer for the first time. Step-by-step, you can learn to use the computer with its three programming registers, five addressing modes, and 256 bytes of memory. Very quickly you, or your family or students, can write programs of fun and interest.

PRICE \$750.00

KENBAK CORP.  
P. O. Box 49324  
Los Angeles, CA 90049

## John Blankenbaker und die Kenbak Corporation

John Virgil Blankenbaker wurde am 24. Dezember 1929 in einer Bauernfamilie in Oklahoma geboren. Im Winter 1949 begann er als Physikstudent am Oregon State College (heute Oregon State University) mit der Entwicklung eines Rechengerräts. Glücklicherweise hatte John im Sommer 1951 die Gelegenheit, als einer von vier Studenten am SEAC (National Bureau of Standards Eastern Automatic Computer) mit dem dortigen riesigen Computer zu arbeiten.

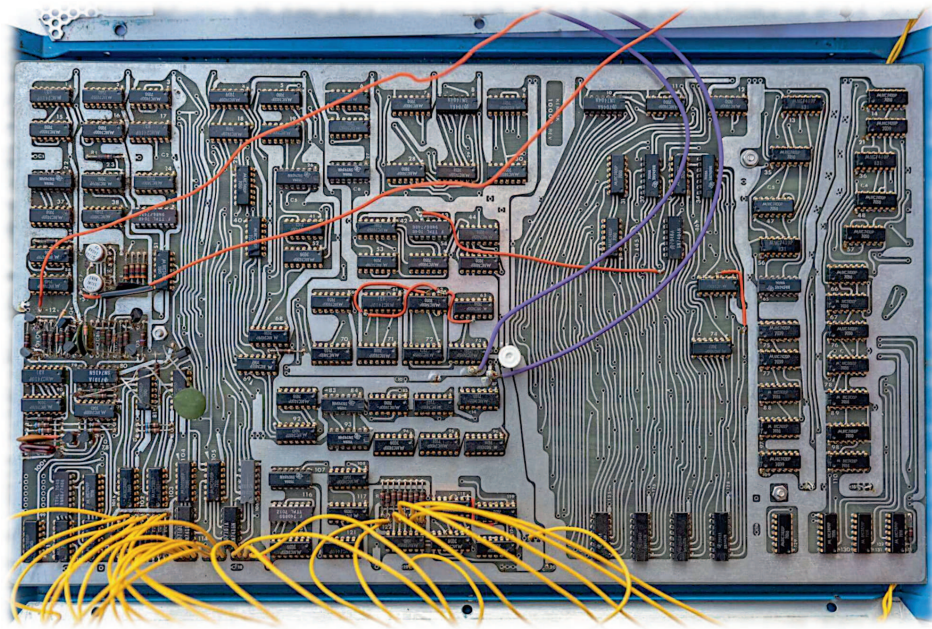
Nach seinem Abschluss an der Oregon State University im Jahr 1952 arbeitete Blankenbaker bei der Hughes Aircraft Company und wurde einer Abteilung zugewiesen, die sich mit digitalen Computern beschäftigte. Um 1963 wurde er von Montgomery Phister angeworben, um für Scantlin Electronics zu arbeiten. John wurde im März 1970 zum „Vice President“ von Scantlin ernannt, aber die Aufsichtsfunktion gefiel ihm nicht. Er verließ das Unternehmen im Herbst 1970 und erhielt ein Abschiedsgeschenk in Höhe von 6.000 Dollar.

Er beschloss, zu untersuchen, wie man einen Computer für den persönlichen Gebrauch herstellen könnte. Mit einem funktionierenden Prototyp suchte er im Herbst 1971 nach Investoren für die Kenbak Corporation. Er fand fünf Investoren, die insgesamt für 20.000 Dollar die Aktien des jungen Unternehmens kauften.

Blankenbaker führte den Kenbak auf Konferenzen für Highschool-Lehrer vor und schaltete Anzeigen in verschiedenen Wissenschafts-, Bildungs- und Fachzeitschriften. Die erste öffentliche Bekanntmachung erschien im Scientific American Anfang September 1971 (Bild links), das Geschäft wurde von Johns Garage in der 12167 Leven Lane in Los Angeles aus betrieben. Allerdings erwies sich im Nachhinein die Wahl der Zeitschrift als unglücklich, da sie von der eigentlichen Zielgruppe kaum gelesen wurde. Er führte seinen Computer sogar im „Homebrew Computer Club“ vor, einem Schmelztigel der noch jungen Mikrocomputer-Szene an der Stanford University in Kalifornien.

Neben einigen technischen Problemen war es der schmerzhaft langsame Verkauf, der dem Unternehmen zum Verhängnis wurde. In den 1970er Jahren machte die Technologie rasche Fortschritte und Zeit war der entscheidende Faktor für den Erfolg im noch kleinen Markt der Mikrocomputer. Der 4004-Mikroprozessor von Intel wurde Ende 1971 eingeführt, gefolgt von den Intel 8008 und 8080. Auch neue Speicherchips kamen schnell auf den Markt. Der Kenbak-1 mit seinem seriellen Speicher und dem Mikroprozessorlosen Design war rasch überholt. Nach dem Verkauf von etwas mehr als 40 Maschinen bis Mitte 1973 schloss die Kenbak Corporation.





**Das Mainboard des Kenbak-1**

Bit invertiert und dann eins addiert wird. Durch die Addition einer Zahl im Zweierkomplement wird diese Zahl effektiv subtrahiert. Komplexere Operationen wie Multiplikation oder Division sind durch Software möglich, die Bits verschiebt und die primitiveren Operationen durchführt. Der ALU-Schaltkreis verarbeitet auch logische AND/OR- und SHIFT/ROTATE-Operationen. Der Nachteil: Das Vorgehen ist langsam – der Kenbak-1 konnte trotz einer Taktrate von 1 Megahertz nur etwa 480 Befehle pro Sekunde (für typische 2-Byte-Befehle) ausführen.

## Das Timing

Um das Timing aller seriellen Bits zu verfolgen, die durch den Schieberegisterspeicher zirkulieren, und die Abfolge der Operationen unter der Kontrolle der Zustandsmaschine durchzuführen, sind Takt- und Timing-Schaltungen erforderlich. Der Kenbak-1 verwendet einen Multivibrator mit zwei Transistoren zur Erzeugung eines Haupttaktsignals (CP) mit einer Frequenz von etwa 1 MHz. Dieser wird in einen Zweiphasengenerator eingespeist, so dass jeder Takt entweder einen F1- oder einen F2-Impuls erzeugt, der vom Schieberegisterspeicher 1404A benötigt wird. Einige haben behauptet, dass sich dadurch die Bitrate halbiert, aber die Schieberegister multiplexen tatsächlich zwei verschiedene Datenströme, so dass bei jedem der beiden Impulse ein neues Bit ein- und ausgeschoben wird und

die Bitrate bei 1 MHz bleibt. Pegelschieber werden benötigt, um die TTL-Pegel in +5 bis -12 Volt-Schwankungen zu übersetzen.

Eine Schaltung teilt diesen 1-MHz-Bit-Takt in separate Signale für jedes Bit in einem 8-Bit-Byte auf. Sie erzeugt ein spezielles C7-Signal, das nach dem letzten Bit eines jeden Bytes ausgelöst wird. Dies wird an vielen Stellen verwendet, beispielsweise als Übergangstakt für den Zustandsautomaten, der sich am Ende jedes Bytes ändern muss. Die Takt- und Zeitschaltungen nehmen nur einen kleinen Teil der Leiterplatte ein.

## Kein Verkaufserfolg

Wie der Kasten „John Blankenbaker und die Kenbak Corporation“ beschreibt, war der Kenbak-1 kommerziell nicht erfolgreich, es wurden nur etwas mehr als 40 Geräte verkauft. Einzelteile aus dem Lagerbestand kamen nach Schließung des Unternehmens in den Verkauf. Von den ursprünglich 52 hergestellten Kenbak-1 gibt es nur noch wenige, und wenn sie zum Verkauf angeboten werden, sind sie teuer. In den letzten Jahren wurde versucht, alle originalen Kenbak-1-Computer aufzuspüren und das mit einigem Erfolg. Die Kenbak-1 Registry listet neben dem Prototyp insgesamt 14 weitere Geräte auf, die in Museen oder bei privaten Sammlern zu finden sind.

Damit erscheint es aussichtslos, einen Kenbak-1 in die eigene Sammlung aufzunehmen.



**John Blankenbaker (2018)**

men. Wohl aber ist es möglich, diesen Computer nachzubauen. Grant Stockly hat einen „Kenbak-1 Series 2“-Bausatz entwickelt und verkauft, mit dem man leicht eine hochwertige Nachbildung herstellen konnte. Der Verkauf wurde zwar um 2008 eingestellt, aber seine Website ist immer noch zu finden und bietet großartige Informationen. Der vielleicht authentischste Nachbau wurde während der Pandemie 2020 von Richard Lynch aus Texas angefertigt, der sogar das lineare Netzteil duplizierte. In jüngster Zeit (2024) hat Artem Kalinchuk in Virginia einen Kenbak-1-Bausatz mit Platine und Teilen hergestellt und hat sogar eine Quelle für das Gehäuse.

Wer also an die Anfänge der Mikrocomputer zurückgehen möchte, kann sich selbst daran machen, eine Replik des Kenbak-1 zu bauen. (gb)

*Grundlage dieses Artikels sind Inhalte der Webseite <https://www.kenbak.com>, Übersetzung mit deepl.com. Der Artikel wurde unter der Creative Commons Lizenz CC-BY-SA 4.0 veröffentlicht.*

## Links

<https://www.kenbak.com/>  
<https://www.kenbak1registry.com/>  
<https://www.vintage-computer.com/machines.php?kenbak1>  
Grant Stockly's Seite zum Kenbak-1 Bausatz:  
<http://kenbakkit.com/>  
Richard Lynch's Nachbau:  
<https://forum.vcfed.org/index.php?threads/kenbak-1-50th-anniversary-this-year.79922/>  
Artem Kalinchuk Nachbau:  
<https://www.kalinchuk.com/product-page/kenbak-1-kit>

Der EXPANDER wurde 1980 von Lee Felsenstein entwickelt, der auch den SOL-20 als Vorgänger des EXPANDER und den Osborne-1 entwickelt hat. Felsenstein ist ein Urgestein der Szene und hat mit dem Homebrew Computer Club an der Stanford University in Kalifornien lange den Schmelztiegel der frühen Mikrocomputer-Entwicklung geleitet.

Die erste Ankündigung der Firma „Micro Expander, Inc.“ erschien im September 1980 und vorgestellt wurde der EXPANDER auf der West Coast Computer Faire im April 1981. Danach gab es noch weitere Ankündigungen und Werbeanzeigen in verschiedenen Zeitschriften. Mit 24 KByte Microsoft BASIC-80 in der Diskettenversion kostete das gute Stück 2.200 US-Dollar – der Focus waren eher Geschäftsanwender als die Selbsterbauer des Computer Clubs. Der Hersteller Manutronics kündigte schließlich im Jahr 1983 den Abverkauf der Restbestände an.

Der EXPANDER ist ein Terminal-Computer, er hat also eine CPU und integrierte Tastatur und Video-Interface – aber nicht mehr. Die notwendigen Erweiterungen wie Speicher und Floppy-Controller kommen über den S-100 Bus. Auf dem Monitor werden 80 Zeichen in 24 Zeilen dargestellt. Das ROM für den Monitor hat eine Kapazität von 4 KByte aufgeteilt in 2 Bänke, das Monitorprogramm belegt aber nur 2 KByte. Die 2 KByte RAM werden hauptsächlich als Video-RAM benutzt. Zusätzlich beinhaltet es die internen Variablen des Monitors, die Scratch-Area und den Stack. Durch die sehr

## Der EXPANDER mit S-100 Bus

# Meine Diva



unkonventionelle Belegung des Video-RAMs sind die freien Bereiche maximal 16 Bytes groß. Das ist für den Stack sehr ambitioniert.

### Mein EXPANDER

Im Januar 2017 hatte ein User im Forum über seine Neuanschaffung des EXPANDER Model 1 berichtet. Nach eher theoretischen Überlegungen, warum der Rechner nicht startet, wurde der EXPANDER zum Verkauf angeboten. Warum auch immer: Der Autor hat zugegriffen. Von einem schnellen Erfolg bei der Inbetriebnahme konnte nicht ausgegangen werden. Der Bildschirm zeigte ein anständiges Bild mit wirren Zeichen. Das deutete auf ein intaktes Video-Interface hin, aber auch auf eine CPU, die nicht oder nicht richtig läuft.

Hier konnte der Einsatz des Logikanalysehilfen. Der Z80 startet bei Adresse 0 und liest dort den erste Opcode. Beim EXPANDER wird nach dem Reset das EPROM bei Adresse 0 eingeblendet und der erste Opcode korrekt ausgeführt. Dieser springt direkt in den Monitor ab Adresse 0xF000. Aber

hier ist der EPROM-Inhalt für den zweiten Opcode nicht sichtbar und die CPU verrennt sich. Die Fehlersuche gestaltete sich sehr aufwendig. Nach wenigen Untersuchungen wurde beschlossen, erst einmal einen Schaltplan anzufertigen, da die Datenpfade sehr undurchsichtig waren. Durch den S100-Bus sind mehrere Datenpfade möglich: Innerhalb des EXPANDER, zum S100-Bus und vom S100-Bus. Damit waren die Probleme aber nicht erledigt. Bei der Verfolgung eines Signals zeigte sich vor und nach einem Inverter der gleichen Pegel. Aber nicht das IC war defekt, es hatte keinen Kontakt nach GND und somit keine Spannungsversorgung. Das erste Nachlöten brachte kurzzeitig Besserung, aber wenig später half auch das nichts mehr. Nach dem Auslöten des ICs war ein Haarriss erkennbar – keine vertrauenswürdige Verbindung.

Da die drei Platinen (Mainboard, S100-Board, Power-Board) beim Zusammenbau immer mechanische Spannungen hatten, ersetzte bald eine flexible Verbindung die starre Kopplung. Beim Entlöten der Stiftleiste des S100-Boards zeigten sich komische Rin-

**The Expander S-100 System**

The S-100 Expander microcomputer is built around a Z80 microprocessor. The system has keyboard, video and interrupt circuitry, a real-time clock, parallel printer and RS-232C interfaces, and color capabilities. There is an 80 by 24 screen format, upper- and lowercase, 4 K-byte ROM (read-only memory) monitor, 64 K bytes of programmable memory that's expandable to 512 K, and a tone generator with an internal speaker. The system comes with Microsoft's 24 K BASIC-80 on disk and 10 K BASIC-80 on cassette. All CPM and MP/M software



Circle 535 on inquiry card.

written for the Z80 and other Z80 operating systems will run on the Expander. Additional slots are provided for more S-100 boards. An external video monitor is required. The price is under \$2200 from Micro-Expander Inc., 6835 W Higgins Ave., Chicago IL 60656, (312) 792-1196.

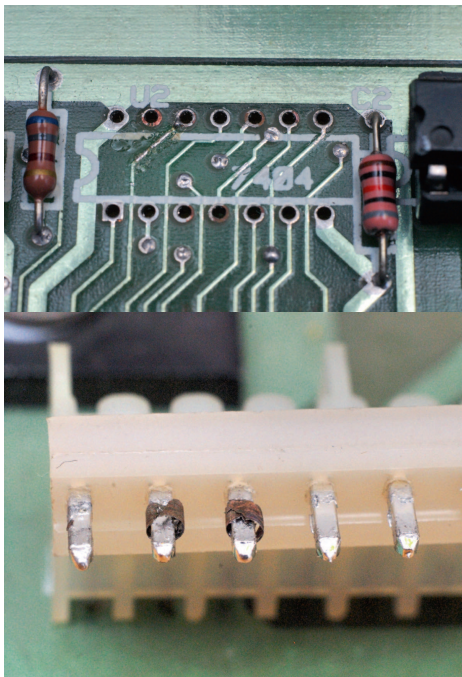
**Pressehinweis auf den EXPANDER**  
aus BYTE Ausgabe 8 (1981)





Lee Felsenstein mit den von ihm entwickelten Computern (Sol-10, EXPANDER und Osborne-1)

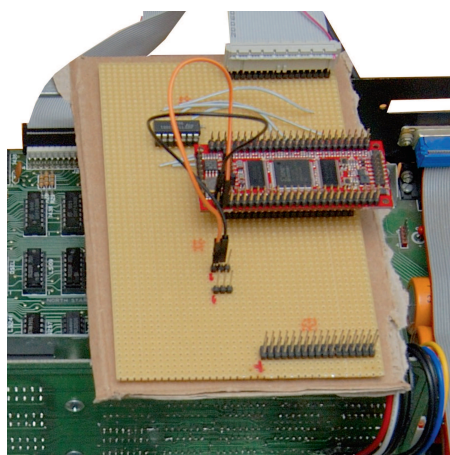
ge um die entlötetten Stifte. Es waren die Durchkontaktierungen der Bohrungen, die sich von der Platine gelöst haben. So etwas sieht auch der erfahrene Elektroniker eigentlich niemals – noch eine nicht vertrauenswürdige Verbindung. Doch nach rund drei Wochen anstrengender Arbeit lief der EXPANDER.



Keine sichere Verbindung: Haarrisse und gelöste Durchkontaktierungen

## CP/M anpassen

Aber nur den Monitor mit Hexdumps zu bemühen, rechtfertigt den Aufwand nicht. Software musste also her. CP/M wäre eine schöne Sache, doch: Woher nehmen? Nach einiger Zeit wurde klar, dass das CP/M-BIOS aus zwei großen Teilen besteht: Der Teil für Ein- und Ausgabe über Konsole und ähnliche Schnittstellen und der Teil mit allen Routinen für die Floppy. Der Konsolen-Teil ist relativ einfach selbst zu erstellen, denn beim EXPANDER liegen wesentlichen Teile im ROM. Der Floppy-Teil ist deutlich komplizierter, weil hierbei der Floppy-Controller richtig angesprochen werden muss und die physikalischen Parameter der Flop-



Der Floppyemulator mit dem GODIL Board

py zu berücksichtigten sind. Am Besten ist es also, ein CP/M zu nehmen, das für den gleichen Floppy-Controller geschrieben ist, der auch in den EXPANDER passt. Im EXPANDER ROM gibt es Einsprungpunkte für einen NorthStar-Controller und einen Micropolis-Controller. Glücklicherweise war ein NorthStar Floppy-Controller für hartsektorierte Disketten leihweise aufzutreiben.

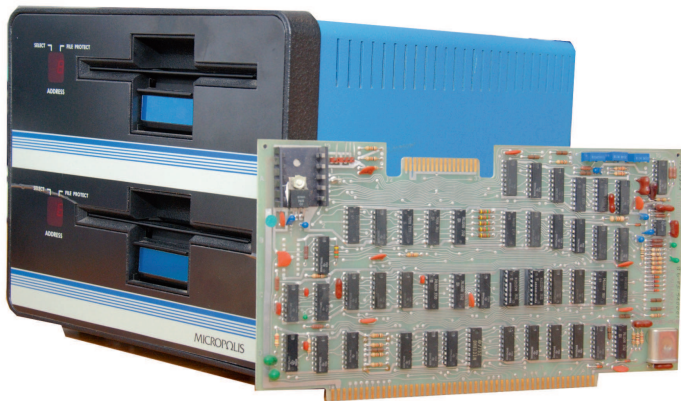
Im Internet ließ sich dann auch der NorthStar Horizon finden, der ebenfalls den NorthStar Floppy-Controller benutzt und für den es ein CP/M Diskimage gibt. Dieses Diskimage wurde anschließend zerlegt. Wo das CP/M selbst liegt, ist allgemein bekannt und die Bestandteile ebenso, daher war das CP/M-BIOS schnell gefunden. Nach dem Disassemblieren und einer gründlichen Analyse wurde der Konsolen-Teil an den EXPANDER angepasst und der Floppy-Teil unverändert gelassen.

## Das Floppy-Problem

Jetzt stand also ein CP/M zur Verfügung, das in ein Floppy-Image gepackt werden konnte. Und schon offenbarte sich das nächste Problem: Wie wandert das Image auf eine echte Floppy Disk? Zwar existieren zahlreiche Floppyemulatoren, diese unterstützen aber nur softsektorierte Disketten und keine hartsektorierten. Also war wieder Handarbeit gefragt. Das GODIL ist ein FPGA-Board, das für den Ersatz nicht mehr beschaffbarer komplexer Bausteine entwickelt wurde. Damit lassen sich ICs mit bis zu 48 Pins im 600 mil Raster ersetzen. Für den GODIL hat der Autor eine Schaltung entwickelt, die ein Floppy-Laufwerk beim Lesen emuliert. Es geht darum, die Daten zum Booten des CP/M aus dem emulierten Floppy-Laufwerk zu lesen und damit das CP/M starten kann. Schreiben auf das emulierte Floppy-Laufwerk war nicht vorgesehen und auch nicht nötig. Wenn das CP/M läuft, ist das System und die Dateien auf eine zweite echte Floppy Disk zu installieren. Von dieser lässt sich dann mit einem realen Laufwerk erneut booten – das Ei-Henne-Problem ist gelöst.

Im Jahr 2020 schließlich tauchte ein Micropolis System auf, bestehend aus dem Doppelfloppylaufwerk 1053 II und Controller. Dies ist der zweite Controller, den der Monitor unterstützt. Auch hier handelt es sich um hartsektorierte Disketten und die Probleme waren die gleichen wie beim NorthStar. Beim CP/M gab es sogar Auswahl zwischen





## Die Micropolis-Doppelfloppy mit Controller für den S-100 Bus

Vector Graphics als Computerhersteller und Lifeboat als Drittlieferant – beide hatten ein CP/M für Micropolis. Da Micropolis die Sektoren anders speichert, war der Floppyemulator wieder umzubauen. Anschließend wieder das CP/M zu sezieren, zu ändern und neu zusammenzubauen war mit der gesammelten Erfahrung eigentlich mehr Arbeit als Herausforderung.

## Fazit

Der EXPANDER ist ein Grundsystem, das sich durch den S100-Bus sehr flexibel und individuell erweitern lässt. Für den S100 gab es damals fast alles an Erweiterungen, ähnlich wie heute mit der USB Schnittstelle. Auch wenn der EXPANDER bei jeder Ausstellung zur Diva wird, ist es doch schön, ihn gefunden und wieder zum Leben erweckt zu haben. Und das richtige Betriebssystem läuft auch.

## Links

<https://forum.classic-computing.de/forum/index.php?thread/3077-mein-neuestes-etwas/&postID=106620#post106620>  
<https://forum.classic-computing.de/forum/index.php?thread/10794-micro-expander-angeblich-trs-80-kompatibel/>  
<https://forum.classic-computing.de/forum/index.php?thread/12157-micro-expander-model-1-mit-netzteil-110v-und-64k-ram/>  
<https://www.micro-expander.funkenzupfer.de>  
[https://en.wikipedia.org/wiki/Micro\\_Expander](https://en.wikipedia.org/wiki/Micro_Expander)

## A PROFESSIONAL COMPUTER for the price of a personal computer

At last, a professional computer that doesn't cost more than a personal computer. It's called the Expander, and it's easy for beginners to understand, yet capable of the most complex tasks for your business needs. As a business computer, the Expander can also be used as a word processor, can display graphics in 256 colors, and handle numerous program languages. The Expander accommodates many existing peripherals, making it the most flexible professional computer on the market today.... and all for the price of a personal computer. The Expander may well be exactly what you are looking for in a computer, but, until now, you haven't been able to find.

### EXPANDER HELPS YOU TAKE CARE OF BUSINESS

The Expander can help you with all your business needs: Speed up customer service. Avoid hiring extra clerical help. Set up close inventory controls. Produce accurate, timely and complete management reports. Make billing easier. Monitor receivables and payables. Tap underdeveloped profit centers. Free staff from routine tasks for more important jobs. The Expander can help you make dramatic improvements in all these areas!

### EXPANDER CAN BE USED FOR WORD PROCESSING

The Expander also works as a word processor, with a high quality typewriter-style keyboard. Any experienced typist will feel comfortable with the Expander. It's as simple as working with an ordinary typewriter! There are several different word processing programs available for use with the Expander.

### EXPANDER IS EASY TO UNDERSTAND

The Expander has been designed for easy use, because a computer is only as useful as your ability to understand it. The Expander is very easy to understand, with an easy-to-read instruction book. You will start learning how to program in BASIC within 10 minutes. Try it for yourself at an Expander dealer. You'll be surprised!

### EXPANDER CAN USE MANY LANGUAGES

The Expander can use many different program languages: BASIC, PASCAL, FORTRAN, COBOL, APL, ALGOL, C, MACRO and many more that run under CP/M format. If you use a special program language, the Expander is likely to fit your needs.

### EXPANDER DISPLAYS GRAPHICS IN 256 COLORS

The Expander can display your graphics in any or all of 256 colors, all selectable in either BASIC or the system monitor, making it easy for a programmer who wants graphics in many colors. S-100 boards are also available to plug into your Expander for very high-resolution graphic needs.

### EXPANDER COMPATIBLE WITH MANY PERIPHERALS

The Expander is a S-100 (IEEE-696) compatible computer, and gives you the widest choice of boards and peripherals available. As a result, the Expander can be used for many applications not previously considered for small computers. For example, controlling very large inventories, communicating intensively with other computers, and monitoring a sophisticated burglar alarm or heating/air conditioning system in several different locations.



### EXPANDER DOESN'T NEED A TERMINAL

The Expander, unlike other more expensive professional computers, doesn't need a separate terminal. This gives you important advantages: faster operation, less cost, and less space.

### EXPANDER AND ALL THIS

- 24K Microsoft BASIC-80 (CP/M disc version)
- 10K Microsoft BASIC-80 (cassette tape version)
- High quality typewriter-style keyboard
- Built-in separate calculator keypad
- 2 user-programmable function keys w/4 functions
- 4 cursor control keys
- Screen format: 80 Characters/line—24 lines
- Characters in both upper and lower case
- 4K ROM operating system
- 64K RAM memory
- Parallel printer interface (industry standard)
- S-100 Bus (IEEE-696) w/4 slots
- CP/M compatibility
- Z80 A processor (3.58 MHz)
- Real-time clock
- RS 232 Serial Interface
- Cassette tape interface
- Video output & color graphics in 256 colors
- Complex-tone generator w/internal speaker
- Expandable to 512K of memory!



## Includes 64K of RAM

Dealer inquiries  
invited.

**EXPANDER™**



**MICRO-EXPANDER INC.**  
1088 S. Milwaukee Ave.  
Wheeling, IL 60090  
(312) 520-1400

Aus: Infoworld Ausgabe 08/1981

## Über den Autor

Florian Stassen ist begeisterter Hobby-Elektroniker und engagiert sich im Verein zum Erhalt klassischer Computer e.V. als Kassenwart.



<https://aicomictfactory.com/de>

Wir suchen interessante Artikel rund um klassische Computer – sprechen sie mit uns: [redaktion@load-magazin.de](mailto:redaktion@load-magazin.de).



# Einer für Alle

**S**pringen Sie doch einmal gedanklich zurück in das Jahr 1984 – welchen Computer würden Sie kaufen? Einen Apple II, den bewährten 8-Bit Computer mit der großen Software-Palette? Trotz seines Charmes ist das Gerät doch eigentlich veraltet. Oder einen CP/M Rechner mit einer ebenso großen Software-Palette? Als 8-Bit Rechner ist auch dieser Computer veraltet und CP/M für die neuen Motorola 68000 Prozessoren hat noch Ecken und Kanten. Oder einem IBM PC oder XT? Mit 16-Bit Prozessor und MS-DOS zwar „up-to-date“, aber viele ältere Software läuft nicht darauf und ob Portierungen kommen, kann niemand so recht sagen. Kaufen Sie doch besser einen Dimension 68000 von der Micro Craft Cooperation – denn der kann alles das in einem Gerät!



Bevor wir uns diese Wundermaschine näher anschauen, sei die Geschichte des Herstellers kurz beleuchtet. Der Dimension 68000 ist in erster Linie die Idee von Mike Carpenter, dem ehemaligen Präsidenten von Scientific Machines, einem Unternehmen, das wissenschaftliche Instrumente herstellte. Die Entwicklung des Computers begann mit der Gründung der Micro Craft Corporation in Dallas, Texas, im November 1981. Der Dimension 68000 sollte der Inbegriff eines „kompatiblen“ Computersystems sein – Interoperabel zwischen allen gängigen Computerplattformen, mit einem leistungsstarken Mikroprozessor und einem Design, das die Maschine niemals altern ließ. Wichtigste Entwicklung dabei ist ein Bussystem, das alle relevanten Leitungen herausführt und für Steckkarten zugänglich macht. Carpenter und seine Mitarbeiter entwickelten Karten für die Emulation des Apple II, einer CP/M 8-Bit Maschine und dem IBM PC.

Die Auslieferung des Dimension 68000 begann im Oktober 1983, das Basisgerät mit einem Motorola 68000 und CP/M 68k kostete bei Markteinführung 3.995,- US-Dollar. Für ein Paket mit allen drei Emulationskarten waren schon 6.250,- US-Dollar fällig. Über ein Netz von höchstens 90 Händlern konnten 1983 etwa 250 Geräte in den USA verkauft werden. 1984 wurde der Computer weltweit eingeführt und dann auch in England und Kanada verkauft. Micro Craft gab an, im Jahr 1984 allein 50.000 Anfragen potentieller Käufer erhalten zu haben.

### Die Hardware

Was konnte der Käufer nun für den üppigen Preis erwarten? Zunächst einmal ein solide aufgebautes Desktop-Gerät aus Metall, das funkentstört ist und je nach Ausbaustufe über 12 Kilogramm auf die Waage bringt. An der Front finden sich zwei 5,25-Zoll-Diskettenlaufwerke in halber Bauhöhe und eine Reset-Taste. Sie kann per Software

deaktiviert werden, um eine versehentliche Betätigung zu verhindern. Auf der Rückseite des Hauptgeräts sind Blenden für sechs Erweiterungskarten vorhanden, außerdem ein serieller RS-232-Anschluss, ein Centronics-Parallelanschluss, der Tastaturanschluss, ein Joystick-Anschluss und die Composite-Video-Ausgangsbuchse. Strom erhält das Gerät aus einem 15 Ampere Schaltnetzteil.

Die Hauptplatine ist ein Multilayer-Board mit vier Lagen, die sich auf der Unterseite des Gehäuses befindet und über sechs Erweiterungssteckplätze verfügt. Die CPU ist ein mit 8 MHz getakteter Motorola 68000, dem in der Standardkonfiguration 256 KByte RAM in Form von DIP Modulen zur Verfügung stehen und das auf 512 KByte aufgerüstet werden kann. Zusätzlicher Speicher kann nur auf Erweiterungskarten installiert werden – eine maximal 16 MByte RAM fassende Karte wurde 1984 angekündigt. Das 8 KByte große ROM enthält den Bootstrap-Code, das BIOS der Dimension 68000 und grundlegende Diagnoseprogramme. Alle Chips auf der Hauptplatine sind gesockelt und nicht gelötet.

Der Dimension 68000 verfügt in der Standardausführung über zwei 5,25-Zoll 40-Spur-Diskettenlaufwerken in halber Bauhöhe. Zwei weitere 5,25-Zoll-Diskettenlaufwerke oder eine Festplatte (mit Zusatzcontroller) können rechts davon eingebaut werden. Der Diskettencontroller ist ein NEC 765-Chip, der zahlreiche Diskettenkodierungsschemata unterstützt und Disketten für die Emulationsmodi IBM PC und CP/M-80 lesen und formatieren kann. Die Apple II-Emulation benutzt hingegen einen eigenen Diskettencontroller auf der Apple II Emulationskarte. Ein auf der Systemdiskette enthaltenes Dienstprogramm ermöglicht es den Diskettenlaufwerken auch, Disketten zu lesen, die in IBM PC CP/M, der TRS-80-Reihe, allen Kaypro-Computern und Single-Density-Laufwerken von Cromemco- und Osborne-Computern formatiert sind.

Der Display-Ausgang des Dimension 68000 in der Grundausstattung erzeugt ein Composite-Videosignal sowohl für Grafiken als auch für Text. Die Textausgabe reicht von 20 x 20 Zeichen bis zu 100 x 50 Zeichen, die horizontale Auflösung für Grafiken ist auf 525 Zeilen NTSC-Video begrenzt. Später kam auch eine RGB-Erweiterungskarte auf den Markt.

## Die Emulationen

Im hinteren Teil des Motherboards finden sich sechs Slots mit jeweils 86 Pins, die Zusatzkarten für die unterschiedlichen Rechnerarchitekturen, aber auch die oben genannten Controller und Grafikkarten aufnehmen können. Die Slots bieten Zugang zu den 16-Bit-Daten- und dem 24-Bit-Adressleitungen des Motorola 68000 und den Signalleitungen (DMA, Interrupts). Diese Architektur macht es den Emulationskarten möglich, Betriebssystem und Programme selbst auszuführen. Der Hauptprozessor kümmert sich um Hintergrundprogramme und bedient einige Interrupts sowie die Bildschirmausgabe.

Micro Craft bot zur Markteinführung des Dimension 68000 drei Emulationskarten an, nämlich eine für den IBM PC Modus, eine Apple II-Emulationskarte und eine CP/M-Karte für Zilog Z80-basierte Maschinen wie den Kaypro und den Osborne 1. Um in eine der Emulationen zu booten, ist jeweils eine dafür passende Masterdiskette nötig. Der Benutzer erzeugt diese aus der mitgelieferten Master-Systemdiskette. Diese Diskette gehört in Laufwerk B und die Systemdiskette des Dimension 68000 in Laufwerk A. Am Systemprompt wird dann beispielsweise B: IBM eingegeben, um in den IBM-PC-Emulationsmodus zu booten. Beide Disketten können dann aus den Laufwerken entfernt

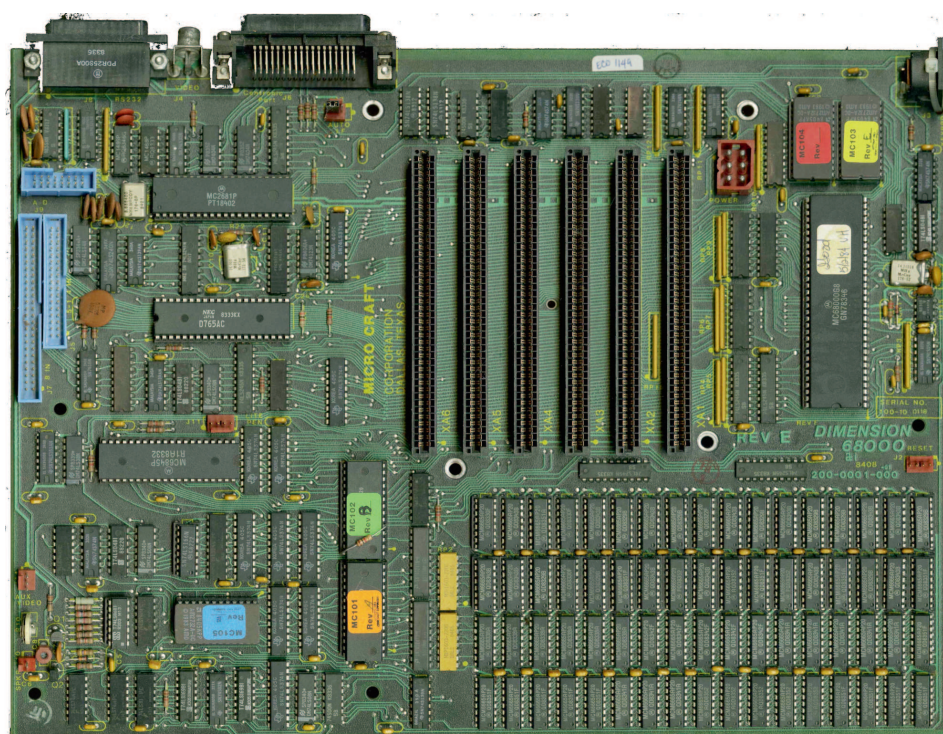
und spezifische IBM-PC-Software geladen werden. Eine Beschreibung der drei Emulationskarten findet sich auf der nächsten Seite.

## Native Software

Als natives Betriebssystem des Dimension 68000 findet sich enthalten CP/M 68K auf der Systemdiskette, eine Portierung von Digital Research CP/M für den Motorola 68000. Die mit dem Dimension 68000 gelieferte Version von CP/M 68K enthält das Dateübertragungsprogramm PIP, den Debugger DDT-68K, das Dateisystem-Statistikprogramm STAT, einen Motorola 68000 C-Compiler, einen Linking Loader und einen 68000 Assembler.

Ebenfalls im Paket enthalten war der BASIC-Dialekt Unibasic, eine Entwicklung von RD Software aus Dallas speziell für die Dimension 68000. Es wurde für den Motorola 68000 entwickelt und nutzt den gesamte 16 MByte Adressraum. Es ist sehr eng an Applesoft BASIC angelehnt: So erwarten die PEEKs und POKEs für die Manipulation von Druckern, Videoanzeige und Tastatureingabe jeweils Speicheradressen, die identisch mit denen von Applesoft für solche Geräte sind.

Software von Drittanbietern hingegen waren rar: Cademic, Inc. veröffentlichte im Mai 1984 das Softwarepaket CLYDE (Custom



Das Motherboard des Dimension 68000



Logic You Design Easily) für den Entwurf von VLSI-Schaltungen. Die PROCAD Workstation Software bestehend aus der Software für den Platinenentwurf, einem Autorouter und einer Überprüfungssoftware für die Schaltungen wurde von Micro Craft im Bundle mit einer passend ausgestatteten Dimension 68000 angeboten. Der Preis: Satte 17.995 US-Dollar. Außerdem waren Fortran 77, Pascal und CBASIC Entwicklungsumgebungen verfügbar. Unter UNIX gab es ebenfalls Fortran und Pascal, aber auch ADA und Cobol sowie Informix als Datenbank-Engine und zwei Tabellenkalkulationsprogramme.

### Ein kurzes Leben

Doch der große Markterfolg blieb aus, was teilweise am hohen Preis, teilweise an Produktmängeln lag. Denn die Vollausstattung war teurer als ein IBM PC Clone, ein Apple II Clone und ein billiger CP/M Rechner zusammen. Und CP/M-68 als Single User Betriebssystem war auch kein Kaufanreiz, ein Unix Betriebssystem war für den Dimension 68000 lange nicht in Sicht. Probleme gab es außerdem mit dem Floppyzugriff unter CP/M 68k – Benchmarks bescheinigten

Floppy-Zugriffen die dreifache Dauer im Vergleich zum Zugriff aus der IBM PC Emulation heraus. Auch mit der Zukunftssicherheit war es nicht weit her. Unter PC-DOS 1.x lief der Microsoft Flugsimulator, PC-DOS 2.0 konnte nicht einmal starten.

Micro Craft ging Anfang 1985 in den Konkurs und wurde Mitte des Jahres verkauft. Das neue Unternehmen vertrieb den Dimension 68000 im Jahr 1986 weiter, dann übernahm eine in Arkansas ansässige Holding das Unternehmen und führte es ab 1987 als Dimension Electronics weiter. Es folgte eine neu gestaltete Version des Computers in Form des New Dimension 68000. Für diesen wurde dann auch eine Portierung von AT&T UNIX System V angeboten: Zusammen mit einer 60 MByte Festplatte, Controller, 2 MByte RAM und einem passenden Monitor sollte das Einzelplatzsystem etwa 9.000,- US-Dollar kosten. Die 5-User Variante schlug mit 14.900,- US-Dollar zu Buche, eine 9-User Variante bereits 24.995,- US-Dollar. Beide konnten über eine zusätzliche serielle Schnittstelle 5 oder 9 Terminals versorgen. Aber auch dem New Dimension diesem war nur ein kurzes Leben vergönnt und der Computer verschwand bald

wieder vom Markt. Wer also einem solchen Rechner findet, hat ein ganz besonderes Sammlerstück.

### Links

[https://en.wikipedia.org/wiki/Dimension\\_68000](https://en.wikipedia.org/wiki/Dimension_68000)

Weitere Informationen zum Micro Craft Dimension 68000 finden sich im Servicebereich zu dieser Ausgabe (siehe Seite 5).

### Über den Autor

Georg Basse beschäftigt sich beruflich mit Informationssicherheit und ist begeisterter Sammler alter Computer. Besonders interessieren ihn die Betriebssysteme und grafischen Oberflächen der Rechner.

# DIMENSION. THE MOST POWERFUL, MOST COMPATIBLE PERSONAL COMPUTER YOU CAN BUY.

Introducing the capability the world has been waiting for. A single personal computer able to handle Apple, IBM, TRS-80, UNIX and CP/M-based software.

The Dimension 68000 Professional Personal Computer does it all. It actually contains the microprocessors found in all of today's popular personal computers. And a dramatic innovation creates the environment that lets these systems function merely by plugging in the software.

Add to this the incredible power of a 32 bit MC 68000 microprocessor with up to 16 megabytes of random access memory. You have the machine that easily meets today's needs. And tomorrow's. It's the only practical way to upgrade without the need to recreate your data base.

Dimension. At about the same price as the IBM PC, it's obviously the best value you can find. For more information ask your dealer or call us at (214) 630-2562.



A product of Micro Craft Corporation, 4747 Irving Blvd., Suite 241, Dallas, Texas 75247. ©1983  
Apple is a registered trademark of Apple Computer, Inc.; IBM is a registered trademark of International Business Machines Corporation; TRS-80 is a registered trademark of Radio Shack, a Tandy Corporation company; UNIX is a trademark of Bell Laboratories, Inc.; CP/M is a registered trademark of Digital Research Corporation.  
Circle 301 on inquiry card.





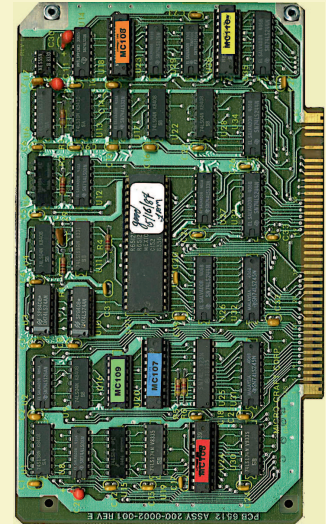
## Apple II Emulation

Die Apple-II Karte nutzt einen MOS 6512, der im Gegensatz zum MOS 6502 des echten Apple II einen externen Taktgeber nutzt – ein Aufbau, der besser für Multiprozessor-Designs geeignet ist. Die Karte enthält auch den Floppy-Controller; diese ist Halbspur-fähig und kommt mit kommerzieller Software zu recht, die entsprechende Kopierschutzverfahren verwenden.

Der Apple-Modus erfordert eine eigene Kopie eines Betriebssystems wie Apple DOS oder ProDOS. Der Applesoft BASIC Interpreter kann die gesamte BASIC-Syntax nutzen und alle PEEKs und POKEs korrekt verarbeiten. Zusätzlich emuliert die Karte einen kom-

pletten Satz von Apple-II-Peripheriekarten: In Slot #0 befindet sich die 16-KByte Language Card, in Slot #1 die Parallelkarte, in Slot #2 die serielle Karte, in Slot #3 die 80-Spalten-Textkarte, in Slot #6 der Floppy-Controller mit zwei angeschlossenen Apple-Diskettenlaufwerken und in Slot #7 ein Festplatten-Controller.

PR#3 schaltet also in den 80-Zeichenmodus, PR#1 reicht Ausgaben an die serielle Schnittstelle des Dimension 68000 durch.



## IBM PC Emulation

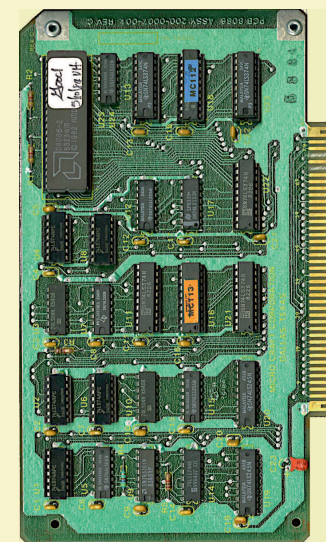
Die IBM-PC Karte trägt einen mit 7,3 MHz getakteten Intel 8086, ist also etwas weniger als doppelt so schnell wie der 4,77-MHz-Intel 8088 des IBM-PC. Diese höhere Taktfrequenz gleicht den Geschwindigkeitsnachteil durch Software-Emulation und Interrupt-Verarbeitung durch den Motorola 68000 aus und führt zu einer mit dem Original-PC vergleichbaren Geschwindigkeit.

Das Standard-IBM-Emulationsprogramm auf der IBM „Emulation Master“-Diskette emuliert einen IBM PC mit einem CGA-Monitor. Es gibt weitere Emulationsprogramme: IBM-GRF40 emuliert eine CGA Textausgabe mit 40 x 25 Zeilen, IBMMONO eine MDA Ausgabe mit 80 x 25 Zeichen ohne Grafiken darstellen kann. Das dritte Emulationsprogramme (IBMEXP18, Version 1.18) bietet einen experimentellen „erweiterte“ IBM-Emulationsmodus mit direkter Ein/Ausgabe und erweiterten

Möglichkeiten der RS-232-Schnittstelle.

Alle vier Emulationsprogramme nutzen standardmäßig die maximal mögliche Menge an RAM, abzüglich eines Teils, der für die Emulationssoftware reserviert ist. Bei der Ausführung von IBM (CGA, 80 x 25 Text) auf einem Rechner mit 512 KByte RAM bleiben beispielsweise 412 KByte für die virtuelle Maschine verfügbar.

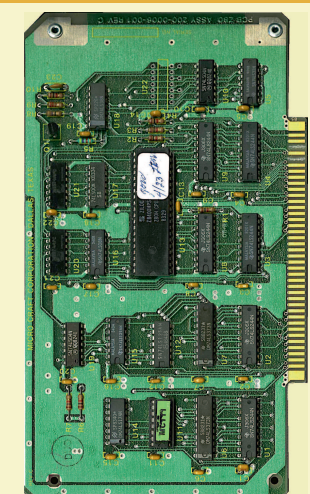
In einer README-Datei auf Diskette zur IBM-PC-Karte sind bekannte Fehler aufgelistet. Dazu gehört die fehlende Unterstützung für den Joystick-Anschluss, keine direkte I/O zum NEC 765 und Kanal 2 des PC-Lautsprechers funktioniert nicht. Im November 1984 hatte die Karte immer noch keine Unterstützung für Kanal 2 des PC-Lautsprechers. Dies führt zu fehlerhaftem Verhalten in soundfähigen Spielen wie dem Microsoft Flugsimulator.



## CP/M Emulation (Kaypro, Osborne 1, Cromemco)

Die CP/M-Karte läuft mit einem 4-MHz-Zilog Z80A und wurde mit einer Version von CP/M 2.2 für den Z80 geliefert, einschließlich des Handbuchs von Digital Research. Die vier Emulatorprogramme auf der „Emulation Master“-Diskette, die der CP/M-Karte beiliegt, unterstützen nur die Adressierung von bis zu 64 KB RAM, zwei doppelseitige 40-Spur-5,25-Zoll-Diskettenlaufwerke, die parallele Schnittstelle für Drucker und das ADM-3-Display-Terminal und seine Klone. Die Emulatoren bilden dabei den Kaypro II (KAYPRO), den

Osborne 1 (OSBORNE) und die S-100-basierten Cromemco-Computer (CROMEMCO) nach. Der vierte Emulator, CPM80, emuliert eine generische Z80-basierte CP/M-Maschine. Sie ist der einzige Emulator, der Laufwerksbuchstaben jenseits von B: unterstützt, einschließlich C: bis K: (J: wird jedoch übersprungen), wobei K: ein RAM-Laufwerk ist. KAYPRO, OSBORNE und CROMEMCO unterstützen nur die Laufwerksbuchstaben A: und B:





# Das vergessene System

**E**r ist das fehlende Glied in der Entwicklung des Personal Computers, die Brücke zwischen den 8-Bit Mikrocomputern der 1970er Jahre und dem IBM PC. Mit den Abmessungen eines Minis und einem Gesamtgewicht von 43 kg stieg der Datamaster in den Ring. Er sollte die Maschine sein, die den Apple II mit Leichtigkeit K.O. schlägt – stattdessen ging er selbst in der ersten Runde auf die Bretter. Aber Vorläufer des IBM 5150 PC leitete der Datamaster einst die Standardisierung von Computern für zu Hause und im Büro ein – schauen wir uns diesen "missing link" in der Evolution der Personal Computer einmal gründlich an.



Das Projekt begann 1978, als IBM erkannte, dass sich eine neue Front auf dem Computermarkt aufgetan hatte, an der sie nicht beteiligt waren. Es handelte sich um den Mikrocomputermarkt, das untere Ende der Computerbranche. Das Unternehmen erkannte, dass andere Unternehmen wie Apple in kürzester Zeit riesige Gewinne erzielten, und natürlich wollte auch IBM seinen Anteil am Kuchen haben. Also wurde beschlossen, eine Gruppe von Ingenieuren zu versammeln, um einen Computer zu bauen, der Apple aus dem Geschäft drängen sollte. Aus diesem Grund musste er bestimmte Eigenschaften aufweisen:

- Er musste erweiterbar sein
- Er musste BASIC ausführen
- Er musste ein Acht-Bit-Computer sein
- Er musste nicht oder nur wenige kundenspezifische Teile verwenden
- Er musste monochrom sein, da er für Büros gedacht war.

Und unter diesen Bedingungen entschieden sich die Ingenieure für die MCS-85-Familie von Prozessoren und Peripheriegeräten – wahrscheinlich, um die Entwicklung späterer Geräte zu erleichtern. Der Prototyp des nun System/23 genannten Computers war bald fertig, wurde aber von den meisten Führungskräften als Scherz abgetan. Sie erklärten, dass IBM kein Spielzeug herstellen würde. Das Projekt wurde jedoch fortgesetzt und die Hardware war Mitte bis Ende 1979 fertig. Aufgrund einer späten Entscheidung der Unternehmensleitung musste jedoch das BASIC des System/23 mit dem BASIC des System/34 zusammengelegt werden. Diese Entscheidung sollte sich als fatal für die Maschine erweisen, da sie sich dadurch um mehr als ein Jahr verzögerte.

### Markteinführung

Das System/23 kam 1981 für etwa 9000 Dollar auf den Markt, aber es gab zwei Probleme. Das erste Problem war, dass der Com-

puter gemessen Maßstäben von 1978 zwar eine nette Maschine war – doch zwischenzeitlich hatte sich der Markt weiterentwickelt. Damit war das System bereits bei der Einführung veraltet. Das zweite Problem wurde zum Verhängnis: Dieselben Ingenieure, die die Hardware entwickelt hatten, wurden für ein anderes Projekt rekrutiert: Den 5150 PC, der nur zwei Wochen nach dem Datamaster angekündigt wurde. Der PC war leistungsfähiger als das System/23, da er eine 16-Bit-CPU besaß und von Haus aus in der Lage war, mehr Speicher zu adressieren. Außerdem ist der PC eine ASCII-Maschine und nutzt nicht wie Datamaster EBCDIC und seine Spezifikationen und Dokumentation waren offen. Der Preis war auch nur halb so hoch wie der des System/23, weshalb der Datamaster nur sehr geringe Verkaufszahlen verzeichnete.

Trotzdem wurde das Gerät etwa fünf Jahre lang angeboten; es gab zwei Modelle und einige Peripheriegeräte. Das am häufigsten anzutreffende Modell ist das 5322, das ein All-in-One-Design ist. Das andere Modell ist der Tower Modell 5324, aber es wurde aufgrund der geringen Verkaufszahlen sehr bald eingestellt und dem Verfall überlassen.

## Die Hardware

Der Datamaster benutzt keine ASICs auf seiner Platine, was ihn zunächst als einfach reparierbar erscheinen lässt. Um jedoch das Schicksal von Apple mit seinen Klonen zu vermeiden, hat sich IBM die Zeit genommen, die Beschriftung jedes einzelnen integrierten Schaltkreises auf den verschiedenen Platinen zu entfernen und auf diesen eine eigene Teilenummer anzubringen – mit Ausnahme des Floppy-Controllers.

Der Mikroprozessor ist ein 8085 von Intel, nicht mehr und nicht weniger. Eine Zeit lang hieß es, er sei mit 4,77 MHz getaktet, aber das ist falsch: Jemand hat anscheinend in Wikipedia einfach die Mikroprozessorfrequenz des IBM-PCs weitergegeben. Mit Hilfe von Experimenten ließ sich feststellen, dass der richtige Takt bei 6,14 MHz liegt. Dieser geht aufgrund der Beschaffenheit des Prozessors auf 3,07 MHz als effektive Betriebsfrequenz herunter.

Außerdem herrscht Verwirrung über die Menge an ROM, die ein Datamaster auf seiner Hauptplatine aufnehmen kann. Einige Quellen (einschließlich des Service-Handbuchs) geben an, dass der Computer 112 KByte Festspeicher hat, während die zu-

nächst gesehenen Geräte 128 KByte hatten. Später fanden sich einige frühe Varianten, die tatsächlich zwei ROMs weniger hatten, also auch 112 KByte. Interessanterweise ist die Programmierung clever genug, um festzustellen, ob ein ROM vorhanden ist oder nicht und wenn es vorhanden ist, ob es fehlerhaft ist. Ursprünglich einmal forcierte Korrekturen der Angaben sind also an dieser Stelle zu relativieren.

Es gab noch einen weiteren Mythos über diesen Computer: Seine integrierten RAM-Schaltungen sollen als “piggy back” ausgeführt worden sein, um ihm Redundanz zu verleihen. Doch bei einer Untersuchung der Speicherkarte des Autors zeigte sich, dass die Speicher DIP-18 ein Pinout besitzen, das dem des TMS4116 sehr ähnlich war. Vom Entwickler eines Testers für alte Speicher (“slabby”), der ein Experte auf diesem Gebiet ist, kam der Hinweis auf den TMS4132. Dieser hat den gleichen Chip wie der TMS4116, aber andere Pinbelegungen und ist für eine “piggy back” zur Verdoppelung der Kapazität konzipiert. Später wurden diese Chips durch den TMS4332 ersetzt, also den gleichen Speicher, den auch der Apple /// verwendet. Es handelt sich also nicht um Redundanzen, sondern um zwei verschiedene Chips, die gestapelt wurden, um mehr Arbeitsspeicher zu bieten. Die Speicherkarte und ihre Anschlüsse sind so konstruiert, dass sie erkennen können, ob eine Karte vorhanden ist und ob es sich um 32 oder 64 KByte handelt. Der Computer kann mit 32 bis 128 KByte RAM in 32 KByte-Schritten ausgestattet werden. Die meisten Geräte, die ich beobachten konnte, haben jedoch 64 KByte. Der 4332 fand seinen Weg in den IBM-PC-Prototyp und wurde im Endprodukt in einigen Speichererweiterungskarten beobachtet.

Der Computer hat vier Register zum Auslagern von Speicher. Das erste dient zum Auslagern des RAM-Bereichs von C000h bis FFFFh, wenn DMA arbeitet, das letzte Register dient zum Auslagern des ROM-Bereichs von 4000h bis 7FFFh. Die beiden anderen Register nutzt der Datamaster zum Auslagern desselben RAM-Bereichs wie zuvor, aber durch die CPU und beim Lesen beziehungsweise Schreiben. Auf diese Weise kann der Mikroprozessor Inhalte von einer Seite des RAM in eine andere kopieren. Theoretisch kann der Computer mehr als 256 KByte RAM in seinem ausgelagerten Segment verarbeiten, aber aufgrund von Handshaking-Mechanismen in den Speicherkarten-

steckplätzen ist die Kapazität auf 128 KByte beschränkt.

## Video-Subsystem

Das Video-Subsystem ist ein Tandem aus einem Intel 8275 CRTC und einem 8257 DMAC. Der Computer war auch für die Verwendung mit einem optischen Stift vorbereitet, aber es ist nicht bekannt, ob überhaupt einer produziert wurde und ob einer überlebt hat, sollte es ihn gegeben haben. Auf jeden Fall verfügt der Datamaster auch über einen Mechanismus, um einen Stift während der Tests zu simulieren. Der Computer startet nicht, wenn das Dummy-Lichtstiftsignal nicht in dem entsprechenden Bildschirmzeichen erkannt wird. Einige der Zeichen werden anscheinend nicht vom ROM, sondern vom 8275 selbst erzeugt. Das Zeichengenerator-ROM ist übrigens eine Bank, die acht verschiedene Zeichensätze unterstützt, darunter auch das japanische Katakana.

## Tastatur

Die Tastatur ist eine der häufigsten Fehlerquellen bei diesem Computer und Schuld am berüchtigten Fehler 35. Sie besteht aus einer kapazitiven Matrix, die von einem 8048 und einem Leseverstärker angesteuert wird, also genau wie die Tastaturen des Modells F. Tatsächlich ist der Aufbau fast derselbe wie beim IBM PC, mit der Ausnahme, dass dies die einzige Tastatur der Familie mit einer parallelen Schnittstelle zum Computer ist. Dies ist das Ergebnis der Verwendung eines 8255 PPI im Eingabemodus 1 als Tastaturschnittstelle. Es gibt einen Dummy Read während des IPL, mit dem der Computer feststellt, eine Tastatur installiert ist und ob eine Taste klemmt. Wenn dies der Fall ist, zeigt der Computer den Fehlercode an und bricht den Bootversuch ab. Außerdem gibt es eine versteckte Taste, mit der festgestellt werden kann, ob der Tastaturdeckel geöffnet ist.

Es ist erwähnenswert, dass die meisten Interrupts von einem Intel 8259 verarbeitet werden und dass es einen 8253 PIT wie im PC gibt. Es scheint jedoch, dass die Ingenieure mit der letztgenannten Komponente nicht vertraut waren. Anstatt den Gate-Eingang zur Deaktivierung bestimmter Takte zu verwenden, haben sie sich dafür entschieden, einen Eingangstakt zu deaktivieren oder ein Ausgangssignal zu maskieren. Außerdem steuert der Datamaster im Gegensatz



zum PC das Refresh-Signal der Speicher nicht mit dem PIT, sondern mit einem 8202/8203. Im Gegensatz zum PC verwendet der Datamaster einen Intel 8251 als serielle I/O-Schnittstelle für die Kommunikation mit dem Drucker. Es gibt kein anderes serielles Gerät in der Basiseinheit. Alle anderen I/O-Geräte auf der Karte sind drei 8255 PPI, die die Tastatur, den Diagnoseanschluss, DIP-Schalter und Handshakes verwalten.

## Diagnose

Die Diagnoseschnittstelle des Computers besteht aus einer Stiftleiste, die lediglich den Inhalt eines Ports eines 8255 im Modus 0 ausgibt. Sie wird in Verbindung mit einer lange verlorenen Sonde verwendet, die sich später neu bauen ließ. Sie zeigt lediglich die während des IPLs ausgeführten Tests in einen Hexadezimalcode an. Es gibt eine Tabelle, um diese Fehlercodes in die Fehlerursache zu übersetzen. PID-1200, der Satz von Anweisungen und Prozeduren, die zum Testen der Maschine dienen, wurde von der damaligen Programmierung vereinfacht und zu dem, was wir heute als POST kennen.

## Erweiterungen

Es gibt Karten, die als Erweiterungen für diesen Computer dienen. Erzählungen zufolge soll es bis zu 25 Karten gegeben haben. Erwähnenswert ist auch, dass der Erweiterungsbus des Datamaster fast unverändert auf den IBM 5150 PC portiert und später zum ISA-Bus standardisiert wurde. Leider steht dem Autor nur die Controller-Karte für das Diskettenlaufwerk zur Verfügung. Bisher konnte nur ermittelt werden, dass sie einen NEC 765 und einen Intel 8048 verwendet. Als Diskettenlaufwerke wurde 8 Zoll Modelle eingesetzt, die Computer wurden entweder ohne oder mit ein oder zwei Laufwerken ausgeliefert.

## Das Netzteil

Ein weiterer interessanter Aspekt der Hardware ist das Netzteil. Es ist geradlinig, schwer und riesengroß. Aber es hat ein Signal, das auch der PC kennt und jetzt in jedem ATX zu finden ist: Das „Power good“ und „Power OK“-Signal. Dieses Signal geht nur dann auf High, wenn das Netzteil stabile Ausgänge hat und eine Verzögerung verstrichen ist. Dieses Signal ist direkt mit dem „Reset in“-Pin der 8085-CPU verbunden. Dies ermöglicht der CPU einen Reset, sowie eventuell

mit „Reset out“ und TRAP, Fehler in der Stromversorgung zu erkennen, abzustürzen und eine Meldung anzuzeigen. Der Stromversorgungsstecker ist ein MOLEX mit vier Reihen und drei Spalten. Er fand seinen Weg in den 5150-Prototyp, wurde aber zu einem späteren Zeitpunkt verworfen, höchstwahrscheinlich aufgrund zu hoher Reibung beim Einstecken. Der Tastenstift stammt ebenfalls aus dem Datamaster; der Stecker wurde einfach linearisiert.

## Die Diskettenlaufwerke

Zum Schluss sei noch das wohl am meisten anachronistische Merkmal des Datamasters hervorgehoben. Als alle bereits 5,25 Zoll Diskettenlaufwerke verwendeten, entschied sich IBM für 8 Zoll Laufwerke. Je nachdem, wie viel der Kunde zu zahlen bereit war, konnte der Datamaster mit keinem oder zwei Diskettenlaufwerken mit einfacher oder doppelter Dichte ausgestattet werden. Dieser Schritt war als eine Art Kompatibilität mit anderen IBM-Computern gedacht. In der Tat waren es möglich, auf IBM-Minis wie dem System/34 oder System/36 geschriebene Disketten mit dem System/23 zu lesen – oder zumindest ein Directory anzuzeigen. Der Datamaster war der Computer, der das Vertrauen von IBM in den NEC 765 begründete, der später im IBM PC und sogar in der AS/400 eingesetzt wurde. Diese Verwendung erfolgte, da der 765 mit dem System/34 formatkompatibel ist, was auch im Datenblatt vermerkt ist.

## Die Software

Über die Software kann derzeit nur wenig gesagt werden, da die Erforschung hier noch im Gange ist. Während die Hardware auf Langlebigkeit ausgelegt und sehr robust gebaut ist, ist die Software mit Ausnahme der Diagnosefunktionen völlig kryptisch. Alles ist so kodiert, dass ein Handbuch erforderlich ist, um verstanden zu werden. Wenn die Software einen Fehler findet, muss die Taste „Reset Error“ gedrückt werden, bevor wieder Eingaben möglich sind.

Was das BASIC betrifft, so scheint es eine sehr vollständige Version zu sein. Immerhin war das BASIC der Grund, warum der Datamaster fast zwei Jahre lang in der Entwicklungshölle feststeckte. Diese Version der interpretierten Programmiersprache ist riesig – nach den ROMs zu urteilen 112 bis 128 KByte. Es könnte quellkompatibel mit

dem System/34 sein, obwohl eine Bestätigung noch aussteht. Möglicherweise gibt es auch Spuren von Fortran, um Entwicklern bei der Entwicklung von Bildschirmen zu helfen. Es gibt auch keine Low-Level-Aufrufe wie Peek oder Poke. Hier sei daran erinnert, dass IBM so weit ging, die Komponentenreferenzen auf der Karte zu kodieren. Benutzer sollten die Hardware nicht auf eine Art und Weise benutzen, die nicht beabsichtigt war – die Verwendung ist also starr.

Übrigens kann der Computer Disketten nicht selbst formatieren. Stattdessen wurde die abscheuliche Entscheidung getroffen, die Disketten-Utilities selbst auf eine Diskette zu packen. Das bringt eine Menge Probleme beim Formatieren, Kopieren, Zusammenführen und so weiter mit sich. Bisher ist es uns noch nicht gelungen, eine Diskette mit dem System/23 zu formatieren.

## Zukunftsperspektiven

Seien wir ehrlich: Die Zukunft für den Datamaster sieht düster aus. Von Hardwarefehlern bis hin zu Goldgräbern, die Material aus der Hardware ziehen – die Anzahl noch vollständiger Geräte reduziert sich weiter. Solange es noch funktionierende Geräte gibt, ist es an der Zeit, Backups zu machen und so viel wie möglich zu dokumentieren, damit die Geräte in Zukunft noch repariert werden können. Hoffentlich hilft die Entwicklung von Patches und anderen Lösungen bei der Diagnose und Reparatur von nicht mehr funktionsfähigen Geräten. Hoffentlich können irgendwann alle verlorenen ROMs wiederhergestellt werden. Glücklicherweise hat sich eine kleine, aber engagierte Gemeinschaft um diesen Computer gebildet. Mit ein bisschen Glück wird diese gemeinsam in der Lage sein, diesen Computer lange genug zu erhalten, um ihn an die nächste Generation weiterzugeben.

## Über den Autor

Jaume López ist 29 Jahre alt und stammt aus Andorra, wo er bis heute lebt. Er sammelt aus Familientradition schon ein halbes Leben lang Computer. Seit 2016 ist er in der deutschen Szene aktiv. Besonders interessieren ihn der Triumph-Adler Alphatronic P2 und der IBM System/23 Datamaster.

## Ein IBM System/23 Datamaster wird gerettet

# Nur nicht aufgeben

**D**as IBM System/23 Datamaster war nicht sonderlich erfolgreich und wurde deshalb auch nicht oft verkauft. Entsprechend schwierig sind Gebrauchtgeräte aufzutreiben und meist sind sie dann in einem beklagenswerten Zustand. Doch eine Restauration ist möglich – aber der Aufwand ist hoch.



Unser Gerät befand sich in Santa Coloma de Gramenet (Katalonien, Spanien) und wurde über eine Gebrauchtkauf-App erworben. Es hatte einige durchgebrannte Sicherungen und leuchtete beim Einschalten nicht auf. Später stellten wir fest, dass ein Kondensator in der DRAM-Karte defekt war. Wir standen also vor dem Dilemma, die Karte so zu lassen, wie sie ist, und einen Nachbau mit moderneren Komponenten zu bauen oder die defekten Kondensatoren zu ersetzen. Nach vielen Diskussionen fiel die Entscheidung auf den Austausch der Kondensatoren.

Unser Gerät hatte auch einen Fehler 35 auf dem Diagnosebildschirm. Das bedeutete, dass die Tastatur betroffen war. Als allererstes überprüften wir den Kabelbaum und stellten fest, dass eines der Kabel einen losen Stecker hatte. Nachdem das Problem behoben war, konnten wir zum ersten Mal BASIC eingeben.

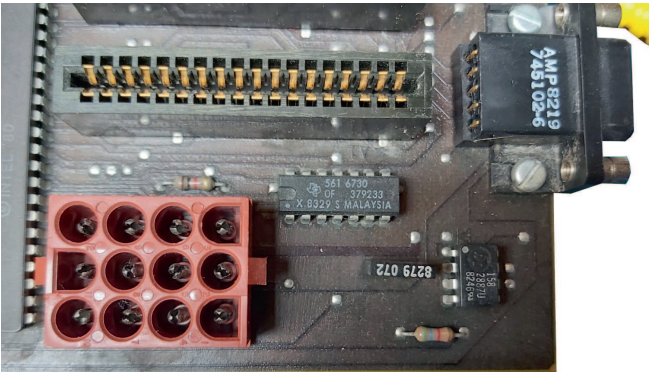
Wir waren sehr glücklich über den Zustand unseres Datamasters, so dass ich wusste, dass es Aufgaben zu erledigen gab, bevor es zu spät war.

### Analyse

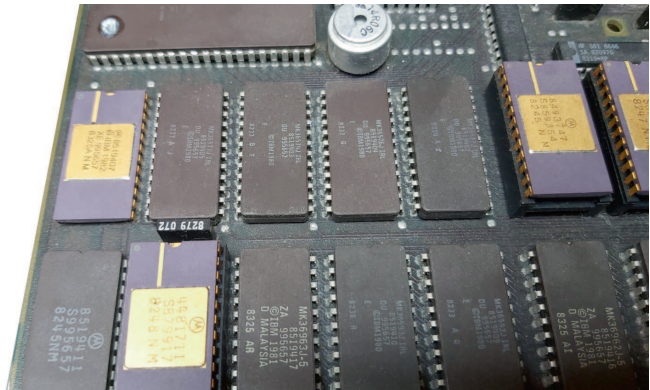
Und so begann die Untersuchung des Rechners. Das allererste, was ich tat, war, jedes einzelne ROM des Computers auf der Hauptplatine auszulöten und seinen Inhalt zu kopieren. Eine der häufigsten Ursachen für den Ausfall von System/23-Geräten sind sterbende ROMs. Also sicherten wir eine Kopie, bevor die Speicher kaputt zu gehen beginnen. Bis heute ist noch keiner unserer Originalspeicher ausgefallen, aber in 5 oder 10 Jahren – wer weiß. Das bedeutet, dass einige Hardware-Patches für den Computer entwickelt werden mussten. Es wurde ein einfacher Patch für die beiden ersten Speicher entwickelt, eine Lösung für die Banked Memory ist noch in der Entwicklung.

Wir haben auch den Mikrocontroller der Tastatur ausgelötet und sein Programm kopiert. Wie bereits erwähnt, ist die Tastatur einer der Hauptgründe dafür, dass das System/23 zu einem Briefbeschwerer wird. Die Gefahr eines nicht ausgelöteten Mikrocontrollers in der Tastatur war mir also sehr bewusst. Leider haben wir aufgrund einer Fehlidentifikation einen Mikrocontroller in der Floppy-Controller-Karte übersehen.

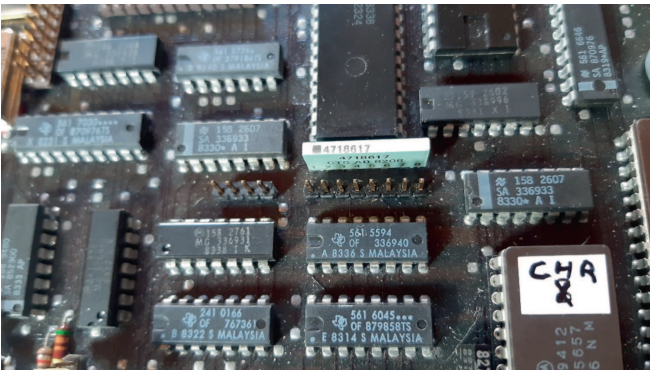




Die Molex-Steckverbindung für den Stromanschluss vom Netzteil



IBM hat die Beschriftung der ROS Speicher durch eigene Teilenummern ersetzt. Die Identifikation der Bauteile ist dadurch erschwert.



Einige der Diagnose-Chips

| Die Spezifikationen des IBM System/23 Datamaster |                                       |
|--------------------------------------------------|---------------------------------------|
| CPU                                              | Intel 8085                            |
| CPU Taktfrequenz                                 | 6.14 MHz (effektiv 3.07 MHz)          |
| RAM                                              | 32 KByte bis 128 KByte inkl. 32 KByte |
| BASE ROM                                         | 112 KByte / 128 KByte                 |
| Video Device                                     | Intel 8275                            |
| DMA Device                                       | Intel 8257                            |
| Timer Device                                     | Intel 8253                            |
| Interrupt Controller Device                      | Intel 8259                            |
| FDC Device                                       | NEC 765                               |
| Serial Communications Device                     | Intel 8251                            |
| Sound                                            | Interner Beeper                       |
| Weitere Devices                                  | 3 x Intel 8255                        |
| Page size                                        | 16 KByte                              |
| ROM Pages                                        | 17 (all nutzbar)                      |
| RAM Pages                                        | 17 (davon 8 benutzbar)                |

Von dort aus wurde unser Gerät für lange Zeit zerlegt und für Studien und Experimente verwendet. Ich extrahierte Teilschaltpläne der Maschine, die mir halfen, sie besser zu verstehen, und lernte so viel über das Diagnosesystem, wie ich konnte.

### Dokumentation der Erkenntnisse

Von diesem Zeitpunkt an schrieb ich einen Artikel auf meiner Website über den Datamaster. Bis heute ist er die vollständigste Analyse dieses Systems und er gibt Auskunft über Architektur, Ports, Interrupts und so weiter. Außerdem habe ich in vielen Foren Threads eröffnet, in der Hoffnung, so viele Benutzer wie möglich zu versammeln. Bisher ist es mir gelungen, eine kleine Gemeinschaft von Besitzern dieses Geräts aufzubauen, und ich helfe ihnen bei der Reparatur. Nicht alle Geräte sind leicht zu reparieren, aber ich habe geholfen, zumindest ein paar wieder zum Laufen zu bringen.

Ich habe diese Verbindungen auch genutzt, um nach ihrer Firmware zu fragen, da ich wusste, dass es mindestens zwei Hauptversionen der Firmware gab und nur eine zu diesem Zeitpunkt vollständig erhalten war. So konnte ich aus den Dumps von fast allen eine Tabelle erstellen, und wir haben mindestens fünf verschiedene Versionen der Software dokumentiert. Eine davon ist die v1.01, die dem ursprünglichen Datamaster mit 14 ROMs entspricht.

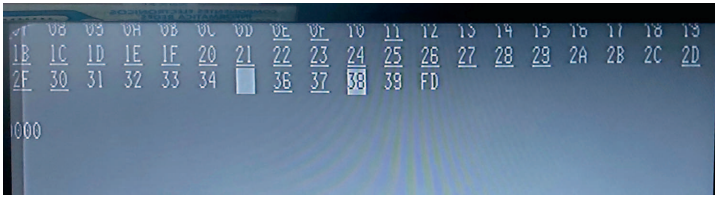
### Der Emulator und der Klon

Dann habe ich versucht, so viele Mythen wie möglich aufzuklären, indem ich meine Website als Referenz verwendete. Das gelang mir bei Wikipedia für die Sprachen, die ich beherrschte. Die Bitte um Hilfe bei der Korrektur von Artikeln in einer Sprache, die ich nicht beherrschte oder nicht kannte, führte aber zur Rückmeldung, dass meine Daten nicht überprüft werden könnten. Viele der Ingenieure, die an dem Computer gearbeitet haben, sind aber bereits tot oder haben eine Geheimhaltungsvereinbarung unterzeichnet. Mir wurde klar, dass die einzige Möglichkeit zur Überprüfung der technischen Daten und Spezifikationen darin bestand, einen Emulator zu bauen. Wenn ich die Original-ROMs verwendete und die emulierten Ports wie vorgesehen funktionierten, bedeutete dies, dass die auf meiner Website angegebene Funktion korrekt war.

Und so begann ich um Weihnachten 2024 mit der Programmierung eines Emulators auf der Basis von MAME. Ich begann mit der Definition einer hexadezimalen Anzeige, der 8085-CPU, zwei 8255 und dem ROM. Von da an fing ich an, Dinge hinzuzufügen und das Modell zu verkomplizieren. In nur drei Wochen hatte ich den Diagnosebildschirm erreicht. Etwa zwei Wochen später erreichte ich die BASIC-Eingabeaufforderung. Zwei weitere Wochen vergingen, und die Tastaturimplementierung war ausgereift genug, um Befehle einzugeben und sie auszuführen. Leider kann ich die Entwicklung des Emulators in nächster Zeit nicht fortsetzen, da mein Board wieder eingebaut ist. Sobald ich jedoch wieder Zugang habe oder mir ein anderes Board zulege, plane ich, die Diskettenlaufwerkskarte zu emulieren und somit Disketten-Images in die Emulation laden zu können.

Um unabhängig vom Original-Board zu sein, habe ich beschlossen, einen eigenen Klon zu bauen. Es funktioniert noch nicht, aber irgendwann wird es das tun.





**Der Fehler 35 weist auf Probleme mit der Tastatur hin**

## Das Pariser Gerät

Nachdem wir einige Monate lang Kontakt hatten, brachte mir ein anderer System/23-Besitzer aus Frankreich die Logik seines Geräts. Der Computer war völlig tot und der Diagnosetaster gab gerade alle Bits als High aus, als der 8255 seine Ausgänge prüfte. Es wurde ein ROM-Fehler erwartet, also wurde der gesamte ROM-Bereich entfernt und die Speicher überprüft. Es wurde jedoch kein Fehler gefunden, und was wie ein feststeckendes Bit an D0 aussah, war ein Pull-up von einem anderen Bauteil, nämlich einer speziell angefertigten Widerstandsanordnung. Daher ersetzte ich zwei der 8255er, die in der allerersten Transaktion des Computers verwendet werden, und damit gab das Gerät Diagnosecodes aus. Das waren gute Nachrichten, aber die Freude währte nicht lange, denn der Video-IC war ebenfalls defekt. Ein kleiner Unterschied zwischen IBMs CRTC und dem serienmäßigen 8275 sperrt den Computer immer noch bei Test 05h. Ich arbeite an einem Patch, aber ich konnte ihn bisher nur bis zum nächsten Test zum Laufen bringen, wo er sich aufhängt. Die Fertigstellung des Patches ist für den Erhalt dieses Computers von entscheidender Bedeutung. Gleichzeitig werden andere Quellen wie der KR580VG75 untersucht, ein sowjetischer Klon des Intel 8275. In meinem Patch werde ich den Lichtstifttest deaktivieren, da dies die Kompatibilität mit dem 8276 ermöglicht. Die Reparatur ist noch nicht abgeschlossen, aber ich erwarte bald Ergebnisse.

## Links

[https://bitspassats.com/index.php/IBM\\_System/23\\_Datamaster](https://bitspassats.com/index.php/IBM_System/23_Datamaster)

Homepage des Autors

[https://en.wikipedia.org/wiki/IBM\\_System/23\\_Datamaster](https://en.wikipedia.org/wiki/IBM_System/23_Datamaster)

Eintrag bei Wikipedia

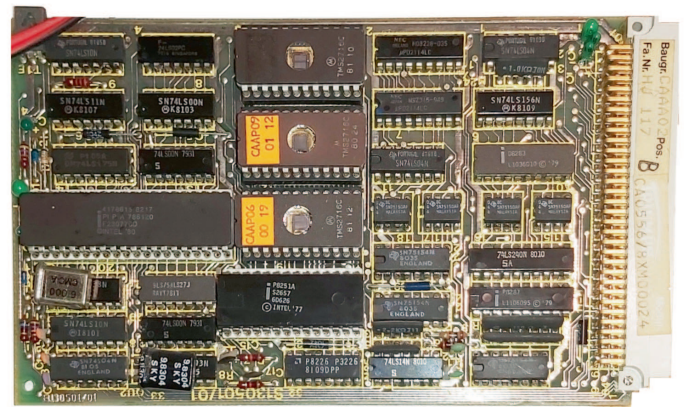
<https://www.youtube.com/watch?v=Cs9DseYGzcm>

BASIC auf dem Emulator

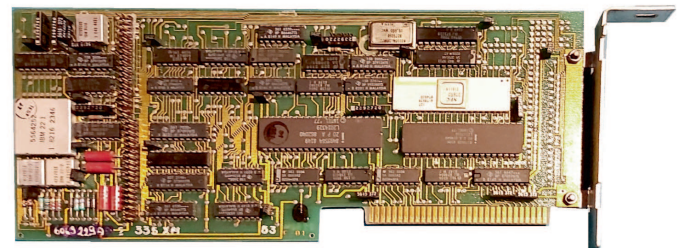
Die beiden Artikel wurden ursprünglich auf Englisch verfasst und mit Hilfe von deepL.com übersetzt. Das Original findet sich im Servicebereich.

## Über den Autor

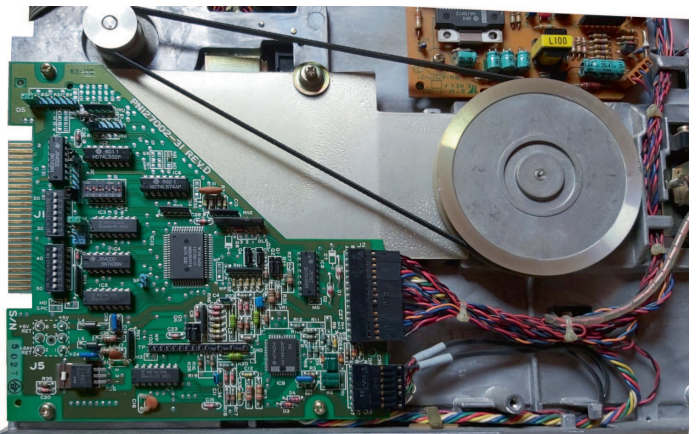
Jaume López ist 29 Jahre alt und stammt aus Andorra, wo er bis heute lebt. Er sammelt aus Familientradition schon ein halbes Leben lang Computer. Seit 2016 ist er in der deutschen Szene aktiv. Besonders interessieren ihn der Triumph-Adler Alphatronic P2 und der IBM System/23 Datamaster.



**Die Karte mit der 8085 CPU**



**Der Floppycontroller des Datamaster**



**Die 8 Zoll Floppy war bei Erscheinen des Datamaster bereits ein Anachronismus**



**Das Netzteil ist groß und schwer**



# Die Pascal-Maschine



**Wer sich mit der Entwicklungsgeschichte grafischer Oberflächen beschäftigt, lernt bald den Xerox Alto und den Xerox Star kennen. Und auch Apollo Domain lässt den kundigen Retrocomputer-Fan wissend nicken. Was um alles in der Welt ist aber ein PERQ-1?**

Die Three Rivers Computer Corporation (3RCC/TRCC) wurde 1977 gegründet und war in den späten 1970er und frühen 1980er Jahren bekannt für ihre Rolle in der Entwicklung von Personalcomputern und grafischen Workstations. Das Unternehmen hatte seinen Sitz in der Nähe von Pittsburgh, Pennsylvania, und wurde von sechs ehemaligen Ingenieuren der Digital Equipment Corporation (DEC) gegründet.

Three Rivers Computer Corporation entwickelte den PERQ-Computer, der 1980 als eine der ersten grafischen Workstations auf den Markt gebracht wurde. Er war besonders innovativ, da er eine grafische Benut-

zeroberfläche (GUI) bot. Sie ermöglichte es Benutzern, mit dem System auf eine intuitive Weise zu interagieren, was zu dieser Zeit in der Computerindustrie noch nicht weit verbreitet war. Ähnlichkeiten zum Xerox Alto sind unverkennbar. Während aber der Alto um Smalltalk herum entwickelt wurde, ist der PERQ eine PASCAL Maschine. Dies erklärt auch den Namen: PERQ ist ein Akronym für „Pascal Engine that Runs Quicker“. Das Single-Task-Betriebssystem POS für die PERQ-Workstations und seine Dienstprogramme wurden in PERQ Pascal geschrieben.

## Der PERQ-1

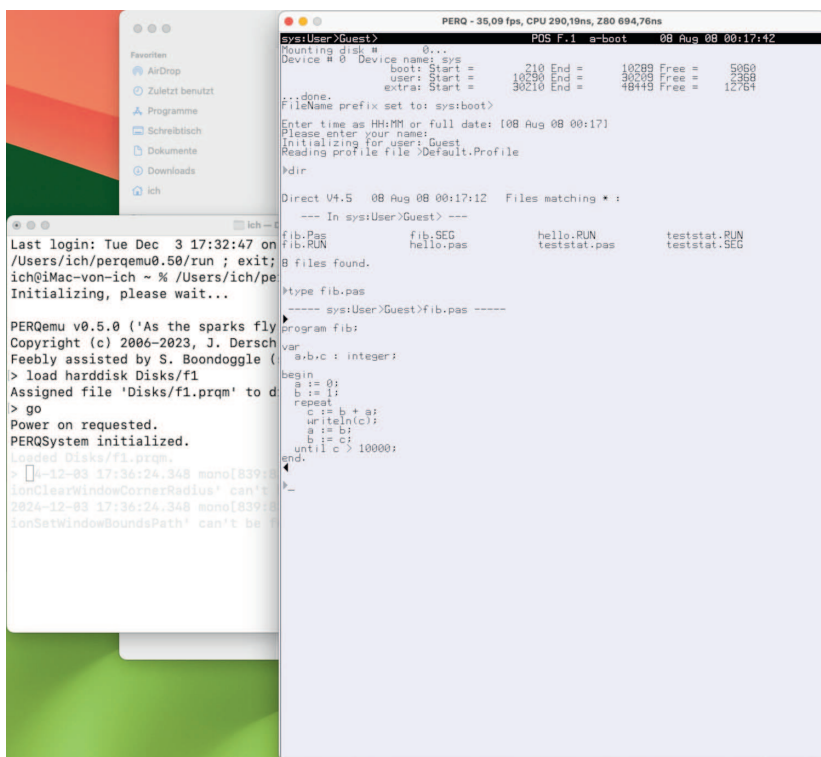
Der PERQ-1 verwendet eine mikroprogrammierte 16-Bit CPU mit hochsprachenorientierter Architektur und integrierten I/O-Controllern. Der native Befehlssatz sind die P-Code-Bytefolgen, die ein Compiler für eine ideale PASCAL-Maschine (oder eine andere strukturierte Sprache) erzeugt. Der PERQ-Prozessor führt mehr als 1 Million P-Codes pro Sekunde aus, 10-20 mal schneller als der damals übliche interpretierte P-Code. Der Befehlssatz ist modifizierbar, so dass zusätzliche Sprachen unterstützt werden können, ohne die Ausführungsgeschwindigkeit zu beeinträchtigen. Für die Entwicklung eigener Sprachen oder die Optimierung von Anwendungsprogrammen steht ein beschreibbarer Kontrollspeicher zur Verfügung. Die Mikrozykluszeit beträgt 170 ns.

Als Steuerspeicher standen 4 KByte (PERQ-1) oder 16 KByte (PERQ-1A) zur Verfügung, die Maschine wurde mit 512 KByte RAM (16-Bit-Worte) ausgeliefert und konnte auf bis zu 2 MByte RAM aufgerüstet werden. Die Bitmap-Anzeige lag bei 768x1024 Pixeln und wurde durch eine kundenspezifische RasterOp-Hardware für Bitmap-Operationen beschleunigt. Als Massenspeicher diente eine 14-Zoll-Festplatte der Shugart SA-4000-Serie und ein 8-Zoll-Diskettenlaufwerk. Der PERQ-1 konnte mit verschiedenen Peripheriegeräten verbunden werden, was ihn besonders flexibel machte.

Das System fand vor allem in akademischen und Forschungsumgebungen großen Anklang, da es die Verarbeitung und Visualisierung von Daten erheblich erleichterte. Das erste Modell kam 1979 für 26.680 US-Dollar auf den Markt.

Das direkte Nachfolgemodell PERQ-2 verbesserte diese Architektur, während der später erschienene PERQ-3 eine vollständige Neuentwicklung um den Motorola 68020 Prozessor herum darstellte.

Trotz seiner technologischen Innovationen sah sich TRCC in den frühen 1980er Jahren zunehmendem Wettbewerb ausgesetzt, was zu finanziellen Schwierigkeiten



Der PERQ-1 Emulator unter MacOS Sonoma

fürte. 1983 wurde das Unternehmen von 3M übernommen. Der Konzern nutzte die Marke PERQ weiterhin, aber die Unabhängigkeit von TRCC endete.

Die Three Rivers Computer Corporation hinterließ einen bleibenden Einfluss auf die Entwicklung von Computertechnologien und Benutzeroberflächen. Dank der Menschen, die Dokumentationen und Software archivieren und denen die Emulatoren unter Open Source Lizenzen entwickeln, können wir heute in solche historischen Systeme eintauchen und uns mit ihnen auseinander setzen.

## Der Emulator

Auf Github findet sich ein Emulator für dieses Computersystem, also den PERQ-1.

### Einige Kommandozeilen-Befehle

```
CD <Verzeichnis>
  wechseln in das <Verzeichnis>
CD ..
  ein Verzeichnis hoch.
TYPE <Datei>
  Datei anzeigen.
EDIT/EDITOR
  startet den Editor
COMPILE
  übersetzt ein PASCAL Quelltext
  nach .SEQ.
LINK
  bindet/Linked eine .SEQ Datei zu
  einem fertigen Programm .RUN
```

Er ist in C# entwickelt, benötigt das .NET Framework und läuft daher unter zum Beispiel Windows 11 ohne weitere Anpassungen. Unter MacOS Sonoma müssen mittels Homebrew „mono“ und „SDL2“ installiert werden. Für den Start unter Windows genügt ein Doppelklick auf die PERQemu.exe. Unter MacOS muss der Emulator in einem Terminal mit dem Aufruf

```
mono PERQemu.exe
gestartet werden.
```

Zuerst startet eine Command Shell, von der aus die virtuelle Harddisk gestartet werden muss:

```
load harddisk Disks/f1
```

Läuft diese, genügt ein „go“ gefolgt von der Eingabetaste, um die graphische Oberfläche (das SDL2 Fenster mit 768x1024) zu öffnen und das POS (PERQ Operation System) System zu starten. Die Abfrage von Uhrzeit und User lassen sich mit der Eingabetaste übergehen. Am Command Prompt > lassen sich dann MSDOS-ähnliche Befehle eingeben (siehe Kasten).

Programme (.RUN) werden einfach durch Eingabe des Names und der Eingabetaste gestartet. Vielfach beendet „Q“ die verschiedenen Programme, manchmal braucht es auch ein doppeltes CTRL+C.

Der Befehl BYE OFF beendet die Sitzung und fährt das virtuelle System herunter. Hier

bei kommt eine Abfrage, ob Änderungen gesichert werden sollen. Änderungen werden nur behalten, wenn diese Frage mit „Ja“ beantwortet wird.

Im f1 Disk Image gibt es einige Demos und Spiele zu sehen. Sie sind mit

```
CD ..
DIR
CD DEMO
```

zu erreichen. Da für viele Programme der Pascal Quelltext vorliegt, lässt sich so nachvollziehen, wie Dinge auf dem PERQ System unter Pascal implementiert sind. Neben dem f1 Disk Image gibt es weitere Diskimage-Dateien zu erkunden. Der Autor hat sich mit Erfolg ein wenig an einfachen Pascal Programmen und dem Editor versucht. Es braucht allerdings ein wenig Zeit, um sich in die Bedienung des Editors einzuarbeiten. Eine US Tastatur erleichtert die Bedienung hierbei deutlich.

## Links:

Wikipedia-Eintrag:

<https://en.wikipedia.org/wiki/PERQ>

Emulator:

<https://github.com/skeezicsb/PERQemu>

Bericht darüber (EN):

<http://toastytech.com/guis/perq.html>

Bericht über POS (PERQ Operation System):

<http://toastytech.com/guis/pemu.html>

Online Pascal Compiler zum Üben:

<https://onecompiler.com/pascal>

Doku auf bitsavers:

<http://www.bitsavers.org/pdf/perq/>

User Guide:

[http://www.bitsavers.org/pdf/perq/perq2/PERQ2\\_User\\_Guide\\_Mar84.pdf](http://www.bitsavers.org/pdf/perq/perq2/PERQ2_User_Guide_Mar84.pdf)

Editor Guide:

[http://www.bitsavers.org/pdf/perq/pos\\_G5/PERQ\\_Editor\\_Mar84.pdf](http://www.bitsavers.org/pdf/perq/pos_G5/PERQ_Editor_Mar84.pdf)

Broschüren zum PERQ-1

[http://www.chilton-computing.org.uk/acd/sus/perq\\_pr/p005.htm](http://www.chilton-computing.org.uk/acd/sus/perq_pr/p005.htm)

## 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"



# Die Pioniere vom Bodensee



**Zur Hannover Messe 1972 stellte die bis dato unbekannte Firma CTM Computertechnik Müller aus Konstanz am Bodensee einen brandneuen 16-Bit Computer der mittleren Datentechnik vor. In den Folgejahren stieg zunächst die Diehl Gruppe in das Familienunternehmen der Gründer Ilse und Otto Müller ein. 1985 übernahm schließlich die Firma SEL aus Stuttgart die Anteile der Eigner. Lesen Sie hier, wie es von diesem Zeitpunkt an weiterging.**

SEL hatte sich vom Erwerb der CTM Synergien versprochen, ohne klare Vorstellungen zu haben, welche das sein könnten. Zu der Zeit war das Zusammenwachsen von Daten- und Kommunikationstechnik in aller Munde, der Begriff Bürokommunikation wurde geprägt. Und da passte es für SEL auf den ersten Blick sehr gut, dass es bei CTM nicht nur Computer- sondern auch Textsysteme gab. Allerdings ist es in den rund fünf Jahren der SEL-Hoheit über CTM zu keinen nennenswerten Synergien gekommen. Wohl aber wurde das Topmanagement bei CTM

von SEL-Leuten übernommen, nachdem die CTM-Zahlen ab 1987 zunehmend schlechter wurden. Und CTM „durfte“ fortan die PC-Reihe ITT XTRA und die UNIX-Server APX einer amerikanischen ITT-Tochter vertreiben. Beides passte überhaupt nicht zum bisherigen CTM-Geschäft und lief entsprechend zäh.

### Start der Produktfamilie CTM 90

Die CTM 9032 verkaufte sich nach ihrer Vorstellung auf der Hannovermesse 1983 re-

lativ gut, brachte aber nicht den großen Start einer neuer Produktära bei CTM. Zwar wurden damit die Durchsatzprobleme bei größeren 900er und 9000er Installationen beseitigt, und größere Konfigurationen mit mehr als 16 BAPs unterstützt, aber der BAP 70 kam jetzt – 10 Jahre nach seiner Einführung – doch langsam in die Jahre. Auf der Basis der CTM 80-CPU ließ sich aber kein neuer, zukunftsfähiger BAP kreieren. Dazu war das 32-Bit-System dann doch zu aufwändig und kostspielig. Und 1981 kamen der IBM PC und vergleichbare Systeme auf den Markt. Deswegen gab es bereits Anfang der 80er Jahre Überlegungen zu einem neuen BAP beziehungsweise einer zukunftsfähigen neuen Produktfamilie. Otto Müller war an diesen Überlegungen nicht mehr beteiligt.

Bei der Wahl der Basistechnologie entschied man sich für die Mikroprozessorfamilie Motorola 68000 und nicht für die Intel x86-Prozessorfamilie des IMB PCs. Damals war noch nicht unbedingt abzusehen, welche Technologie sich schließlich durchsetzen würde. 1986 war es dann soweit und SEL konnte die neue Produktgeneration mit dem kleinen Ein- und Mehrplatzsystem CTM 9016 und dem neuen Bildschirmarbeitsplatzrechner BAP 90 präsentieren. Das Konzept der lokalen Vernetzung mittels DNÜ wurde beibehalten, die Geschwindigkeit der DNÜ jedoch verdoppelt beziehungsweise vervierfacht. Beide Systeme waren sich sehr ähnlich und verwendeten den gleichen separaten grafikfähigen Bildschirm (400x800 Pixel, schwarz-weiß) und die gleiche Tastatur. Lediglich das Basisgehäuse der 9016 war etwas höher als das vom neuen BAP. Der Speicherausbau beim BAP reichte von 256 KByte bis 2 MByte, bei der 9016 von 640 KByte bis 2,5 MByte. Die 5 1/4“-Festplatte der 9016 gab es mit Kapazitäten von 10 bis 80 MByte. Wahlweise gab es dazu ein Minifloppy-Laufwerk (1,2 MB) oder ein Ma-

gnetbandkassetten-Laufwerk (45 MByte). Die 9016 wurde entweder als Einplatzsystem ausgeliefert oder als Mehrplatzsystem mit bis zu 7 BAP 90.

Bei CTM wurde von Anfang an auf Softwarekompatibilität Wert gelegt. So wurde sichergestellt, dass sämtliche Software, die unter ITOS auf einer CTM 70-Anlage lief, auch auf einer 9016 beziehungsweise an einem BAP 90 einsetzbar war. Dafür sorgte ein ins ITOS16 integrierter Interpreter für Programme, die im CTM70-Makrocode (MASS70) vorlagen. In der Folge konnte man den BAP 90 auch an eine 9032 anschließen, indem man diese um einen DNÜ90-Controller erweiterte, ohne dass dazu die vorhandenen BAP 70 ausgetauscht werden mussten.

## CTM 9032 Polyline

In der neuen CTM-Produktpalette, bestehend aus 9016, 9032 und BAP 90, gab es jetzt einen Fremdkörper: den ZAP der 9032 mit Otto Müllers CTM80-CPU. Direkt ausgeführte Programme an diesem ZAP liefen nicht an der 9016 und am BAP 90 und umgekehrt. Zudem war die CTM80 nicht skalierbar – außer im Speicherausbau. Und für jede verkaufte CTM80-CPU musste CTM Lizenzen an die Müllers abführen. Deshalb entschied man sich bei CTM für eine neue,

auf der Motorola m68k Mikroprozessorfamilie basierende CPU. Dazu setzte man zunächst den MC 68020 ein, später auch den Motorola 68030. Nun waren die Systeme der CTM90-Produktfamilie wieder untereinander kompatibel. Zur Unterscheidung nannte man die neue Systemfamilie CTM 9032 Polyline. Es gab drei verschiedene Modelle: PK, PM und PL. Sie unterschieden sich im wesentlichen in der Ausbaufähigkeit. Die PM und PL waren zudem Multiprozessorfähig, d.h. unterstützten bis 4 beziehungsweise 8 CPU-Boards. Der Speicherausbau war von 4 MByte bis 32 MByte skalierbar. Die Anzahl der an eine Zentrale anschließbaren BAPs stieg bei der PL auf 64 (PM: 32). Die Geschwindigkeit der DNÜ konnte optional auf 1 MByte/s gesteigert werden.



Die CTM 9032 Polyline

Abteilungen eigene Knoten haben wollten mit ihren hauptsächlich nur lokal verwalteten Daten, aber trotzdem Zugriff auf die anderen Unternehmensdaten haben wollten, zum Beispiel Fertigung, Buchhaltung, Materialwirtschaft und so weiter, aber auch die Personal- oder Lohnabteilung, die ihre Daten lokal halten wollten mit nur stark eingeschränktem Zugriff von anderen Abteilungen. Natürlich boten die CTM-Systeme auch Zugang zu öffentlichen und privaten Netzen, wie zum Beispiel ins Telex- und Teletex-Netz. Seiner Zeit wurde auch Bildschirmtext Btx unterstützt. Zudem ließ sich die CTM-DNÜ-Vernetzung für bestimmte Fälle auch über eine Modemstrecke „verlängern“. Und nicht zuletzt wurde in einigen Fällen auch die Verbindung zu Fremdsystemen ermöglicht.



Die CTM 9016

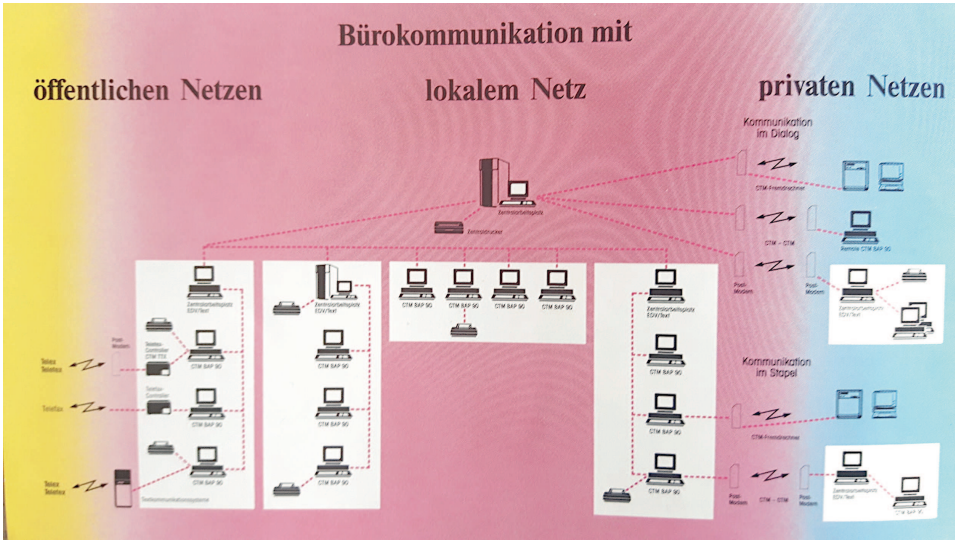
## CTM Multinet

Die lokale Vernetzungsmöglichkeit mittels DNÜ wurde für die neue CTM90-Produktfamilie mit der Polyline auch erheblich erweitert. Statt nur einer Zentrale in einem lokalen Netz waren ab jetzt (1987) bis zu 128 Server-Knoten (9032 Polyline oder 9016) in beliebiger Hierarchie möglich, wobei 9016-Knoten nur auf unterster Hierarchieebene möglich – und auch nur sinnvoll – waren. Das kam größeren mittelständischen Unternehmen entgegen, die in größeren

## Der „Niedergang“

Trotz fehlender Synergien nach Übernahme durch SEL boomte das CTM-Geschäft mit dem CTM90-Produkten in den Jahren 1986, 1987 und auch noch 1988. Aber gleichzeitig stiegen die Kosten dramatisch an. SEL wollte weiter kräftig expandieren. Zum Zeitpunkt des Umzugs in den Neubau in Konstanz (1987) hatte die Firma rund 750 Mitarbeiter, etwa die Hälfte davon in Konstanz. Die andere Hälfte verteilte sich auf





Das CTM Multinet zur Bürovernetzung

die diversen Geschäftsstellen in Deutschland. Dabei waren die Erträge für CTM dadurch deutlich geschmälert, weil die Händler, die die meisten Systeme installierten, einen besonders hohen Rabatt genossen. Die Betriebsergebnisse waren 1987 und 1988 negativ. 1989 drohte noch negativer zu werden, weshalb sich SEL entschloss, die CTM abzustoßen. Schließlich „verscherbelte“ SEL die CTM zum 1. Juli 1989 für einen symbolischen Preis an die zwei ehemaligen Commodore-Manager Harald Speyer und Walter Bartholomä, die die CTM in kürzester Zeit auf eine Rumpfmannschaft reduzierten. Die Geschäftsstellen wurden geschlossen beziehungsweise fremdvergeben, die Mannschaft in Konstanz auf kaum 100 Beschäftigte abgebaut. Angeblich seien dadurch am Jahresende noch schwarze Zahlen für 1989 erreicht worden.

CTM wird zu Itos

Ende 1989 wurde der Firmenname von CTM in Itos umgewandelt, den Namen des Mehrplatz-Betriebssystems von CTM. Die neuen Geschäftsführer forcierten eine eige-

ne PC-Entwicklung und Produktion und nahmen eine MIPS 2000-basierende Workstation ins Programm auf. Das Geschäft mit den alten CTM90-Produkten lief derweil noch weiter – im wesentlichen über die alten Händler. Es entstand mit der CTM 95 sogar noch eine neue Produktreihe, die sich gegenüber den CTM90-Produkten durch deutlich verringerte Kosten auszeichnete. Letzteres wurde erreicht durch Verschlinkung der Hardware, Einsatz von SCSI-Platten und von VGA-Monitoren. Der BAP 90 wurde so zur WS 95, 9016 und 9032 Polyline zu 9516 und 9532. Überraschend verstarb der erste Geschäftsführer von Itos, Harald Speyer, jedoch Anfang 1993. Damit fehlte der führende Kopf des Unternehmens. Ende 1993 wurde Itos an Peacock verkauft, und die Restmannschaft konzentrierte sich auf die Entwicklung von ausfallsicheren Servern für UNIX. Das letzte Itos-Produkt wurde 1995 ausgeliefert. Bald danach stellte Itos, das Tochterunternehmen von Peacock, seine Aktivitäten ein.

Epilog

CTM, dank der Eheleute Ilse und Otto Müller einst ein Stern am Himmel der Mittleren Datentechnik in Deutschland, verschwand fast so schnell wie es entstanden ist. Was ist der Grund dafür? Wurde CTM wirklich „von inkompetenten Managern in den Ruin getrieben“, wie es das Heinz Nixdorf Museums-Forum (HNF) in einem Artikel vom 22. April 2022 auf seiner Homepage zum 50. Jahrestag der Gründung der CTM schreibt? Natürlich ist dem Management bei CTM (sowie Diehl und SEL) im Nachhinein den einen oder anderen Fehler vorzuwerfen. Ohne gewisse Fehlentscheidungen hätte CTM vermutlich noch länger existieren können. Vermutlich auch, wenn es leichter an Venture Capital gekommen wäre, ohne sich in die Abhängigkeit von Großunternehmen begeben zu müssen. Aber der Hauptgrund, weshalb letztendlich alle Computerunternehmen der MDT in Deutschland von der Bildfläche verschwunden sind, ist ein ganz anderer. Das Geschäftsmodell der MDT ist mit dem Aufkommen des PCs, seiner Vernetzung und den UNIX-Systemen vollkommen zusammengebrochen. Das Gegenteil von „alles aus einer Hand“ hat sich letztendlich durchgesetzt. Wer entwickelt und baut heute noch Computer in Deutschland oder in Europa? Und selbst die großen Computerfirmen in den USA – IBM, HP und Dell, um nur drei zu nennen – beziehen ihre Mainstream-Computer-Hardware aus Fernost. Selbst das beste Management der Welt hätte CTM nicht ins neue Jahrhundert hinüberretten können.

Laut Diebold Management Report Nr. 3 – 1988 betrug der Bestandswert installierter CTM-Systeme in der BRD per Ende 1987 827 Mio DM. CTM beziehungsweise Itos (ab Ende 1989) meldeten für das Jahr 1989 trotz des erheblichen Personalabbaus beachtliche Auslieferungszahlen, wie die Tabelle zeigt:

| Modell    | 9016 | 9032 Polyline | BAP 90 | 9032 | CTM 70 | PC           | AXPline  |
|-----------|------|---------------|--------|------|--------|--------------|----------|
|           |      | PK: 445       |        |      |        | Picoline: 83 | 1000: 40 |
|           |      | PM: 60        |        |      |        | Psline: 831  | 2000: 45 |
|           |      | PL: 25        |        |      |        |              |          |
| Stückzahl | 416  | 530           | 5366   | 8    | 14     | 914          | 85       |

Über den Autor

Christfried Welke, Diplomingenieur der Nachrichtentechnik, war selbst Mitarbeiter der CTM, und zwar von 1977 bis 1990; zunächst als Entwickler in der Systemsoftware, dann als Leiter dieser Abteilung und zum Schluss – mit dem Segen von keinem geringeren als Chuck Peddle – als Entwicklungsleiter.

## Das Sony Vaio S 3D – ein moderner Klassiker

# 3D ohne Brille

Dreidimensionale Darstellungen von stehenden und bewegten Bildern haben eine lange Geschichte. Schon 1903 lief der erste kurze Stereofilm und in den Jahrzehnten danach kamen immer wieder 3D Filme in die Kinos. Der Film "Avatar" löste 2009 den jüngsten 3D-Hype aus und natürlich griffen auch die Hersteller von Fernsehgeräten und PCs diesen Hype auf. Es wurde das Thema in den nächsten Jahren auch auf den Internationalen Funkausstellungen in Berlin.



Die Technologie der Displays entwickelte sich weiter zu höherer Auflösung, was auch eine Voraussetzung für die Darstellung von stereoskopischen Bildern in guter Qualität und insbesondere für autostereoskopische Verfahren mit ausreichend vielen Ansichten für 3D ohne Brille war.

### Die Internationale Funkausstellung 2011

Auch auf der Internationalen Funkausstellung (IFA) in Berlin 2011 war 3D natürlich jetzt überall vertreten. Es gab keinen Hersteller der nicht ein Gerät mit und/oder ohne Brille zeigte. Die Blu-ray Disc war der Datenträger der Stunde. Sie gestattete die

Wiedergabe von HDTV. Für 3D wurde der Standard entsprechend um 3D-HDTV erweitert beispielsweise um ein 3D Frame Packing Verfahren zu ermöglichen. Sharp zeigte den mit 72 Zoll größten 3D-Fernseher mit Shutterbrillen, während Toshiba mit seiner Serie ZL2 mit brillenlosem 3D und einem 55 Zoll großen Gerät den Rekord bei den brillenlosen Geräten hielt.

Aber 3D war nicht nur im Bereich der Fernsehtechnik ein Thema, sondern auch für Notebooks. Große Hersteller wie Sony, die die Technologie auf ihren TV-Geräten anboten hatten ja auch oft Notebooks im Programm. Und warum nicht auch hier auf 3D setzen? Sony hatte nicht nur ein Notebook mit Shutterbrille im Angebot, sondern interessierte sich auch für eine brillenlose Lösung. Und hier kam eine deutsche Firma aus Hamburg ins Spiel.





**View-Master**  
Foto: public domain

## Brillenloses 3D für das Notebook – die Firma SeeFront

Christoph Grossmann war schon als Junge von 3D fasziniert und suchte nach einer Erklärung warum es möglich ist, dass das Gehirn aus zweidimensionalen Bildern ein dreidimensionales Bild erzeugen kann. Angeregt wurde sein Interesse durch ein Betrachtungsgerät für stereoskopische Bilder namens View-Master. Als in den 1990ern die Magic Eye Books populär wurden und damit 3D wieder ein Thema wurde, begann er mit Überlegungen, wie man 3D Inhalte ohne Brille sehen könne. Er studierte Mathematik, Physik und Informatik und machte seinen Abschluss in den Ingenieurwissenschaften. 1998 meldete er sein erstes Patent „Verfahren und Vorrichtung zur Autostereoskopie“ (EP 1 090 510 B1) an, das am 12.03.2003 erteilt wurde.

2006 gründete er die Firma SeeFront GmbH in Hamburg. Früh begann SeeFront mit Entwicklungen für die Anwendung ihrer brillenlosen 3D-Technologie auf Notebooks. 2010 stellte die Firma dann ein brillenloses 3D-Notebook basierend auf einem MacBook Pro 17" auf der SD&A Conference in San Jose, California, vor. Zwei Monate später wurde es auf der CeBIT in Hannover gezeigt. 2011 gaben CyberLink und SeeFront eine strategische Partnerschaft für brillenlose 3D-Wiedergabe von Blu-rays mit 3D-Content auf Laptop Computern bekannt. Sony präsentierte ein abnehmbares 3D-Panel, das von SeeFront entwickelt worden

war, für die Vaio S Serie seiner Notebooks auf der IFA 2011 in Berlin und erhielt den CEATEC Japan Innovation Award, für dieses Produkt einen Monat später.

Und dieses Panel sahen wir uns natürlich auch bei unserem Besuch auf der IFA an. Auf dem Stand trafen wir Christoph Grossmann, der uns das Panel vorstellte und uns etwas über die Technologie erzählte. Ich benötigte 2012 ohnehin ein neues Notebook und da war klar, es wird ein Sony Vaio S 15 Zoll VPCSE2C5E natürlich mit Blu-ray Laufwerk, was die Voraussetzung für die Wiedergabe von 3D-Filmen war, die ja auf Blu-ray erschienen. Das Laufwerk war kompatibel, sodass auch DVDs und CDs abspielbar waren. Und natürlich bestellte ich auch das 3D-Panel oder 3D-Bildschirmfilter wie es auf Deutsch hieß VGP-FL3D15A. Es kostete damals 120 Euro.

Sony versprach mit dem Panel die Wiedergabe von mehreren Formaten

- Blu-ray 3D™-Discs
- 3D-Fotoanzeige: Anzeige von 3D-Fotos, die mit einer Kamera aufgenommen wurden die 3D-Fotografie unterstützt.
- 3D-Fotos, die im Format MPO (MPF Extended Stereovision) gespeichert sind.
- 3D-Videospiele: Abspielen von Videospielen und Software, die mit DirectX in 3D kompatibel sind.

Bevor ich auf die Technologie des Panels in Verbindung mit dem Sony Vaio näher eingehe, möchte ich einige Grundlagen, die für das Verständnis des Prinzips einer dreidimensionalen Wiedergabe notwendig und hilfreich sind, im Folgenden erläutern.

## Grundlagen für eine dreidimensionale Wiedergabe und prinzipielle Verfahren

Für eine dreidimensionale Wiedergabe sind zwei Aufnahmen eines Objekts oder einer Szene im Augenabstand (Links/Rechts) notwendig. Dies kann beispielsweise mit zwei Kameras erfolgen, die so auf einer Schiene nebeneinander montiert werden, dass die Objektive im Augenabstand positioniert sind. Die Auslöser der beiden Kameras müssen natürlich synchronisiert werden. Einfacher wird das Ganze mit einer Stereokamera wie beispielsweise der Fuji FINEPIX REAL 3D W3.

Zur Wiedergabe werden verschiedene technische Verfahren angewandt. Diese müssen sicherstellen, dass das linke und rechte Auge das jeweils der Aufnahme entsprechende linke und rechte Bild erhält. Im Verlauf der Film- und Fernsehentwicklungsgeschichte sind viele technische 3D-Verfahren entwickelt worden. Grob kann man eine Einteilung in Verfahren die zur Betrachtung eine Brille erfordern und in Techniken die ohne Brille auskommen vornehmen. Auf die Verfahren mit Brille (Anaglyphentechnik, Polarisationsfilter, Shutterbrillen) soll hier nicht näher eingegangen werden. Bei Interesse sind die Verfahren in den Quellen zu diesem Artikel nachzulesen.



**Aufnahme mit zwei Kameras, die im Augenabstand auf einer Schiene montiert sind.**

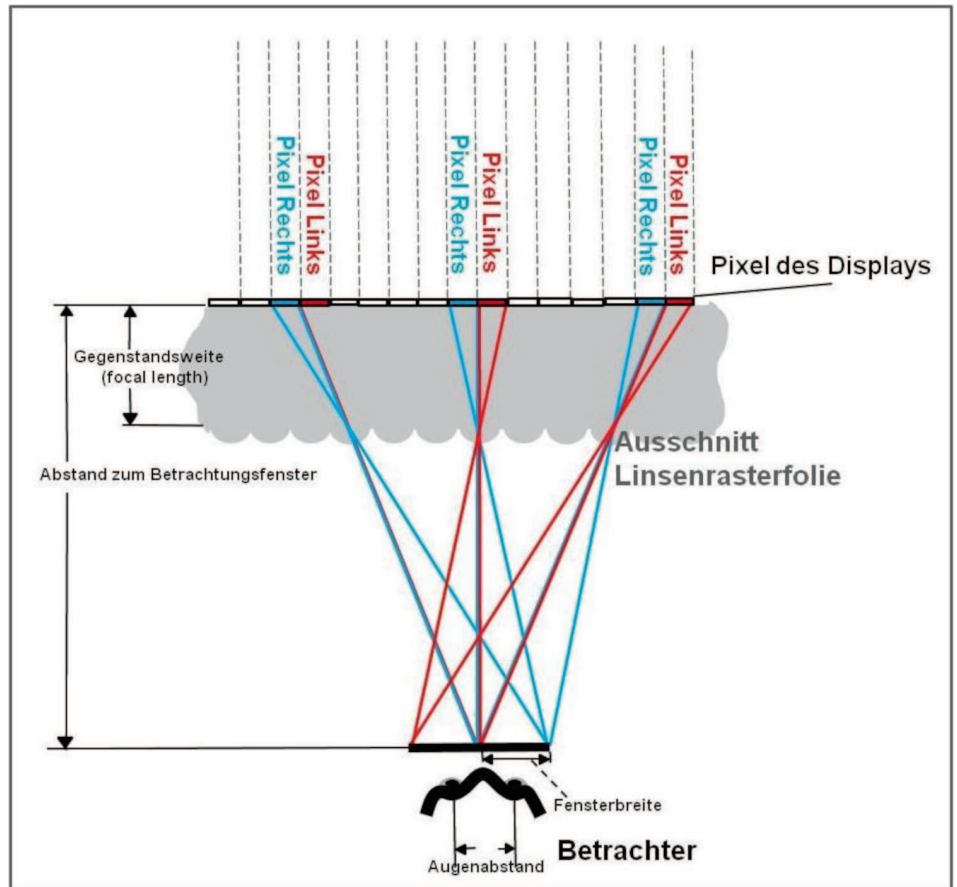
Foto: M2Counselling

## Technologie des 3D-Panels für den Sony Vaio S

Da das Panel für den Sony Vaio S, wie schon erwähnt, auf ein brillenloses Verfahren (autostereoskopisch) setzt, werde ich hier näher auf dieses Verfahren eingehen. Ein Grundprinzip dazu wurde schon 1912 vom Schweizer Physiologen und Nobelpreisträger Walter Rudolf Hess als „Lentikular-Folien-Stereogramm“ patentiert.

Bei einer Anwendung dieser Technik bei 3D-TV-Geräten wird eine Linsenrasterfolie mit Linsen in Form eines halben Zylinders direkt auf dem Flachdisplay (LCD oder Plasma) aufgebracht. Die Ansteuerung des Displays erfolgt dann so, dass vertikale Streifen des linken und rechten Bildes aufeinander folgen (was allerdings die örtliche Auflösung in der horizontalen Richtung halbiert). Der Abstand zwischen den Augen sorgt dafür, dass jedes Auge das richtige Bild zu sehen bekommt. Praktisch ergibt sich aber ein sehr kleiner Bereich (kleiner Sweet Spot) in dem das Bild korrekt stereoskopisch gesehen werden kann. Deswegen wurden Systeme entwickelt, die mit einer Kamera die Augen des Betrachters erfassen (Eye-Tracking) und Distanz und Augenabstand ermitteln und danach die Linsenrasterplatte mechanisch verschieben. Diese Systeme sind für ein im Heimbereich verwendbares 3D-TV-Gerät oder ein Notebook nicht brauchbar. Deswegen wurde ein Verfahren entwickelt, das mehrere Ansichten benutzt und damit den Winkelbereich aus dem 3D gesehen werden kann entsprechend vergrößert (großer Sweet Spot).

Im Falle des Vaio S Notebooks von Sony wird keine Linsenrasterfolie auf das Display geklebt, sondern das Linsenraster wird als



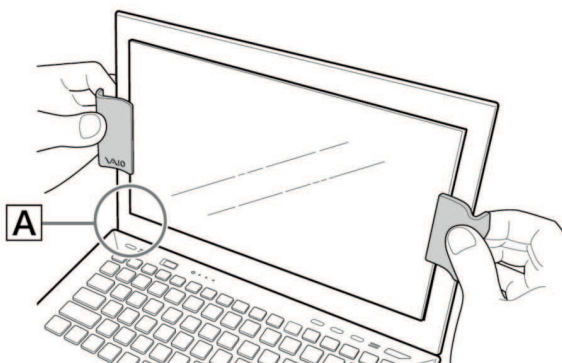
**Prinzipdarstellung des brillenlosen Verfahrens für 2 Ansichten (Links/Rechts). Horizontaler Schnitt durch das LC-Display; nicht maßstäblich.**

Scheibe mittels Klammern auf dem Bildschirm des Notebooks temporär befestigt und es wird mit zwei Ansichten (Links/Rechts) gearbeitet, da ja nur ein Anwender vor dem Notebook sitzt auf den dann das Eye-Tracking abgestimmt ist. Die Scheibe ist auf dem Notebookdisplay in einer festen Position montiert und daher werden anstatt der Scheibe die Links-Rechts Pixelmuster auf dem Notebookdisplay mit der Kamerainformation nachgesteuert, um auf diese Wei-

se den 3D-Eindruck bei Kopfbewegungen beibehalten zu können. Das Linsenraster ist bei dem Panel nicht wie in der Prinzipzeichnung senkrecht angeordnet, sondern diagonal, um die Sichtbarkeit der Rasterstruktur zu minimieren.

Das Linsenraster nicht fest zu montieren, ist für diesen Anwendungsfall sinnvoll, da die meisten Programme, mit denen die Anwender alltäglich arbeiten, nicht dreidimensional dargestellt werden. So bleibt die volle Auflösung des Displays erhalten, da die Anwender dann ohne die Scheibe arbeiten können.

Achten Sie darauf, die untere linke Ecke des 3D Panel an der Ecke des LCD-Displays (A) auszurichten.

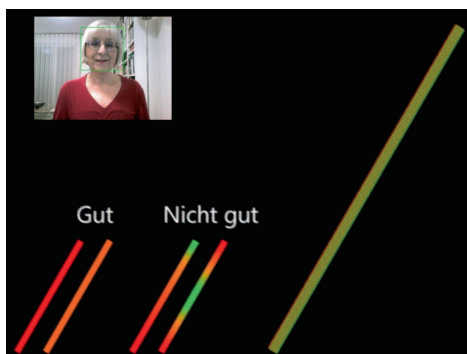


**Korrektes Anbringen des Panels (Auszug aus der Bedienungsanleitung).**

## Montage des Panels, Installation und Einrichtung der Software

Mit dem Panel wurde die Bedienungsanleitung und eine CD geliefert auf der sich das Programm zur Anpassung des VAIO 3D Panels befindet. Die Abbildung links zeigt die korrekte Anbringung und Ausrichtung des Panels. Die Anpassung erfolgt mit einem Auge, wobei das andere nicht abgedeckt, sondern nur geschlossen werden soll. Die Kamera des Notebooks muss aktiviert sein. Für die Anpassung wird die Anzeige





## Anpassungsprogramm für das 3D-Panel für den Sony Vaio S.

Mit den Pfeiltasten des Programms muss die Darstellung solange verändert werden, bis die Symbole mit den Beispielen übereinstimmen.

Foto: M2Counseling



ausdrücken, dass durch die Kleinheit der Darstellung kein Realitätseindruck der Abbildung erzeugt wird. Dieser Effekt verschwindet beispielsweise bei Personen erst, wenn man sie lebensgroß darstellen kann. Eine lebensgroße Darstellung von Menschen erfordert aber eine Bildhöhe von 1,80 m und damit bei einem 16:9 Display eine Bildschirmdiagonale von ungefähr 3,60 m. Dies ist natürlich mit Flachdisplays im Heimbereich nicht zu erfüllen. Aber um, wie auch beim 2D-Fotoalbum, eine Erinnerung an Szenen und Personen zu haben und einen 3D-Spielfilm noch einmal ansehen zu können, wenn er nicht mehr im Kino läuft, ist das 3D-Panel eine gute Lösung.

auf Vollbild mit schwarzem Hintergrund umgeschaltet, in der oberen Ecke ist das Kamerabild eingeblendet. Im Kamerabild ist der Bereich der als Gesicht erkannt wird mit einem grünen Rechteck markiert. Die Anpassung erfolgt nun in 3 Schritten. Im ersten Schritt wird ein Kreis mit verschiedenen Segmenten dargestellt. Die Segmente haben unterschiedliche Farben. Ziel ist es nun über die Rechts- und Linkscursortaste die Farben so einzustellen, dass die eine Hälfte des Kreises rot, die andere blau wird. Im zweiten Schritt ist eine diagonale Linie eingeblendet die mittels der Cursortasten auf die Farbe Rot abgeglichen werden muss. Im dritten Schritt sieht man die diagonale Linie nach links geneigt, die dann auch wieder auf Rot abgeglichen werden muss. Nach diesen drei Schritten wird ein dreidimensionales Bild eingeblendet, das vom Betrachter jetzt mit beiden Augen auch dreidimensional wahrgenommen werden sollte. Damit ist die Anpassung abgeschlossen.

## Das 3D-Panel im Betrieb

Für die Darstellung von 3D-Content verwendeten wir dreidimensionale Fotos, die mit unserer Fuji FINEPIX REAL 3D W3 Stereokamera im .MPO-Format aufgenommen worden waren und die im Kasten erwähnten dreidimensionalen Spielfilme „Pina“ von Wim Wenders, „Höhle der vergessenen Träume“ von Werner Herzog und „Hugo Cabret“ von Martin Scorsese auf Blu-ray. Grundsätzlich ist zu sagen, dass das 3D-Panel gut funktioniert, sowohl bei 3D-Fotos als auch bei 3D-Filmen. Auch die Nachführung über das Eye-Tracking bei Kopfbewegungen arbeitet korrekt. Was natürlich negativ auffällt ist die durch die Technik bedingte halbierte Auflösung.

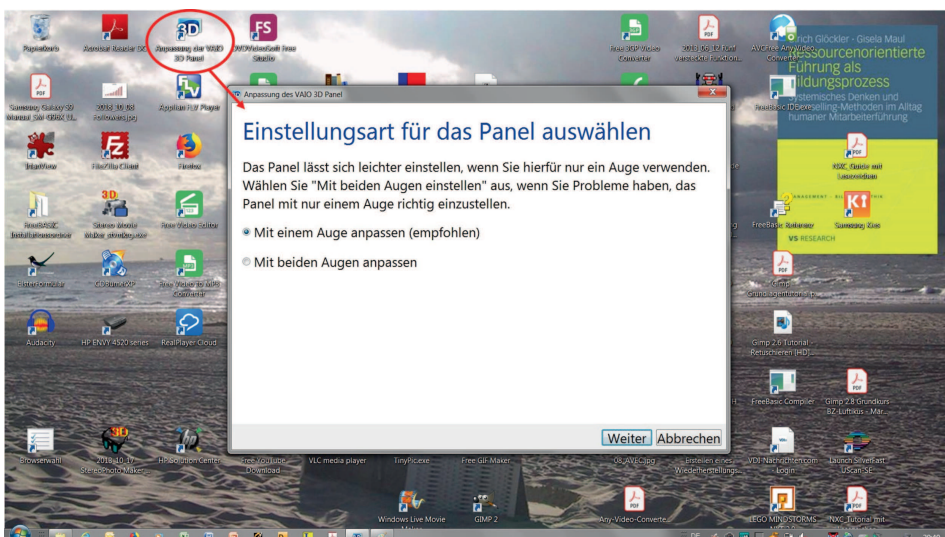
Bei einer Bildschirmdiagonale von 15 Zoll (ca. 38 cm) tritt der sogenannte 3D-Puppenstubeneffekt auf. 3D Experten wollen damit

## Fazit

2013 ging der 3D-Hype zu Ende, was im Wesentlichen auch an dem fehlenden Content lag. Brillenlose Lösungen konnten die Verbraucher nicht erreichen und zuhause mit einer Brille vor dem Fernseher oder dem Notebook zu sitzen war auch nicht jedermanns Sache. Auf der Internationalen Funkausstellung in Berlin sah man noch das eine oder andere 3D-TV Gerät, die Hauptthemen drehten sich aber bald um Ultra HD, um die Bildschirmgrößen, um die Auflösung (4K und 8K), curved und durchsichtige Displays. Die Virtual Reality wurde eines der neuen Hype-Themen. Sony verfolgte aufgrund dieser Entwicklungen die Idee mit dem 3D-Panel nicht mehr weiter. Der Sony Vaio 15 Zoll, den ich damals kaufte, war und blieb der einzige Rechner von Sony und Windows 7 das einzige Betriebssystem für den dieses Panel angeboten wurde.

Und 2024 kamen zwar noch einige 3D-Filme ins Kino. Der überwiegende Teil waren aber animierte Filme. Die Firma SeeFront arbeitet immer noch im Bereich 3D und wir haben den Entwicklungsleiter auf der Embedded World in Nürnberg getroffen. SeeFront zeigte seine brillenlose Lösung auf dem Stand von Solectrix. Die Firma Solectrix bietet ein brillenloses 3D-Flachdisplay zur Wiedergabe der Bilder ihres Stereomikroskops an.

Aber die Geschichte wird sich sicher wiederholen und eine zukünftige Generation wird wohl wieder ganz hin und weg sein und 3D neu entdecken. Apple hat mit seiner Apple Vision Pro 2024, einer Mixed-Reality Brille (Augmented und Virtual Reality), das Thema 3D schon wieder aufgegriffen. Aber der Hype war nur von kurzer Dauer. Nach



## Anpassungsprogramm für das 3D-Panel für den Sony Vaio S.

Foto: M2Counseling

## 3D in Foto und Film

Mit „Avatar – Aufbruch nach Pandora“ kam 3D im Jahr 2009 wieder einmal in den Fokus und in das Kino zurück. Der Regisseur James Cameron drehte große Teile des Films in einem virtuellen Studio mit neu entwickelten digitalen 3D-Kameras. Die Zuschauer mussten Polfilterbrillen tragen, um die 3D-Effekte zu sehen. Der Film war ein riesiger Erfolg und spielte um die 3 Milliarden US-Dollar ein. Danach machten sich einige weitere Spitzenregisseure daran, Kinofilme in 3D zu drehen. Werner Herzog brachte 2010 „Die Höhle der vergessenen Träume“ auf die Leinwand. Er dokumentierte in der südfranzösischen Chauvet-Höhle mit einem vierköpfigen Filmteam die einzigartigen Höhlenmalereien, Handabdrücke, Knochenreste und Kristallformationen. Es wurde für die Kinobesucher sichtbar, dass beispielsweise die Künstler damals die Höhlenmalerei eines Rhinoceros auf einem konvexen Stein erstellt hatten, um die Muskelausprägung der Hinterbeine dreidimensional zu zeigen. 2011 dokumentierte Wim Wenders in „Pina“ das Ensemble des Tanztheaters Wuppertal und dessen Choreographin Pina Bausch. Besonders beeindruckend waren die lebensgroßen dreidimensionalen Portraitaufnahmen der einzelnen Protagonisten. Und im selben Jahr kam „Hugo Cabret“ von Martin Scorsese in die Kinos. Es schien so, als ob 3D ein ernstzunehmendes Regiemittel im Filmschaffen werden würde.

Aber es war nicht das erste Mal in der Geschichte, dass Menschen versucht haben die Wirklichkeit so real wie möglich abzubilden, also auch auf einer ebenen Fläche Tiefe zu erreichen. Zuerst geschah dies auf Zeichnungen und Gemälden, dann auch in bewegten Bildern.

Nach vielen Vorarbeiten durch Wissenschaftler und Ingenieure haben wohl Louis Le Prince und der im Thomas Edison Labor arbeitende William Dickson die ersten praktisch umsetzbaren Prinzipien entwickelt. Die Grundlagen der Aufnahme und Wiedergabe von bewegten Bildern basierend auf Mechanik und Photochemie werden auch heute noch verwendet. In dieser Stufe glaubte aber Edison nicht an die Zukunftsfähigkeit von Kinoprojektoren, die große Bilder für viele Zuschauer auf eine Projektionswand werfen könnten. So kam es, dass die Gebrüder Louis und Auguste Lumière den ersten funktionsfähigen Kinoprojektor mit einem Zelluloidfilm von Eastman vorstellen konnten. Das erste Lichtspieltheater wurde im Dezember 1895 in Paris eröffnet. 1903 zeigten die Gebrüder Lumière in Frankreich den offiziell ersten Stereofilm von ein paar Sekunden Dauer. Er hatte den Titel „L'arrivée du train“. Er wurde offenbar auf zwei 35 mm Filmstreifen aufgenommen und dann auf einen Filmstreifen in anaglyphischer Zwei-Farben-technik kopiert. Dies wird aber von manchen Experten bezweifelt – sie sind der Meinung, dass

zwei Projektoren mit entsprechenden Farbfiltren benutzt wurden.

1915 brachte die Famous Players Film Company (die spätere Paramount Picture Company) drei kurze anaglyphische Stereofilme heraus, die der amerikanische Filmpionier Edwin Porter produziert hatte. Harry K. Fairall produzierte den ersten kommerziell erfolgreichen Stereofilm „The Power of Love“, der im Ambassador Hotel Theatre in Los Angeles im September 1922 gezeigt wurde. Alle diese Filme benutzten Anaglyphentechnik, es wurde also mit Farbfilterbrillen dafür gesorgt, dass das linke Auge nur die Aufnahme der linken Kamera, und das rechte Auge nur die Aufnahme der rechten Kamera sehen konnte. Die beiden Filmprojektoren für den Links- und Rechtsauszug waren mit den korrespondierenden Farbfiltren versehen. Die Anaglyphentechnik erlaubt natürlich aufgrund ihres Prinzips keine Farbaufnahmen. Edwin Land demonstrierte 1935 einen Stereofilm in Farbe unter Benutzung des Prinzips der Polarisierung von Licht zur Separierung der Links-/Rechtsbilder. Dieser Prozess war in den 30iger Jahren bei Zeiss-Ikon in Deutschland entwickelt worden. Raymond und Nigel Spottiswoode produzierten für das British Film Institute den ersten 3D-Film ganz in Farbwiedergabe und mit synchronisiertem Stereoton. Er wurde 1951 zur Eröffnung der South Bank Exhibition in London

gezeigt. Dies kann als der Start des 3D-Booms von 1952 bis 1954 angesehen werden [09]. Diese erste Blütezeit der 3D-Filme wurde dadurch befeuert, dass in den USA immer mehr Zuschauer den Kinos fernblieben und sich lieber Filme auf dem Fernsehgerät zuhause ansahen. So versuchten Filmproduzenten, die Zuschauer mit immer neuen Erfindungen ins Kino zurück zu locken. Da es über das Schwarz-Weiß-Fernsehen nicht möglich war, 3D-Filme zu zeigen, war der 3D-Film eine der Attraktionen, die nur im Kino angesehen werden konnten.

1954 kam der im 3D-Format gedrehte Horrorfilm-Klassiker „Der Schrecken vom Amazonas“ (Originaltitel „Creature from the Black Lagoon“) des US-amerikanischen Regisseurs Jack Arnold in die Kinos. Er war so erfolgreich, dass noch zwei Fortsetzungen gedreht wurden. Dann nahm die Beliebtheit der 3D Filme ab. Zum einen war die Technik zu aufwendig, zum anderen ließ die Qualität der produzierten Filme zu wünschen übrig. In der Folgezeit kehrte 3D immer wieder einmal in die Kinos zurück. Und bisher, auch beim letzten Hype 2009, wenden sich die großen Filmemacher wieder ab, teils wegen des Aufwands, teils wegen der Kosten. Es übernehmen Animationsfilme die Technologie, die mit der Darstellung der Wirklichkeit nichts mehr zu tun haben. Und zu guter Letzt landet die Technologie als Attraktion auf dem Jahrmarkt.

Berichten soll die Produktion schon Anfang 2025 vorläufig wieder eingestellt worden sein und es wird anscheinend an einer nächsten Version gearbeitet.

### Links

[https://www.m2counselling.de/Essay\\_3D\\_Das\\_rC3%A4umliche\\_Sehen\\_Physiologie\\_130312.pdf](https://www.m2counselling.de/Essay_3D_Das_rC3%A4umliche_Sehen_Physiologie_130312.pdf)

SeeFront GmbH Webseite

<https://www.seefront.com/start>

Maul, Konrad: Quo vadis 3D?

[https://www.m2counselling.de/Essay\\_Quo\\_vadis\\_3D\\_030112V7.pdf](https://www.m2counselling.de/Essay_Quo_vadis_3D_030112V7.pdf)

Solectrix Webseite

<https://solectrix.de/produkte/sinascope/>

Apple Webseite

<https://www.apple.com/de/apple-vision-pro/>

Online vom 03.01.2025

[https://www.t-online.de/digital/aktuelles/id\\_100565242/apple-vision-pro-produktion-der-mixed-reality-brille-eingestellt.html](https://www.t-online.de/digital/aktuelles/id_100565242/apple-vision-pro-produktion-der-mixed-reality-brille-eingestellt.html)

Howard, Ian P.: Seeing in the Depth, Volume 1 S.72, University of Toronto Press, 2002

### Über die Autorin

Gisela Maul hat in den 1970ern Nachrichtentechnik studiert und war dann 35 Jahre in der Softwareentwicklung tätig, davon 25 Jahre in leitenden Positionen. Heute ist sie mit ihrem Mann als Counsellor tätig, hält Vorträge und Lehrveranstaltungen. Ihre Liebe gilt der Computersoftware.



# Ein relativ genialer Brite

**C**omputer mit 8-Bit CPUs waren bis weit in die 1980er Jahre die vorherrschenden Systeme. Seit Mitte der 1970er Jahre gab es mit der MOS 6502 CPU und dem Zilog Z80 günstige 8-Bit Prozessoren, die Computer für den Heimgebrauch endlich erschwinglich machten. Die Nachfrage nach solchen Computern war entsprechend enorm. Das führte dazu, dass immer mehr Unternehmen ebenfalls am Erfolg der Pioniere teilhaben wollten. Dazu zählten unter anderem Atari, Apple, Commodore, Sinclair oder Tandy Radio Shack. Ein anderer Neuling auf dem Computermarkt war die taiwanische Unternehmensgruppe Tatung Inc. Sie entwickelten an ihrem Standort in Großbritannien einen 8-Bit Computer auf Basis des Z80 Mikroprozessors, der in mancherlei Hinsicht anders als die Konkurrenz war. Gerade das macht den Einstein heute zu einem besonders interessanten Sammlerstück.



In den 1980ern traten viele Unternehmen neu in den Markt der 8-Bit Mikrocomputer ein. In Europa und vor allem in Großbritannien entstanden zu jener Zeit einige legendäre Computer-Unternehmen. Angetrieben wurde der Hype auf der Insel unter anderem durch das „Computer Literacy Project“ der Regierung in Zusammenarbeit mit der BBC. Durch die landesweite Ausstattung von Schulen mit Computern und der Ausstrahlung von Fernsehsendungen, die den Umgang mit Computern erklärten, stieg entsprechend die

Nachfrage nach Home-Computern im privaten Bereich. Sinclair war hier einer der Vorreiter – mit den unschlagbar günstigen Lern- und Homecomputern dieser Ära. Andere Hersteller folgten in höheren Preissegmenten und befriedigten die Nachfrage nach mehr Komfort und Leistung, wie zum Beispiel Acorn, Dragon, Oric oder Amstrad. Die Vielfalt der Rechner zu der Zeit war unüberschaubar und von Kompatibilität konnte keine Rede sein. Erst im Jahr 1984 kam auch das taiwanische Unternehmen Tatung Inc. in Großbritannien mit dem Einstein TC01 auf den Markt.

## Auftritt: Tatung Inc.

Zu diesem Zeitpunkt war der Computer-Boom schon längst im Gang. Tatung Inc. ist ein traditionsreiches und auch heute noch weltweit agierendes Elektronik-Unternehmen mit vielen Milliarden Dollar Umsatz. Es wurde bereits 1907 in Taiwan gegründet und unterhält seinen Hauptsitz in Taipeh. In Deutschland hat der Markenname Tatung keinen besonders großen Bekanntheitsgrad erlangt. Aber weltweit war das asiatische Unternehmen durch Fernseher, Videorekorder und elektrische Haushaltsgeräte durchaus relevant.

In den 1980er Jahren unterhielt Tatung in Großbritannien mehrere Niederlassungen, im englischen Bradford war das Entwicklungslabor beheimatet. Hier wurde der Einstein entwickelt und in Bridgnorth und Telford hergestellt. Die Markteinführung im Vereinigten Königreich erfolgte schließlich im Sommer 1984 mit einem Einstiegspreis von £ 499 inklusive einem Diskettenlaufwerk – 5.000 Exemplare wurden ebenfalls nach Taipeh exportiert. Nur ein Nachfolger-Modell wurde noch entwickelt und 1985 veröffentlicht, nämlich der Tatung Einstein 256. Danach konzentrierte sich das Unternehmen auf IBM kompatible PCs. 1989 wurde schließlich eine deutsche Niederlassung gegründet und dabei eine Reihe von Multi-User fähigen PC AT der 286er und 386er Klasse für den Einsatz mit Unix, Xenix oder OS/2 vorgestellt. Tatung produzierte noch bis ca. 1997 PCs und Laptops, darunter vorübergehend auch Macintosh-Clones mit PowerPC Prozessor.

## Äußerlichkeiten

Konzipiert für den eher professionelleren Einsatz, bringt der Einstein TC01 üppige Ausmaße mit sich: Die Grundfläche beträgt  $43,5 \times 51,5$  cm und übertrifft damit den Apple II nochmal um ein ganzes Stück. Das Gehäuse ist jedoch so konstruiert, dass ein 14" Monitor auf dem hinteren Teil des Gehäuses Platz findet. Bei näherer Betrachtung finden sich immer wieder Anlehnungen an andere bekannte Computer der Zeit. So stehen sofort die farblich abgesetzten, grauen Funktionstasten ins Auge, die stark an den BBC Micro erinnern – die Zählung beginnt ebenfalls bei „f0“. Die Tastatur ermöglicht mit ihren 48 alphanumerischen Tasten (zusätzlich 8 Funktionstasten und 11 Control-Tasten) ein flüssiges Schreiben. Die Tasten

sind sehr robust und haben ein Schreibmaschinen-ähnliches Layout. Leider ist die Umschalttaste etwas zu klein geraten. Die Zeichenwiederholung kann in der Geschwindigkeit und Verzögerung programmiert werden.

Ein ziemlich auffälliges Highlight sind die zwei 3 Zoll Diskettenlaufwerke am Western Digital WD1770 Floppy-Controller mit einer Kapazität von 400 KByte formatiert (200 KByte mit 40 Tracks pro Seite). Die 5,25 Zoll Laufwerke hatten zur der Zeit zwar noch eine größere Verbreitung, aber langsam kamen auch neue, kompaktere Floppy-Formate auf den Markt. Aus welcher Richtung sich ein Standard entwickeln würde (3 Zoll oder 3,5 Zoll), war damals noch nicht ausgemacht. Am Ende konnte sich das 3 Zoll Format nicht durchsetzen und wurde nur vereinzelt von Computerherstellern verwendet. Heutzutage sind 3 Zoll Disketten nur noch schwer zu bekommen und die Laufwerke brauchen oft auch Zuwendung. Sammler von Schneider und Amstrad CPC Systeme können zum Beispiel ein Lied davon singen, wie gern sich Antriebsriemen der 3 Zoll Diskettenlaufwerke auflösen. Einstein-User bleiben davon verschont, denn hier sind sehr zuverlässige Modelle mit Direktantrieb verbaut. Den TC01 gab es sowohl mit einem als auch mit zwei internen 3 Zoll Diskettenlaufwerken in der Grundausstattung. Zusätzlich lassen sich am rückseitigen 34-poligen „External Disk“ Anschluss weitere MFM Diskettenlaufwerke anschließen.

Auch bei den Anschlussmöglichkeiten leistet sich der Einstein kaum Schwächen. Neben dem Connector für externe Diskettenlaufwerke befindet sich das sogenannte „Tatung Pipe“ Interface, worüber der 8-Bit-Daten-Bus des Z80A direkt adressiert werden kann. Das ähnelt vom Konzept dem Tube-Interface des Acorn BBC Micro, ist aber nicht dazu kompatibel. Weiterhin befinden sich ein User-Port und ein Centronics Drucker-Anschluss an der Rückseite. Der 6-polige runde Monitoranschluss ist Pin-kompatibel mit dem des BBC Micro und kann intern per Jumper zwischen YUV und RGB umgestellt werden.

Seitlich am Gehäuse befinden sich weiterhin der TV-Anschluss und runde DIN Anschlüsse für RS232-C (Full-Duplex) und zwei analog-zu-digital Ports (z.B. für Joysticks). Die Lautstärke des internen Lautsprechers kann seitlich über einen Drehknopf verstellt werden. Dem Einstein fehlt jedoch

ein Cartridge-Slot und ein Kassettenlaufwerk lässt sich auch nicht anschließen.

## Die inneren Werte

Die Spezifikationen ähneln oft dem MSX-Standard, der Computer ist jedoch nicht dazu kompatibel: Der 8-bit Prozessor, ein Zilog Z80A, ist mit 4 MHz getaktet. Er besitzt für die Zeit übliche 64 KByte RAM und 8 KByte ROM (aufrüstbar auf 32 KByte). Zusätzlich gibt es 16 KByte Video-RAM für eine Auflösung von bis zu  $256 \times 192$  Pixel mit 16 Farben und Unterstützung von bis zu 32 Sprites. Als Video Display Controller ist ein TMS9918 von Texas Instruments verbaut, der ebenfalls im TI-99/4 (nicht a), etlichen Spielkonsolen und MSX-Computern zum Einsatz kommt. Den Sound produziert ein 3-stimmiger General Instruments AY-3-8910 Soundchip, der ebenfalls in vielen Arcade-Spielen, Spielkonsolen (beispielsweise der Vectrex), im Amstrad CPC, Oric-1 und Colour Genie zum Einsatz kommt.

## MOS/Xtal DOS

Tatung bewirbt den Einstein als „Clean Machine“. Dies soll verdeutlichen, dass nach dem Einschalten lediglich ein sogenanntes Machine-Operating-System (MOS) aus dem ROM geladen wird, falls keine Diskette eingelegt ist. Hier ist es nur möglich, sich per Maschinensprache mit dem Computer auszutauschen, ähnlich den Sharp MZ Modellen. Diese Methode bietet gleichzeitig die Möglichkeit (oder Notwendigkeit – je nachdem wie man es sieht), einen beliebigen Interpreter von Diskette nachzuladen. Für den Einstein sind eine ganze Reihe von alternativen Computersprachen verfügbar: Neben dem eigenen Xtal BASIC, gibt es BBC BASIC, C++, COBOL, Forth, Pascal, Prolog, PL/1, Lisp, DR Logo und viele andere.

Weil der Einstein überwiegend für den Büroeinsatz gedacht war, gehört auch ein CP/M kompatibles DOS zum Lieferumfang. Es wird automatisch von Diskettenlaufwerk 0 nach dem Einschalten gestartet. Xtal DOS (gesprochen 'Crystal DOS', entwickelt von Crystal Computers in Torquay) ist teilweise etwas komfortabler als CP/M 2.2 und zu den damals beliebten und verbreiteten Anwendungsprogrammen kompatibel. So wurde der TC01 seinerzeit auch als Business-Bundle mit Wordstar, 80 Zeichen Erweiterung und Grünmonitor für £ 900,00 angeboten.



## Xtal BASIC

Tatung liefert mit Xtal BASIC seinen eigenen BASIC Interpreter auf 3 Zoll Diskette mit. Er wurde in Computer-Magazinen häufig mit der Leistungsfähigkeit von GW-BASIC verglichen. Xtal BASIC beinhaltet dabei auch einige, an den Einstein angepasste, Befehlserweiterungen. So kann zwischen verschiedenen Grafikmodi umgeschaltet werden und es existieren beispielsweise separate Grafik- und Soundbefehle wie DRAW, ELLIPSE, FILL, MUSIC – um nur einige zu nennen. Mit Xtal BASIC ist es möglich, bis zu 42 benutzerdefinierte Zeichen (Shapes) zu entwerfen, die sich über freie ASCII-Codes angesprochen lassen. Genauso sind Sprites mit dem SPRITE Befehl auf bis zu 32 Ebenen (planes) zu erzeugen. Eine Besonderheit kennt der BASIC Dialekt dabei noch: Mit dem MAG Befehl (magnification) lassen sich Sprites einfach von 8x8 auf 16x16 Pixel vergrößern. Genauso lassen sich vier 8x8 Pixel große Sprites zu einem großen Sprite verknüpfen.

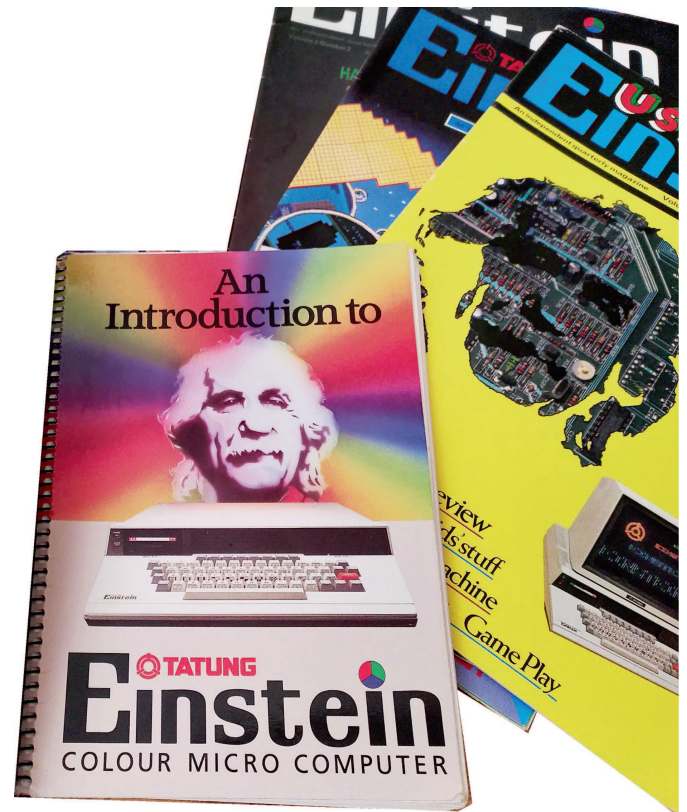
## Game Machine

Der Einstein ist aber nicht nur für langweilige Büroarbeit zu gebrauchen. Aufgrund der Nähe zu anderen technisch verwandten Computern war der Tatung gerade bei Spiele-Entwicklern als Cross-Development Plattform ziemlich beliebt. So verwendeten bekannte Spiele Label, wie Imagine, Ocean

oder Elite Systems Ltd. (unter anderem bekannt für das Spiel „Paperboy“) den Einstein TC01, um Spiele für Sinclair ZX Spectrum, Amstrad CPC oder C64 zu entwickeln. Für die Entwickler war der Computer wegen seiner Zuverlässigkeit, Geschwindigkeit und der guten Tastatur oft die bevorzugte Wahl. Zum Testen der Programmstände wurde der Code dann direkt per Kabelverbindung an das Zielgerät geschickt und dort ausgeführt. Die Entwicklungsgeschwindigkeit konnte damit deutlich erhöht werden und so entstanden Spiele Klassiker wie „Ghost’n Goblins“ und „Ghouls’n Ghosts“ auf dem Einstein.

## Der Speculator

Für den Computer gab es auch eine „Speculator“ genannte Hardware-Erweiterung, die an das Pipe-Interface angeschlossen wird und einen Sinclair ZX Spectrum emulieren kann. Es handelt sich dabei um eine kleine weiße Box, die ursprünglich für knapp £ 50,00 erhältlich war und eine 3,5 mm Klinken-Buchse für den Anschluss eines Kassettenrekorders enthält. Über den Kassettenrekorder können dann Spiele des ZX Spectrum in den Einstein geladen werden. Allerdings braucht es dazu kleine Anpassungen am Programm Code der Spiele. Der „Speculator“ bringt bereits



Dokumentation und User-Magazine zum Tatung Einstein

eine Diskette mit Anpassungen für 20 Spiele mit, die als Loader vor dem eigentlichen Spiel in den Speicher geladen werden. Nachdem die Spiele einmalig von Tape geladen wurden, können sie auf 3 Zoll Disketten abgespeichert werden. Die Box enthält außerdem einen kleinen Sound-Chip, der den Sound der Spectrum Spiele emuliert. Das beiliegende „The Speculator Book“ erklärt genau, wie der Speculator funktioniert und wie der Maschinencode für weitere Spiele selbst angepasst werden kann.

Laut der Website <http://www.tatungeinstein.co.uk> wurden 136 Spiele für den Einstein veröffentlicht. Darunter sind Klassiker, die es auch für andere Computer gab. Es zählen so bekannte Titel wie Chuckie Egg, Jet Set Willie, Maniac Miner, Zork oder Lazy Jones von David Whittaker dazu. Sein Stardust Soundtrack wurde weltbekannt durch die Coverversion Kernkraft 400 von Zombie Nations. Sogar „Elite“, der absolute Spiele-Klassiker des BBC Micro und das erste Open-World-Game der Video-Spiele-Geschichte, wurde auf den Einstein portiert. Es macht durch die hohe Taktfrequenz der Z80 CPU und dem separaten Video-Speicher durchaus eine gute Figur.



Ein Blick auf die Xtal DOS Systemdiskette

## Reparatur

Der Computer des Autors hatte anfangs einen schweren Start, da er leider defekt war. Durch die Unterstützung von Vereinsmitgliedern konnte er jedoch wieder zum Leben erweckt werden. Die Fehlerdiagnose gestaltete sich allerdings schwierig, weil gleich mehrere Probleme vorhanden waren: Defekte CPU, defekter Sound-Key-Board-Chip (AY-3-8910) und zerstörte Leiterbahnen. Deswegen brauchte es Teamwork und schwere Geschütze (Logicanalyzer), um dem „kleinen Einstein“ wieder Leben einzuhauchen. Die Erfolgsgeschichte kann gern im Vereinsforum nachgelesen werden.

## Fazit

Der Tatung Einstein TC01 ist ein robuster 8-Bit Computer mit einigen technischen Highlights, die man bei anderen Computern aus der Zeit vermisst. Der Ansatz des Herstellers den Computer im Büroeinsatz zu platzieren ist deutlich zu erkennen. Durch die CP/M Kompatibilität konnten die verbreitetsten Büro-Programme der 1980er Jahre ausgeführt werden. Trotzdem muss auf den Spaßfaktor nicht verzichtet werden, da er alles mitbringt, was auch Homecomputer dieser Zeit zu bieten hatten. Die 3 Zoll Diskettenlaufwerke sind eher ungewöhnlich, aber gerade beim Einstein sehr robust und zuverlässig. Im deutschsprachigen Raum ist der Computer jedoch noch seltener anzutreffen als in Großbritannien. Dort tauchen manchmal Geräte bei eBay auf, die dann preislich bei etwa £ 300,00 liegen. Die Sammlergemeinde ist allerdings auch nicht

besonders groß und deshalb ist eine größere Wertsteigerung wohl eher nicht zu erwarten. Wird technische Hilfe benötigt, dann landet man schnell in englischen Foren, die aber teilweise nur wenig frequentiert werden. Schade eigentlich, denn mit seinen technischen Möglichkeiten hätte der Computer sicher mehr Aufmerksamkeit verdient. Eine gute Anlaufstelle für Einstein Fans ist die Website <http://www.tatungeinstein.co.uk>. Dort gibt es immer wieder mal aktuelle Infos, viel Software, Spiele Images, Dokumentationen und Magazine zum „Einy“.

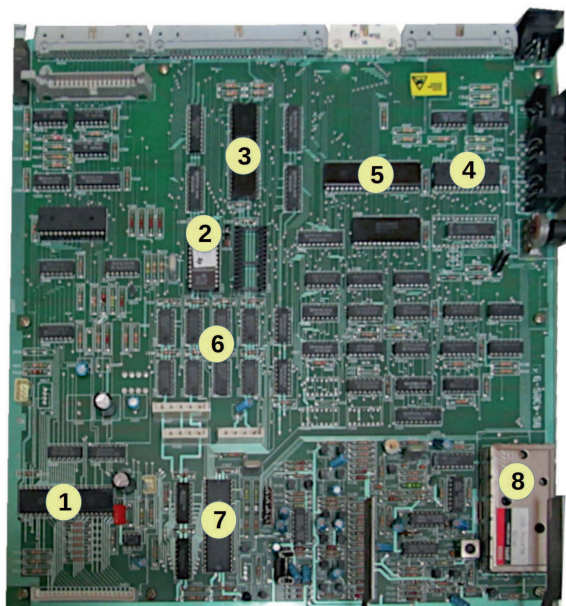
Warum Tatung mit dem Computer scheiterte, ist letztlich schwer zu sagen. Ein Problem war sicher die große Konkurrenz von 8-Bit Homecomputern zu der Zeit, die meist günstiger waren und deren Hersteller sich bereits einen Namen gemacht hatten. Da tat sich ein neuer Hersteller enorm schwer, den Rückstand aufzuholen. Von der Leistung könnte man den Einstein wohl am besten mit dem BBC Micro von Acorn oder dem Apple II vergleichen. Wer damals die Wahl hatte, der entschied sich aber oft für die Alternativen, weil sie bereits eine viel größere Verbreitung und somit eine größere Softwareauswahl hatten. Und schließlich trat auch noch „Big Blue“ mit dem IBM PC in den Markt ein.

Aus heutiger Sicht ist der Tatung Einstein TC01 aber gerade wegen seiner geringen Verbreitung ein interessantes Gerät. Handbücher und Magazine gibt es im Internet als PDFs. Spiele- und Software-Images können ebenfalls heruntergeladen und leicht mit dem Gotek Floppy-Emulator auf dem Einstein ausgeführt werden.

## Links

[https://en.wikipedia.org/wiki/Tatung\\_Company](https://en.wikipedia.org/wiki/Tatung_Company)  
<https://www.computerwoche.de/article/2767973/multiuser-faehige-286-und-386-ats-aus-taiwan-tatung-draengt-auf-den-deutschen-pc-markt.html>  
<https://de.wikipedia.org/wiki/MSX>  
<https://en.wikipedia.org/wiki/TMS9918>  
<https://www.elite-systems.co.uk>  
[https://mikesretrotech.co.uk/userfiles/tatung%20einstein/development/Cross%20Platform%20Tools%20-%20Tatung%20Einstein\\_files/translate\\_p.html](https://mikesretrotech.co.uk/userfiles/tatung%20einstein/development/Cross%20Platform%20Tools%20-%20Tatung%20Einstein_files/translate_p.html)  
<http://www.tatungeinstein.co.uk/front/specgames.htm>  
<https://www.youtube.com/watch?v=ujhj7mfvlQk>  
<https://www.heise.de/hintergrund/Zahlen-bitte-Universum-in-2048-Planetensystemen-Das-Weltraumspiel-Elite-9949690.html>  
<http://www.tatungeinstein.co.uk>  
<https://forum.classic-computing.de/forum/index.php?thread/30711-tatung-einstein-tc01-reparatur-thread/>

Bild: [https://www.nightfallcrew.com/wp-content/gallery/tatung\\_einstein\\_tc01](https://www.nightfallcrew.com/wp-content/gallery/tatung_einstein_tc01) (verändert)



**Blick auf das Mainboard des Tatung Einstein TC01**

- 1 GLAY-3-8910 PSG
- 2 EPROM 8 KByte
- 3 Zilog Z80A CPU
- 4 Intel 8251 UART (RS232)
- 5 Z80 PIO
- 6 8x8 KByte Mostek 4564 RAM
- 7 TI TMS9129 Video Prozessor
- 8 RF Modulator

## Über den Autor

Jürgen Wich hat 1985 mit dem C64 seine ersten Computer Erfahrungen gesammelt. Heute ist er als Systemspezialist im Bereich Planung und Betrieb von Big Data Cluster Umgebungen tätig. 2016 hat er seine Liebe zu den alten Computern aus seiner Jugend wiederentdeckt. Daraus hat sich im Laufe der Jahre eine Sammelleidenschaft für Tastatur-Computer aus den 1970er und 1980er Jahren entwickelt.



## Das Sophisticated Operating System des Apple ///

**D**er Apple /// wird gern als der erste große Flop der damals noch jungen Firma Apple Computer Inc. aus Cupertino in Kalifornien bezeichnet. Mit holprigem Start, Hardware-Problemen und wenig attraktiver Software verkaufte sich der 8-Bit Rechner Anfang der 1980er Jahre auch schlecht. Doch er ist besser als sein Ruf – und sein Betriebssystem macht ihn zu einer äußerst interessanten Maschine.

Um den Apple /// und seine Architektur zu verstehen, ist es notwendig, ein wenig in die Geschichte seines Herstellers Apple einzutauchen. Das erste Produkt, das Apple im Jahr 1976 auf den Markt brachte, war bekanntermaßen der Apple I. Ausgestattet mit einer MOS 6502 CPU, je nach Ausbaustufe mit bis zu 48 KByte RAM und einem Monitorprogramm im ROM verkaufte Apple diesen Einplatinen-Computer über die Elektronikette „Byte Shop“ in den USA. Für ein passenden Netzteil, eine Tastatur und ein Gehäuse musste der Käufer selbst sorgen. Entsprechend bunt sind die wenigen noch erhaltenen Apple 1-Modelle auch anzuschauen.

War der Apple 1 noch ein Bastelgerät, so richtete sich der Apple II im Jahr 1977 mehr an den interessierten Endanwender. Eingebaut in ein formschönes Pultgehäuse brachte er Tastatur und Netzteil bereits mit und neben einem Monitorprogramm im ROM war nun auch gleich ein BASIC Dialekt in der Firmware enthalten. Dies war ein Gerät, das der Anwender nur noch an den Fernseher anschließen brauchte – einen Composite Eingang vorausgesetzt – und mit Strom versorgen musste, schon konnte es losgehen. Selbstgeschriebene Programme ließen sich auf einem normalen Audio-Kassettenrecorder speichern. Kurz: In dieser Form war der Apple II ein ideales Gerät für den Heimanwender.

# Doch kein Flop



Bild: User Easterbilby, [www.archive.org](http://www.archive.org)

Apple brachte ein Jahr nach dem Erscheinen des Apple II dann das erste Diskettenlaufwerk auf den Markt. Die Disk II genannten Laufwerke benötigten einen eigenen Controller, dessen Einbau dank der 8 Erweiterungssteckplätze leicht zu bewerkstelligen war. Die Kombination des Apple II mit einem oder zwei Diskettenlaufwerken eröffnete dem Gerät neue Anwendungsgebiete im kaufmännischen Bereich. Spätestens mit Visicalc von Dan Bricklin und Bob Frankston (VisiCorp) hatte der Apple II seine Killer-Applikation. Dieses allererste Tabellenkalkulationsprogramm war für viele der Grund, sich einen Apple II für den beruflichen Einsatz zu kaufen, denn bis 1981 war Visicalc ausschließlich für diesen Rechner verfügbar.

### Ein Besuch im Xerox PARC

Mit dem Apple II, den Diskettenlaufwerken und einigen Peripheriegeräten erschöpfte sich das Produktportfolio der Firma Apple allerdings auch. Das war dem Unternehmen und allen voran auch Mitbegründer Steve Jobs nur zu klar. Auf der Suche nach Ideen für neue Produkte besuchte eine Abordnung von Apple im Dezember 1979 dann das Palo Alto Research Center von Xerox und lernte unter anderem den Xerox Alto mit seiner grafischen Oberfläche und der Maus als Eingabegerät kennen. „Und innerhalb von zehn Minuten war mir klar, dass eines Tages alle Computer so arbeiten würden“, urteilte Steve Jobs später über diese Vorführung. Schnell war die Entscheidung getroffen, ein ähnlich bedienbares Gerät auf den Markt bringen zu wollen. Aber es war

klar, das weder ein einzelner Entwickler – wie durch Steve Wozniak beim Apple II – ein solches Gerät würde planen können, noch dass dies in wenigen Monaten zu erreichen wäre. Apple brauchte also dringend ein schneller zur Marktreife zu treibendes Gerät.

An dieser Stelle kommt der Apple /// ins Spiel. Apple-Mitarbeiter und Projektleiter Dr. Wendell Sander hatte Ende 1978 im Projekt „Sara“ (Namenspatronin war Sanders Tochter) begonnen, einen direkten Nachfolger des Apple II zu entwickeln. In das Projekt flossen Ideen und Anforderungen einer Reihe von Projektmitarbeitern ein und auch Steve Jobs mischte beim Design der Maschine kräftig mit. Der Apple /// war für den professionellen Einsatz gedacht und kam im November 1980 auf den Markt. Das System ist solide aufgebaut: Ein massives Gehäuse mit einem Chassis aus Alu-Druckguss, eine ohne Werkzeug abnehmbare Gehäuseschale aus festem Kunststoff und ein von Form und Abmessungen perfekt passender Monitor ließen das Gerät seriös wirken. Die inneren Werte zeigten die Verwandtschaft zum Apple II zwar an, aber der Apple /// ging an einigen Stellen deutlich über seinen Vorgänger hinaus (siehe Kasten). Einige der Besonderheiten des Apple /// werden im Zusammenhang mit dem „Sophisticated Operating System“ (SOS) noch besprochen.

### Apple /// Hardware

Massives Alu-Druckgussgehäuse  
Massenspeicher: 5,25-Zoll-Diskette, 140 KByte (1 intern, 1 extern)

Alternative Twiggy Drive verworfen  
aufgrund Apple II Kompatibilität  
später: Apple Profile Festplatte,  
5 MByte

Motherboard

Prozessor: Synertek 6502 A, 2 MHz  
TTL Bausteine

Zwei „Versatile Interface  
Adapters“ für I/O und Tastatur  
(341-0035)

Socket auf Position „B3“ für den Uhr/  
Kalender Chip 58167

6551 Serial Controller

Video Mode Selector (341-0032) bis  
520x192 mit 16 Farben

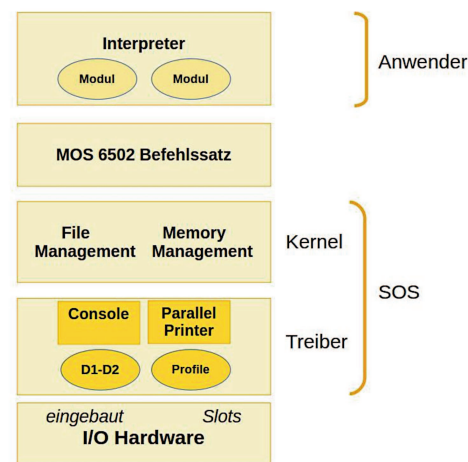
Video Generator (341-0030 oder 2316)

RAM auf zweiter Platine „huckepack“  
128 KByte (Apple III Plus 256  
KByte), maximal 512 KByte

4 Erweiterungsslots, Apple II  
kompatibel

## Die Probleme

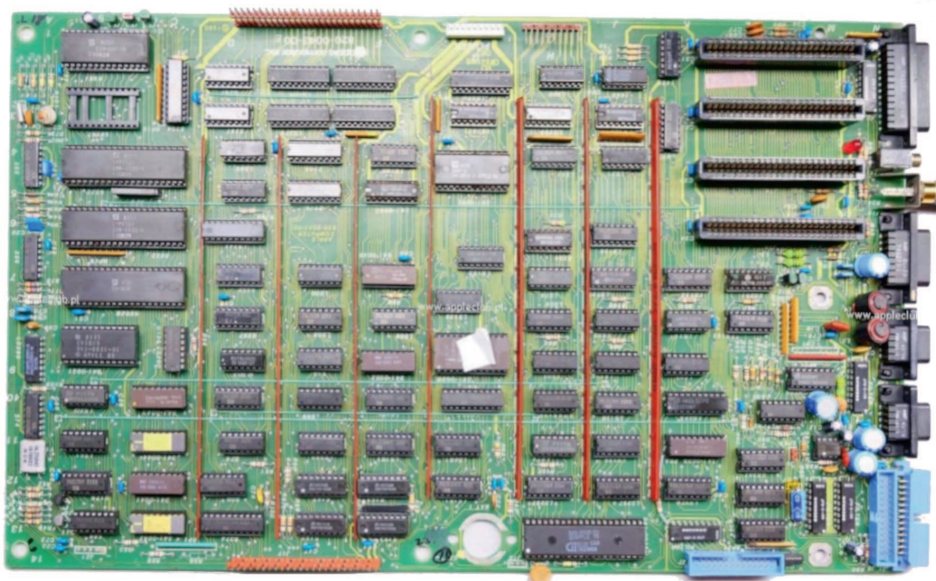
Doch vorher sollen einige Probleme angesprochen werden, die dem Apple /// sein Leben schwer machten. Das massive Aluguss-Gehäuse sollte den Rechner ohne Lüfter auskommen lassen und die Wärme im Inneren abführen. Das funktionierte aber nur schlecht und führte zu thermischen Problemen. Gleichzeitig hatte Apple in der Fertigung minderwertige Chipfassungen verwendet, sodass in der Folge einzelnen Chips sich bei Dauerbetrieb aus der Fassung lösten. Als Abhilfe empfahl Apple, das Gerät an der Vorderkante leicht anzuheben und dann fallen zu lassen, um die Chips wieder in die Fassung zu drücken... . Dieses „drop three inches“ genannte Verfahren war nicht gerade geeignet, das Vertrauen in das Gerät zu steigern. Der Apple /// besaß außerdem in der ersten Version eine eingebaute Echtzeituhr. Leider war diese meist defekt – Apple lieferte daher den im Dezember 1981 erschienenen Apple /// „revised“ gleich ohne den Uhrenchip aus. Ebenfalls als Ärgernis erwies sich die reduzierte Kompatibilität des Apple /// zum Apple II. Der erfolgreiche Vorgänger konnte ja mit einer großen Palette an Software aufwarten. Damit der Apple /// diese nutzen konnte, war erforderlich, eine Emulatorsoftware zu booten. Allerdings bot dieser Modus keine 80-Zeichen-Darstellung, ließ nur den Zugriff auf maximal 48 KByte RAM zu, erlaubte keinen Wechsel zwischen Integer BASIC und Applesoft BASIC und emulierte die die Language Card des Apple II nicht. Dadurch war das Apple UCSD Pascal nicht lauffähig. Diese Beschränkungen



**Schematische Darstellung der abstrakten Maschine des Apple ///**

liegen allerdings nicht in der Hardware, sondern nur in der Emulationssoftware begründet. Einige Jahre nach Ende des Apple /// beschrieben Bob Etheredge mit dem „Satan Mode“ und Andy Hertzfeld mit dem „Funny Mode“ eine Betriebsart, die eine deutlich bessere Kompatibilität herstellt. Hier ist eine 80 Zeichen Darstellung ebenso möglich wie der Zugriff auf 64 KByte RAM und erweiterte Apple ///-Funktionen. Mittlerweile existiert eine verbesserte Emulator-Software, die diese Funktionen heute nutzbar macht.

Apple brachte im Dezember 1983 noch eine verbesserte Apple /// Plus Version heraus. Mit dem Erscheinen des Apple Macintosh wurde der Verkauf des Apple /// dann im April 1984 eingestellt.



**Das Apple /// Mainboard. Oben links ist der freie Socket für den Uhrenchip erkennbar**



Insgesamt, so wird vermutet, konnte Apple zu diesem Zeitpunkt auf nur 120.000 verkaufte Geräte zurückblicken. Zum Vergleich: Als die Apple II-Serie (mit //e, IIc und IIGS) im Jahr 1993 eingestellt wurde, hatte Apple insgesamt 6 Millionen Geräte verkauft, davon allein im Jahr 1983 eine Million.

## Die abstrakte Maschine bootet

Während Programme beim Apple II direkt auf die Hardware zugreifen oder Hardware-nahe Routinen im Monitor- oder BASIC ROM nutzen, führt der Apple /// mit seinem Betriebssystem eine Abstraktion der Hardware ein. Anwenderprogramme und Programmierungsumgebungen (beide Interpreter genannt) nutzen das SOS und seine Funktionen, um Speicherzugriffe durchzuführen, auf Massenspeicher und Dateien zuzugreifen oder die Peripherie und Schnittstellen zu nutzen. Der SOS Kernel kümmert sich um die Allokation von Hardware-Ressourcen, um das Input/Output Handling, um Events und Interrupts und kennt Treiber für den Zugriff auf Geräte und Schnittstellen. Der Kernel wird beim Bootvorgang jeweils von der Diskette in Laufwerk 1 geladen. Dies erfolgt durch eine Funktion im 4 KByte großen Monitor-ROM des Apple ///. Hierbei lädt der Rechner den Bootloader auf der Diskette in den Speicher ab der Adresse \$A000 und führt diesen Code aus. Der Bootloader lädt anschließend das Volume-Verzeichnis der Diskette ab der Adresse \$A200 in den Speicher. Darin wird nach einer Datei mit dem Namen

„SOS.KERNEL“ gesucht und diese in den Speicher ab der Adresse \$1E00 eingeladen; fehlt die Datei, wird eine Fehlermeldung ausgegeben. Schließlich führt der Bootloader den Kernel ab der Adresse \$1E70 aus. Anschließend lädt der Kernel die Dateien .D1/SOS.DRIVERS mit den vorhandenen Treibermodule und .D1/SOS.INTERP, dem Interpreter. Dies kann eine Programmierungsumgebung sein, aber auch ein Anwendungsprogramm. Der Kernel besitzt für diesen Ladevorgang einen internen Treiber für den Zugriff auf die Diskettenlaufwerke, .D1 verweist auf das eingebaute Diskettenlaufwerk 1. Das bedeutet, der Apple /// muss immer von einer Diskette in Laufwerk 1 gestartet werden und dort muss auch zumindest der initiale Teil einer Anwendung liegen. Erst in neuerer Zeit wurde ein alternatives Monitor ROM entwickelt, das zusammen mit einem angepassten Bootloader und einem entsprechend erweiterten Kernel auch von Festplattenemulatoren booten kann [1].

## Die Speicherverwaltung

Der Apple /// mit seiner MOS 6502 CPU ist eine 8-Bit Maschine und kann daher nur 64 kByte an Speicher adressieren (\$0000 bis \$FFFF). Trotzdem lässt sich das Plus-Modell des Rechners auf maximal 512 KByte RAM aufrüsten. Apple hat dazu eine Memory Management Unit ersonnen und in TTL Bausteinen realisiert. Sie unterteilt den Speicher jeweils in Bänke von 64 KByte Größe und ermöglicht eine Adressierung des Speichers entweder über Bank Switching oder eine erweiterte indirekte Adressierung. Bevor wir diese beiden Adressierungsarten näher betrachten, muss der letzte Absatz zum Bootvorgang etwas korrigiert werden: Kernel und Interpreter werden immer in die oberste Bank des Speichers geladen, abhängig davon, was der Speichertest durch das Monitor ROM ergeben hat.

Der Speicherzugriff über Bank Switching relativiert alle Speicherzugriffe wie das Laden und Speichern von Da-

ten (LDA, STA) oder Sprünge (JSR) zur ausgewählten Speicherbank im Register \$FFEF, dem Bank Register. Ein Beispiel:

```
0000 | FFEF BREG .EQU 0FFEF
A050 | A9 01 LDA #01
A052 | 8D EFFF STA BREG
A055 | 4C 6B32 JMP 326B
```

Die erste Zeile definiert das Bank Register für den verwendeten Makro Assembler, Zeile 2 lädt den Akkumulator der 6502 CPU mit dem Wert „1“ und Zeile 3 schreibt diesen Wert in das Bank Register. Damit die Bank 1 für alle weiteren Zugriffe ausgewählt und der Sprungbefehl in Zeile 4 führt zu angegebenen Speicherstelle in Bank 1.

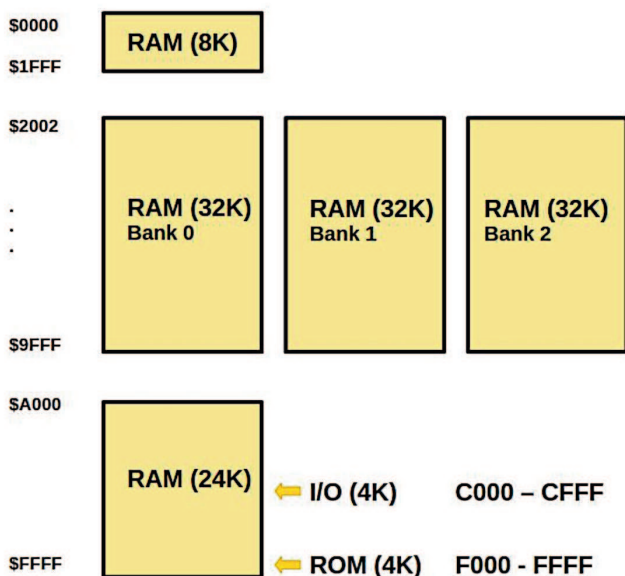
Für Befehle, die eine indirekte Adressierung über das X- oder Y- Register erlauben (ADC, AND, CMP, EOR, LDA, ORA, SBC, STA), ist eine zweite Art der Adressierung möglich, die erweiterte indirekte Adressierung (enhanced indirect addressing). Möglich wird dies durch die Verwendung der Zero Page (\$00 bis \$FF) und einer weiteren Speicherstelle, dem Extension Byte. Das folgende Beispiel lädt ein Byte aus Speicherstelle \$3289 aus Bank 2 des Speichers in den Akkumulator:

```
61EE | A9 89 LDA #89
61F0 | 85 57 STA 57
61F2 | A9 32 LDA #32
61F4 | 85 58 STA 58
61F6 | A9 82 LDA #82
61F8 | 8D 5816 STA 1658
61FB | A0 00 LDY #00
61FD | B1 57 LDA (57),Y
```

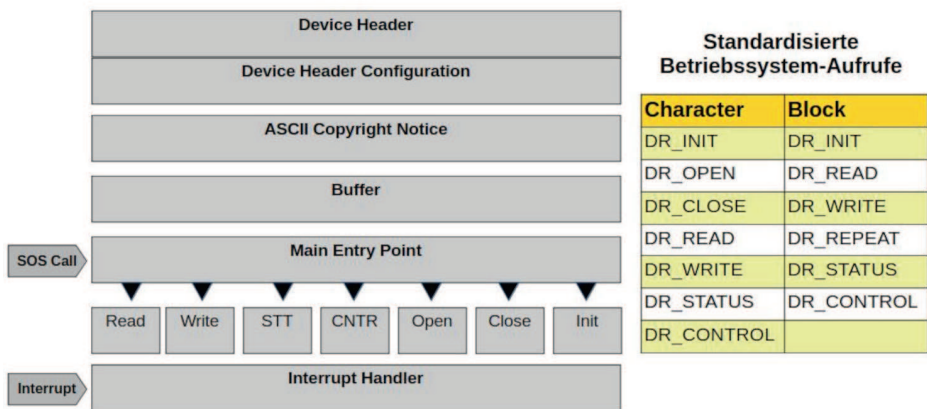
Zeilen 1 bis 4 laden das Low Byte und das High Byte der Adresse \$3289 in zwei Lokationen der Zero Page. Zeilen 5 und 6 wählen Bank 2 aus – bei dieser Adressierungsart muss das Extension Byte immer zwischen \$80 und \$8F liegen, zur Banknummer also \$80 addiert werden. Zeile 7 setzt den Offset für den Speicherzugriff auf 0 und Zeile 8 greift schließlich unter indirekter Adressierung über die Speicherstellen \$57 und \$57+1 auf die Speicherstelle \$3289 in Bank 2 zu. Das Verfahren ist im „SOS Reference Manual“ [2] ausführlich erklärt.

## Devices und Treiber

Anders als der Apple II mit seinem Monitor- und BASIC ROM und dem DOS 3.3 für Diskettenlaufwerke kennt SOS logische Geräte (Devices) und unterscheidet zwischen zwei Arten, den Block Devices und den Character Devices. Diese Unterscheidung findet auch heute noch in Betriebssystemen. Block Devices erlauben einen wahlfreien Zugriff und arbeiten mit Blöcken zu je 512 Bytes Größe. Typische Block Devices sind Disket-



Das Speichermanagement im Apple /// kennt Bank Switching



Schematischer Aufbau eines Device Drivers und Tabelle mit SOS System Calls

ten oder Festplatten. Character Devices arbeiten mit einem sequentiellen Datenstrom und einzelnen Bytes. Eine serielle Schnittstelle ist ein typisches Character Device. Jedes Device hat einen logischen Namen, gekennzeichnet durch einen vorangestellten Punkt. So bezeichnet .PRINTER den Druckeranschluss (für den Apple SilenType), .D1 bis .D4 die Diskettenlaufwerke und .PROFILE die Apple Profile Festplatte. Wie in der Tabelle gezeigt, kennen beide Arten von Devices eine überschaubare Anzahl von Betriebssystem-Aufrufen, über die sie angesteuert werden.

Realisiert werden diese Aufrufe von Treibern, die in der Datei SOS.DRIVERS eingebunden sind. Ihr Aufbau ist in der Abbildung wiedergegeben und Apple hat ein ausführliches Manual publiziert, das beschreibt, wie Treiber zu programmieren sind. Es enthält auch ein Muster für einen Block- und einen Character- Treiber [3].

Treiber werden zwar als Einzeldateien bereitgestellt, können aber in dieser Form nicht sofort genutzt werden. Vielmehr ist es erforderlich, die benötigten Treiber mit dem System Configuration Program (SCP) von der

Systems Utility Disk des SOS in die Datei SOS.DRIVERS einzubinden. Der Vorgang wird als Systemgenerierung bezeichnet. Dazu lädt das SCP zunächst eine SOS.DRIVERS Datei von einer Diskette ein. Dann lassen sich Treiberdateien hinzuladen; sowohl auf der Systems Utility Disk als auch auf der Data Disk sind eine ganze Reihe von Treibern vorhanden. Das Standard Device Drivers Manual beschreibt diese Treiber ausführlich [4]. Dort ist auch beschrieben, welche Parameter sich bei einzelnen Treibern einstellen lassen. So kennt der RS232 Treiber für die serielle Schnittstelle die üblichen Parameter wie Baud Rate, Handshake und Anzahl der Daten- und Stopp-Bits. Hier ist es auch möglich, den logischen Device-Namen zu ändern. Dies kann manchmal sinnvoll sein – so gehen die Apple /// Anwendungen davon aus, dass eine Festplatte unter dem Namen .PROFILE anzusprechen ist und ermöglichen keine Änderung dieses Namens. Bei Verwendung eines Festplattenemulators ist es daher sinnvoll, den eigentlichen Namen des Devices auf .PROFILE zu ändern, um keine Probleme zu bekommen.

```
Apple /// System Configuration Program
Read a Driver File
16 Dec 87 0:10:02 AM

Current Driver Configuration:
1 .PROFILE
2 .CONSOLE
3 .FNT01
4 .FNT02
5 .FNT03
6 .FNT04
7 .RAM

( Available memory: Approximately 38K bytes )
Press: RETURN to accept ESCAPE to exit to SCP menu d? for Help

Enter Pathname of Driver File :
101/SOS.DRIVER
```

```
Apple /// System Configuration Program
Edit Driver Parameters
16 Dec 87 0:10:35 AM

item field value
1 - DEVICE NAME PROFILE
2 - Driver Status ACTIVE
3 - Slot Number 4
4 - Comment
Profile Driver -- Copyright (C) 1983 by Apple Computer Inc.
5 - Configuration Block data
Non-changeable information:
Device Type..... #01 Block, Read, Write
Device Subtype..... #01 Formatter present; NonRemovable
Unit Number..... #00
Manufacturer ID..... 30001 Apple
Block Count..... 32000 (9728)
Version ID..... 1.3.0

Press: ESCAPE to exit to top Edit menu d? for Help

Edit Driver Parameters
Select an item to be edited : Device Name
```

Treiber liegen in der Datei SOS.DRIVERS und lassen sich mit dem SCP konfigurieren

Welche Treiber in die SOS.DRIVERS einzubinden sind, hängt von der jeweiligen Hardware und vom jeweiligen Interpreter ab. Wahrscheinlich wird aber immer der .FNT Treiber zur Ansteuerung der Diskettenlaufwerke benötigt werden, ebenso der .CONSOLE Treiber für den Textbildschirm. Für die hochauflösende Grafik des Apple /// braucht es den .GRAFX Treiber und für einen Drucker entweder den .PRINTER- oder den .RS232 Treiber.

## Dateien und Volumes

SOS implementiert ein hierarchisches Dateisystem mit verschachtelten Unterverzeichnissen. Der Zugriff auf die Hardware des verwendeten Massenspeichers geschieht (wie oben bereits erwähnt) durch den Treiber für die Diskettenlaufwerke oder die Festplatte. Auf dem Massenspeicher legt SOS ein logisches Volume an und lässt den Benutzer einen Namen für dieses Volume vergeben. Der Zugriff auf Dateien ist dann über diesen Volume-Namen möglich: UTIL/MYFILE verweist auf die Datei „MYFILE“ auf dem Volume „UTIL“. Dabei ist es unerheblich, wo sich dieses Volume physikalisch befindet, es kann also auf einem der Diskettenlaufwerke liegen oder auf der Festplatte. SOS sucht das entsprechende Volume selbsttätig.

Dateien unter SOS sind typisiert, sie besitzen einen 8-Bit breiten Wert als Dateityp. Dieser entscheidet darüber, was mit einer Datei gemacht werden kann und erlaubt es SOS, Treiber von Textdateien oder BASIC Programmen zu unterscheiden.

Das Arbeiten mit Volumes und Dateien erfolgt im Regelfall mittels den System Utilities, die Funktionen einerseits für Volumes andererseits für Verzeichnisse und Dateien mitbringen. Auch die Programmierumgebungen (Business BASIC, UCSD p-System mit Pascal) haben entsprechende Funktionen.

Apple ProDOS Benutzern mag das vertraut vorkommen – und das ist kein Zufall. Nach dem vorzeitigen Ableben des Apple /// hat der Hersteller das Dateisystem von SOS in ProDOS übernommen. SOS Disketten können unter ProDOS gelesen werden und SOS kommt mit ProDOS Disketten klar. Die Unterschiede erläutert der Kasten.

## Der Interpreter

Als Interpreter wird in der Apple /// jedes Maschinensprache-Programm bezeichnet, das durch SOS geladen wird. Dabei kann



Apple /// Utilities  
List Files Command

16 Dec 87 0:07:59 AM  
Prefix is /III UTILS.01

| /III UTILS.01    | File Type | Blocks | Modified  | Time  | Length |
|------------------|-----------|--------|-----------|-------|--------|
| #SOS KERNEL      | Sosfile   | 44     | 1-Nov-82  | 0:00  | 43:0   |
| #SOS DRIVER      | Sosfile   | 25     | 3-May-88  | 19:55 | 24:0   |
| #SOS INTERP      | Sosfile   | 28     | 1-May-83  | 0:00  | 27:0   |
| #SYSTEM PASCAL   | Codefile  | 49     | 1-May-83  | 0:00  | 48:0   |
| #SYSTEM MISCINFO | Datafile  | 1      | 16-Dec-87 | 16:18 | 1:0    |
| #SYSTEM STARTUP  | Codefile  | 121    | 1-May-83  | 0:00  | 120:0  |

6 files listed, 5 blocks available

Press: RETURN to accept    ESCAPE to exit to File menu    d? for Help.

the directory information of the files:  
Including All directory levels; sending the listing to the file:  
CONSOLE

### Ein Blick in den Dateimanager von SOS

es sich um ein Anwenderprogramm wie den Apple Writer /// handeln (stand-alone interpreter) oder eine Programmierumgebung wie Business BASIC oder Pascal (language interpreter). SOS.INTERP ist dabei die primäre Datei des Interpreters, weitere Module können aus anderen Dateien hinzugeladen werden.

Eine Interpreter-Datei besteht aus zwei großen Teilen, dem Header und dem eigentlichen Programmcode. Der Header enthält fünf Angaben:

- ein 8 Byte großes Label mit dem Text „SOS NTRP“.
- der Länge des optionalen Headerfelds (2 Bytes),
- das optionales Headerfeld selbst mit Zusatzinformationen.
- die Adresse in der höchsten RAM Bank des Systems, in welches das Programm geladen werden soll (2 Bytes) und
- die Länge des Programmcodes in Bytes (2 Byte)

### ProDOS – ein Kind von SOS

ProDOS wurde mit dem Apple //e als Nachfolger von DOS 3.3 vorgestellt, dem System für den Zugriff auf Disketten. Es ist über mehrere Versionen von Apple selbst weiterentwickelt worden, die letzte war ProDOS 8 v2.0.3 vom 06. 05 1993. Apple hat ProDOS unter das „Apple Software License Agreement“ gestellt, das eine Weitergabe und Veränderung erlaubt. Dies hat den Weg für eine Weiterentwicklung durch die Community geebnet. John Brooks treibt seit 15.09.2015 die Entwicklung von ProDOS voran, momentan ist die Version ProDOS 8 v2.4.3 vom 30.12.2023 aktuell. Die Weiterentwicklungen enthalten viele Erweiterungen und Bug Fixes.

ProDOS ist eng mit SOS verwandt, aber besitzt einen deutlich reduzierten Funktionsumfang. Es kennt nur Files als Block Devices, alles andere wird physikalisch oder per ROM Routinen des Apple //e zugegriffen. Auch Speicherzugriffe sind deutlich vereinfacht, ebenso der Interrupt Handler. Außerdem kennt ProDOS kein Memory

Wie diese Angaben zeigen, laden Interpreter immer an eine feste Position im Speicher des Apple ///, sind also nicht relocierbar. Der Programmcode beginnt dann unmittelbar hinter dem Header.

Ein Interpreter kann beliebig viel vom nicht allozierten Speicher nutzen. SOS übernimmt dabei die Speicherzuteilung und schützt bereits allozierte Bereiche vor Fremdzugriff. Das setzt voraus, dass Programme die entsprechenden SOS Betriebssystemaufrufe benutzen, um Speicher anzufordern und zu allozieren. Greifen sie direkt auf den Speicher zu, versagt dieser Schutz – ein Interpreter könnte beispielsweise auf den I/O Puffer für die Diskette überschreiben und dadurch einen Absturz des Systems verursachen. Das SOS Referenzhandbuch beschreibt diese Umstände genau anhand von Beispielen und liefert auch ein Muster für einen Interpreter.

Für Interpreter gilt das „Highlander-Prinzip“: Es kann nur einen Interpreter zur gleichen Zeit im System geben und ein Wechsel erfordert einen Reboot. Das macht es auf den ersten Blick schwer, eine Festplatte oder einen entsprechenden Emulator sinnvoll zu nutzen. Es gibt aber Software, die einen Programmwechsel ohne Reboot erlaubt, indem sie sich als der eigentliche Interpreter installiert und andere Programme nachlädt. Der „Selector ///“ ist so ein Programm und auch die stark erweiterte SOS Version „BOS“ vermag Programme auf einem großen Laufwerk zu verwalten.

Management wie SOS, denn die Hardware unterstützt das Paging des Apple /// nicht. ProDOS System Calls sind eine Untermenge der SOS System Calls.

Bei Systemstart wird der Bootloader von den ersten beiden Blöcken des Datenträgers in den Speicher ab der Adresse \$800 geladen. Identifiziert der Bootloader den Computer als Apple II, so wird die Datei PRODOS geladen. Interessanterweise läuft der Bootloader auch auf einem Apple /// und versucht dort, SOS.KERNEL zu laden.

Datenträger werden identisch mit SOS als Block Devices mit fortlaufend nummerierten Blöcken von 512 Bytes Größe angesprochen. ProDOS verwendet die gleiche hierarchische Dateistruktur wie SOS, weshalb ProDOS-formatierte Disketten auch unter SOS lesbar sind und umgekehrt. Veränderungen gibt es aber bei den bekannten und verwendeten Dateitypen. ProDOS zeigt aber die unter SOS bekannten Typen korrekt an, sowohl bei einem CATALOG Aufruf in BASIC als auch im ProDOS Filer. Letzterer ähnelt den SOS Utilities deutlich.

### Apple /// heute

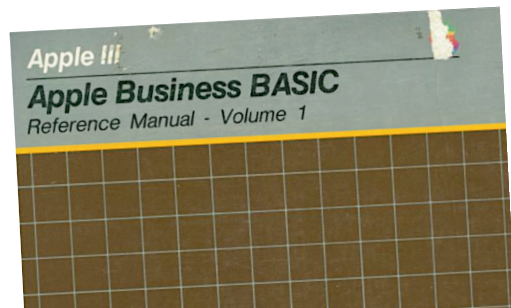
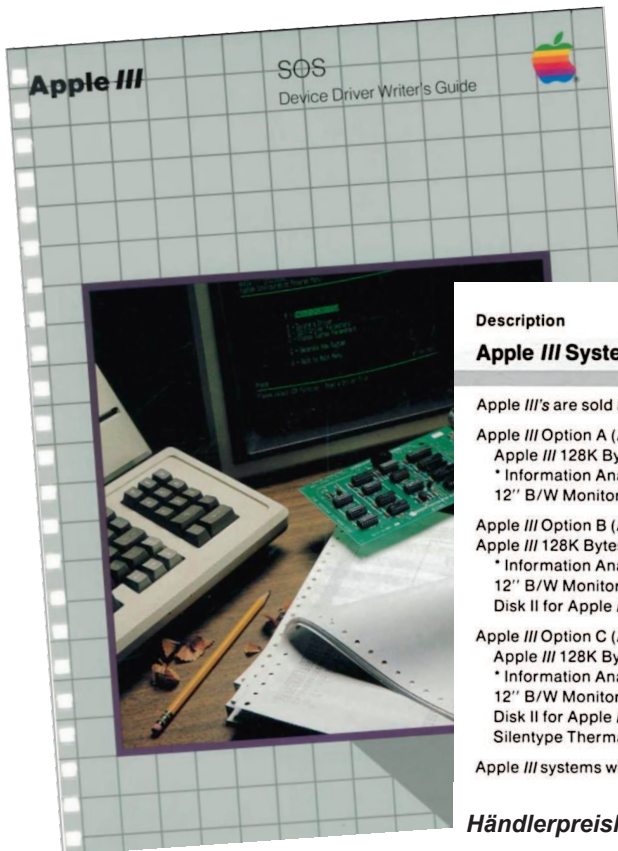
Obwohl der Apple /// mit wahrscheinlich nur 120.000 verkauften Geräten zu den seltenen Apple Computern gehört, hat er seinen festen Platz in der Retrocomputer-Community. Zusatz-Hardware wie die Ethernetkarte Uthernet II, die Smartport-Karte Liron und Disketten- und Festplattenemulatoren wie die Booti Card, die CFFA 3000 und die DISK II Emulatoren von Big Mess o’Wires, der wDrive oder die SDisk II funktionieren auch am Apple ///. Für diese Hardware stehen auch passende Treiber bereit, die sich mit dem SCP in die SOS.DRIVERS Datei einbinden lassen. Ein entsprechender Treiber existiert auch für den VDRIVE aus ADT-Pro und erlaubt es, über die serielle Schnittstelle ein Festplatten-Image auf einem PC oder Mac am Apple /// zu nutzen. Hier zeigt sich der Vorteil des Treiberkonzepts und die Nützlichkeit der Dokumentation.

### Fazit

Der Apple /// von 1981 sollte ein Business Gerät sein und die Lücke zwischen dem Apple II und der LISA schließen. Leider hatte die Hardware anfangs Qualitätsprobleme, wodurch der Ruf des Computers arg geschädigt wurde und er sich nicht am Markt behaupten konnte. Seine Speicherverwaltung ist für einen 8-Bit Rechner mit MOS 6502 CPU recht ungewöhnlich und macht dem Apple /// bis zu 512 KByte Speicher zugänglich. Sein Betriebssystem SOS ist erstaunlich fortschrittlich, kennt ein Treibermodell und ein hierarchisches Dateisystem und erlaubt heute das Einbinden neuer Hardware. Es lohnt sich also, nach einem Apple /// Ausschau zu halten. Bis dahin ermöglicht ein Apple /// Emulator einen Blick in die faszinierende Welt von SOS [6]. (gb)

### Links

- [1] <https://github.com/robjustice/soshdboot>
- [2] <https://www.apple3.org/Documents/Manuals/a3sosrm.pdf>
- [3] <https://apple3.org/Documents/Manuals/Apple%20III%20SOS%20Device%20Driver%20Writer's%20Guide.PDF>
- [4] <https://apple3.org/Documents/Manuals/Apple%20III%20Standard%20Device%20Drivers%20Manual.PDF>
- [5] <https://www.apple3.org/Documents/Manuals/a3sosrm.pdf>
- [6] <http://www.blackcatsystems.com/software/sara.html>



#### Description Apple III System Packages

Apple III's are sold as packaged systems.

Apple III Option A (A3P0101) Includes:  
Apple III 128K Bytes of RAM  
\* Information Analyst Package  
12" B/W Monitor

Apple III Option B (A3P0102) Includes:  
Apple III 128K Bytes of RAM  
\* Information Analyst Package  
12" B/W Monitor  
Disk II for Apple III

Apple III Option C (A3P0103) Includes:  
Apple III 128K Bytes of RAM  
\* Information Analyst Package  
12" B/W Monitor  
Disk II for Apple III  
Silentype Thermal Printer

Apple III systems with 96K Bytes of RAM may be special ordered; Subtract \$500.00

| Model No. | Suggested Retail Price | Notes |
|-----------|------------------------|-------|
| A3S0128   | 4690.00                | 1,2   |
| A3S0001   |                        |       |
| A3M0005   |                        |       |
| A3S0128   | 5235.00                | 1,2   |
| A3S0001   |                        |       |
| A3M0005   |                        |       |
| A3M0003   |                        |       |
| A3S0128   | 5760.00                | 1,2   |
| A3S0001   |                        |       |
| A3M0005   |                        |       |
| A3M0003   |                        |       |
| A3M0001   |                        |       |

Händlerpreisliste vom März 1981

## Foren-Highlights

### EPSON HX-20 Video Adapter

Gern als erster Portable bezeichnet, erfreut sich der EPSON HX-20 immer noch großer Beliebtheit unter Sammlern. Das kleine LCD Display trübt jedoch den Nutzwert – und das wusste damals auch schon EPSON. Der EPSON Video Adapter (EVA) brachte die Ausgabe des HX-20 auf einen großen Monitor. Leider sind funktionierende EVA mittlerweile sehr selten. Im Forum haben sich einige Elektroniker zusammengefunden, die den EVA nachbauen wollen.

<https://forum.classic-computing.de/forum/index.php?thread/31803-epson-hx-20-video-adapter-firmware/&postID=454928#post454928>

### Bericht zur Reparatur eines Epson LQ-550

Die Freude an einem Schnäppchen währt nicht lange, wenn der Verkäufer das Gerät schlecht verpackt auf den Versandweg bringt. So ist es dem Forenuser "db7is" passiert: Die rückwertigen Auflager des Druckkopfs seines Epson-Druckers waren jedoch während des Transports abgerissen und lagen irgendwo im Drucker. Der als Defekt verkaufte Drucker gab auch sonst überhaupt keine Lebenszeichen mehr ab. Doch Retrofreaks geben nicht auf: Hier findet sich ein ausführlicher Reparaturbericht mit vielen Fotos.

<https://forum.classic-computing.de/forum/index.php?thread/26530-bericht-zur-reparatur-eines-epson-lq-550/&postID=343407#post343407>

### CBM 3040 Floppy reparieren

Auch ohne fremde Hilfe geben alte Geräte den Geist auf. So ist das auch mit einer Commodore 3034 Floppy passiert. Doch mit gemeinschaftlicher Hilfe war auch dieses Problem zu lösen.

<https://forum.classic-computing.de/forum/index.php?thread/32102-defektes-cbm-3040-floppy-reparieren-vorsichtig-schritt-f%C3%BC-schritt-derzeit-noch-d/&postID=461401#post461401>

### Anwendung einer Floppy-Alignmentdiskette

In einem ausführlichen und bebilderten Beitrag zur Floppy-Justage wird die Anwendung einer Floppy-Alignmentdiskette am Beispiel des 8"-Shugart Laufwerks SA.800 vorgestellt

<https://forum.classic-computing.de/forum/index.php?thread/34015-anwendung-einer-floppy-alignmentdiskette-am-beispiel-shugart-sa800/&postID=502085#post502085>

### Antriebsriemen von Bandkassetten tauschen

Wenn Bandkassetten in die Jahre kommen, ist es oft nicht das Magnetband, das für Schwierigkeiten sorgt. Vielmehr verlieren die intern verbauten Antriebsriemen ihre Elastizität. Wie ein Wechsel vonstatten geht, zeigt der Bericht im Forum.

<https://forum.classic-computing.de/forum/index.php?thread/25199-qic-drive-iomega-tape700/&postID=520259#post520259>



## Frühe Datensichtgeräte von Big Blue

# IBM Terminals

**I**n der Anfangszeit der Computer gab es keine Terminals, wie wir sie heute kennen – und sie waren auch nicht notwendig. Programme und Daten auf Lochkarten wurden in den Kartenleser gelegt, das Anwenderprogramm wurde geladen und die Verarbeitung durchgeführt. Ausgabedaten und Fehlermeldungen wurden auf Kartenstanzer oder Drucker ausgegeben. Eine interaktive Bedienung war nicht möglich und auch nicht vorgesehen. Doch das änderte sich bald.

Erst als die Computer leistungsfähiger wurden und interaktive Betriebssysteme erhielten, kamen elektromechanische Terminals für die Systemsteuerung zum Einsatz.

Auf der Tastatur wurden Befehle eingegeben, Antworten und eventuelle Fehlermeldungen wurden ausgedruckt. Mit dem Aufkommen von Timesharing Systemen (z.B. Dartmouth BASIC) wurden diese Terminals auch für Anwender eingesetzt, die so direkt mit dem System kommunizieren konnten. Diese Terminals (TTY/Teletype) waren laut, kostspielig und papier- und wartungsintensiv. Bildschirmterminals waren meist nicht vorhanden und wo sie zum Einsatz kamen, waren sie sehr teuer. Es gab damals nur Ringkernspeicher und dieser war als Bildschirmspeicher zu langsam und zu teuer. Einzelne Hersteller nutzen Verzögerungsleitungen als Bildspeicher, aber diese Technik war ebenfalls teuer und unzuverlässig.

Das änderte sich erst, als mit dem Aufkommen von Speicherchips eine schnellere und preisgünstigere Speichertechnologie zur Verfügung stand. Die ersten elektronischen Bildschirmterminals, auch Glas TTY genannt, waren nur als Ersatz für die elektromechanischen Terminals (TTY) gedacht und konnten auch nicht mehr. Es wurde zeilenweise geschrieben; sobald der Bildschirm voll war, rutschten die Zeilen nach oben, und die bisher oberste Zeile verschwand. Eingabe

ben waren ebenfalls nur zeilenweise möglich. Mit der Weiterentwicklung der Terminals und dem Einsatz von Mikroprozessoren

zung des Cursors, Blinken, Unterstreichen und anderes. Die Terminals waren über asynchrone serielle Verbindungen an die Rechner angeschlossen. Das war meist langsam – erst recht dann, wenn die Verbindung über eine Modemstrecke lief. Bedingt durch die Art des Terminals löste jeder Tastendruck beim Rechner einen I/O-Interrupt aus. Bei einem einzelnen Terminal war das noch nicht so kritisch, aber bei mehreren Terminals machte sich dies bemerkbar: Zwischen Tastendruck und Anzeige am Bildschirm entstand eine kleine Verzögerung, wenn der Rechner zu sehr belastet war. Ein weiterer Nachteil waren Übertragungsfehler, die zu unvollständigen Ein- oder Ausgabe führten.

IBM und andere Hersteller hatten daher Systeme entwickelt, die keine Einzelzeichen mehr übertrugen, sondern nur noch mit Prüfsummen versehene Datenblöcke. Daher rührt der Name Block Mode für diese Art von Terminals. Stellvertretend soll hier das 1971 vorgestellte IBM 3270 Terminalsystem für Mainframes beschrieben werden. Es besteht aus verschiedenen Modellen von Terminals und Druckern sowie einer weiteren Komponente, der Steuereinheit, auch Control Unit oder Cluster Controller genannt.



### Bildschirme

Sehr verbreitet ist das Format 24x80 Zeichen, damit können die Daten einer Lochkarte komplett auf einer Zeile angezeigt werden. Anfangs gab es aus Kostengründen auch Bildschirme mit 8x40 Zeichen oder 12x80 Zeichen, die sich aber nicht durchsetzten. Die ersten Modelle können standard-

wurden die Terminals „intelligenter“, was sich dadurch äußerte, dass nun mit speziellen Zeichenfolgen verschiedene Zusatzfunktionen zur Verfügung standen, wie zum Beispiel das Löschen des Bildschirms, das Verschieben oder die absolute Positionie-

mäßig nur Großbuchstaben verwenden. Neuere Modelle können unter anderem auch 43x80 Zeichen oder 37x132 Zeichen anzeigen, sowie Text in verschiedenen Farben, Grafik und programmierbare Zeichensätze. Eine zusätzliche Zeile am unteren Bildschirmrand war exklusiv für Status- und Fehlermeldungen vorgesehen.

## Tastatur

Auf den ersten Blick hat die Tastatur Ähnlichkeit mit einer PC Tastatur. Der auffälligste Unterschied sind zwei Tasten links und rechts der Leertaste. Die linke Taste ist mit Reset oder Grundstellung beschriftet, sie dient zum Quittieren von Fehlermeldungen. Die rechte Taste ist mit Enter/Datenfreigabe beschriftet, sie überträgt die eingegebenen Daten zum Host. Außer den 12 oder 24 Funktionstasten gibt es noch weitere Tasten für Sonderfunktionen. Die vom PC her gewohnte Enter-Taste bewirkt nur, dass der Cursor in das erste Eingabefeld der darunterliegenden Zeile springt.

## Drucker

Die Drucker sind für die Aufstellung in Abteilungen gedacht und waren anfangs nur einfache Matrixdrucker, die für Bildschirmkopien oder kleinere Druckjobs vorgesehen waren. Im Lauf der Zeit wurden auch grafikfähige Matrix- und Laserdrucker angeboten.

## Steuereinheit

Die Steuereinheit steht zwischen Mainframe und Terminal und ist im Prinzip ein eigener Rechner, der von Disketten gebootet wurde. Auf der Diskette war neben der Systemsoftware auch die Konfiguration abgespeichert. Die Steuereinheit selber konnte auf verschiedene Weise an den eigentlichen Rechner angeschlossen werden. Die Übertragung erfolgt in jedem Fall blockweise mit Fehlerkorrektur:

### Lokal über Kanalanschluss

Dies kann ganz grob mit SCSI verglichen werden, maximal sind 120 m Kabellänge möglich. Diese Anschlussart kam bevorzugt im Rechenzentrumsgebäude selber zum Einsatz. In den 1990er Jahren wurden die Kabel durch Glasfasern abgelöst (ESCON) die mehrere Kilometer lang sein können.

### seriell synchrone Übertragung

mit 1200 Bit/s bis 2 MBit/s; im Gegensatz

zu asynchroner Übertragung entfallen bei synchroner Übertragung die Start/Stopbits. Die Kabellänge ist, wie bei asynchroner serieller Übertragung, auf wenige Meter beschränkt, kann aber über Modemstrecken fast beliebig verlängert werden.

### LAN

ab Anfang 80er Jahre, verwendet wird Token Ring, später auch Ethernet für die Verbindung zwischen Terminal und Steuereinheit werden Koaxialkabel eingesetzt, die Übertragungsgeschwindigkeit war etwa 2 Mbit/s. Auch hier wird ein Protokoll verwendet, mit dem Übertragungsfehler in beiden Richtungen erkannt und durch Wiederholung eliminiert werden können. Durch die abgeschirmten Kabel können die Bildschirme und Drucker bis zu etwa 600 Meter entfernt sein.

## Anwendungsbetrieb

Beim Betrieb von Applikationen, die zeilenweise arbeiten wie beispielsweise BASIC, bringt diese Betriebsart keine Vorteile mit sich. Diese zeigen sich erst bei Anwendungen, welche Daten seitenweise anzeigen (Fullscreen). Ein Nachteil ist, dass keine einzelnen Tasten mehr an Programme weitergeleitet werden können. Beim Aufruf einer Anwendung wird eine komplette Seite ausgegeben, die eines oder mehrere Eingabefelder enthalten kann. Daraufhin wartet die Applikation. Die komplette Bildschirmsteuerung läuft hier in der Steuereinheit beziehungsweise dem Terminal ab, jegliche Eingabe oder Cursorbewegung wird ohne das Hostsystem verarbeitet. Daten können nur in vordefinierte Eingabefelder eingegeben werden. Da die Steuereinheit die Eingabefelder verwaltet, ist der Datenstrom den die Applikation sendet, relativ komplex, denn für jedes Feld werden dessen Eigenschaften und Inhalt übertragen:

- Position
- Darstellung (Farbe, Unterstrichen...)
- geschützt (für Textkonstanten) oder ungeschützt (Eingabefelder)
- Typ (Numerisch, Alphabetisch, Alphanumerisch)
- Inhalt (Textkonstanten der Maske oder Nutzerdaten)

Ist die Maske ausgefüllt, werden die Daten durch Drücken von Datenfreigabe oder einer Funktionstaste an das System geschickt. Der Inhalt der Eingabefelder und der Übertragungsgrund (Datenfreigabe oder F-Tas-



IBM 3274 Steuereinheit

te) wird in einem Block an das Hostsystem zurückgeschickt und von der Applikation verarbeitet. Dabei werden, um die Datenmenge zu reduzieren, nur modifizierte Felder übertragen. Um die Anwendungsentwicklung zu vereinfachen, gibt es entsprechende Softwareunterstützung, um den Umgang mit den Datenblöcken zu erleichtern. Für die IBM Midrange Systeme /34, /36, /38 und AS/400 wurde das 5250 Protokoll entwickelt. Dieses ist vom Funktionsprinzip her gleich, unterscheidet sich aber im Datenstrom und den verfügbaren Features. Echte 3270- oder 5250 Terminals und Drucker werden seit etwa Mitte der 90er nicht mehr hergestellt, stattdessen kommen entsprechende Emulationsprogramme wie TN3270 oder TN5250 über LAN zum Einsatz.

## Links

[https://en.wikipedia.org/wiki/IBM\\_3270](https://en.wikipedia.org/wiki/IBM_3270)  
[https://en.wikipedia.org/wiki/IBM\\_5250](https://en.wikipedia.org/wiki/IBM_5250)  
<https://bitsavers.org/pdf/ibm/3270/>

## Über den Autor

Peter Neidhart ist staatlich geprüfter Informatiker. Von 1985 bis 1990 war Datenfernverarbeitung mit dem IBM System/36 sein Arbeitsgebiet. Von 1990 bis 1999 betreute er die SNA-, X.25- und TCP/IP-Komponenten von Mainframes.



# Die Microvax 2000

A photograph of a VAXstation 2000 computer system. The main unit is a light-colored, rectangular box with a flat top. On the front left, there is a power button with a vertical line and a circle, and a small label that reads "VAXstation 2000". To the right of the power button is a large, rectangular, recessed area, likely for a keyboard or a display. The overall design is minimalist and functional.

oder das DEC-eigene VMS "Virtual Memory System" verwendet. Der Name spielt auf die Fähigkeit des Systems an, virtuellen Speicher zu verwenden in einer Menge, die nur vom Plattenplatz begrenzt war (4 GByte). VMS galt zu seiner Zeit im Vergleich mit seinen Mitbewerbern als sehr zuverlässiges und sicheres System. Wegweisend war, dass VMS und alle hierfür übersetzten Programme (im DEC Jargon "Images") in der Regel ohne Anpassungen auf der kleinsten Microvax bis zum sauffüllenden VAX Mainframe verwendet werden konnten. Eine weitere Besonderheiten des VMS Systems ist das "Clustering". Hier sind mehrere Rechner per Netzwerk verbunden und haben eine

| Erweiterung                                                                                 | DEC Bezeichnung                                          |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|
| Speichererweiterung<br>2/4/12 MB                                                            | MS-400-AA/BA/CA                                          |
| 8-fach RS232 Karte (*)                                                                      | DHT32 + H3104 Cable<br>Concentrator                      |
| Thinwire-Ethernet-<br>Controller                                                            | DESVA                                                    |
| X.25-Karte (*)                                                                              | DST32                                                    |
| Erweiterungs-Gehäuse                                                                        | BA40A (z.B. für TK50<br>Compactape 95MB<br>Bandlaufwerk) |
| Framebuffer/<br>Farbgraphikkarte 16/ 256<br>Farben (*) 1024x864                             | VS40x-MA/PA                                              |
| Lastwiderstand-<br>Leiterkarte(für Mindestlast<br>Netzteil 3.0A auf 5V und<br>0.5A auf 12V) | 54-17163                                                 |
| 3-fach serial MM.I Adapter                                                                  | DEC 423                                                  |

|                           |         |
|---------------------------|---------|
| 3-fach serial MMJ Adapter | DEC 423 |
|---------------------------|---------|

- Baujahr: ab 1987
- CPU: 32-bit DEC 78032 (DC333)  
125000 Transistoren – 5 Mhz
- FPU: DEC 78132 (DC337) 34000  
Transistoren
- RAM: 2 – 16 MB
- ROM: 128 kB
- 0.9 VUPs
- Neupreis 1987: 20.000 bis 53.000 DM
- Gewicht, Abmessungen 13kg,  
33x29x14cm

gemeinsame Rechte- und Benutzerverwaltung. Ressourcen wie Massenspeicher und Peripheriegeräte werden im Cluster geteilt, "Diskless Workstations" können über einen Cluster booten.

Für die VAX existiert aber auch das Echtzeitbetriebssystem "VAXeln". Anwendung fand es unter anderem als embedded System in Maschinen- und Prüfstandsteuerungen.

Das Betriebssystem VMS ist auch gerade wegen seiner Andersartigkeit im Vergleich zu allseits bekannten Systemen wie Unix, CP/M und DOS ein hochinteressantes Betätigungsfeld für den Computerarchäologen.

## Wie den Einstieg wagen?

Das Hobby VAX kann ein recht raumgreifendes Unterfangen werden, viele Vertreter dieser Gattung bewegen sich in der Kategorie "kleiner Kühlschrank". Doch es gibt auch Alternativen. Ab Mitte der 1980er Jahre wurden die Rechner auch mit steigendem Grad der Miniaturisierung in kleineren Desktop-Gehäusen angeboten. Der erste Vertreter hiervon war die Microvax 2000, der "VAX in a Wine cask".

Diese Maschine wurde in zwei Konfigurationen vertrieben, als "Microvax" zur Verwendung an seriellen Terminals, oder als "Vaxstation" zum Anschluß an Grafikbildschirm, Maus und Tastatur. Bis auf das Typenschild sind die Rechner identisch. Das Verhalten wird über einen Schalter auf dem Mainboard gesteuert.

Der größte Nachteil der Maschine aus Sicht des Vintage-Computer Fans ist die Verwendung eines Nickel-Cadmium-Akkus für die Uhr und die Konfiguration des Boot-Devices. Wenn möglich, sollte sich der Käufer vor der Kaufentscheidung den inneren Zustand zeigen lassen. Es gibt hier durch auslaufende Akkus leider alle Varianten von „völlig in Ordnung“ bis hin zu „unrettbar zerfressen“.

Für die Microvax 2000 als "Einsteiger-VAX" sprechen hingegen neben dem Formfaktors folgende Fakten:

- Sie kann mit bis zu 2 MFM Harddisks und SCSI Tapes sowie mit einem Diskettenlaufwerk umgehen; mit Tricks sogar mit großen SCSI Platten
- Die meisten (aber leider nicht alle) Maschinen haben einen Ethernet-Controller.
- Sie hat drei serielle Ports als Microvax (oder einen als Vaxstation, da Maus und

## Vergessenes MANAGER Passwort knacken

Falls der Vorbesitzer einer frisch erstellten VAX mit installiertem VMS auf der Festplatte das "Root"-Paswort (was bei VMS "MANAGER") heißt, vergessen hat, kann man sich mit folgender Sequenz behelfen. Nach dem Einschalten der VAX sollte man in die Boot Prompt gelangen. Dort bootet man mit dem Parameter

BOOT /R5:1 DUA0 (DUA0: Name der Bootplatte, könnte auch DKA1 bei einer SCSI Festplatte sein)

Die VAX meldet sich dann nach einiger Zeit mit

```
SYSBOOT>
Hier gibt man folgende Kommandos ein
```

```
SYSBOOT> SET/STARTUP OPA0:
SYSBOOT> SET WINDOW SYSTEM 0
SYSBOOT> SET WRITESYSPARAMS 0
SYSBOOT> CONTINUE
```

Das Betriebssystem meldet sich dann z.B. mit:

```
VAX/VMS Version V5.5-2   Major version id = 1
$
```

Hier gibt man weiter folgende Kommandos:

```
$ spawn (sorgt dafür, daß man bei einer fehlerhaften Eingabe eine
zweite Chance erhält)
$@sys$system:startup (Läßt das Startup-Skript ablaufen, ähnlich der
Autoexec.BAT bei MS-DOS)
$set default sys$system: (setzt das Systemverzeichnis)
$run authorize
```

startet die Benutzerverwaltung) die sich mit

```
UAF>
meldet. Hier gehts weiter mit
```

```
UAF> modify system /password=<NEUES PASSWORT>
%UAF-I-MDFYMSG, user record(s) updated
dann verläßt man die Benutzerverwaltung mit
UAF> exit
%UAF-I-DONEMSG, system authorization file modified
%UAF-I-RDBNOMODS, no modifications made to rights data base
```

Und fährt die VAX herunter mit

```
$@sys$system:SHUTDOWN
```

Und beim nächsten Boot bekommt man Einlaß zur Maschine mit dem neu gesetzten Manager-Passwort.

Tastatur jeweils einen benötigen)

- Alle MV/VS2000 sind mit einer (monochrome) Grafik ausgestattet.

Um das System mit Freude benutzen zu können, sei mindestens eine 4 MByte Speichererweiterung und das Ethernetboard empfohlen. Leider ist das Vorhandensein des "BNC" Connectors auf der Rückseite kein Hinweis auf ein vorhandenes Ethernet-Board, der Anschluss ist immer vorhanden.

Bei der Inbetriebnahme gilt, es eine Reihe von Dingen zu beachten. Hilfestellung dazu bietet das Forum des VzEkC e.V. unter dem angegebenen Link. In der nächsten LOAD werden zur MV2000, aber auch zu anderen DEC VAX Modellen viele nützliche Tipps folgen.

## Links

<https://forum.classic-computing.de/forum/index.php?board/239-digital-equipment-corporation/>

## Über den Autor

Stephan Kraus ist seit 2014 Vereinsmitglied im VzEkC e.V. und gehört dem Vorstand an, dessen Vorsitzender er bis 2025 war. Beruflich beschäftigt er sich mit Antrieben für Raumfahrzeuge.





## Ein DEC VAXmate wird repariert

# Bunte Bilder

**A**ls Nachfolger des DEC Rainbow 100 hat DEC im Jahr 1986 den DEC VAXmate vorgestellt. Sein Intel 80286 Prozessor macht den Rechner weitgehend IBM kompatibel. Einige Spezifitäten sind dennoch zu beachten.

Digital Equipment Corporation (DEC) hatte neben der ursprünglichen Produktlinie aus VAX Systemen seit 1982 mit dem Rainbow 100 auch einen Z80/8088 Rechner im Angebot, darauf war CP/M und MSDOS lauffähig. Allerdings war die Hardware nicht IBM kompatibel, Programme für die DEC Maschine mussten daher angepasst werden.

1986 wurde der DEC VAXmate als Nachfolger dieses Systems vorgestellt, nun kam ein Intel 80286 Prozessor zum Einsatz und der Rechner war weitgehend IBM kompatibel. Das Systemdesign war ungewöhnlich, da der Rechner samt Diskettenlaufwerk wie bei einem Terminal ins Monitorgehäuse integriert war. Dadurch war im Gehäuse nur Platz für zwei proprietäre Erweiterungsplätze, die mit einer 2 MByte Speichererweiterung (PC50X-AA) und einem Modem (PC50X-MA) bestückt werden konnten. Es gab zudem eine Erweiterungseinheit (RCD31 Expansion Box) mit ISA Steckplätzen und

MFM Festplatten (20 MByte DEC RD31/ Seagate ST-225 oder 40 MByte DEC RD32/ Seagate ST-251). Anstelle der üblichen CGA oder MDA/Hercules Grafik setzte DEC allerdings auf „Doublescan CGA“ mit der Auflösung von 640x400 Punkten. Die reguläre CGA-Auflösung von 640x200 Punkten konnte durch Verdoppelung der Bildzeilen emuliert werden. Die zugehörige DEC LK250 Tastatur wurde von den DEC Terminals abgeleitet, sie ermöglichte zwei Betriebsarten, einen IBM PC/AT Modus und den DEC Terminalmodus.

### Ein VAXmate mit zwei Problemen

Der DEC VAXmate taucht nur sehr selten in den einschlägigen Verkaufsplattformen auf. Umso glücklicher war der Autor, als endlich ein DEC VAXmate aufgetrieben werden konnte. Leider währte die Freude nicht

lang, denn die Tastatur fehlte und der eingebaute Monitor wurde beim Transport irreparabel beschädigt. Im Gehäuse geht es recht eng zu, wodurch neben dem Hals der Bildröhre wenig Abstand zum Schutzkäfig bleibt. Offenbar bekam der Rechner beim Versand einen seitlichen Schlag ab, wodurch der Röhrenhals am Schutzkäfig anstieß. Der Röhrenhals brach, die Röhre wurde belüftet und war nicht mehr zu gebrauchen. Also musste für den Rechner eine Tastatur und einen Ersatz-Monitor her.

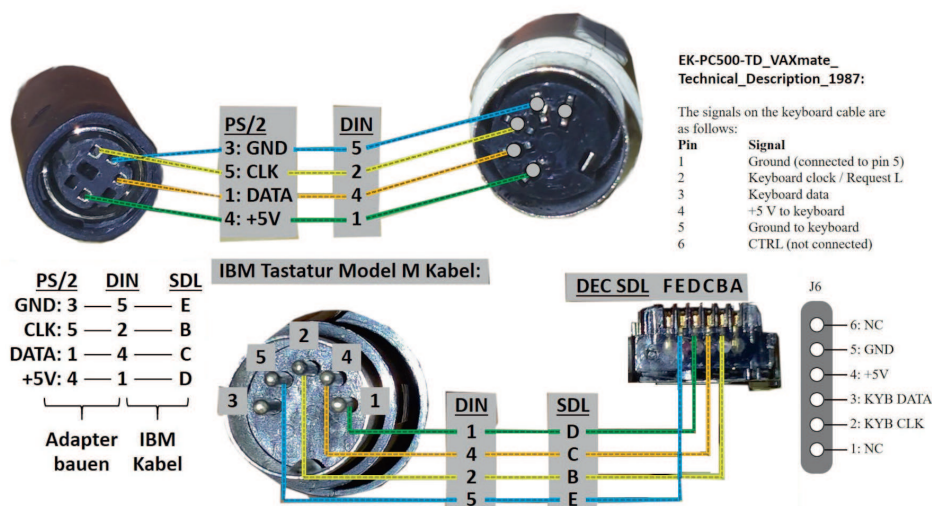
### Wir basteln einen Tastaturadapter

Eine LK250 Tastatur ließ sich bald finden, allerdings war sie mit einem PS/2 Kabel versehen. An der VAXmate wird jedoch eine SDL Buchse eingesetzt. Somit brauchte es einen SDL Stecker und einen Adapter von PS/2 auf SDL. Da SDL Stecker nicht leicht zu bekommen sind, wurde einfach ein IBM „Model M“ Tastaturkabel zweckentfremdet. Dieses Kabel besitzt tastaturseitig einen passenden SDL Stecker, zur Verbindung mit dem IBM PC/AT ist ein DIN Stecker angebracht. Am VAXmate kommt das Kabel umgekehrt zum Einsatz, es wird mit dem SDL Stecker an den Rechner angeschlossen. Also ging es in die Werkstatt, um einen Adapter mit DIN Buchse (für das IBM Kabel) und PS/2 Buchse (für das LK250 Kabel) zu bauen. DEC verwendet am VAXmate natürlich nicht die IBM Pinbelegung, das musste der Adapter berücksichtigen.

Als interessanter Nebeneffekt dieser Lösung ergab sich die Möglichkeit, auch eine Standard-PS/2 Tastatur anzustecken. Zu meiner Überraschung funktionierte das problemlos, der VAXmate Rechner arbeitet also im Normalfall mit dem üblichen IBM AT Tastaturprotokoll. Der DEC Modus wird nur bei Terminal-Emulation benötigt, was natürlich bei Verwendung einer normalen PS/2 Tastatur nicht möglich ist.

### Ein externer Bildschirm für den VAXmate

Nun blieb noch das Problem mit dem implodierten Bildschirm. Da kurzfristig keine Ersatzbildröhre zu finden war, sollte ein externer Monitor zum Einsatz kommen. Leider bietet der VAXmate keinen Monitoranschluss. Die interne Monitorplatine musste entfernt werden, um den Zeilentrafo stillzulegen. Das legte den internen Monitoran-



### Das Adapterkabel für die PC-Tastatur am DEC VAXmate

schluss J3 am I/O Board frei und ein Adapterkabel war rasch angeschlossen. Seitlich an der Stelle der ursprünglichen Helligkeits- und Kontrastregler herausgeführt, waren auch keine Veränderungen am Gehäuse erforderlich.

Allerdings liefert der VAXmate eben kein normales CGA Signal, sondern ein Bild mit 640x400 Punkten Auflösung, 26.4 kHz Horizontal- und 60 Hz Vertikalfrequenz. Zur Darstellung dieses Signals gibt es mehrere Möglichkeiten. Die einfachste Lösung ist die Verwendung eines passiven Adapters zur Wandlung der digitalen RGBI Signale auf analoge Pegel. TFT Monitore von NEC (Multisync LCD1970npx) und Eizo (Eizo S1931) kommen mit den resultierenden Signalen

problemlos zurecht. Im Ergebnis konnte sich der Autor als vermutlich weltweit erster Benutzer über ein Farbbild am VAXmate freuen.

### Abschluss und Ausblick

Alle Schaltungen wurden sorgfältig überprüft, trotzdem können sich Fehler eingeschlichen haben. Ein Nachbau erfolgt daher immer auf eigenes Risiko. Es empfiehlt sich jedenfalls, die spannungsführenden Kontakte (beispielsweise die +5 Volt Versorgung der Tastatur) mit einem Multimeter zu prüfen und erst danach die eigentlichen Geräte anzuschließen.

Mit diesem Umbau ist das Projekt aber nicht zuende. Nach Entfernen der defekten

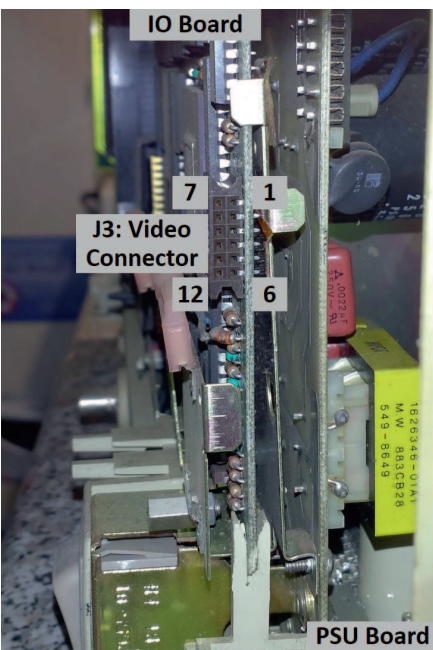
### Über den Autor

Günther Pospischil hat an der TU Wien studiert. Er sammelt und repariert seit 20 Jahren Retro-Computer, aktueller Schwerpunkt sind die Philips P2000 Systeme, Sirius/Apricot sowie Triumph Adler Alphontronic Rechner.

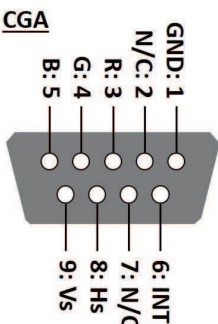
Bildröhre bietet das Gehäuse der VAXmate genug Platz, um ein 12 Zoll TFT Display einzubauen. Da das Videosignal mit einer Horizontalfrequenz unterhalb von 31 kHz arbeitet, ist für die meisten Displays dann ein Upscaler erforderlich. Meist liefern diese aber ein DVI-D Signal – kann das Display nur VGA, ist ein weiterer Konverter nötig. Alles zusammen findet aber problemlos Platz im Gehäuse der VAXmate.

### Links

<https://frank-buss.de/c128/vdc/index.html>  
[https://www.pcbway.com/project/shareproject/COMMODORE\\_128\\_15KHZ\\_VGA\\_ADAPTER\\_C128\\_80\\_COLUMN\\_ADAPTER\\_47721a29.html](https://www.pcbway.com/project/shareproject/COMMODORE_128_15KHZ_VGA_ADAPTER_C128_80_COLUMN_ADAPTER_47721a29.html)



| DEC J3 | CGA |
|--------|-----|
| Hs: 1  | 8   |
| Vs: 2  | 9   |
| INT: 3 | 6   |
| R: 4   | 3   |
| G: 5   | 4   |
| B: 6   | 5   |
| GND: 9 | 1   |



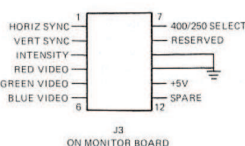
### EK-PC500-TD\_VAXmate\_Technical\_Description\_1987:

#### 4.3 Monitor Interface

Table 4-1 lists the monitor interface signals. These signals are applicable to either a monochrome or a color monitor. See Figure 4-10 for the monitor connector pin assignments on the monitor board.

Table 4-1 Monitor Interface Signals

| Pin No. | Signal Description                                                 |
|---------|--------------------------------------------------------------------|
| 1       | Horizontal/Line sync (active low)                                  |
| 2       | Vertical/Field sync (active low)                                   |
| 3       | Intensity Video (active high)                                      |
| 4       | Red Video (active high)                                            |
| 5       | Green Video (active high)                                          |
| 6       | Blue Video (active high)                                           |
| 7       | 400/250 select (low for 400 scans, high for 250 scans) Mode signal |
| 8       | (reserved)                                                         |
| 9       | Signal ground                                                      |
| 10      | +5 return                                                          |
| 11      | +5 Vdc (200 mA max.)                                               |
| 12      | (spare)                                                            |



### Pinbelegung des internen Monitoranschlusses (links) und Platzierung der VGA Buchse (unten)



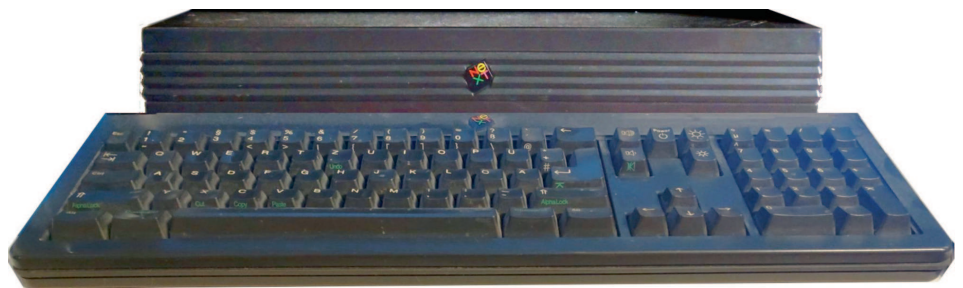




## NeXTstation Mono ohne Monitor betreiben

# Kopflos

**W**er das Glück hat, zwei NeXTstation Mono zu besitzen, aber nur eine Soundbox und Tastatur hat, muss regelmäßig die Anschlusskabel umstecken. Das geht aber auch anders, indem der zweiten Rechner für den Betrieb ohne lokale Konsole („headless operation“) vorbereitet wird, also ein serielles Terminal benutzt.



### Eine serielle Verbindung muss her

Nun ist noch ein serielles Kabel erforderlich, also eine Verbindung der Mini-DIN 8 Buchse an der NeXTstation mit der normalen 9-poligen Schnittstelle am PC. Immerhin verwendet die 68040-basierte NeXTstation bereits RS-423/RS-232, während der Vorgänger (NeXTcube mit 68030 Prozessor) noch RS-422 Schnittstellen nutzte. Informationen zur Kontaktbelegung findet man beispielsweise unter dem unten angegebenen Link. Natürlich muss die Verbindung zum PC als Nullmodemkabel ausgeführt werden, dementsprechend sind die Send- und Empfangsleitungen zu kreuzen (RX/TX und TX/RX). Ebenso müssen die Statusleitungen gekreuzt werden, die korrekte Verkabelung ergibt sich daher wie in der Abbildung gezeigt. Damit ist die Hardware bereit.

### Systemkonfiguration für Headless Operation

Nun muss der Rechner noch richtig konfiguriert werden, dabei lauern einige Fallen. Die folgende Beschreibung gilt für ROM Version 0.66. Die erste Hürde befindet sich im Boot-PROM, also quasi den BIOS Einstellungen der NeXTstation. Im Normalfall ist hier keine serielles Terminal aktiv. Um das zu ändern, wird eine lokale Konsole (Soundbox, Tastatur und Monitor) benötigt. Der Autor hatte diese Hardware zum Glück an einem zweiten Rechner und konnte so die erforderlichen Einstellungen vornehmen.

Beim Systemstart erscheint am Bildschirm die Meldung „Testing System“ und an dieser Stelle führen die Tasten

<Command\_Rechts><p>

ins Boot-PROM-Menü. Der Befehl <p> ruft das Konfigurationsmenü auf, dort sind die folgenden Parameter zu setzen:

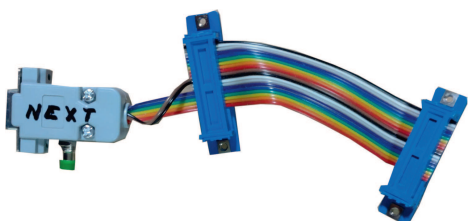
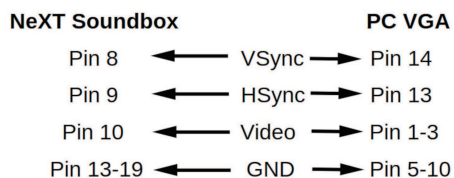
```
boot command: sd
DRAM tests: yes
perform power-on system test: no
sound out tests: no
SCSI tests: no
loop until keypress: no
verbose test mode: no
boot extended diagnostics: no
serial port A as alternate console: no
```

Hier lauert schon die erste Falle: Man darf keinesfalls im letzten Menüpunkt „yes“ auswählen. Dies legt die Systemkonsole auf den seriellen Anschluss A um, führt aber dazu, dass sich die Maschine beim Startvorgang oder spätestens beim Login-Bildschirm mit

Im Prinzip waren zwei Probleme zu lösen: Einerseits wird der NeXT Rechner ähnlich wie Apple Macintosh Computer mit der Tastatur eingeschaltet, es gibt keinen physischen Einschaltknopf. Das funktioniert ohne Soundbox natürlich nicht, daher braucht es eine alternative Schaltung. Andererseits ist ein passendes serielles Kabel und eine entsprechende Systemkonfiguration nötig.

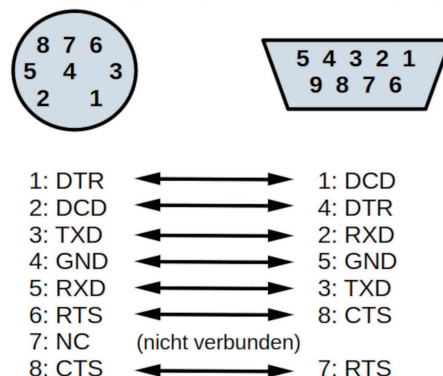
Der Monitoradapter ist einfach zu bauen, ein VGA Kabel lässt sich an die passenden Kontakte am 19-poligen Ausgang zur Soundbox anschließen:

Den Einschaltknopf realisiert ein Taster samt 470 Ohm Widerstand zwischen den Kontakten 6 (PWR SW) und 15 (GND). Damit startet der Rechner und liefert am VGA Monitor die Startmeldungen.

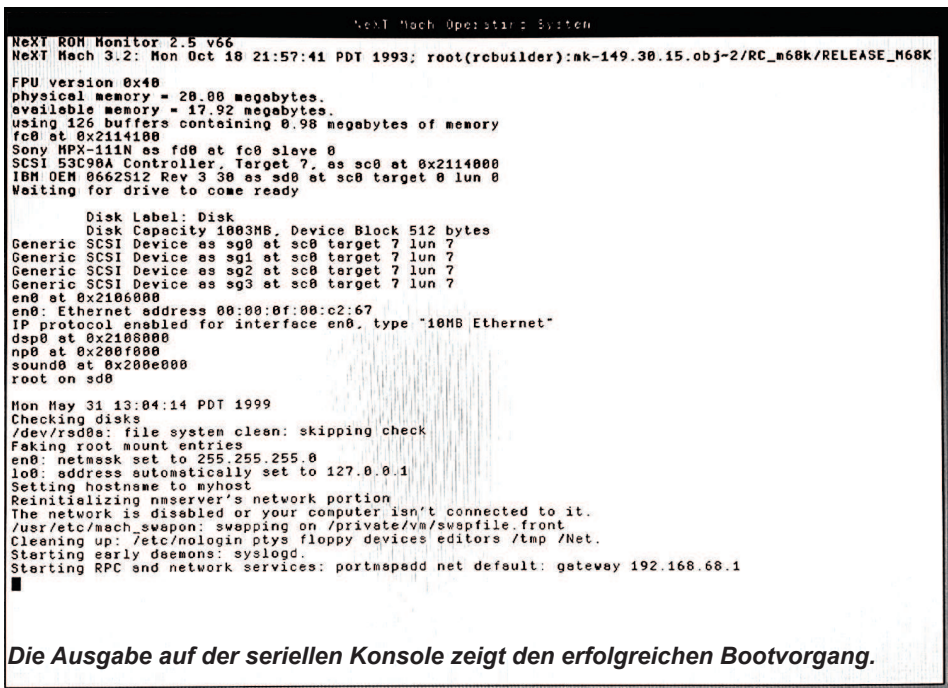


Das VGA Kabel mit Einschaltknopf

Mini-DIN 8 (NeXT)      RS-232 (PC)



Das serielle Kabel

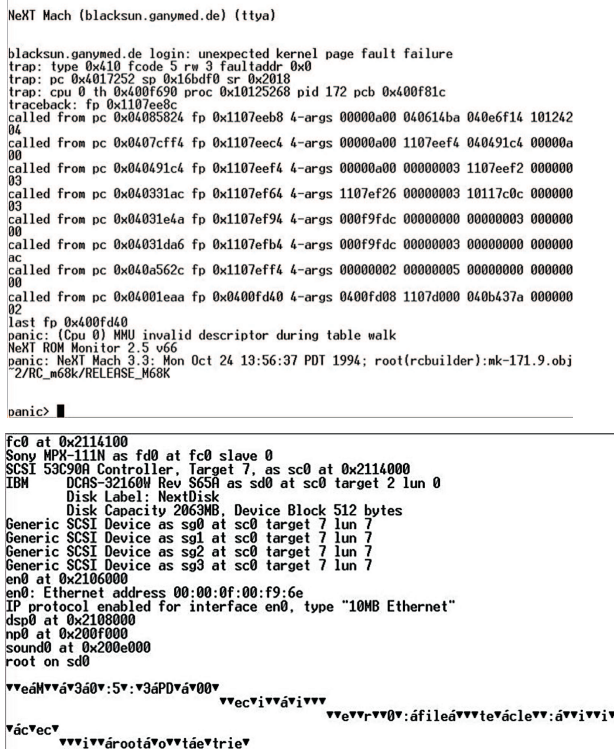


Die Ausgabe auf der seriellen Konsole zeigt den erfolgreichen Bootvorgang.

„kernel page fault“ oder ähnlichen Problemen aufhängt. Der folgende Befehl am PROM-Prompt lädt das Betriebssystem:

```
bsd(0,0,0)sdmach
```

Den Startvorgang ist am VGA Bildschirm zu beobachten, die Ausgabe wird etwa so aussehen wie im Bild.



Oben: Kernel-Panic bei falscher Einstellung der seriellen Konsole

Unten: Eine falsche Wordbreite verursacht Zeichenmüll

Im nächsten Schritt ist dann das serielle Terminal in NeXTstep zu aktivieren. Das passiert in der Datei `/etc/ttys` mit dem Eintrag:

```
tttya "/usr/etc/getty std.9600"  
unknown off secure
```

Anschließend kann das System heruntergefahren werden. Beim nächsten Start ist die lokale Konsole überflüssig, die Bedienung sollte mittels seriellem Terminal möglich sein.

### Wir arbeiten kopflos

Der Rechner startet mit Druck auf den zuvor angebrachten Taster. Die System-Meldungen kann man weiterhin am lokalen VGA Bildschirm und am seriellen Terminal verfolgen. Nach einiger Zeit sollte die Login-Aufforderung erscheinen, gleichzeitig erscheint auch am VGA Bildschirm die Login-Maske. Man kann sich nun als beliebiger Benutzer des Systems anmelden.

In diesem Schritt lauert die zweite Falle: Die Konsole muss unbedingt auf 9600 Bps und eine Wortlänge von 7 Bit gestellt sein. Während des Startvorgangs ist die Einstel-

lung der Wortlänge (7 oder 8 Bit) egal. Das Betriebssystem erwartet aber jedenfalls den 7 Bit Modus, andernfalls erscheinen wirre Zeichen am Bildschirm (siehe Bild).

Ein Zugriff per Telnet sollte ebenfalls möglich sein, allerdings wird hier die Anmeldung als „Root“ üblicherweise blockiert. Ein weiteres Benutzerkonto zur Anmeldung ist also nötig, bei Bedarf lässt sich mittels su zum Root-Benutzer wechseln.

Ist die Arbeit beendet, kann der Rechner mit Rootrechten durch Eingabe von `halt -p` heruntergefahren werden.

### Telnet und Windows 11

Aus Sicherheitsgründen ist Telnet unter Microsoft Windows in der Regel nicht aktiviert. Das lässt sich aber jederzeit nachträglich ändern:

- Control Panel öffnen: Dazu <Windows> drücken, den Befehl „Control Panel“ eingeben und mit <Enter> bestätigen.
- Den Menüpunkt „Programme und Features“ auswählen, auf der linken Seite erscheint dann die Funktion „Windows-Features aktivieren oder deaktivieren“.
- In der Liste der Windows-Features sucht man den Punkt „Telnet Client“ und setzt das Häkchen im Auswahlkästchen.
- Nun drückt man „OK“, danach wird der Telnet Client installiert.

Eventuell muss das Telnet-Protokoll bei der Windows-Firewall noch freigeben, werden, andernfalls wird unter Umständen die Verbindung ganz oder teilweise blockiert. Das gilt meist auch für alternative Telnet-Programme wie beispielsweise PUTTY.

### Links

[http://www.asterontech.com/Asterontech/NeXT\\_68040\\_Serial\\_Console.html](http://www.asterontech.com/Asterontech/NeXT_68040_Serial_Console.html)

### Über den Autor

Günther Pospischil hat an der TU Wien studiert. Er sammelt und repariert seit 20 Jahren sammelt Retro-Computer, aktueller Schwerpunkt sind die Philips P2000 Systeme, Sirius/Apricot sowie Triumph Adler Alphatronic Rechner.



## Die Pocketcomputer-Serien von Sharp

# Immer Spitz

Das später als Sharp bekannte Unternehmen wurde 1912 als Hayakawa Metals in Tokyo durch den Geschäftsmann und Erfinder Tokuji Hayakawa gegründet. Ein erstes Patent des Erfinders war eine Gürtelschnalle, die ohne Löcher im Gürtel auskam. Viele weitere Patente folgten. 1915 wurde ein mechanischer Bleistift „Hayakawa Mechanical Pencil“ erfunden, der immer spitz war. Später im Jahre 1929 folgten Radios mit Röhren und 1953 wurden Fernseher in Lizenz produziert. Schließlich wurde dann der Name „Sharp“ etabliert. Der Legende nach soll eben dieser Bleistift, der „Ever-Sharp Pencil“ der Namensgeber gewesen sein.

Im Jahr 1964 wurde der erste auf Transistoren basierende Tischrechner Compet gebaut. Im Jahr 1969 folgte der auf LSI-ICs basierende Taschenrechner QT-8D, zwei Jahre später der mobile elektronische Taschenrechner EL-8. Sharp gehörte damit zu den Pionieren der elektronischen Rechentechnik. In den 1980er Jahren war es Tadashi Sa-

saki, der bei Sharp die Entwicklung von Pocket Computern vorantrieb.

In den 2000er Jahren ging Sharp unter anderem eine strategische Partnerschaft mit Pioneer ein. Es folgten verlustreiche Jahre, die auch zur Streichung von 3.000 Stellen führten. Das Fernsehgeschäft wurde an Hisense verkauft, im Jahr 2016 erwarb das Unternehmen Foxconn 86% der Anteile von Sharp.

Auch in Europa hatte das Unternehmen eine wechselvolle Geschichte. Nach einem zwischenzeitlichen Verkauf an UMC wurden 2017 zunächst die Rechte zurückgekauft, im Jahr 2020 dann komplett das Unternehmen selbst – aber das nur am Rande.

### Pionier der Pocketcomputer-Entwicklung

Im Folgenden wollen wir uns auf die Taschenrechner und darin speziell auf die Pocketcomputer von Sharp beschränken. Nach unseren Informationen wurde schon 1964

der erste elektronische Sharp Tischrechner Sharp Compet PS vorgestellt, dieser ist heute beispielsweise im British Museum zu sehen. In den drei Jahren danach wurden schon die ersten auf ICs basierenden Tisch- und Taschenrechner auf den Markt gebracht. Schon in den späten 1970er Jahren folgten die ersten programmierbaren Taschenrechner der Serie PC-1200 und PC-1300er Serie. Der PC-1300 konnte schon damals seine Programme auf schmalen Magnetkarten (ähnlich dem HP-65) speichern.

Sharp stellte mit dem Modell EL-5100 im Jahr 1979 einen der ersten – wenn nicht überhaupt den ersten – Taschenrechner im Querformat vor und ermöglicht mit diesem neuen Design die Entwicklung von handhabbaren Minicomputern und löste damit ein Problem der Taschenrechner in dieser Zeit. Für die Vielzahl der Funktionen der damaligen High End Taschenrechner war einfach nicht genug Platz auf dem Gehäuse. Und auch kleinen Displays, die nur Ziffern anzeigen

#### Sharp PC-1211 – der erste BASIC Pocket-Computer



1980 erschien der erste BASIC programmierbare Pocket-PC. Mit einem beeindruckendem 26-stelligen Punktmatrix LCD-Display, einer alphanumerischen Tastatur. Der Speicherplatz betrug etwa 1.400 Bytes. Damit ließen sich schon etliche BASIC-Programme schreiben, die mitgelieferte Programmbibliothek lieferte 100 Beispielprogramme aus verschiedensten Bereichen mit. Ein sehr sinnvolles Zubehör, das Interface CE-122 war zusätzlich verfügbar. Dieses Interface beinhaltete einen kleinen Bondrucker und die Möglichkeit einen Kassettenspeicher als Speichermedium anzuschließen. Das war gegenüber den meisten bisher verfügbaren Taschenrechnern einen riesiger Fortschritt. Für diesen Pocket wurden auch schon fertige Programme aus Kassetten angeboten. Zeitnah erschienen zwei andere Modelle der PC-1210 mit nur 400 Byte Speicherplatz und der PC-1212 mit einem verbesserten Display, aber gleichem Speicherausbau.

#### Sharp PC-1500(A) – die eierlegende Wollmilchsaue



Wenn der PC-1211 ein Pocket war, den sich ein Student leisten konnte (mit CE-122 ca. 800 DM) kam ein zwei Jahre später das System für Professoren auf den Markt. Der PC-1500 bestach durch sein elegantes Design, die zum PC-1211 verbesserte Tastatur, einen größeren Arbeitsspeicher und einem leistungsfähigerem Basic. Der Pocket konnte aber ebenfalls mit einem Interface erweitert werden, dieses enthielt neben dem Kassettenspeicher aber einen kleinen Vierfarbplotter, der auf Bonrollenbreite in verschiedenen Schriftgrößen und -farben schreiben und auch zeichnen konnte. Damit war das Gerät für alle Zwecke perfekt geeignet, in denen Zusammenhänge grafisch dargestellt werden mussten. Darüber hinaus verfügte der PC-1500 über einen Modulschacht, in dem Speichererweiterungen und ROM-Module eingesetzt werden konnten. Diese erweiterten die Einsatzfähigkeiten des Systems erheblich.

konnten, limitierten die Leistungsfähigkeit der Rechner. Dazu kamen preisgünstige CMOS-Chips und Speicher, die es erlaubten, Programme und Daten auch nach dem Ausschalten dauerhaft in dem Rechner zu speichern.

Das neue Querformat löste auf elegante Weise zwei dieser Probleme. Es war Platz für ein sensationelles Display, welches je nach Modell bis zu 26 Zeichen (Buchstaben und Ziffern) darstellen konnte. Unter dem großen Display war dann auch genügend Platz für eine komplette alphanumerische Tastatur. Dafür setzte sich sehr schnell der Begriff Pocket-Computer durch. 1980 war es dann so weit: Der erste BASIC-programmierbare Pocket-Computer PC-1211 wurde vorgestellt. Die Handhabung war sensationell einfach und Sharp stellte gleichzeitig sehr wertvolles Zubehör zur Verfügung, wie einen kleinen Bondrucker und ein Kassetteninterface zum Speichern und Laden von Daten und Programmen.

Die ersten Pockets hatten wenig Speicher und kleinen Displays (eine Zeile mit 16 Zeichen) doch das änderte sich schnell. In den 80er Jahren erlebten die Pockets ihre Blütezeit. Sie passten in jede Jackentasche und waren immer mit dabei, so wie heute die Smartphones. Sie beherrschten von Anfang an alle mathematischen Funktionen, waren jedoch in der zweiten Ebene in BASIC programmierbar.

BASIC war wunderbar einfach, um schnell ein Programm zu schreiben. So ließen sich immer wiederkehrende und gleiche Aufgaben schnell berechnen. Eingabe mit INPUT X,Y, ein paar Zeilen mathematische Berechnungen, Ausgabe PRINT Z,A – so einfach ist es wirklich. Den Möglichkeiten sind fast keine Grenzen gesetzt. Mit Ihnen konnte man gerade im Home-Bereich bereits umfangreiche Datenverarbeitung, Matrixberechnung, Statistische Auswertungen und so weiter vornehmen; die Einarbeitungszeit ist gering. Alle Pockets sind in etwa gleich ausgestattet, sodass sofort der Umstieg auf ein besseres Modell möglich war. Die Programme sind weitestgehend kompatibel und übertragbar. Und nicht nur die Laufzeit mit einem Satz Batterien ist sehr lang. Auch die Tatsache, dass die meisten Pockets auch nach 40 Jahren einwandfrei funktionieren, ist in der heutigen Zeit der Obsoleszenz erstaunlich und bewundernswert. Mit Casio hatte Sharp auf diesem Gebiet auch einen starken Marktbegleiter, so dass immer wieder neue Modelle und Funktionen gab. Und auch das war für die Anwender ein großer Vorteil in dieser Zeit.

## Modellvielfalt

In den 80er Jahren wurden von Sharp über 100 Modelle in den Markt gebracht, dazu eine der umfassendsten Zubehörpalletten für die einzelnen Pocketcomputer-Linien. Dabei wurden die vielfältigsten Anwendungs-

fälle speziell vorkonfigurierte Systeme vorgestellt, zu Beispiel für die Finanzmathematik, Statistik, Tabellenkalkulation, Programmierung oder die Wissenschaft. Darüber hinaus waren alle diese Pocketcomputer in BASIC, zum Teil auch in anderen Programmiersprachen programmierbar und konnten so für die vielfältigsten Anwendungsfälle angepasst werden. Die Pockets gab es auch in den unterschiedlichsten Größen, so waren Komplettsysteme ab DIN A5 Stellfläche (PC-1250 / 60 mit CE-125) über A4 (PC-2500 bis hin zu fast A3 (PC-1600 mit CE-1600P) verfügbar. Ein System stellt mit seiner vielseitigen Modellpalette aber fast alles in den Schatten, was sonst so in den 1980er Jahren auf dem Markt war. Vergleichbar ist das in den Augen des Autors nur dem HP 41 und seiner Peripherie.

## Sharp – in Deutschland

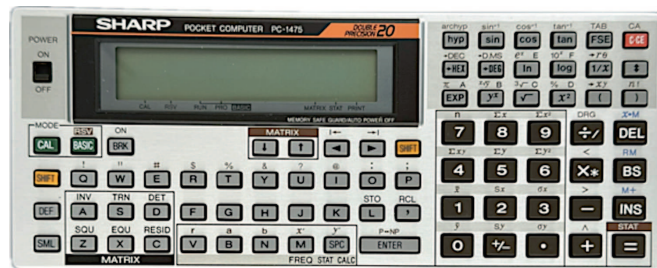
Die Sharp Pockets wurden in Deutschland vom Markt begeistert aufgenommen, sie trafen sie den Nerv der Zeit: Elegant, leistungsfähig, komplett und im Gegensatz zu HP vergleichsweise günstig. In kürzester Zeit entstand eine Community von Usern, die sich in zahlreichen Usergroups organisierten. Über das Verlagshaus Fischel wurde dann in der Mitte der 1980er Jahre ein Printmedium etabliert, das für viele User den Informationspool schlechthin für Sharp Pockets darstellte. Es wurden eine monatliche erscheinende Fachzeitschrift „Alles für den

### Sharp PC-1350/1360 – der Elegante mit dem Riesendisplay



1984 wurde ein Pocket mit einem vierzeiligen, voll grafikfähigen Display vorgestellt. Damit war die Ausgabe von Grafiken und Funktionen auf dem Display des Rechners möglich. Auch dieses Modell konnte mit einem Drucker- und Kassetteninterface sowie diversen Speicherkarten komplettiert werden. Bei der Eleganz und Aufgeräumtheit dieser bisher vorgestellten Modelle wurde auch ein Manko sichtbar, alle Funktionen wie sin, cos, exp, und so weiter, die auf anderen Taschenrechner per Tastendruck abgerufen werden konnten, mussten bei diesen Modellen (PC-12xx, PC-13xx & PC-15xx) in Buchstaben geschrieben werden, als „SIN“ statt Druck auf die Taste «sin».

### Sharp PC-1475 – der Wissenschaftliche



Ab 1983 waren Modelle der Reihe PC-14xx erhältlich, die das Manko der PC-1350/1360 nicht mehr hatten. Unter dem Display gab es die bekannte alphanumerische Tastatur und rechts wurde eine klassische Taschenrechnertastatur untergebracht, diese enthielt die bekannten üblichen transzendenten Funktionen und den numerischen Block. Das Spitzenmodell dieser Reihe stellt der 1987 erschienene PC-1475 dar. Dieser Rechner überzeugt mit umfassenden wissenschaftlichen Funktionen, einer integrierten Matrizenrechnung, statistischen Funktionen und mit 20-stelliger Genauigkeit. Darüber hinaus existierte auch für diesen Pocket ein umfangreiches Peripherieangebot, unter anderem ein Drucker und sogar ein 2.5 Zoll Diskettenlaufwerk.



## Die verschiedenen Modi der Sharp Pocketcomputer

| Modus           | Funktion | Beschreibung                                                                                             |
|-----------------|----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| CAL Modus       |          | Modus der „normalen“ Taschenrechner, mit entsprechenden Funktionstasten - PC-14xx, PC-Exxx               |
| Basic-RUN-Modus |          | Im Basic Promptmodus können längere Ausdrücke ähnlich dem TR DAL Modus in einer Zeile ausgewertet werden |
| AER-Funktionen  |          | Definieren von einfachen Funktionen (Algebraic Expression Reserve)                                       |
| Basic-PRO Modus |          | Erfassen von Programmen                                                                                  |
| Libraries       |          | Gespeicherte Formel-Bibliotheken, die im Dialog Werte abfragen und die Lösung ermitteln                  |
| RSV             |          | Sich wiederholende Texteingaben vereinfachen, Belegung von Tasten mit Texten                             |
| DEF             |          | Sprungtasten zu Programmmarken um Programme komfortabel aufzurufen                                       |
| Programmieren   |          | In ASMBL und C                                                                                           |
| CASL und COMET  |          | Pockets für die japanischen Schulen und Studium                                                          |

Sharp Computer“ aufgelegt und jede Menge Fachbücher mit Programmen zu den verschiedensten Themen publiziert. Der Informationsgehalt dieser Publikationen war recht hoch, das Layout und die Lesbarkeit allerdings sensationell schlecht. Andere Verlage wie Vieweg, Data Becker und andere brachten ebenfalls eine Reihe von Büchern für die Sharp Pockets heraus. Sonderhefte für verschiedene Modelle wurde auch von der Chip veröffentlicht. Es existierte also in Tat ein kleines Sharp Universum in den 1980er Jahren.

Auch heute haben die Pocket-Computer von Sharp treue Freunde, die immer noch gern mit den kleinen Rechnern arbeiten – die Autoren zählen sich selbst dazu.



Bilder: <https://calculatorlab.blogspot.com> und <https://www.pc-1500.info>

### Sharp PC-E500(S) – der Technik-Gigant



Den Höhepunkt der Pocket-PC Entwicklung erreichte Sharp ab 1988 zumindest in Europa mit der Modellreihe PC-E500 und dem Nachfolger PC-500S. Wobei: Diese Modelle sind schon fast keine Pockets mehr. Der Leistungsumfang war für die damalige Zeit sehr umfassend. Zu den üblichen wissenschaftlichen und statistischen Funktionen kamen umfangreiche Matrixfunktionen und 1001 „festverdrahtete“ Formeln aus Mathematik, Physik, Chemie, Statistik und anderen Gebieten an Bord. Diese konnten im Dialog die benötigten Werte abfragen und die Lösungen ermitteln. Ebenfalls beeindruckend waren Variablenbezeichnungen mit bis zu 40 Stellen Länge – die anderen Pockets konnten nur zwei Zeichen unterscheiden. So ließen sich sehr aussagekräftige und komplexe Programme entwickeln. Auch zu diesem Modell gab es das Sharp übliche Zubehör, wie Bondrucker, Diskettenlaufwerk, Speicherkarten und Schnittstellen zum PC.

### Sharp PC-2500 – der Laptop unter den Pockets



Ein interessanter Vertreter der Sharp Modellreihe ist der PC-2500. Das ist nun keine Pocket mehr, sondern eher ein Laptop. Möglicherweise war das der Gegenentwurf zum Epson HX-20, der 1981 auf den Markt gebracht wurde. Ein vierzeiliges Display, eine großzügige Tastatur und die Möglichkeit Speicherkarten zu verwenden machten das Gerät zu einem angenehmen Begleiter für Vielschreiber. Der kommerzielle Erfolg reicht aber nicht die Laptops von Epson heran, die 1984 schon mit dem CP/M-fähigen PX-4 auf dem Markt waren.



| Modell             | Beschreibung                                                                                                                                                                                                                                 | Merkmale                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|--------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| PC-1211/<br>PC1212 | 1980 Erster Basic-programmierbarer Pocket der Welt (Deut.)<br>vorteilhaftes Design von der EL-5000 Serie übernommen                                                                                                                          | fester RAM, bis zu 1.4 Kb Speicher, 1x26 Zeichen Punktmatrixdisplay, bereits 11 pol. Interfaceanschluss für Kassettensicherung der Programme und Minidrucker CE-122                                                                                                                           |
| PC-1260            | Mini-Pocket für die Westentasche, Basic Programme immer dabei                                                                                                                                                                                | fester RAM, bis zu 10.4Kb Speicher, 2x24 Zeichen Punktmatrixdisplay, Interfaceanschluss für Kassettensicherung CE-152 und Drucker CE-123; MiniKassette + Drucker CE-125                                                                                                                       |
| PC-1270            | Applikations Pocket, konnte mit 8 vorkonfigurierten BASIC Programmen für diverse Anwendungsfälle von Vertretern eingesetzt werden. Programme müssen auf z.B. PC-1246 programmiert und mittels Kassette oder Kabel EA-129C überspielt werden, | kein eigener RAM, 1x Speicherkartenschacht, wechselbare Speicherkarten bis 16Kb möglich, 1x16 Zeichen, Interfaceanschluss Drucker CE-126; Drucker CE-123P; MiniKassette + Drucker CE-125                                                                                                      |
| PC-1280            | erster Klapp-Pocket, 20 stelliger Genauigkeit                                                                                                                                                                                                | 8Kb interner Speicher, kann mittels RAM-Cards auf 40Kb erweitert werden, Display 2x24 Zeichen, Interfaceanschluss wie oben, erstmals Diskettenlaufwerk CE-140f anschließbar                                                                                                                   |
| PC-1350/1360       | Die ersten Pockets mit großem Grafikdisplay, Pixeln einzeln ansprechbar, leider kein CAL Modus                                                                                                                                               | 1-2 Speicherkartenschächte, je nach Speicherkarte bis zu 64 Kb, Vollgrafikdisplay 32x150 Pixel, 4x24 Zeichen, Interfaceanschluss wie oben, Diskettenlaufwerk CE-140f anschließbar                                                                                                             |
| PC-1401 - 1403H    | Der erste Pocketcomputer mit zusätzlichen Tasten für die wissenschaftlichen Taschenrechnerfunktionen - zwischen CAL und Basic Modus schnell wechselbar                                                                                       | von 4 bis 32Kb Speicher, 1x24 Zeichen Punktmatrixdisplay, 11 pol. Interfaceanschluss wie oben, Diskettenlaufwerk CE-140f anschließbar, Matrix und Statistik Funktionen                                                                                                                        |
| PC-1430            | Abgespeckte Version der 14xx-Reihe für den Schulgebrauch                                                                                                                                                                                     | 2-4 Kb Speicher, 1x16 Zeichen Punktmatrixdisplay, Interfaceanschluss                                                                                                                                                                                                                          |
| PC-1475            | Wissenschaftlicher High-End BASIC Pocket ua. mit umfangreichen Matrixfunktionen und bis 20 stelliger Genauigkeit                                                                                                                             | 2 Speicherkartenschächte, je nach Speicherkarte 2 - 64 Kb, 2x24 Zeichen Punktmatrixdisplay, 11 pol. und 15 pol. Interfaceanschluss, Diskettenlaufwerk CE-140f; Drucker CE-140P, Statistik                                                                                                     |
| PC-1500/1500A      | Pocket-PC mit dem umfangreichsten Zubehörangebot in den Bereichen Hard- & Software: Bücher, RAM-Module, Eprom, Kassetten mit Software, Business Library-Module, Koffervarianten für Vertreter, besitzt eine interne Uhr                      | 8Kb interner Speicher, je nach Speicherkarte auf 40Kb erweiterbar, Vollgrafikdisplay 7x156 Pixel, 1x26 Zeichen, Interfaceanschluss wie oben, Drucker CE-150; Video-Interface, Software Touch-Board CE-153 (wird in dem nächsten Load vorgestellt), CE-165 Eprom-Schreiber ... und Vieles mehr |

| Modell      | Beschreibung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Merkmale                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|-------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| PC-1600     | großzügige Erweiterung des PC-1500, mit der Kompatibilität zum PC-1500 so daß dessen Zubehör ebenso verwendbar ist, er besitzt eine interne Uhr                                                                                                                                                                                                                                                                    | je nach Speicherkarte 6 - 80Kb, Vollgrafikdisplay 32x156 Pixel, 4x26 Zeichen Punktmatrixdisplay, Erweiterungsanschlüsse; Diskettenlaufwerk CE-1600F, Drucker CE-1600P, Kassette CE-152; Barcodeleser CE-1601N, Autobatterieadapter CE-160CA                                                                                                                                |
| PC-2500     | Der Laptop unter den Pockets, großzügige PC-Tastatur, integrierter Bonrollen-Vierfarbplotter, vorinstallierte Software                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 4Kb interner Speicher, 1 Speicherkartenschacht und damit bis 20Kb erweiterbar, Vollgrafikdisplay 32x150 Pixel, 4x24 Zeichen, Interfaceanschluss Kassette CE-152                                                                                                                                                                                                            |
| PC-E220     | einzigster Z80 kompatibler Pocket, BASIC, eigener CAL-Modus mit CAL-Tastatur ähnlich der PC-14xx Reihe                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 32Kb interner Speicher, 4x24 Zeichen, 11 pol. Interfaceanschluss für Drucker CE-126, Kassette CE-152 sowie eine SIO-Schnittstelle rechts zum Ansteuern von ext. Geräten, Text-Editor, Engineer-Software, Assembler-Programmierung, Statistik                                                                                                                               |
| PC-E500(S)  | Letzter seiner Art in Deutschland, umfangreichste Ausstattung und zusätzliche BASIC Struktur-Funktionen, wissenschaftliche Library mit 1001 integrierten Funktionen und bis zu 20 stelliger Genauigkeit, Variablenamen mit 40 Zeichen, Basic ist kompatibel zum IQ-8500 + BASIC-Card, eigene Menüstrukturen sind erstellbar, eigener CAL-Modus mit CAL-Tastatur, Im Inet ist auch die Prog.Sprache Forth verfügbar | 32 Kb internen RAM, je nach Ausstattung 32 - 256Kb mittels Speicherkarte oder intern aufrüstet, bis max. 1Mb RAM in 256Kb Blöcken switchbar, Sehr gut lesbares Vollgrafikdisplay 32x240 Pixel, 4x40 Zeichen, 11 pol. und 15 pol. Interfaceanschluss Diskettenlaufwerk CE-140f; Drucker CE-126, Kassette CE-152<br>PC-Sicherung der Programme auch unter Windows 11 möglich |
| PC-G850V(S) | PC-G850V = 2003 und Letzter seiner Art von Sharp PC-G850VS = 2009 herausgekommen. Pocket wurde jedoch nur noch in Japan vertrieben, umfangreiche BASIC-Funktionen, weitere Programmiersprachen C und ASMB verfügbar, Im Inet ist auch die Prog.Sprache Forth verfügbar, CAL Tastatur vorhanden und im BASIC als DAL-Modus verwendbar                                                                               | keine Speicherkarte, 32Kb fester RAM, sehr gut lesbares Vollgrafikdisplay 48x144 Pixel, 6x24 Zeichen, PIO-Systembus rechts Anschluss zum Ansteuern von ext. Geräten, 11 pol. Interfaceanschluss: Diskettenlaufwerk ist nicht ansteuerbar; Kassette CE-152 funktioniert.<br>PC-Sicherung der Programme auch unter Windows 11 möglich.                                       |

## Übersicht zu den Modellen

## Über die Autoren

### Matthias Krambeck: Sharp und ich

Ich wurde 1982 von dem Sharp begeistert, zu der Zeit begann ich in im damaligen Karl-Marx-Stadt (heute Chemnitz) ein Studium der Elektrotechnik. Zu DDR-Zeiten war die Verfügbarkeit von wissenschaftlichen Taschenrechnern eher gering. Produkte aus der eigenen Produktion wie der MR610 waren eher nicht erhältlich, also musste ein Rechner aus dem „Westen“ her. Ich schwankte dann zwischen Rechnern von Texas Instruments, die ich schon mal gesehen hatte oder von Rechnern von HP, von denen ich schon mal etwas gelesen hatte. UPN war mir glücklicherweise vertraut. Aber wie drankommen? Glücklicherweise existierten zu dieser Zeit schon An- und Verkaufsläden, in denen auch „Westprodukte“ angekauft und verkauft wurden. Und das lag dann ein Sharp PC-1211 Set mit CE-122 in der Auslage. BASIC war mir auch vertraut und so reihte ich mich die Reihe der Sharp User ein. Das System begleitete mich durch mein Studium und noch einige Zeit im Berufsleben, bevor es dann durch einen Heimcomputer „abgelöst“ wurde. Nach der Wende wurde mir dank diverser Handelsplattformen auch der Zugang zu anderen Sharp-Pockets möglich und so kamen dann ein PC-1500 mit CE-150 (damals der Traum) dazu uns später viele weitere Modelle. Damit war der Grundstein für das Sammeln von Taschenrechnern und Pockets gelegt.

### Peter Rost: Sharp und ich

Als 20-Jähriger habe ich mich für Mathematik, Physik und Astronomie begeistert, eine Sternwarte gebaut und brauch-

te vielfältige wissenschaftliche Berechnungen auf diesen Gebieten. Leider hatte ich in der Schule nicht mehr das Glück, einen vergünstigten Taschenrechner SR1 zu bekommen und der frei verkäufliche Taschenrechner MR-609 und der bessere MR-610 war für mich finanziell nicht erreichbar. Als mein Vater 1986 in die BRD eingeladen wurde, hatte ich einen Wunsch frei. Es sollte ein programmierbarer oder wissenschaftlicher HP Taschenrechner sein. Mein Vater brachte mir den Sharp Pocket PC-1401 mit. Ich war überwältigt: Ein BASIC-programmierbarer Taschenrechner mit dem CAL-Modus auf der rechten Seite und einer Volltexttastatur unter dem Display. Ich vergrub mich sofort in die BASIC-Programmierung – und dies bis heute. Natürlich ist es nach der Wende nicht beim PC-1401 geblieben. Ein PC-1475 mit 20-stelliger Genauigkeit war genau das Richtige für meine Astroberechnungen. Ein PC-E500 folgte und die Anwendungen wurden immer größer. Später im Werkzeugbau wurden damit fehlende Maße auf den Zeichnungen schnell ermittelt. Noch heute verwende ich den PC-G850V für meine Berechnungen in der Messtechnik, hier geht es oft um Vektoren. Im privaten Bereich verwende ich nun den PC-E500S zur Berechnung von astronomischen Ereignissen. Da nach der Wende auch die Pockets vom Markt verschwanden, ist es immer ein Schmäckerl, wenn ich die Pockets auspacke und Variablenberechnungen vornehme. Ich bin immer noch begeisterter Anwender der Pockets und ich weiß, dass der PC-1401 damals für mich beruflich wegweisend war. Daher bin ich auch leidenschaftlicher Sammler der Sharp Pockets geworden. Die Sammlung umfasst mittlerweile fast alle auf den Markt gekommene Pockets. Sie werden auch weiterhin mein Begleiter sein.



## Die Kyocera Kyotronic 85 Plattform

# Eine große Familie

**K**yocera ist vielen in Deutschland als Hersteller von Fotokopierern und Druckern ein Begriff. Doch das Unternehmen, 1959 von Kazuo Inamori als Kyoto Ceramics gegründet, hat ein bei weitem größeres Produktportfolio. Das Unternehmen ist in der Automobilindustrie ebenso tätig wie im Bereich der Digitalfotografie oder der Metallurgie. Aber auch tragbare Computer kamen in den 1980er Jahren von Kyocera.



Die Kyocera 85 Plattform umfasst mehrere Modelle, die von Kyocera an verschiedene Hersteller lizenziert wurden. Zu den Lizenznehmern gehörten Tandy, Olivetti und NEC, auch Kyocera selbst hatte Geräte im Angebot. Diese Computer wurden vor allem für den mobilen Einsatz entwickelt und setzen auf eine kompakte, leichte Bauweise mit langer Batterielaufzeit.

### Gemeinsamkeiten der Modelle

Alle Modelle der Kyocera 85 Plattform teilen einige grundlegende Merkmale. Als Prozessor kommt der Intel 80C85, also die CMOS-Version des 8085 zum Einsatz. Der Arbeitsspeicher umfasst je nach Modell und Ausbau zwischen 8 KByte bis 32 KByte RAM. Die Anzeige erfolgt auf einem LCD-Monochrom-Display mit 240 x 64 Pixeln in 8 Zeilen mit je 40 Zeichen. Die Rechner verfügen immer über eine mechanische Tastatur, die ein gutes Schreibgefühl vermittelt.

Das Betriebssystem liegt im eingebauten ROM und bringt den BASIC-Interpreter, eine Terminal-Software und einen Texteditor mit. Als Schnittstellen sind ein serieller RS-232 Anschluss, ein Centronics Parallelport, ein Kassettenrekorder-Anschluss und ein Barcode-Reader-Anschluss vorhanden. Die Stromversorgung übernehmen vier AA-Batterien oder ein Netzteil mit 6 bis 8 Volt.

### Unterschiede zwischen den Modellen

Obwohl die Grundarchitektur ähnlich war, unterschieden sich die Modelle in einigen wichtigen Details:

- Kyotronic 85 (1983): Das Ursprungsmodell, das später als Basis für andere Hersteller diente. Hatte 8 KB RAM, erweiterbar auf 32 KByte.
- Tandy TRS-80 Model 100 (1983): Eine der bekanntesten Varianten, besonders in den USA populär. Kam standardmäßig mit 8 KB oder 24 KByte RAM.
- Olivetti M-10 (1983): Optisch etwas an-

ders gestaltet, mit neigbaren Display. Hatte ebenfalls bis zu 32 KByte RAM.

- NEC PC-8201 (1983, japanischer Markt): Ähnlich dem Model 100, jedoch mit leicht überarbeiteten ROM-Funktionen und japanischem Layout.
- NEC PC-8201A (1983, europäischer und amerikanischer Markt): Variante des PC-8201 mit angepassten ROM-Funktionen für internationale Märkte.
- NEC PC-8300 (1985): Eine weiterentwickelte Version mit 64 KByte Onboard-RAM, der auf bis zu 96 KByte erweitert werden konnte, sowie erweiterten ROM-Funktionen, wodurch er für professionelle Anwender interessanter wurde.
- Tandy 102 (1985): Eine leichtere und kompaktere Version des Tandy Model 100 mit verbesserten Energieverbrauchs-werten und mehr RAM.
- Tandy 200 (1985): Ein Modell mit größeren klappbarem Display und größerem Speicher (bis zu 72 KByte RAM), das sich für umfangreichere Anwendungen eignete.

## Software

Das Betriebssystem aller Kyotronic 85 Computer sieht ähnlich aus: Sofort nach dem Einschalten erscheint eine Tabellen-ähnliche Ansicht, die ersten 3 Einträge sind immer BASIC, TEXT und TELCOM. Andere Computer der Kyotronic 85 Serie wie Tandy Model 100/102 sowie Olivetti M10 haben zusätzlich installierte Programme wie Textverarbeitung, Tabellenkalkulation und Adressverwaltung. Sobald eigene Texte oder Programme geschrieben und gespeichert sind, erschienen diese sofort im Hauptmenü.

Softwareprodukte waren auch auf ROM-Bausteinen verfügbar, der EPROM ist dann in den ROM1 Sockel eingesetzt. Der ROM0

Sockel ist immer mit dem Geräte-ROM bestückt. Häufig war im ROM1 ein EPROM mit einer industriespezifischer Software. Die privaten Benutzer wechselten es gegen ein anderes ROM wie um Beispiel TS-DOS oder SARDOS.

## Besonderheiten der NEC-Modelle

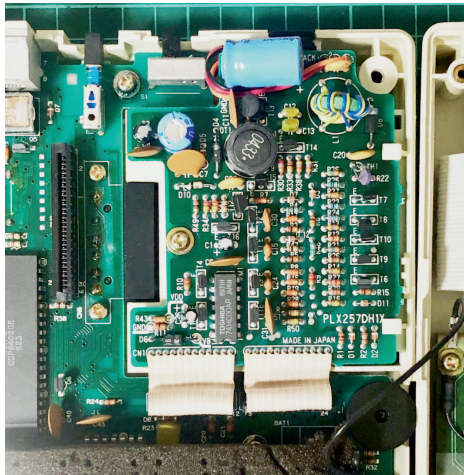
Während die Modelle von Tandy und Olivetti fast komplett auf den Kyocera Kyotronic 85 aufbauten, ging NEC einen eigenen Weg. Das macht sich besonders bei dem Design der Tastatur und dem internen Hardware-Aufbau bemerkbar. Die NEC-Modelle sind am meisten erweiterbar und haben ein angepasstes ROM. Nicht alle Programme, die auf dem Tandy 100/102 geschrieben worden sind, funktionieren ohne weiteres auf dem NEC PC-8201(A)/PC-8300. An vielen Stellen sind Anpassungen nötig. Auch einige BASIC-Befehle unterscheiden sich.

De Hauptprozessor ist bei allen Kyotronic 85 Modellen dieselbe, nämlich eine OKI 80C85 CPU mit 2,4 MHz Taktfrequenz. Hier ist bemerkenswert, dass NEC nicht die eigene NEC 8085AH CPU verbaut hat – dies liegt vermutlich daran, dass es unbedingt eine CMOS-CPU sein sollte, um den Stromverbrauch zu verringern. NEC's 8085AH ist eine NMOS-CPU und verbraucht deutlich mehr Strom.

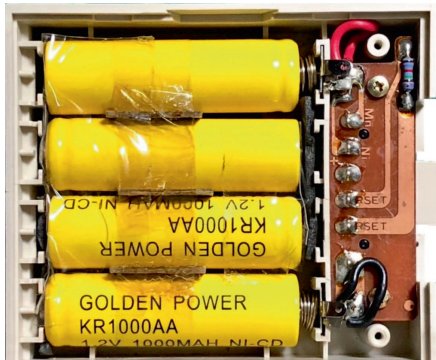
Der RAM konnte beim NEC PC-8201/PC-8201A von 16 KByte auf bis zu 96 KByte erweitert werden. Da der 8085 Prozessor lediglich 32 KByte auf einmal ansprechen konnte, war der RAM in 32 KByte-Bänken organisiert. Intern lässt sich der Speicher mit speziellen Bausteinen auf 64 KByte (Bank 1 und Bank 2) aufrüsten, nochmals 32 KByte mit einen externen Cartridge (Bank 3).



Die OKI CPU im NEC 8201



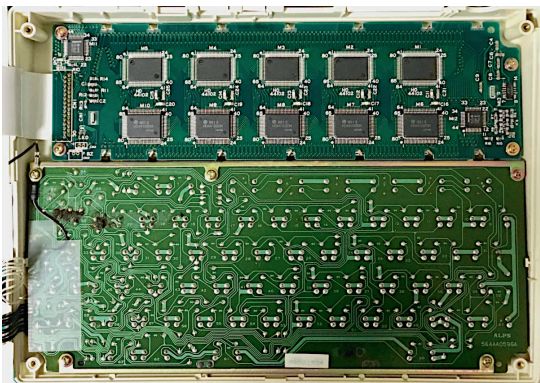
Die Stromversorgung



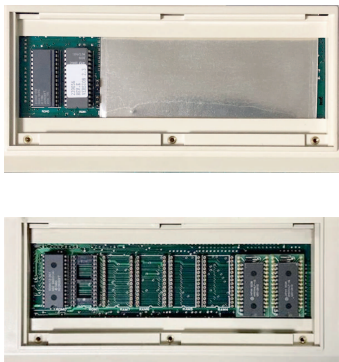
Die Nickel-Cadmium Akkus



Der NEC 8201



Rückansicht von Display und Tastatur



Die ROM- und RAM Sockel



Diese Speicherbänke lassen sich getrennt voneinander ansprechen, jeweils unterschiedliche Dateien und Programme dort ablegen und mittels Tasten-Kombination zwischen den Bänken wechseln. Bei den Cartridges ist das RAM batteriegepuffert und behält den Inhalt auch beim Ausbau. Zusätzlich dazu gibt es auch ROM-Flash- und andere Cartridges.

## Besonderheiten des NEC PC-8300

Der NEC PC-8300, eingeführt 1985, ist eine der leistungsfähigsten Varianten der Kyocera 85 Plattform. Er bietet einige Verbesserungen gegenüber seinen Vorgängern. Das Mainboard-Design ist verbessert, fast die gesamte TTL-Logic wurde durch drei Custom ASICs ersetzt. Das Gerät besitzt 64 KByte RAM on board und ist auf bis zu 96 KByte erweiterbar, was es für umfangreichere Anwendungen noch flexibler macht. Auch die ROM-Funktionen sind optimiert, es gibt eine neuere BASIC Version (1.1) und verbesserter Terminal- und Kommunikationsfunktionen. Optional ist ein internes Modem verfügbar.

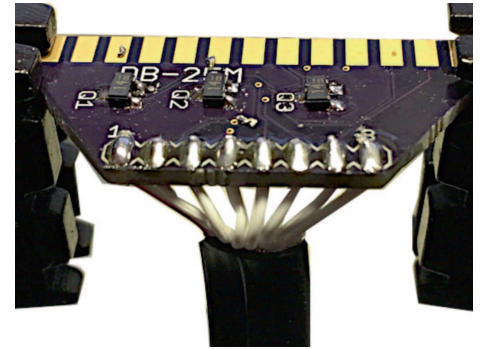
Leider übernahm der PC-8300 auch einige Mängel des Vorgängers. So ist das ROM wie bei allen Kyotronic 85 Modellen nicht Y2K-fähig. Dieses Problem lässt sich mit einem angepassten ROM beheben. Dazu muss in ROM an einer bestimmten Stelle lediglich die Zahl 19 gegen die Zahl 20 geändert werden. Die CPU und die beiden anderen DIP40 ICs sind fest verlötet. Gesockelte Chips wären für Bastler bestimmt besser, so ließe sich mit verschiedenen CPUs experimentieren und möglicherweise dem Gerät neue Möglichkeiten eröffnen.

## Diskettenlaufwerke

TS-DOS ermöglicht es auf, eine bequeme Art und Weise die Programme und Dateien auf den NEC zu übertragen sowie mit Diskettenlaufwerken zu arbeiten. Von NEC selbst gab es ein größeres System (NEC PC-8241A), das NEC um ein Diskettenlaufwerk und den Anschluss an ein Fernseher erweitert hat. Durch den damals sehr hohen Preis ist dieses Accessoire jetzt aber selten und schwer zu finden.

Die US-amerikanischen Schwestermodelle Tandy Model 100 und 102 haben ein seriellen 3,5 Zoll Floppylaufwerk im Portfolio: Das Tandy Portable Disk Drive I (TPDD1). Es kann auf eine handelsübliche DD-Diskette 100 KByte Daten schreiben; das Format ist nicht MS-DOS kompatibel. Später kam das verbesserte TPDD2 Laufwerk heraus, welches schon 200 KByte auf eine DD-Diskette schreiben kann. Das Tandy TPDD1 Laufwerk wurde von Brother hergestellt und war unter dem originalen Namen Brother FB100 auch als Diskettenlaufwerk für Brother Strick- und Nähmaschinen verfügbar. Das Tandy TPDD2 Laufwerk war baugleich mit Brother TP200, dieses ist jedoch sehr selten und daher schwer erhältlich.

Viele NEC-Benutzer haben wie der Autor das FB100 Laufwerk erworben, um den am NEC PC-8300 zu betreiben. Neben dem gerissenen Antriebsriemen (8,5" Drive Belt), der fast immer erneuert werden muss, gibt es noch ein weiteres Problem: Ein seriell Kabel zum Anschluss an den NEC muss her. Doch glücklicherweise hat die Community die Pinbelegung entschlüsselt und seine Herstellung wurde als Open Source-Projekt zur Verfügung gestellt.



Das Kabel zum Floppy-Anschluss

## Fazit

Die Kyocera 85 Plattform waren eine bedeutende Innovation in der Welt der tragbaren Computer. Mit ihrer leichten Bauweise, langen Batterielaufzeit und integrierten Software waren diese Computer ihrer Zeit weit voraus. Der NEC PC-8300 stellt die Spitze dieser Entwicklung dar und bietet eine optimierte Version für professionelle Anwender. Heute sind diese Geräte begehrte Sammlerstücke und Zeugnisse der frühen Tage des mobilen Computings.

## Links

<https://www.web8201.net/>  
<https://bitchin100.com/>  
<https://pocketgriffon.hatenablog.com/entry/2021/01/24/201301>  
 Serielles Kabel:  
[https://github.com/bkw777/TPDD\\_Cable](https://github.com/bkw777/TPDD_Cable)

## Über den Autor

Pawel Radomychelski arbeitet in einem Team aus unabhängigen Experten für IT und mag besonders frühe Handheld Computer.



Die Zubehör-Palette von NEC



Das Brother FB100 Laufwerk gehört eigentlich an Strickmaschinen



## Die Bytecode-Programmiersprache

# CHIP-8

CHIP-8 ist einerseits eine interpretierte Bytecode-Programmiersprache, die an Assembler angelehnt ist und andererseits eine virtuelle Maschine (VM), innerhalb der das Programm ausgeführt wird. CHIP-8 kann daher als ein Vorgänger moderner VM wie Java VM angesehen werden.

CHIP-8 wurde von Joseph Weisbecker Mitte der 1970er-Jahre entwickelt. Ursprünglich wurde die Sprache für Heimcomputer wie den COSMAC VIP oder den TELMAC konzipiert. Das Ziel war es, eine simple Umgebung zur plattformunabhängigen Entwicklung von Videospielen bereitzustellen.

Anwendungen werden mittels 35 Opcodes programmiert. Ein Opcode ist dabei ein 16-Bit Wert, der einen Befehl sowie gegebenenfalls dessen Argumente repräsentiert. Die Opcodes werden vom Interpreter innerhalb einer virtuellen Maschine ausgeführt.

Aufgrund der sehr einfach umzusetzenden Anforderungen ist das Schreiben eines Emulators für Chip8 ein ideales Einstiegsprojekt in die Emulator-Programmierung.

- Nur 35 Opcodes (Befehle)
- 4k Ram (4096 Bytes)
- Bildschirm 64x32 Pixel monochrom
- Einfacher Buzzer
- 16 Tasten (0-F)

Um selbst Programme für Chip8 zu erstellen, bietet sich die Web-IDE „Octo“ an. Hierin lassen sich Beispielprogramme erstellen und direkt im Browser ausprobieren. Sogar der Download einer eigenständigen HTML Seite mit seinem selbst erstellten Programm ist möglich. Octo ist auch als C-Programm mit SDL2 (Octo-C) verfügbar, kann selbst kompiliert werden und auf dem eigenen Rechner ablaufen. Unter MacOS Sonoma und mit Homebrew ließ sich Octo-C ohne Probleme übersetzen. Wer eine schöne Übersicht sehen möchte, welche Chip8 Interpreter für welche Betriebssysteme und in welchen Programmiersprachen es gibt, findet eine schöne Zusammenstellung im Gametech Wiki (Peter Sieg).

```

OCTO Run Open Share Examples Speed
1 # Chip8 is a virtual machine designed in 1977 for programming video games.
2 # Octo is a high level assembler, disassembler and simulator for Chip8.
3 # Click 'Run' and then press ASWD to move the sprite around the screen.
4 # Click the Octo logo for source, documentation and examples.
5
6 :alias px v1
7 :alias py v2
8
9 : main
10 px := random 0b0011111
11 py := random 0b0011111
12 i := person
13 sprite px py 8
14
15 loop
16 # erase the player, update its position and then redraw:
17 sprite px py 8
18 v0 := OCTO_KEY_W if v0 key then py += -1
19 v0 := OCTO_KEY_S if v0 key then py += 1
20 v0 := OCTO_KEY_A if v0 key then px += -1
21 v0 := OCTO_KEY_D if v0 key then px += 1
22 sprite px py 8
23
24 # lock the framerate of this program via the delay timer:
25 loop
26 vf := delay
27 if vf != 0 then
28 again
29 vf := 3
30 delay := vf
31 again
32
33 : person
34 0x70 0x70 0x20 0x70 0xA8 0x20 0x50 0x50
35
```

### Links

Link-Zusammenfassung (EN):

<https://chip-8.github.io/links/>

Befehlssatz:

<https://github.com/mattmikolay/chip-8/wiki/CHIP%E2%80%90Instruction-Set>

Schritt für Schritt Anleitung (EN) für die Emulator-Programmierung:

<https://multigesture.net/articles/how-to-write-an-emulator-chip-8-interpreter/>

Octo IDE:

<http://johnearnest.github.io/Octo/>

<https://github.com/JohnEarnest/c-octo>

Emulator in Javascript:

<https://github.com/alexanderdickson/>

Chip-8-Emulator

Emulator in C mit SDL2:

[https://github.com/queso-fuego/chip8\\_emulator\\_c](https://github.com/queso-fuego/chip8_emulator_c)

Freigegebene Programme in Chip8:

<https://johnearnest.github.io/chip8Archive/>

<https://github.com/kripod/chip8-roms>

Chip8 Interpreter:

[https://emulation.gametechwiki.com/index.php/CHIP-8\\_emulators](https://emulation.gametechwiki.com/index.php/CHIP-8_emulators)





## BMC64 und Oscar64 C Compiler

## Bare C64



Bei der Beschäftigung mit ZXBaremulator (Bare Metal ZX Spectrum Emulator für Raspberry Pi) und generell der sogenannten Bare Metal Programmierung (Programmentwicklung ohne unterlagertes Betriebssystem) auf dem Raspberry Pi stieß der Autor natürlich auch einmal wieder auf das Projekt BMC64, dem CBM Emulatoren für Raspberry Pi. Vor einigen Jahren erforderte das Projekt einen Raspberry Pi 2 oder ein neueres Modell, Besitzer des alten Raspberry Pi waren sozusagen ausgesperrt. Doch mittlerweile hat sich das geändert: Das BMC64-Lite Projekt hat extra für Raspberry Zero und den Raspberry Pi Version 1 spezielle Versionen erstellt. Diese wurden dann

später wieder in das Hauptprojekt integriert, sodass nun auch ein Raspberry Pi 1 und mit Einschränkungen auch ein Raspberry Zero unterstützt werden.

```
/C64
kernal
chargen
basic
d1541II (1541-II ROM - recommended)
```

Damit der Emulator auch etwas zu tun bekommt, sind außerdem einige Disk Images erforderlich. D64 Floppy Disk Images gehören dabei in das Unterverzeichnis `/disks/C64`, PRG Dateien in `/prg/C64`. Ist die SD Karte in dieser Weise eingerichtet und in den Raspberry Pi gesteckt, sollte der BMC64

Emulator im C64 Mode booten. Der Hotkey zum Aufruf des Menüs und der Einstellungen ist F12. Weitere Informationen dazu stehen in der Readme-Datei.

Nachdem der BMC64 nun auf dem Raspberry Pi lief, begann die Suche nach Möglichkeiten zur Programmentwick-

lung. Mittels tok64 kann ein Basic Programm beispielsweise unter Linux mit einem beliebigen Texteditor geschrieben und dann in ein Commodore 64 BASIC PRG (Token) übersetzt werden.

Der berühmte Einzeiler:

```
10 print chr$(205.5+rnd(1));
: goto 10
```

wird mit `./tok64 <program.bas>` in `<program.prg>` übersetzt (tokenized). Die resultierende Binärdatei ist 32 Bytes groß.

Es gibt aber auch einen neuen, richtigen C Compiler: Oscar64. Hier sind viele Beispielprogramme enthalten, die einem das Selbstprogrammieren erleichtern.

Das C Pendant zum oben gezeigten BASIC Programm sieht dann in C so aus:

```
#include <conio.h>
#include <stdio.h>
int main(void) {
    while(true) { putchar(205 +
        (rand() & 1)); }
    return 0;
}
```

Mit `oscar64 <program>.c` wird es wiederum in eine Maschinensprache `<program.prg>` übersetzt.

Die resultierende Binärdatei ist hier 300 Bytes groß.

Auch einige komplexere Spiele sind inzwischen damit entstanden und auch die einfacheren Klassiker sind interessant. Es lohnt sich also, sich BCM64 selbst einmal näher anzuschauen (Peter Sieg).

## Links

BMC64:

<https://accentual.com/bmc64/>

<https://github.com/randyrossi/bmc64>

BMC64 Zip:

<https://accentual.com/bmc64/downloads/bmc64-4.2.files.zip>

Commodore 64 ROMs

<https://www.zimmers.net/anonftp/pub/cbm/firmware/computers/c64/>

BM Entwicklung:

<https://github.com/maccasoft/raspberry-pi>

Tok64:

<https://github.com/0cjs/tok64>

Oscar64:

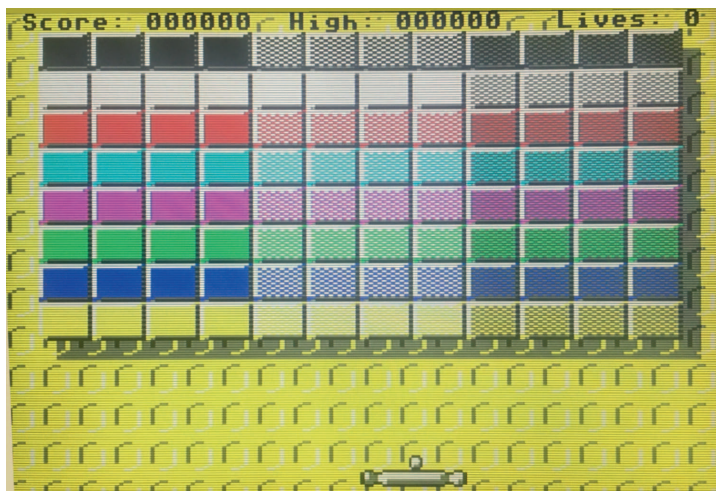
<https://github.com/drmortalwombat/oscar64>

Tutorials:

<https://github.com/drmortalwombat/OscarTutorials>

Games:

<https://github.com/drmortalwombat/oscar64/tree/main/samples/games>



## Das Betriebssystem FutureOS im Jahr 2025

# Back in the Future

**F**utureOS ist ein Betriebssystem speziell für den CPC6128 und den 6128plus. Mit Speichererweiterungen, die den RAM Modus &C3 unterstützen, kann es auch auf CPC464/472/ 664 und KC compact betrieben werden. Es wurde komplett unabhängig in Z80 Assembler entwickelt und auf die Eigenschaften der Hardware hin optimiert. Das Hauptaugenmerk liegt hierbei auf Geschwindigkeit und universeller Einsetzbarkeit. Daneben soll es alle für den CPC erhältliche Hardware verwalten können.



Weiterhin bietet FutureOS ein sinnvolles und effizientes Multitasking. Während sich das OS selbst im ROM befindet, wird der Tasker „Caruh“ bei Bedarf nachgeladen. Bei einem RAM Ausbau von 4 MByte können bis zu 250 Applikationen parallel ausgeführt werden.

FutureOS unterstützt generell bis zu 4192 KByte RAM und eine beliebige Anzahl von Erweiterungs-ROMs (beispielsweise für Applikationen). Der Start erfolgt aus dem ROM und damit in Sekundenschnelle. Massenspeicher (Diskettenlaufwerke, Festplatte und SD-Karte) werden bis zu 32 GByte unterstützt. Bei entsprechenden Medien sind 2 TByte möglich, was bei 8-Bit-Rechnern aber wohl kaum nötig sein wird. Daneben unterstützt FutureOS 'Hot Plug & Play', Hardware kann also während des Betriebs an- oder abgesteckt werden. Ein Merkmal unterscheidet FutureOS von allen anderen OS: Es wird mit mehreren Medien parallel gearbeitet, dazu muss ein Medium nur aktiviert werden. Die Entwicklung von FutureOS startete 1989, das letzte Release wurde 2024 freigegeben; das Nächste ist für Herbst 2025 geplant.

### Historisches

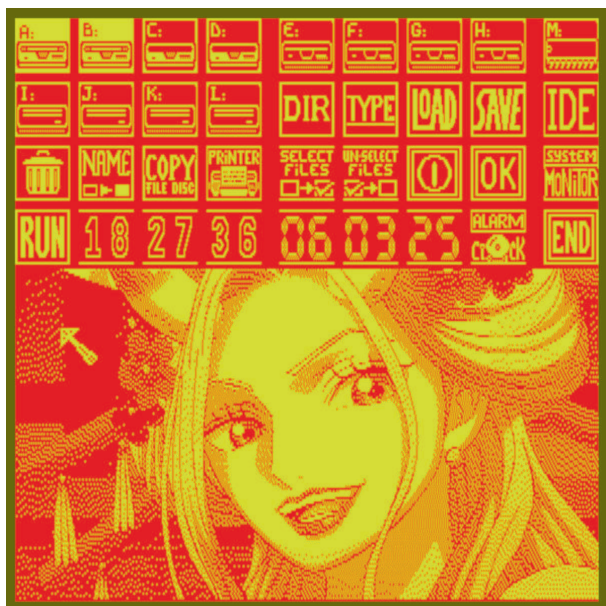
Die Idee zu FutureOS entstand auf dem Höhepunkt der kommerziellen Ära der CPC Computer. Damals existierten bereits eine Vielzahl von Erweiterungen, die aber teilweise nicht kompatibel zueinander waren. Beispielsweise konnten Produkte von Dobbertin und Vortex nur sehr eingeschränkt zugleich verwendet werden. Diese Problematik sollte ein neues OS beheben.

Weiterhin litt der CPC – wie die meisten Computer dieser Ära – an einer gemächlichen Zeichenausgabe. Die Arbeit mit Massenspeichern am CPC war zwar damals bereits flott, doch da war noch Platz nach oben. FutureOS kompensiert alle diese Mankos. Des Weiteren sollten die täglichen Aufgaben erleichtert werden. Ultimativ wurde angestrebt, die Notwendigkeit, den CPC gegen einen PC zu tauschen, aus der Welt zu schaffen – im Rahmen der durch die Hardware definierten Grenzen. Nach 36 Jahren konstanter Entwicklung wollen wir heute einen Blick auf den Stand der Dinge werfen.

### Stand der Dinge

Die Oberfläche von FutureOS (TurboDesk) besteht aus einer Icon-Sektion und einem Bereich für Dateinamen (siehe Abbildungen). Während das Anklicken von Icons (oder Drücken von „Hot Keys“) Funktionen aufruft, werden im Text-Bereich Optionen, Meldungen oder die Inhaltsverzeichnisse aktiver Medien dargestellt. Einzelne Icons werden optional nur dann gezeigt, wenn sie aktuell auch nutzbar sind. In der Text-Sektion lässt sich durch die Inhaltsverzeichnisse aller aktiven Medien blättern. Zugriff auf Daten und Dateien mehrerer Medien erfolgt parallel, es gibt keine Beschränkung auf das jeweilige Bezugsmedium. Das Desktop erhält seine Effizienz also durch Synergie-Effekte von Icons und Text-Seiten. Hierbei wird speziell mit Seiten anstelle von mit Fenstern gearbeitet, um dem Benutzer den größtmöglichen Bereich des Bildschirms zur Verfügung zu stellen.





Die Turbo-Desk Oberfläche mit allen Icons. A-H sind Floppy Laufwerke, I-L sind Festplatten-Partitionen. Das IDE Icon führt zu beiden SD-Kartenverzeichnissen



Die Massenspeicher Shell erlaubt es, auf SD-Karte bis zu 2 TByte zuzugreifen. Die notwendigen Datei-Funktionen sind integriert.

Die TurboDesk-Oberfläche erscheint übersichtlich und aufgeräumt, sie setzt damit einen klaren Akzent gegenüber den oft chaotischen Fenstern anderer Betriebssysteme. Anstatt den Arbeitsbereich auf ein Fenster zu beschränken, steht der gesamte Bildschirm zur Verfügung. Anstelle des Fensterwechsels wird zwischen einzelnen Bildschirmen umgeschaltet. Diese Bildschirme sind aufgeräumt, organisiert und auf die jeweilige Anwendung hin optimiert. Dies gilt auch für Multitasking-Applikationen, die vom Tasker „Caruh“ verwaltet werden.

Im Gegensatz zu Datei- und Datenverwaltungen, die nur ein oder zwei Datei-Fenster zur Verfügung stellen (beispielsweise der Norton Commander), erlaubt es FutureOS, mit allen angeschlossenen Medien zugleich zu arbeiten. Im Desktop wird einfach durch

die unterschiedlichen Verzeichnisse geblättert. So ist es möglich, Dateien auf verschiedenen Medien zu markieren und anschließend zu bearbeiten: Kopieren (auf ein oder mehrere Ziele), Anschauen (Text, Bilder oder Datei-Header), Umbenennen, Löschen, Drucken, Starten und so weiter.

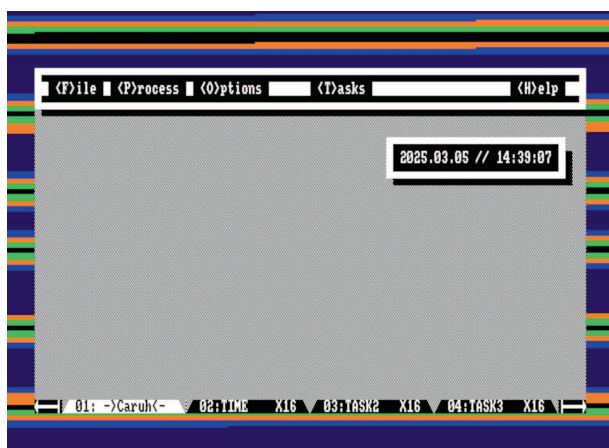
Hintergrundbilder (sogenannte Wallpapers) können dynamisch oder automatisch aus dem ROM geladen werden – davon stehen einige Hundert zur Verfügung.

Neben dem Desktop steht den Applikationen eine weitere Oberfläche zur Verfügung: Das Command Bar Menu („CBM“). Es erlaubt intuitive Bedienbarkeit von Applikationen durch Pull-Down-Menüs. „CBM“ basiert auf Text, Semigrafik und Grafik. „CBM“ erlaubt es allen Applikationen, dem

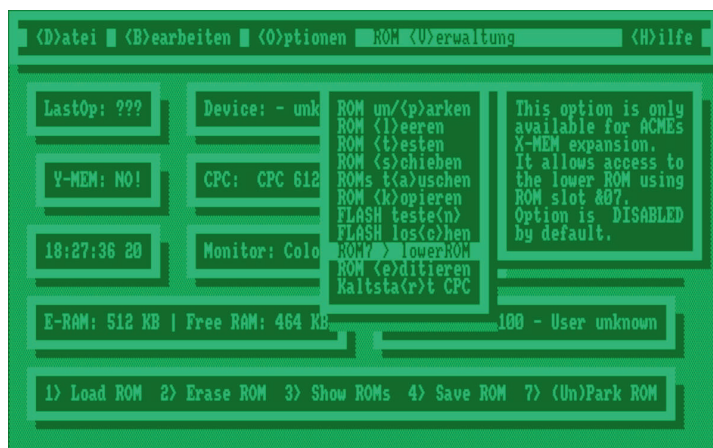
Anwender die gleiche Oberfläche zu präsentieren und damit sofort bedienbar zu sein. „CBM“ liegt zum Teil im OS und zum Teil in den Applikationen selbst, dadurch ist es individuell anpassbar. Größere Applikationen wie FutureTex oder ROManager verwenden alle „CBM“. Die in den Abbildungen gezeigten Applikationen nutzen alle „CBM“ als Oberfläche.

## Multitasking

Der Tasker „Caruh“ bietet sehr schnelles, kooperatives, preemptives und priorisiertes Multitasking (siehe Abbildung). Dadurch können pro Frame (1/50 Sekunde) bis zu 100 Prozesse aufgerufen werden. Es ist das einzige Multitasking in der CPC-Welt, das es Applikationen jederzeit erlaubt, die Zweitre-



Der Tasker „Caruh“ mit einigen aktiven Multi-Tasking Prozessen. In diesem Beispiel sind etwa 50 unterschiedliche Prozesse pro Bildschirmaufbau (Frame) aktiv.



Der ROManager erlaubt die komfortable ROM-Verwaltung einer Vielzahl von Erweiterungen.

## Wozu ist FutureOS gut?

- Zum Erstellen ernsthafter und umfassender Applikationen. Vor allem wenn sie viel RAM (und/oder Massenspeicher) benötigen.
- Für Spiele und Demos, die gerne (fast) das ganze RAM, die RST-Einsprünge und die Zweitregister nutzen und dabei auf effiziente OS Funktionen zurückgreifen wollen.
- Komplexe Programme, die den Interrupt Modus 2 nutzen wollen. Also alles was mit (mehreren) modernen Hardware-Erweiterungen arbeiten will.
- RAM-intensive Programme, denn FutureOS hat einen minimalen RAM Verbrauch von nur 1 KByte
- Für Stack-intensive Anwendungen: Der Stack umfasst komfortable 511 Bytes, kann aber auf 1024 Bytes erweitert werden
- Alles, was oft und vor allem schnell mit Medien und großen Datenmengen arbeiten muss.

gister des Z80 Prozessors sinnvoll zu nutzen, so wie es generell unter FutureOS der Fall ist. Dies bietet erhebliche Geschwindigkeitsvorteile. Hierzu ein kurzes Beispiel:

Ohne Zweitregister:

```
PUSH BC:LD B,&F5:IN A,(C):POP BC
```

benötigt 13 Mikrosekunden

Mit Zweitregistern:

```
EXX:LD B,&F5:IN A,(C):EXX
```

benötigt 8 Mikrosekunden

Die unterstützten Eingabemedien sind vielfältig. FutureOS lässt sich schnell und effizient über die Tastatur bedienen (Hot Keys). Zusätzlich werden jedoch Joysticks, Mäuse (digital und proportional), Trackballs, Lightpen und sogar das Grafpad unterstützt. Wird mit Massenspeichern im GByte Bereich (SD-Karten) gearbeitet, so kommt zu den vier 16 KByte des FutureOS ein weiteres ROM hin-

zu. Neben der Verwaltung der SD-Karte beinhaltet es auch eine Reihe von nützlichen Funktionen zur Datei-Verwaltung.

Jedes Betriebssystem steht und fällt mit seinen Applikationen. Die Anzahl der für FutureOS verfügbaren Programme ist gering im Vergleich mit dem nativen CPC-OS oder CP/M. Der Fairness halber sei jedoch angemerkt, dass FutureOS bereits mehrere Funktionen eingebaut hat, die unter anderen OS als eigenständige Programme vorliegen. Zusätzlich bietet es eine Anzahl interessanter Anwendungen.

FutureTex ist ein Text-Editor mit Zeichensatz-Editor und Verwaltung der Tastaturbelegung. Es kann mit mehreren Texten (bis zu 3,5 MByte) und Text-Blöcken gleichzeitig gearbeitet werden. Er bietet verschiedene Bildschirmmodi und erlaubt die Nutzung aller 256 Zeichen. Auch Blöcke mit einer Länge im Megabyte-Bereich können zwischen gleichzeitig geöffneten Texten hin- und herkopiert werden.

ROManager ist eine umfassende ROM Verwaltung für die zahlreichen ROM-Erweiterungen für den CPC, die der CPC üblicherweise beschreiben kann. Zwar wird hier von ROM gesprochen, in der Realität kommen aber oft Flash, SD-RAM oder ähnliches zum Einsatz. ROMs können geladen, gespeichert, installiert, gelöscht, geparkt oder editiert werden. Alle Arten von ROMs sind nutzbar, sogar ROMs mit CP/M Applikationen.

Daneben existieren eine Vielzahl kleinerer Tools und Applikationen zur Konfiguration, Bildbearbeitung, Spielfeld-Editor, Sprite-Verwaltung, Bildschirmschoner, Hintergrundbilder, Informationssysteme, Disketten-Tools, Zeichensatz-Manager, Filmmacher, MP3-Player und anderes. Für FutureOS gibt es sogar ein Disc-Mag, dessen letzte Ausgabe 2024 erschienen ist. Es gibt einige Demos und Spiele für FutureOS, beispielsweise SpaceChicken und einen Giana Sisters Clone. Letzterer zeigt, was der CPC kann: 32 KByte Bildschirm RAM, 16 Farben bei einer Auflösung von 208 mal 288 Pixeln, butterweiches Scrolling mit 50 fps.

## Mögliche Verbesserungen

Für die Zukunft sind viele Verbesserungen an FutureOS denkbar. Zwar kann mit C und A2WK (eingeschränkt) für FutureOS programmiert werden, sinnvoll ist aber aktuell nur die Verwendung von Z80 Assembler. Bisher fehlt eine Sprache ähnlich dem BASIC des CPC. Die Oberfläche sieht anders aus, als viele das von Windows PCs her gewöhnt sind. Das schreckt Anwender gelegentlich ab. Nach kurzer Einarbeitung ist TurboDesk jedoch sehr effizient, intuitiv und angenehm zu nutzen. Es steht zwar eine Vielzahl von Eingabemedien zur Verfügung, diese zeigen jedoch Unterschiede in der Bewegungsgeschwindigkeit. Hier sind Verbesserungen nötig, denn Anwender wollen sich an diese Einschränkung nicht gewöhnen.

## Fazit

Noch ist die Anzahl aktiver Anwender recht gering und die Anzahl der Programmierer überschaubar. FutureOS ist auf jeden Fall einen Blick wert, es reizt den CPC und seine Erweiterungen aus und bietet dem Programmierer völlige Freiheit auf dem System. Die gewohnten Windows-ähnlichen Strukturen fehlen, dafür bietet es eine eigene Welt, die sehr schnell viel Spass machen kann, nachdem man sich eingearbeitet hat. Im Gegensatz zu anderen CPC Betriebssystemen ist FutureOS kein kommerzielles Projekt. Das OS selbst und alle seine Applikationen, Demos und Spiele stehen kostenlos zum Download auf der Homepage zur Verfügung.

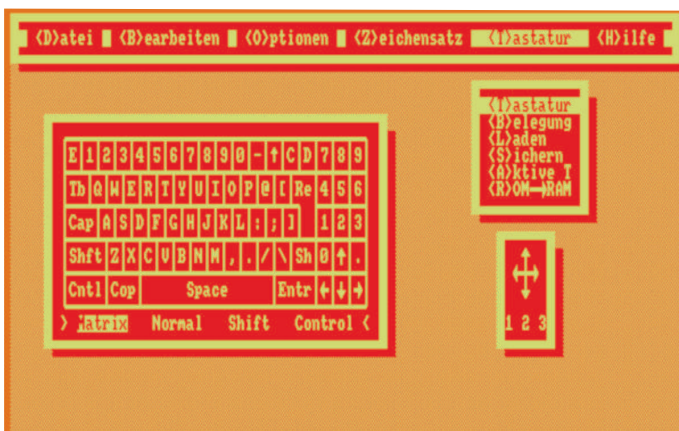
## Links

Homepage:

[HTTPS://www.FutureOS.de](https://www.FutureOS.de)

Giana Sisters Clone:

[https://www.youtube.com/watch?v=\\_OnEdP0DK5w](https://www.youtube.com/watch?v=_OnEdP0DK5w)



Der Text-Editor FutureTex beinhaltet auch die Verwaltung der Tastatur und einen Zeichensatz-Editor.

## Über den Autor

Dr. Stefan Stumpferl ist Biologe und beschäftigt sich seit 1987 mit der Entwicklung von FutureOS.





## Interview mit Jörn Mika

# Der Schneider CPC lernt Multitasking

**A**uf einer Retrocomputing-Veranstaltung stehe ich neben einem Schneider CPC 6128 und sehe eine stark an Windows 95 erinnernde Oberfläche, es läuft PacMan in einem Fenster und parallel ein Video in einem anderen. Was um alles in der Welt ist denn hier passiert?

**LOAD:** Und die Frage gebe ich auch gleich an Jörn Mika weiter – wann hat der CPC denn Fenstern und Multitasking gelernt?

**Jörn Mika:** Es gab natürlich schon seit den 1980ern viele Versuche, auf dem CPC eine GUI mit Fenstern, Icons, Maus usw. zu etablieren. Leider war das aber fast alles zu langsam, zu unflexibel und hat zuviel Speicher gefressen. Multitasking, ich rede hier von der gleichzeitigen Ausführung kompletter Programme, war sowieso immer ein Tabu-Thema auf dem CPC. Abgesehen von Interrupt-Handlern und ein paar experimentellen Routinen, die maximal irgendwelche Rasterzeilen umfärben, galt sowas in brauch-

barer Form auf einer 8-bit CPU mit 4 MHz als nicht machbar. Allerdings lernt man mit den Jahren dazu und kann auf neuem Wissen aufbauen, das es in den 1980ern noch nicht gab oder verbreitet war. Nach ersten Tests mit neuen, hochoptimierten Proportionaltext-Routinen, die pixelbasiert und clipping-fähig sind kam ich schließlich 2001 zu der Überzeugung, daß der CPC eben doch schnelles, dynamisches und sparsames „Fenster“ kann. Und durch meine berufliche Erfahrung mit prioritätsbasierter Ressourcen-Verwaltung hatte ich im selben Jahr endlich einsetzbares präemptives Multitasking auf dem CPC zum Laufen gebracht.

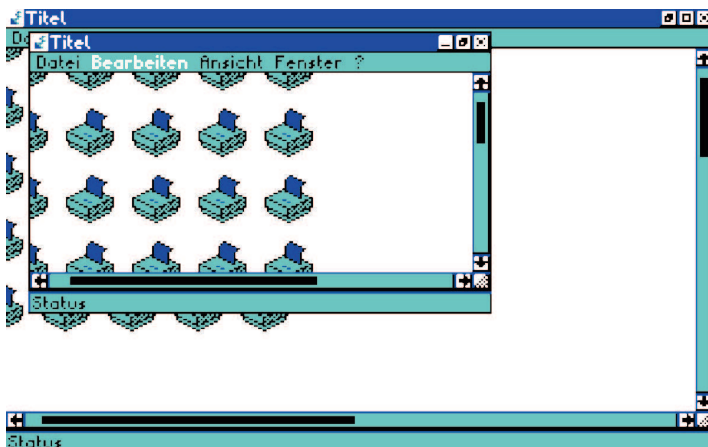
**LOAD:** Was hat Dich motiviert, ein eigenes Betriebssystem zu schreiben?

**Jörn Mika:** Das war auf jeden Fall die Amiga Workbench und das GEOS vom C64. Ich war stets neidisch und traurig, dass es sowas auf dem CPC nicht gab. Flexibel positionierbare und vergrößerbare Fenster, die alle ihre eigenen lebendigen Inhalte haben und Dinge gleichzeitig tun, das war beim Amiga für mich das faszinierendste überhaupt. Ein absoluter Traum und damals leider auch nicht mehr. Vielleicht war die größte Moti-

vation die Meinung der Allgemeinheit, dass der CPC sowas nicht kann. Zum Glück habe ich 10 Jahre später herausgefunden, daß die Allgemeinheit falsch lag.

**LOAD:** Wie funktioniert Multitasking auf einem 4 MHz Rechner? ist das nicht zu langsam?

**Jörn Mika:** SymbOS verwendet präemptives Multitasking, Prozesse können also vom Scheduler bei der Arbeit unterbrochen werden. Im Regelfall hat ein Prozess aber nichts zu tun, sondern wartet auf ein Ereignis wie zum Beispiel eine User-Aktion. Er gibt periodisch freiwillig die CPU-Zeit zurück an den Scheduler. Wenn er wirklich nur auf ein Ereignis wartet, kann er sogar ganz in den Schlafmodus wechseln. Er bekommt dann gar keine CPU-Zeit mehr und wird erst geweckt, wenn eine neue Nachricht für ihn eingetroffen ist. Es gibt also pro Prozess die drei Zustände „Work“, „Idle“ und „Sleep“. Damit lassen sich Prozess-Prioritäten realisieren. Nur wenn alle Prozesse einer höheren Priorität nicht im „Work“-Zustand sind, bekommen auch diejenigen der nächst tieferen CPU-Zeit. Das geht so immer weiter nach unten. Der Leerlauf-Prozess hat die



SymbOS im Dezember 2000



Die aktuelle SymbOS-Version 4.0

niedrigste Priorität, arbeitet also nur dann, wenn sonst keiner etwas zu tun hat. So kann er beispielsweise kontinuierlich einen Zähler hochzählen, mit dem man dann die exakte Auslastung der Z80-CPU messen kann. Die ist übrigens mit seinem Zweitregistersatz und frei platzierbarem 16-bit Stack super für Multitasking ausgestattet.

In der Praxis befinden sich die meisten Prozesse im Idle- oder Sleep-Status. Der GUI-Prozess läuft mit einer höheren Priorität als die Anwendungen, weshalb das System fast immer maximal reaktionsschnell ist. Man kann jetzt beispielsweise einen Musikplayer starten, WGET zum Herunterladen von Dateien aus dem Internet ausführen, ein 10 MByte File mit UNZIP entpacken und Solitaire spielen. Der Musikplayer setzt einmal pro Frame die Soundregister neu, sonst faulenzte er. WGET wartet auf TCP-Pakete vom Network-Daemon, ist also auch nicht 100% am arbeiten. UNZIP hingegen nimmt sich alle CPU-Zeit, die es kriegen kann. Denn das ZIP soll ja so schnell wie möglich entpackt werden, und das ist sehr rechenintensiv. Weil es aber mit niedrigerer Priorität läuft, wird keiner der anderen Prozesse ausgebremst. Man kann deshalb Solitaire so bequem und ungestört spielen, als würden die anderen drei Programme gar nicht laufen. Und durch die Windows-GUI, die auch Updates in halbverdeckten Fenstern erlaubt, behält man den vollen Überblick und kann sich im Multitasking-Betrieb voll austoben.

**LOAD:** Es gibt einen Network-Daemon?

**Jörn Mika:** Der regelt die komplette Arbeit mit der Netzwerk-Hardware. Hinzu ge-

kommen ist außerdem der Sound- und der Printer-Daemon, die plattformunabhängig für Musik- und Drucker-Ausgabe sorgen. Der letztere ist sogar netzwerkfähig. Man kann also eine SymbOS-Maschine als Printer-Server betreiben, über die andere SymbOS-Clients im Netzwerk dann drucken, auch über das weltweite Internet. SymbOS ist ein Multitasking-Betriebssystem, daher muss jede Hardware-Komponente zentral und exklusiv von je einem Dienst verwaltet werden. Im Betriebssystem selbst übernehmen das die sogenannten Manager. Der Desktop-Manager verwaltet den Bildschirm, der Device-Manager Eingabegeräte und Echtzeituhr, der File-Manager die Massenspeicher. Diese Manager warten auf Nachrichten mit Aufgaben von Prozessen, arbeiten diese nacheinander ab und senden Ereignisse zurück an die Prozesse. Somit kommt es zu keinem Chaos oder Blockaden, wenn Prozesse gleichzeitig auf die selben Ressourcen zugreifen. Für weitere Hardware können nun Daemons geladen werden. Die laufen wie normale Applikationen, wodurch der Betriebssystemkern trotz unbegrenzten Erweiterungsmöglichkeiten sehr schlank bleibt. Auch sie verwalten exklusiv ihre Komponenten, wie Musikhardware, Drucker oder Netzwerk. Das alles führt zur geordneten Nutzung von Ressourcen und abstrahiert die komplette Hardware. Programme müssen und sollen nichts über die jeweiligen Geräte wissen.

**LOAD:** Wie sieht die Arbeit an SymbOS praktisch aus? Entwickelst Du kontinuierlich Erweiterungen oder machst Du auch mal Pause?

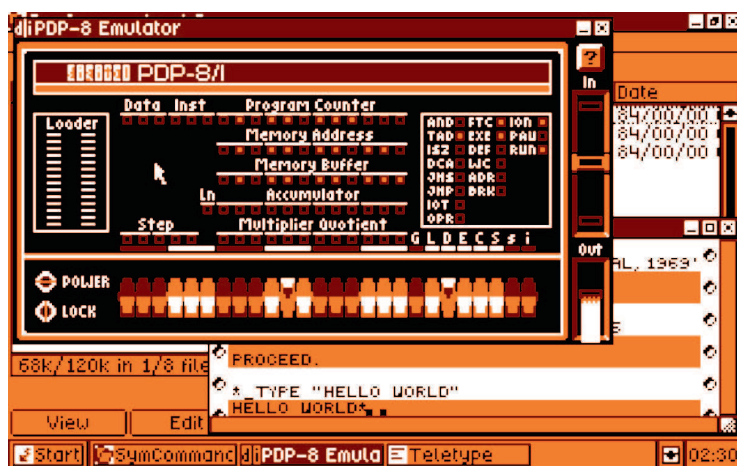
**Jörn Mika:** SymbOS ist wie eine permanente On-Off-Beziehung. Mal mache ich kürzere oder längere Pausen, dann geht es wieder mit vollem Spaß ran an die Sache. Ich arbeite zu etwa einem Drittel am Betriebssystem selbst, zu einem Drittel an eigenen Anwendungen dafür und zu einem Drittel helfe ich anderen bei ihren Apps, ihrer Hardware oder Portierungen für SymbOS. Momentan hat unser Team einen recht guten Flow.

**LOAD:** Wer arbeitet außer Dir noch an SymbOS?

**Jörn Mika:** Auf Softwareseite zählen neben mir zu den Hauptentwicklern Trebmint (UK) und unser VzEkC-Vereinsmitglied EdoZ (NL). Trebmint arbeitet seit über 20 Jahren an einer Visual Studio ähnlichen IDE für SymbOS namens „Quigs“, mit der man neben Fenster-basierten Anwendungen auch Fullscreen-Spiele entwickeln kann. EdoZ ist für eine Vielzahl von Anwendungen verantwortlich, zum Beispiel dem File Explorer, EMail Client und IRC Chat. Er ist Quigs-Spezialist, verantwortlich für QA, Benutzerhandbuch und „Messestand“. Prevtenet (US) hat den „SymbOS C Compiler“ entwickelt, ein komplettes DevKit, was sowohl in SymbOS selbst, als auch in Windows und Linux läuft. Er bringt alle paar Monate außergewöhnliche SymbOS-Anwendungen heraus, wie die virtuelle CP/M Maschine „CPvM“, einen kompletten PDP-8 und Teletype Emulator, einen Sternenhimmel-Generator oder einfach klassische Spiele wie „Solitaire“. Auf der Hardware-Seite hatten und haben wir Dr.Zed (DE) und TMTLogic (NL), die jeweils Multifunktions-Erweiterungen entwickelt haben, mit denen SymbOS seine

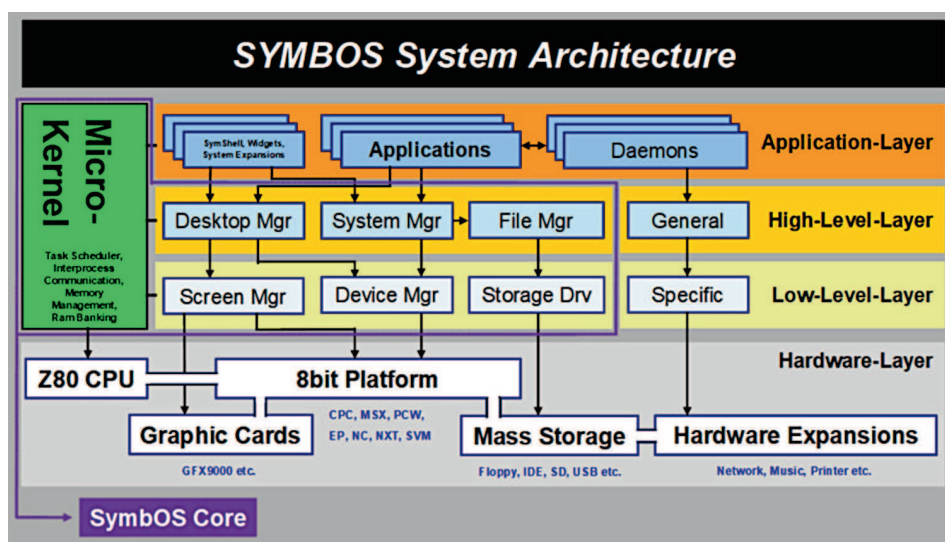


Der SymbOS Explorer



Der DEC pdp/8 Emulator unter SymbOS





Architekturschema von SymbOS

kompletten Möglichkeiten entfalten kann. TMTLogic entwickelt auch selber SymbOS-Spiele und Apps speziell für seine Netzwerk-Hardware. Zusammen mit Gflorez (ES) hat er außerdem Adapter entwickelt, mit denen in SymbOS nicht nur Software, sondern auch Hardware plattformunabhängig wird. Das ist wahrscheinlich ein Novum im Retrobereich: Man kann exakt die selben Hardware-Erweiterungen an CPC, MSX, Enterprise oder Joyce unter SymbOS betreiben. Insa (DE) hat die SymbOSVM entwickelt, mit der SymbOS mit FullHD und 1 GHz Z80 läuft. RoelH (NL) ist der erste, der selbstständig SymbOS auf eine neue Maschine, seinen außergewöhnlichen „Isetta TTL Computer“, portiert hat. Und NYRIKKI (FI) hat auch das komplette MSX-Basic von Mi-

crosoft und das Taschenrechner-Doom nach SymbOS portiert.

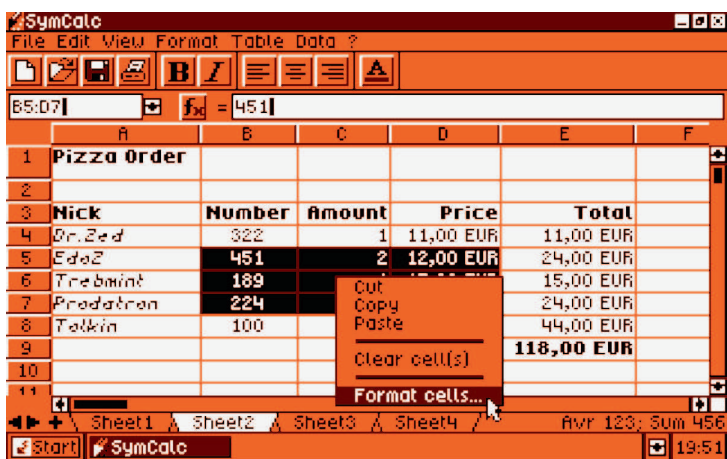
**LOAD:** Wie ist es um Anwendungen bestellt? Ich habe hier unter anderem schon eine Tabellenkalkulation gesehen.

**Jörn Mika:** Inzwischen gibt es über 70 Anwendungen, Spiele und Tools für SymbOS. Neben der an Excel angelehnten Tabellenkalkulation „SymCalc“ und den schon aufgezählten Apps gibt es Dinge wie einen Norton Commander Clone, Bildbetrachter, Texteditoren, den Multiformat-Multidevice-Jukebox-Audio-Player „SymAmp“, einen Videoplayer, das schnellste für CPC und andere verfügbare UNZIP, einen kompletten Z-Machine Interpreter für Infocom-Textadventures, Multiplayer-Netzwerkspiele wie

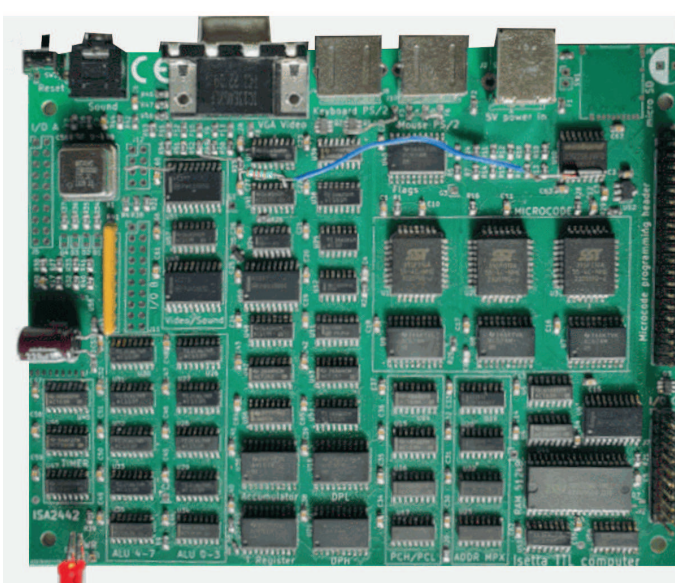
„Schiffe versenken“ oder den Grafik- und Hypertext-fähigen Browser „SymZilla“. Mit dem „Performance Monitor“ sind endlich gleichwertige Geschwindigkeitsmessungen im Bereich Rechen-, Grafik und Massenspeicherleistung zwischen unterschiedlichen Z80-Plattformen möglich. Interessant werden in Zukunft die neuen Fullscreen-Spiele, die mittels DirectX-artiger Quigs-Engine in 16-Bit Qualität auf jeder SymbOS-Plattform mit V9990-Grafikkarte laufen.

**LOAD:** Dein CPC hier besitzt eine Hardware-Erweiterung mit einer Grafikkarte. Ist das Voraussetzung für SymbOS oder läuft reicht auch ein ganz normaler CPC 6128?

**Jörn Mika:** Es gilt immer die Regel, daß SymbOS auf dem Basis-System der jeweiligen Plattform laufen muss. Man kann es auf einem nackten CPC-6128 oder MSX2 starten, ohne jede Erweiterung, auch ohne Zusatz-ROMs. Die Hauptidee ist es ja zu zeigen, dass genau sowas schon Mitte der 1980er auf einer damaligen Z80 Maschine ohne jede Aufrüstung möglich gewesen wäre. Würde es nur mit Erweiterungen laufen, so ginge ein Großteil der Faszination verloren. Trotzdem macht es schon Spaß, den CPC mit Speicher, Maus oder sogar zusätzlicher Grafik- und Soundkarte aufzurüsten und dann ein richtig schön leistungsfähiges System vor sich zu haben, in dessen Innerem trotzdem noch alles der originale 4-MHz Z80 regelt. Durch die dynamische Ressourcennutzung in SymbOS ist es den Anwendungen quasi egal, ob sie auf einem großen VGA-Bildschirm mit 16 Farben oder einem winzigen NC100-Display in schwarz-weiß



SymCalc ist die Tabellenkalkulation von SymbOS



Auch auf dem Isetta TTL Computer läuft SymbOS

## Link

<http://symbos.de/blog.htm>

laufen, und ob der Soundchip Piepstöne oder Samples in Amiga-Qualität spielen kann.

**LOAD:** Ich habe SymbOS auch schon auf MSX Rechnern gesehen und Du zeigst das Betriebssystem ja auch auf einem Amstrad NC 200. Werden noch weitere Plattformen unterstützt?

**Jörn Mika:** Tatsächlich läuft SymbOS mittlerweile auf acht verschiedenen Plattformen. Angefangen hat es auf meinem Jugend-System, dem Amstrad/Schneider CPC. Da dort schon der komplette Hardware-Zugriff abstrahiert war, gelang nach dem ersten Release eine Portierung zum MSX. Während das noch etwas aufwändiger war, konnten die nächsten beiden Portierungen zum Schneider Joyce und Enterprise 64/128 in jeweils 1-2 Monaten durchgeführt werden. Nach einer Pause kamen der Amstrad NC100/200, der ZX Spectrum Next und die SymbOS Virtual Machine dazu, mit der dank meines Kumpels „Insane“ SymbOS quasi direkt auf einem RaspberryPi läuft. Die bisher außergewöhnlichste Plattform ist der „Isetta TTL Computer“ vom Niederländer RoelH. Das ist ein Rechner, der ausschließlich aus ein paar dutzend TTLs aufgebaut ist, ohne FPGA oder Mikroprozessor. In den letzten Monaten hatte RoelH ihn dahingehend konfiguriert, daß er ebenfalls SymbOS-fähig ist. Dieses verrückte Projekt wäre übrigens Thema für einen ganz eigenen Artikel.

**LOAD:** Wenn Du einen Ausblick wagst: Was können die Anwender in den nächsten zwei oder drei Jahren an Neuheiten von SymbOS erwarten?

**Jörn Mika:** Es werden sicherlich noch ein oder mehr Portierungen auf andere Computer-Systeme hinzukommen. Man kann auch weiterhin mit regelmäßig neu hinzukommenden Anwendungen rechnen. 100 Apps und 10 Ports, das wären doch schöne runde Zahlen. Außerdem möchte ich einen „AppStore“ inklusive Installer realisieren, der sowohl online als auch offline mit standardisierten Installationspaketen und Versionskontrolle funktioniert. Die beiden großen Programme „Paint“ und „SymZilla“ müsste man mal komplett fertig machen. Dann fehlt noch eine richtige Textverarbeitung oder zumindest etwas, das ein bisschen leistungsfähiger als das jetzige Wordpad ist, und man hätte schon fast eine Art Office Suite. Auch wenn SymbOS selbst ziemlich vollständig erscheint, Träume und Pläne für weiteren Stoff werden eher mehr als weniger.

Das Interview wurde per E-Mail geführt. Die Fragen für die LOAD stellte Georg Basse.

## Computer des Jahres wird man nur, wenn man besser ist als gut. Schneider CPC.

Unser tolles Preis-Leistungsverhältnis hat die Wahl gewonnen: bei hunderttausenden von Computer-Fans, die für wenig Geld echte

Leistung fordern und mit einem CPC Spitzenklasse bekommen. Gewonnen auch bei der internationalen Fachwelt: Computer-Fachjourna-

listen aus 7 Ländern haben den CPC mit deutlichem Vorsprung zum Computer des Jahres '85 gekürt. Über diese Auszeichnung freuen wir uns sehr.

Sie ist uns aber auch Verpflichtung und Ansporn für die Zukunft. Damit Sie immer von Schneider begeistert sein können.

### Schneider CPC 464

Der Senkrechtstarter unter den Computern. Ideal für den kostengünstigen Einstieg. „Wer einfach beginnen, aber später nicht so schnell aus seinem Rechner 'herauswachsen' will.“ (CHIP 11/85). Komplettpreis für Keyboard mit integriertem Datenrecorder und Grün-Monitor DM 798,-\* Farb-Monitor DM 1.298,-\*



### Schneider CPC 6128

Die Preis-Leistungssensation in der 128 K-Byte-Profilklasse. „Ein echter Home-Computer der neuen Generation... auch für kleine Betriebe interessant“ (HC 11/85). Komplettpreis für Keyboard mit integriertem 3"-Diskettenlaufwerk, einem Software-Paket auf 2 Disketten (CP/M 2.2, CP/M Plus, Dr. LOGO, GSX)\*\* und Grün-Monitor DM 1.598,-\* Farb-Monitor DM 2.098,-\*



### Schneider CPC 664

Für anspruchsvolle Computer-Fans. „Reichhaltige und leistungsfähige Software decken nahezu jeden Einsatzbereich ab.“ (CPC International 6/85). Komplettpreis für Keyboard mit integriertem 3"-Diskettenlaufwerk und Grün-Monitor DM 1.398,-\* Farb-Monitor DM 1.898,-\*



**Schneider**  
COMPUTER DIVISION

\* unverbindliche Preisempfehlung inkl. MwSt.  
\*\* eingetragte Warenzeichen der Digital Research Inc.

Schicken Sie mir bitte kostenlos und unverbindlich weitere Informationen über:

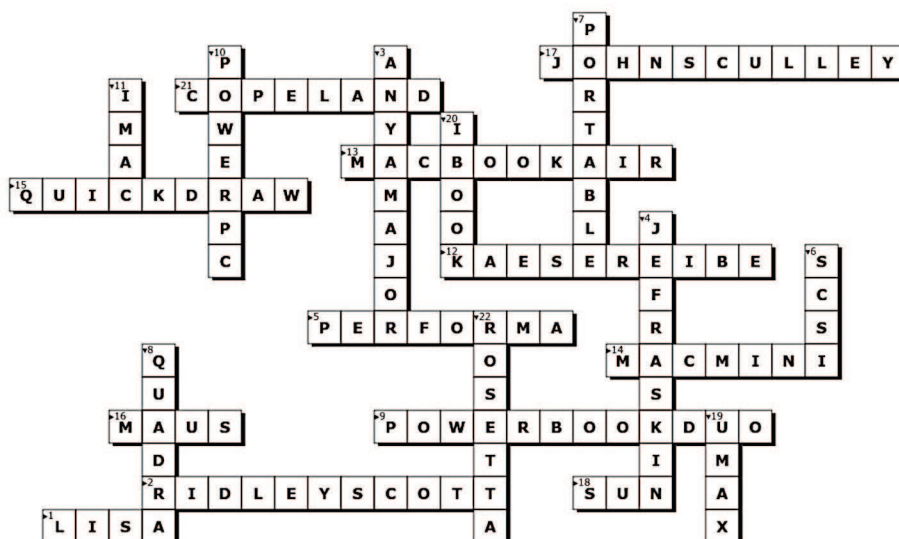
- ☐ Schneider CPC 464 ☐ Schneider Textcomputer JOYCE  
☐ Schneider CPC 664 ☐ Schneider Peripherie, Software und Literatur  
☐ Schneider CPC 6128

Name \_\_\_\_\_  
Beruf \_\_\_\_\_  
Straße \_\_\_\_\_  
PLZ/Ort \_\_\_\_\_

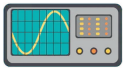
Am besten noch heute wegschicken  
Schneider Computer Division, Silvestraße 1, 6939 Türkheim

## Historische Werbung für die Schneider CPC Familie

## Auflösung des Kreuzworträtsels aus LOAD#10







## ESP32 als Emulator für 8-Bit Klassiker

# Das ESP-8-Bit Projekt

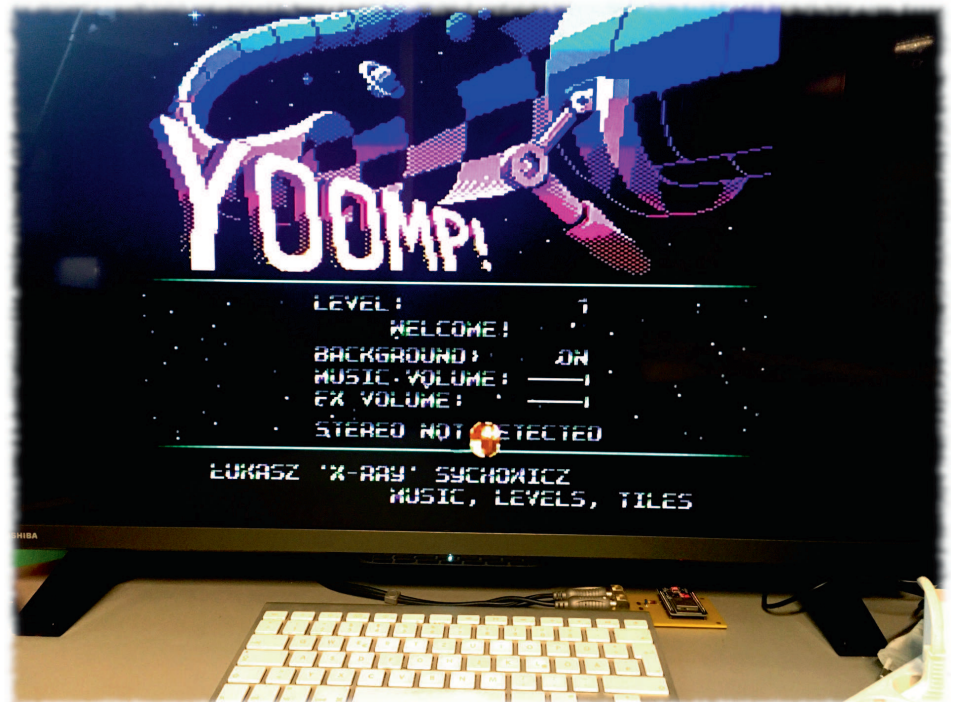
**D**er ESP32 ist eine 32-Bit-Mikrocontrollerfamilie der chinesischen Firma Espressif und wurde im Jahr 2016 vorgestellt. Die Mikrocontroller sind kostengünstig zu bekommen und haben eine geringe Leistungsaufnahme. Ihre offene Bauweise macht sie sehr beliebt für diverse Projekte – und dies auch bei Retrocomputer-Freunden.

Das ESP\_8\_Bit Projekt des Autors „rossumur“ hat mehrere Emulatoren für 8-Bit Computer auf einem ESP32 Mikrocontroller portiert. Seine Anpassungen sind auf Github zu finden, wo auch die Emulatoren liegen:

- atari800 für Atari 400/800, XL, XEGS, 5200
- NES für das Nintendo Entertainment System
- SMS für das Sega Master System, Game Gear

Um die Emulatoren nutzen zu können, ist eigentlich nur ein ESP32 Entwickler-Board und die Arduino IDE mit ESP32 Erweiterung erforderlich. Der ESP32 selbst ist ein Dual Core Mikrocontroller mit bis zu 240 MHz Takt, 4 MByte Flash-Speicher und bringt Bluetooth und WLAN als auch ADC und DAC und GPIOs mit.

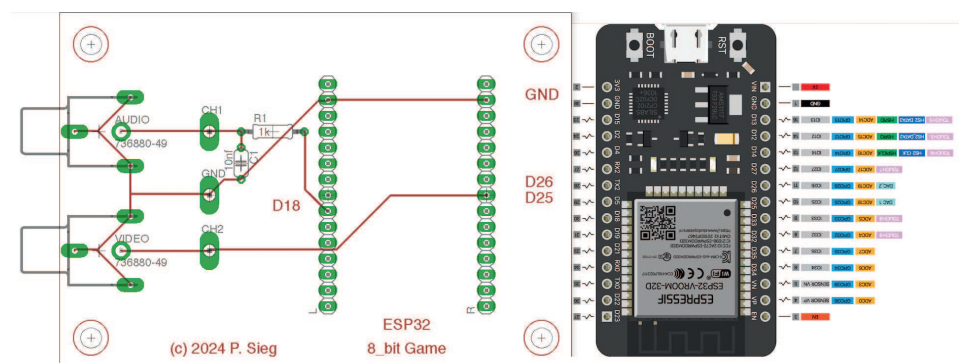
Die Implementierung nutzt einen der beiden schnellen DACs für die Erzeugung des Videosignals. Audio wird durch PWM erzeugt. Des weiteren ist ein einfacher Bluetooth HCI/L2CAP/HID Server implementiert, der es erlaubt, beispielsweise Bluetooth-Tastaturen als Eingabegerät zu verwenden. So funktioniert die Apple A1314-Tastatur auf Antrieb, auch Wii Remote Controller sollen funktionieren. Neben Bluetooth-Eingabegeräten werden auch noch Infrarot-Geräte mit einem optionalen Infrarotempfänger un-



terstützt. Alle diese technischen Details können die Github Seite entnommen werden.

Bei den Experimenten des Autors zeigte sich ein durchwachsenes Bild. Mit dem NES Emulator ließ sich kein Bild erhalten, darum wurde diese Implementierung nicht weiter verfolgt. Der Sega Master System Emulator funktionierte hingegen ohne Probleme, allerdings ließen sich im Github Reposito-

ry des Projekts keine wirklich interessanten Programme finden. Der Schwerpunkt lag daher auf dem Atari800 Emulator. Hier war es nötig, die Dual Core Option zu deaktivieren. Außerdem lohnt sich ein Wechsel zu NTSC, denn damit laufen mehr Spiele und Demos. Beides muss in der Datei esp\_8\_bit.ino eingestellt werden:



```
// Choose one of the video standards: PAL,NTSC
#define VIDEO_STANDARD NTSC
// #define VIDEO_STANDARD PAL

// Choose one of the following emulators: EMU_ATARI
#define EMULATOR EMU_ATARI

// Many emus work fine on a single core (S2), file
// system access can cause a little flickering
#define SINGLE_CORE
```

Auch funktionierte die linke Shift Taste als „Fire“-Button nicht. Ob das an der Tastatur oder am Code, ließ sich nicht klären. Kurzerhand wurde deshalb die „Fire“ Taste auf die Taste F6 gelegt. Dies passiert in der Datei emu\_atari800.cpp:

```
// https://www.atariarchives.org/c3ba/page004.php
virtual void key(int keycode, int pressed, int mods)
{
    INPUT_key_code = -1;

    // map arrow keys to joy0
    switch (keycode) {
        case 82: joy(0,pressed,INPUT_STICK_FORWARD); break;
        case 81: joy(0,pressed,INPUT_STICK_BACK); break;
        case 80: joy(0,pressed,INPUT_STICK_LEFT); break;
        case 79: joy(0,pressed,INPUT_STICK_RIGHT); break;
        //case 225: trig(0,pressed); break; // left
        shift key case 63: trig(0,pressed); break; // F6
    }
```

Mit dieser kleinen Anpassung arbeitete die Apple A1314 Bluetooth-Tastatur dann, wie sie sollte.

Für die Audio- und Videoanschlüsse braucht es eigentlich keine zusätzliche Platine. Sie lassen sich fliegend oder auf einem Steckbrett verdrahten. Wer es besonders ordentlich haben möchte, kann sich dennoch eine entsprechende Platine herstellen. Das Layout hierzu hat der Autor auf seiner Github-Kopie des Projektes bereitgestellt [6].

## Links

- [1] [https://github.com/rossumur/esp\\_8\\_bit](https://github.com/rossumur/esp_8_bit)
- [2] <https://atari800.github.io/>
- [3] <https://github.com/moononournation/arduino-nofrendo>
- [4] <https://www.bannister.org/software/sms.htm>
- [5] <https://de.wikipedia.org/wiki/ESP32>
- [6] [https://github.com/petersieg/ESP32\\_8\\_bit](https://github.com/petersieg/ESP32_8_bit)

## Über den Autor

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

Werbung

# GUTES DESIGN KANN FEHLER VERMEIDEN

```
#iceberg{
visibility: visible;}

#titanic{
float: none;}
```

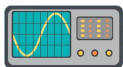
...und wir können gutes Design.

Webdesign, Logodesign, Plakatdesign,  
Briefpapier- und Visitenkartendesign,  
Flyerdesign, Broschürendesign, ...

pritti-wummen.de  
kontakt@pritti-wummen.de  
+49 177 538 36 86  
+49 171 500 42 62







## Raspberry Pi als ZX Spectrum Emulator

# Bare Metal Speccy

Der Sinclair ZX Spectrum erfreut sich noch immer großer Beliebtheit. Doch auch wenn nichts über das Original geht – auch Emulatoren für den Speccy finden reichlich Freunde. Laufen diese auf einer anderen Betriebssystem-Plattform wie Linux, MacOS oder Windows, braucht es schon einiges an Rechenleistung, um ein angenehmes Nutzererlebnis zu erreichen. Setzt der Emulator hingegen direkt auf der Hardware auf, genügt sogar ein Raspberry Pi der ersten Generation.

José Luis Sánchez hat auf dem spanischen Portal Speccy.org einen ZX Spectrum Emulator namens „ZXBareulator“ für den Raspberry Pi vorgestellt [1]. Besonderheit ist hier die sogenannte „Bare Metal“-Implementierung: der Emulator setzt direkt auf dem Raspberry Pi auf und benötigt kein Betriebssystem darunter. Im Gegensatz zu anderen Implementierungen wie beispiels-

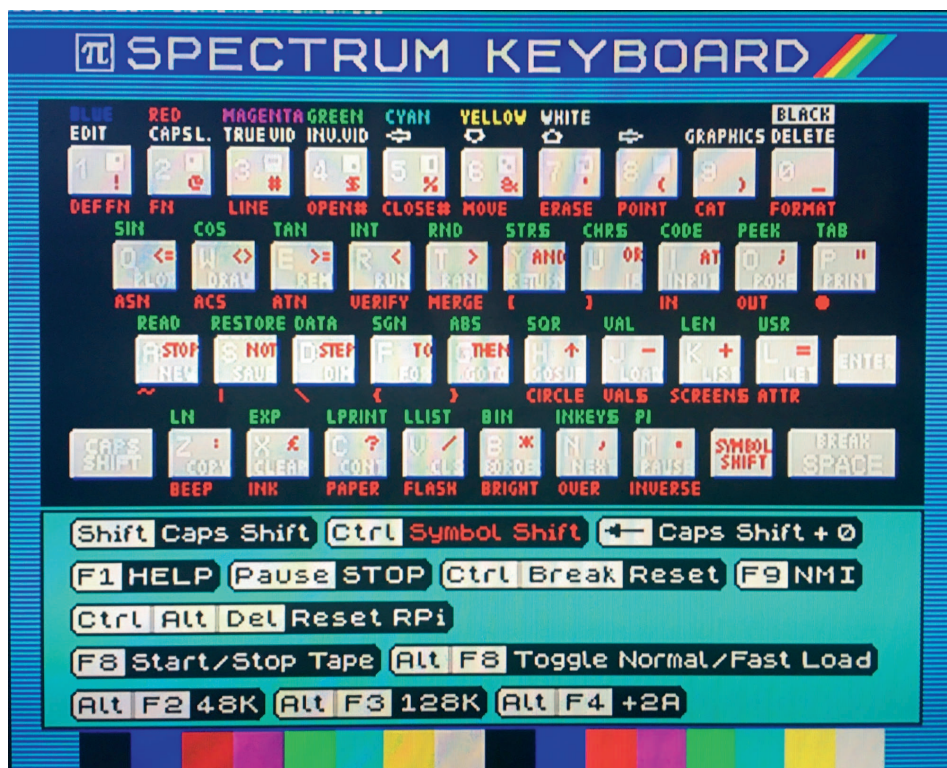
weise dem vom C64-Emulator VICE abgeleiteten BMC64 Projekt [2] läuft der ZXBareulator bereits auf einem Raspberry Pi 1.

Der ZXBareulator lockt mit zahlreichen Features:

- Unterstützung für die Raspberry Pi Modelle A+/B+/Zero/ZeroW, 2 und 3 (kein PI-4 Support).
- Präzise Z80 Emulation (undokumentier-

te Opcodes, versteckte WZ Register, Bits 3-5 vom 'F' Register)

- Präzise Spectrum 48k/128k/+2a Emulation (Ränder, Echtzeit-Bildschirmaufbau, Contended Memory, Floating Bus, Hires Farbeffekte)
- Kempston/Sinclair 1-2/Cursor-AGP-Protek/Fuller/QAOPSpaceM Joystick Emulation mit einem PS3/PS4 DualShock Gamepad, Xbox360, Xbox One oder Nintendo Switch Pro Controller im USB Modus (kein Bluetooth)
- Mayflash's Magic-NS USB Adapter wird unterstützt
- Kempston Maus Emulation mit einer Standard-USB Maus
- Beschleunigtes Tape Laden von virtuellen TAP/TZX Tapes (sofern möglich). Originale Tape Lader bleiben erhalten
- Beeper/AY-3-8912 Emulation
- Multiface One/128/+3 Support
- Ein echtes Spectrum Keyboard kann an die GPIO Pins angeschlossen werden
- Unterstützung für ZX Keyboard Nachbauten

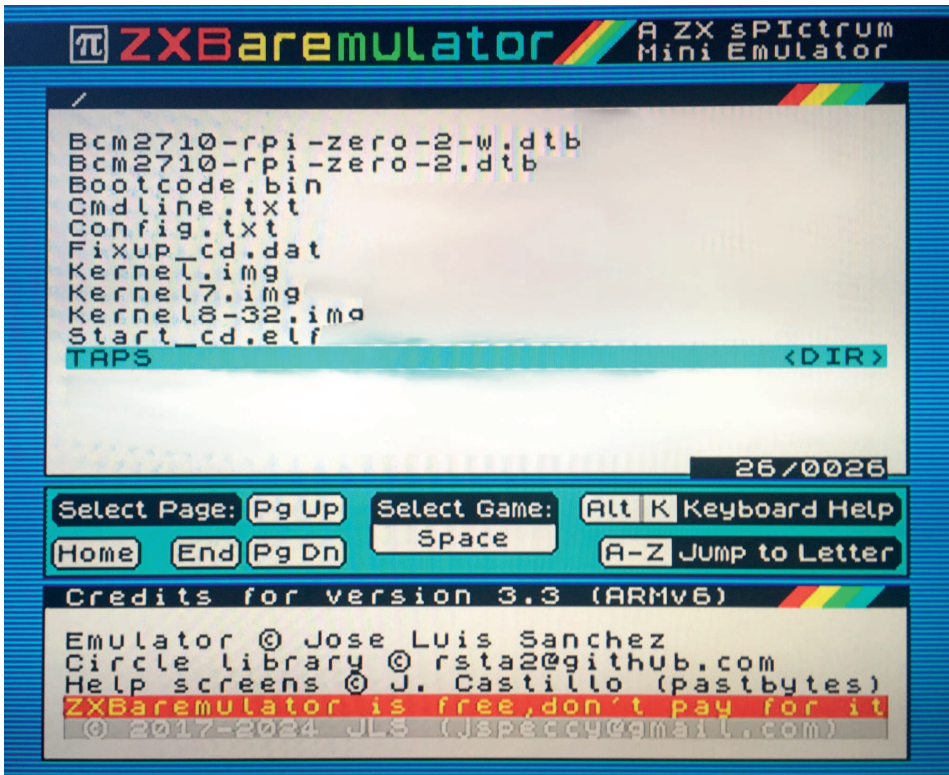


Die Tastaturbelegung des Emulators

### Installation

Zur Installation muss lediglich die Datei allfiles.zip von der Homepage des Projekts heruntergeladen und entpackt werden. Die entpackten Dateien sind dann ins Wurzelverzeichnis einer FAT32 formatierten SD Karte zu kopieren. Gewünschte weitere TAP/TZX Dateien mit Programmen und Demos kommen ebenfalls auf die SD Karte, dabei sind auch Unterverzeichnisse zur Strukturierung möglich.

Mit dieser SD Karte wird dann der Raspberry Pi gestartet. Außer einem passenden Netzteil, der SD Karte und einer USB Tastatur wird nichts weiteres benötigt. Die Videoausgabe erfolgt über HDMI, bei einem Raspberry Pi 2 oder neueren Modellen auch die Audioausgabe. Beim Raspberry Pi 1 erfolgt die Audioausgabe über die 3,5 mm Klinkenbuchse.



Auswahl einer Tape-Datei im Emulator

## Bedienung

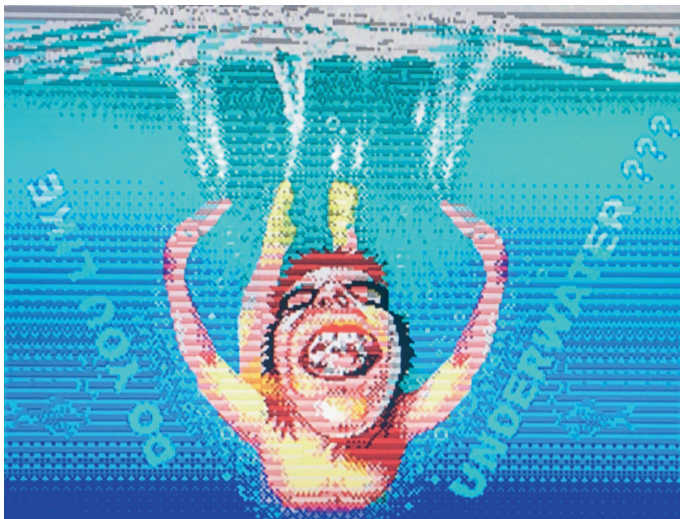
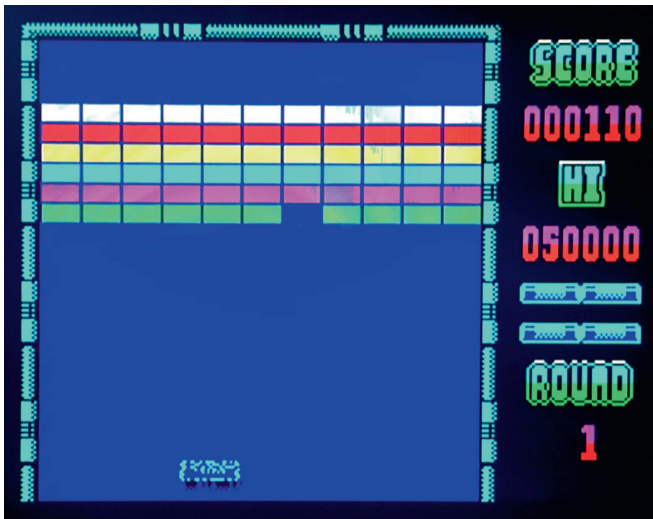
Ohne weitere Eingaben fährt der Raspberry mit einer Spectrum 48K Emulation hoch. Dies kann auch mit der Tastenkombination ALT+F2 im laufenden Betrieb geschehen. ALT+F3 startet die Spectrum 128K Emulation und ALT+F4 die Spectrum +2A Emulation. CTRL-ALT-DEL führt einen Neustart durch.

Die Tastenkombination Alt+K zeigt die Tastaturbelegung an (siehe Bild), die ESC-Taste verlässt die Anzeige. Um ein Programm von einer Banddatei zu starten, muss zu-

nächst mit der Funktionstaste F1 der TAP/TZX Dateibrowser aufgerufen werden. Mit den Cursortasten lässt sich durch die Liste der Dateien auf- und abscrollen, die Leertaste führt in ein Unterverzeichnis oder wählt eine Datei aus, F1 oder ESC verlassen den Bildschirm.

Nachdem eine TAP/TZX Datei angewählt wurde, kann man den Tapeloader bei 128k oder +2A aus dem Menue auslösen. Bei der Spectrum 48K Emulation startet die Tastenkombination

j CTRL+P CTRL+P Return  
den Ladevorgang. Dadurch erscheint



LOAD "" auf dem Bildschirm und die vorher ausgewählte Datei wird geladen.

Viele Spiele und Demos gilt es nun zu entdecken und der alte Raspberry Pi 1 muss nicht länger in einer Schublade schlummern. Übrigens ist die Ausgabe nicht auf den HDMI Ausgang beschränkt. Es ist auch möglich, die Videoausgabe auf den Cinch Anschluss zu legen [3]. Über einen Cinch zu Scart Adapter lassen sich so auch alte Röhrenfernseher nutzen und ein noch besseres Retro-Feeling erreichen.

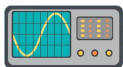
## Links

- [1] <https://zxmini.speccy.org/en/index.html>
- [2] <https://accentual.com/bmc64/>
- [3] <https://perdigaosarcade.com/2020/09/28/zx-spectrum-48k-extreme-emulation/>

## 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"





## Lerncomputer aus Stuttgart

# Der Kosmos CP1



In den frühen 1980 erschien eine neue Heimcomputer-Kategorie auf dem fast schon übersättigten deutschen Markt: der Lern- und Experimentiercomputer. Die LOAD#10 stellte bereits das Philips Masterlab vor. Dieser Artikel widmet sich nun dem Kosmos CP1.

Der Kosmos CP1 wurde 1983 zu einem Einführungspreis von DM 198,- herausgebracht. Der CP1 ist als Ergänzung zu Elektronikkästen von Kosmos worden, beispielsweise den „Elektronik Labor“ Kästen. Mittels einer Plastik-Kreuzverbindungsschiene kann ein schon vorhandenes Kosmos-Experimentiersteckfeld mit den Kosmos-typischen Klemmkontakten am CP1 befestigt werden. Entsprechende Kabel für die hinten am CP1 ausgeführten Schraubkontakte liegen bei und auch einige einfache Metallbügel-Kontakte für einfache digitale Taster lassen sich hier direkt anschrauben. Die Erscheinungsform des CP1 kann als modern bezeichnet werden – die Folientastatur und sehr schön große sechsstelligen

Sieben-Segment Leuchtanzeige fallen sofort ins Auge. Auch wird auf den ersten Blick klar, dass hier ausschließlich das dezimale Zahlensystem Verwendung findet, denn die hexadezimalen Ziffern A bis F sind nirgends zu finden. Zudem sind die Zifferntasten dupliziert. Das Gehäuse ist zwar formschön und die Tastatur solide, allerdings überzeugt die Verarbeitungsqualität des Gehäuses nicht. Das Plastik ist recht dünn, wie ein leichter Druck auf die Lüftungsschlitze offenbart. Zudem besteht der Gehäuseboden des CP1 aus einer dicken Pappe, die mittels fast schon mikroskopisch kleiner Schrauben befestigt ist. Heutzutage sind CP1s zudem stark geruchsauffällig, weil die Platinen nach der Produktion nicht gewaschen wurden und

reichlich Flussmittel zum Einsatz kam.

Die Folien-Tastatur ist zwar von guter Qualität, ermöglicht aber kein „blindes“ Schreiben, sondern immer einen Blick auf die Finger. Das erfordert Aufmerksamkeit und lenkt vom Programmieren ab, denn auch ein haptischer Druckpunkt oder „Rahmen“ für die Folientasten existiert nicht. Zudem sind die duplizierten Zifferntasten nach Meinung des Autors reine Platzverschwendung – der Platz hätte besser anders genutzt werden können, beispielsweise für eine EAZ-Taste (siehe unten) oder eben doch hexadezimale Tasten. Die Position der CAL-Taste ist zudem ungünstig, da Fehlauslösungen aufgrund der Nähe zu INP-Taste häufig vorkommen.

### Prozessor

Herz des CP1 ist ein maskenprogrammierter Intel 8049 8-Bit Mikrocontroller mit 2 KByte ROM, dem ein 8155 als 2 KByte 8-Bit SRAM und für I/O zur Seite steht. Aber es existieren auch CP1-Geräte, die den nicht-

maskenprogrammierten Intel 8749 mit zusätzlichem externem EPROM für die Firmware anstelle des 8049 verwenden [8]. Hierbei mag es sich um frühe Versionen des CP1 handeln, doch sind auch andere Gründe für diese Hardware-Version denkbar, zum Beispiel Probleme mit der Verfügbarkeit des 8049, hohe Kosten oder Produktionsengpässe. Der 8049 wird mit 6 MHz getaktet.

Die Entwicklungsgeschichte des CP1 ist dem Autor des Artikels unbekannt; das Vorwort der Anleitung wurde jedoch von Prof. Karl Steinbuch geschrieben, einem prominenten Professor für Nachrichtенbearbeitung der Universität Karlsruhe. Inwiefern Professor Steinbuch einen Einfluss an der Gestaltung des CP1 hatte, ist ebenfalls nicht dokumentiert.

Der CP1 wird nicht in der Maschinensprache des verwendeten Mikrocontrollers (in diesem Falle MCS-48) programmiert, sondern in einer virtuellen Maschinensprache, die dann von der Firmware mittels eines Interpreters ausgeführt wird. Die 2 KB große CP1-Firmware enthält zusätzlich zum Interpreter das Monitor-Programm und einige Festprogramme.

## Architektur

Die Architektur des CP1 ist als strenge, fast schon akademische dezimale von-Neumann-Maschine ausgelegt. Als einziges Register ist ein Akkumulator (Akku) vorhanden. Alle logisch-arithmetischen und Datentransfer-Operationen vom und zum Speicher müssen durch diesen „von-Neumann-Flaschenhals“. In der Grundauführung bietet der CP1 128 Speicherzellen, die sowohl als Programm als auch als Datenspeicher dienen. Mittels der Speichererweiterung CP3 kann der CP1 auf insgesamt 256 Speicherzellen erweitert werden. Alle Daten, Befehle, und Adressen werden dezimal kodiert.

Der CP1 ist überwiegend eine 8-Bit-Architektur, weil alle arithmetisch-logischen Operationen mit einem 8-Bit-Bereich arbeiten und auch Adressen 8-Bit breit sind. "Überwiegend" bedeutet hier, dass die Speicherzellen Werte von „00.000“ bis „24.255“ enthalten können. Dadurch benötigt die interne Speicherdarstellung zumindest 13 Bit und wahrscheinlich werden intern einfach 2 volle Bytes des 8155 SRAMs zur Implementation einer CP1-Speicherzelle verwendet. Für einen Speicherzelleninhalt der Form „xy.abc“ bezeichnet „xy“ den Befehlscode (dieser geht von 01. bis 24.), und „abc“ den Ope-

randen, der ein Datum oder eine Adresse von 0 bis 255 sein kann. Für Daten wird hingegen „00.abc“ verwendet.

Beim Einschalten begrüßt das Monitorprogramm mit „P.000“ – „P“ zeigt den Programmzähler (PC) an. Mittels „9 RUN“ kann nur ein erstes Selbsttest-Programm ausprobiert werden. Dann werden auf der Leuchtanzeige in schneller Abfolge die Zahlen „999999“, „888888“, bis „000000“ angezeigt. Es ist interessant zu bemerken, dass es nicht möglich ist, ein derartiges Programm mit dem CP1 selbst zu schreiben. Der Befehlssatz ermöglicht nämlich keine entsprechende Kontrolle über die Anzeige. Außerdem kann ein Reaktionstestspiel mittels „8 RUN“ aufgerufen werden.

Zur Eingabe und Inspektion des Programms wird ein weiteres Adresss-Register verwendet: der dezimale 8-Bit Ein-Ausgabe-Zeiger (EAZ). Er ist unabhängig vom PC und so können zum Beispiel während der Programmausführung im Einzelschrittbetrieb beliebige Speicherstellen inspiziert werden, ohne den PC und somit die Programmausführung zu beeinflussen. Der EAZ wird leider nicht permanent angezeigt – stattdessen muss die Tastenfolge „9 OUT“ zur Einblendung des EAZ verwendet werden. Gesetzt wird der EAZ durch Eingabe der aktuellen Adresse (dreistellig, dezimal), gefolgt von „OUT“, wodurch der Zelleninhalt an dieser Adresse angezeigt wird – beispielsweise „C00.000“. Hier steht „C“ für „(Memory) Cell“ – wie oben erläutert, würde dies Datum „000“ bedeuten, während „04.123“ beispielsweise für den Befehl „Lade Konstante 123 in den Akku (AKO 123)“ bedeutet. Durch wiederholtes Drücken von „OUT“ können aufeinanderfolgende Speicherzellen inspiziert werden. Der Speicherzelleninhalt an der aktuellen EAZ-Adresse wird einfach durch Eingabe einer fünfstelligen Ziffer gefolgt von „IN“ bestimmt – „IN“ ist daher die Enter/Return-Taste. Auch hier wird der EAZ automatisch erhöht, sodass nachfolgende Befehle einfach hintereinander eingegeben werden können. Mittels CLR können Eingabefehler korrigiert werden. Eine Breakpoint-Funktionalität gibt es nicht; stattdessen müssen Befehle manuell durch den HALT-Befehl ersetzt und danach manuell rekonstruiert werden. Die Verwendung von „9 OUT“ zur Anzeige des EAZ ist recht umständlich und lenkt vom Programmieren ab – hier hätte die Verwendung des Hexadezimal-Systems ergonomische Vorteile gebracht, da die sechs Anzeigestellen ausreichen wür-

den, sowohl den EAZ als auch den Zelleninhalt (hexadezimal) darzustellen.

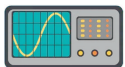
Ist das Programm erst eingegeben, setzt die Eingabe der dreistelligen Start-Adresse gefolgt von PC zunächst den PC. RUN oder STEP startet das Programm von dort im normal oder Einzelschrittbetrieb zur Fehlersuche. Die Tasten PC und ACC zeigen die entsprechenden Registerinhalte an; diese sind speziell im Einzelschrittbetrieb unentbehrlich zur Fehlersuche. Die STP (Stopp)-Taste unterbricht ein laufendes Programm. Wie auch beim Microtronic gibt es ein Kassetteninterface (CP2) als Erweiterung; hierfür werden dann die Tasten CAS und CAL zum Speichern und Laden verwendet.

## Der Befehlssatz

Der Befehlssatz des CP1 umfasst Befehle zum Anzeigen des Akkus, zur Anzeige-Verzögerung, zum Laden des Akkus mit einer Konstanten und von einer Speicherstelle. Auch kann der Akku aus einer Speicherzelle geladen und wieder weggespeichert werden. Ein Speicherzelleninhalt kann zudem zum Akku addiert oder von ihm subtrahiert werden. Es gibt ein „implizites“ Flag-Register; es kann durch Vergleich des Akkus mit einer spezifizierten Speicherzelle gesetzt werden, wenn diese gleich, kleiner oder größer als der Akku-Inhalt ist. Dann wird ein bedingter Sprung bei gesetztem Flag ausgeführt. Natürlich gibt es auch einen unbedingten Sprung. Ein binärer (0,1) Akku-Inhalt kann logisch negiert und mit einem binären Zelleninhalt UND-verknüpft werden. Bitweise logische Operationen gibt es hingegen nicht.

Der Akku kann mit dem Speicherzelleninhalt „xy.abc“ von einer beliebigen Adresse geladen werden: In diesem Fall wird nicht nur das Datum „abc“ in den Akku geladen, sondern ebenfalls der Operationscode „xy.“. Sollte es sich nun um ein Datum oder eine Adresse handeln (also „xy“ = 00 sein), so können mit dem Akku-Inhalt logisch-arithmetische Operationen durchgeführt werden (beispielsweise Addition oder Subtraktion). Sollte es sich jedoch um einen Befehl handeln, so kann der Akku-Inhalt lediglich an eine beliebige Adresse im Speicher geschrieben oder auf der Anzeige angezeigt werden. Wird hingegen eine logisch-arithmetische Operationen mit einem Befehls-Akku-Inhalt durchgeführt, führt dies zum Programmabbruch mit der „F 002“-Fehlermeldung.





## Stärken und Schwächen

Eine Stärke des CP1 sind die sehr interessanten Befehle zum indirekten Laden und Speichern des Akkus – sie funktionieren analog zu Zeiger-Variablen der Programmiersprache „C“. Komplexe Datenstrukturen wie Listen, Stacks oder Felder lassen sich auch auf diese Weise implementieren. Ebenfalls bietet der CP1 indirekte Sprünge – so lässt sich ein Return-Stack für Rekursion oder beliebig verschachtelte Unterprogrammaufrufe realisieren. Hier wird also nicht direkt an eine angegebene Zieladresse gesprungen, sondern es wird eine Speicherzelle angegeben, die dann diese Zieladresse als Datum enthält. Zieladressen können somit auch per Programm geändert oder berechnet werden.

Auf diese Weise sind sogar selbst-modifizierende Programme möglich und auch Programme, die andere Programme im Speicher verschieben („relozieren“). Ein entsprechendes Programm zur Verschiebung eines Programms im Speicher ist im Anleitungsbuch angegeben. Interessanterweise funktioniert dieses Programm nur eingeschränkt. Aufgrund der indirekten Adressierungs- und Sprungmöglichkeiten des CP1s ist Programmverschiebung ein nicht-berechenbares (unentscheidbares) Problem und daher funktioniert das Verschiebungs-Programm nur für eingeschränkte CP1-Programme.

Trotz dieser faszinierenden Möglichkeiten werden andere Befehle schmerzlich vermisst. Die Ein- und Ausgabe-Möglichkeiten sind stark beschränkt; so kann die Anzeige lediglich den Akku-Inhalt darstellen, welcher ja in der Regel eine Zahl von 0 bis 255 ist. Lediglich in Ausnahmefällen ist die Anzeige eines Befehlscodes sinnvoll. Das Uhrzeitprogramm aus dem Anleitungsbuch lädt Befehlscodes in den Akku, um die Stunde „vor dem Punkt“ anzuzeigen. Daten beginnen ja mit „00.“, Befehle laufen von „01.“ bis „24.“, daher missbraucht das Programm diese kurzerhand als Stunden-Anzeige. Eine volle Kontrolle über die Anzeige ist also nicht möglich. Gravierender ist jedoch, dass die Tastatur in Programmen nicht zur Eingabe verwendet werden kann. Stattdessen dienen die GPIOs und mitgelieferten Metallbügel-Kontakte als externe Eingabe-Taster. Komfortable und speicherplatzsparende Befehle zur Multiplikation, Division, Zufallszahlenerzeugung oder bitweise logische Operationen fehlen ebenfalls.

Eine Stärke des CP1 ist hingegen die große Anzahl an GPIOs. In der Basisversion

verfügt er bereits über einen 8-Bit Ein/Ausgang und einen zusätzlichen 8-Bit Ausgang. Mit Speichererweiterung CP3 kommen noch ein zweiter 8-Bit Ein/Ausgang sowie zwei weitere reine Ausgänge von je 8 und 6 Bit hinzu. Hiermit lassen sich extreme anspruchsvolle Steueraufgaben realisieren.

Bei allen Operationen mit und im Akku ist darauf zu achten, dass dieser weder über- noch unterläuft. Ein Wert größer als 255 oder kleiner als 0 führt zum Programmabbruch mit der Fehlermeldung „F 006“. Ein Carry-Flag existiert ja auch nicht – wie lassen sich also Ergebnisse größer als 255 oder kleiner als 0 mit dem CP1 erzielen? Hier entpuppt sich die Verwendung des Dezimal-Systems als Geniestreich: Mittels „größer als 99“-Vergleichen und bedingten Sprüngen lassen sich mehrere Speicherzellen zu beliebig breiten Registern zusammenfassen, weil zweimal 99 immer noch kleiner als 255 ist. Dieser Trick würde mit dem Hexadezimalsystem natürlich nicht funktionieren.

Der Befehlssatz ist leider wenig prägnant und CP1-Programme sind nicht sehr konzis. Die strikte von-Neumann-Architektur bewirkt, dass für fast jede Operation zunächst ein Datum aus dem Speicher in den Akku geladen, dann im Akku manipuliert, und schließlich wieder in den Speicher zurückgeschrieben werden muss. Dies führt oft zu einer Verdreifachung der benötigten Befehle, wodurch der Speicher schnell knapp wird. Dies ist noch verschärft durch die geringe Komplexität der Befehle, denn höherwertige Befehle (beispielsweise zur Multiplikation oder Division) sind ja nicht vorhanden. Der CP1 verdeutlicht daher die Problematik des „von-Neumann-Flaschenhals“ auf exzellente Weise; leider wird diese im Anleitungsbuch aber nicht thematisiert.

Der CP1 ist wesentlich schneller als der zum Beispiel der Busch Microtronic – die Ausführungsgeschwindigkeit des CP1-Maschinencode-Interpreters wurde vom Autor mit bis zu 3200 Instruktionen pro Sekunde gemessen [3]. Der hohe Takt von 6 MHz und die 8-Bit-Architektur sorgen also dafür, dass der CP1 fast 30 mal schneller als der Microtronic ist. Dies ist insbesondere für Programme wichtig, die hohe Datenraten an den GPIOs benötigen – der CP1 ist hier viel reaktiver als der Microtronic.

## Handbuch

Das Anleitungsbuch ist sehr liebevoll und didaktisch hochwertig gestaltet – während

Busch das Buschi-Maskotchen zur humorvollen Illustration verwendet, wird hier das „Computron“ mit der Durchführung der einzelnen CPU-Operation bemüht [1]. Das Anleitungsbuch erläutert jeden Befehlstyp und diskutiert deren Anwendung in zunehmend komplexeren Programmen. Die Programme sind ähnlicher Art wie beim Microtronic – hier sind Spiele (NIM-Spiel, Mondlandung, Würfel, Senso, Zahlenraten und andere) zu nennen, und Programme in Verbindung mit den Kosmos-Elektronikkästen (Zeitschaltuhren, Reaktionstester, Blinklichter, Tongeneratoren, Alarmanlagen, Modellbahnsteuern).

Im Vergleich zum Microtronic sind einige Programme weniger generell gestaltet, was wahrscheinlich den eingeschränkten Arithmetik- und Ein/Ausgabe-Fähigkeiten des CP1 geschuldet ist. So ist das NIM-Spiel auf dem Microtronic mit beliebigen Parametern (Start-Anzahl Hölzchen und maximaler Anzahl Wegnahme-Hölzchen) spielbar, die beim Programmstart über die Tastatur eingegeben werden. Das Microtronic-Programm berechnet dann die NIM-Gewinnzahlen und spielt mit optimaler Strategie. Im Vergleich dazu sind auf dem CP1 die Gewinnzahlen und somit Gewinnstrategie im Speicher hart kodiert und es funktioniert nur für 15 Hölzchen mit 3 Wegnahme-Hölzchen. Mangels Tastatureingabe-Möglichkeit werden daher externe „Metallbügel-Taster“ für 1, 2, oder 3 Hölzchen zur Eingabe verwendet. Hier wird klar, dass die CP1-Architektur teils zu Kompromissen und wenig generellen Lösungen führt.

## Erweiterungen

Anders als der Microtronic hat der CP1 einen dedizierten Erweiterungsbus. Das CP2 Kassetteninterface und die CP3 Speicher- und Port-Erweiterung wurden bereits erwähnt. Dazu gesellen sich noch das CP4 Relais-Modul, das insbesondere zur Modelleisenbahnsteuerung und für Fischertechnik-Roboter verwendet wird. Zudem gibt es das CP5: Hierbei handelt es sich um acht LEDs und Transistorverstärker für Ausgang 2, gepaart mit acht Eingabe-Schiebeschaltern für Eingang 1. So werden Experimente mit den Ports wesentlich vereinfacht. Alle CP-Erweiterungen können zusammen verwendet werden, wodurch der CP1 auf eine beträchtliche und eindrucksvolle Tiefe anwächst.

Es sind sowohl Software- als auch Hard-

ware-Emulationen (auf Arduino-Basis) und sogar Neu-Implementation des CP1 verfügbar. Da die Firmware vorliegt und die benötigten Bauteile Standardkomponenten sind, lassen sich nahezu originalgetreue Re-Implementationen im Gegensatz zum Microtronic einfach realisieren [8]. Auch Software-Emulationen verwenden teilweise die originale Firmware. So emuliert „MiniPC“ [5] den 8049. Dieser 8049-Emulator führt dann einfach die CP1-Firmware aus. Andere Emulatoren gehen pragmatischer vor, und implementieren die Instruktionen der emulierten Software-CPU direkt in Java, ohne 8049-Emulator [6]. An Arduino-basierten Hardware-Emulationen sind hier insbesondere die Versionen von „Matze“ und „JJ Flash“ zu nennen [9, 10]. Auch ein Arduino-basierter CP2-Emulator zum Laden und Speichern von Programmen auf SD-Karte wurde entwickelt [7]. Weitere Infos zum CP1 finden sich auf der interessanten Webseite [2].

Fazit

Alle vorgestellten Lern- und Experimentiercomputer haben ihre Stärken und Schwächen – kein System subsumiert in seinem Lehrangebot die anderen Systeme vollständig und kein System ist perfekt. So kann man vom CP1 über indirekte Adressierung und indirekte Sprünge und die Vor- und Nachteile der von-Neumann-Architektur lernen, und wie (indirekte) Speicheradressierung zur Implementation komplexer Datenstrukturen verwendet wird. Aufgrund seiner hohen Anzahl schneller GPIOs ist der CP1 auch klarer Gewinner für Mess- und Steueraufgaben, und somit klarer Gewinner in der Kategorie „Experimentiercomputer“.

Das CP1 muss aber leider auch als das System der verschenkten Potentiale bezeichnet werden. Mit ein paar zusätzlichen Befehlen (immerhin wären selbst mit der dezimalen Schreibweise noch die Befehls-codes von 25. bis 99. verfügbar) hätte der CP1 deutlich besser beziehungsweise universeller einsetzbar sein können. Befehle zur Tastatureingabe, Kontrolle der Anzeige, Multiplikation und Division, Zufallszahlen, bitweise logische Operationen, und eine Unterstützung des hexadezimalen Systems hätten hier wahre Wunder bewirkt. Allerdings war wohl auch kein Platz mehr im 2 KB maskenprogrammierten ROM, wie ein Blick in die „CP1.BIN“-Firmware-Datei verrät. Es ist bedauerlich, dass Kosmos nicht

einen 8050 mit 4 KB ROM gewählt hat. Der Microtronic hat mit seinem fast vollständig orthogonal zu benutzenden Registern fast schon RISC-Qualitäten, und der einfach zu erlernende, prägnante und mächtige Befehlssatz ermöglicht komplexere Anwendungsprogramme in dem beschränkten Speicher. Die Anleitungsbücher sind ideal für Kinder und Jugendliche. Der Microtronic kann daher als klarer Gewinner in der „Lerncomputer“-Kategorie bezeichnet werden. Obwohl der Microtronic keine Speicher-Adresssierung zur Datenspeicherung bietet, lassen sich dennoch eingeschränkt rekursive Programme implementieren, wie mit dem CP1 [4]! Im Vergleich zum CP1 leidet das Microtronic unter der geringen Arbeitsgeschwindigkeit [3]. Für einen Lern- und Experimentiercomputer ist dies jedoch nur bedingt einschränkend - solange keine schnellen GPIOs für Experimente benötigt werden. Abschließend kann gesagt werden, dass die deutschen Lerncomputer ein faszinierendes und großartiges Stück Technikgeschichte darstellen, dass es so in anderen Ländern nicht in dieser Form gegeben hat (mw).

Links

[1] Kosmos CP1 Handbuch  
<https://archive.org/details/cp-1-manual>  
[2] Allgemeine Infos zum CP1  
[http://www.8bit-homecomputer-museum.at/computer/kosmos\\_computer\\_praxis\\_cp1.html](http://www.8bit-homecomputer-museum.at/computer/kosmos_computer_praxis_cp1.html)  
[3] YouTube-Kanal Michael Wessel  
[https://www.youtube.com/playlist?list=PLvdXKcHrGqhe\\_Snxh4nh8RMDz2SiUDCHH](https://www.youtube.com/playlist?list=PLvdXKcHrGqhe_Snxh4nh8RMDz2SiUDCHH)  
[4] Die "Türme von Hanoi" auf dem CP-1 und Microtronic  
<https://github.com/lambdamikel/towers-of-hanoi>  
[5] „MiniPC“ CP1-Emulator von Georg Heinrichs  
<https://www.g-heinrichs.de/wordpress/index.php/informatik/minipc/>

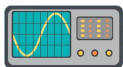
Vergleich zwischen Busch Microtronic, Kosmos CP1 und Phillips Masterlab (siehe LOAD#10)

|                                                         | Microtronic | CP1 | Masterlab |
|---------------------------------------------------------|-------------|-----|-----------|
| Zeitraum-Adäquat                                        | 3           | 2   | 1         |
| Schwierigkeitsgrad / Eignung für Kinder und Jugendliche | 3           | 2   | 1         |
| Monitor-Programm                                        | 3           | 2   | 2         |
| Ergonomie                                               | 2           | 1   | 2         |
| Qualität Anleitungen                                    | 3           | 2   | 2         |
| Geschwindigkeit                                         | 1           | 2   | 3         |
| Anzahl GPIOs                                            | 2           | 3   | 1         |
| Geschwindigkeit GPIOs                                   | 1           | 2   | 3         |
| Speicher                                                | 2           | 2   | 3         |
| Software                                                | 3           | 2   | 1         |
| Experimente                                             | 3           | 3   | 1         |
| Erweiterbarkeit                                         | 1           | 2   | 3         |
| Erweiterungsmodule                                      | 2           | 3   | 1         |
| Beliebtheit / Anzahl Fans                               | 2           | 3   | 1         |
| Moderne Erweiterungen                                   | 3           | 2   | 1         |
| EA-Fähigkeiten                                          | 2           | 1   | 3         |
| Adressierungsmodi                                       | 1           | 2   | 3         |
| Prägnanz CPU-Modell                                     | 3           | 1   | 2         |
| Fähigkeiten CPU-Modell                                  | 2           | 1   | 3         |
| SUMME (gleichgewichtet)                                 | 42          | 38  | 37        |

[6] Java-basierter Kosmos CP1 Emulator  
<https://sourceforge.net/projects/cp1-sim/>  
[7] Arduino-basierter Kosmos CP2 Emulator:  
[https://github.com/asig/kosmos\\_tape\\_emulator](https://github.com/asig/kosmos_tape_emulator)  
[8] mac8-bit CP1-Nachbau:  
<https://forum.classic-computing.de/forum/index.php?thread/22241-cpu-8049-platinencomputer/&postID=267472&highlight=Kosmos%2BCP1#post267472>  
[9] CP1-Nachbau von „Matze“  
<https://www.rigert.com/ee-forum/viewtopic.php?f=35&t=2115>  
[10] CP1-Nachbau von „JJ Flash“  
<https://www.youtube.com/watch?v=RQkwm0jpxF0>

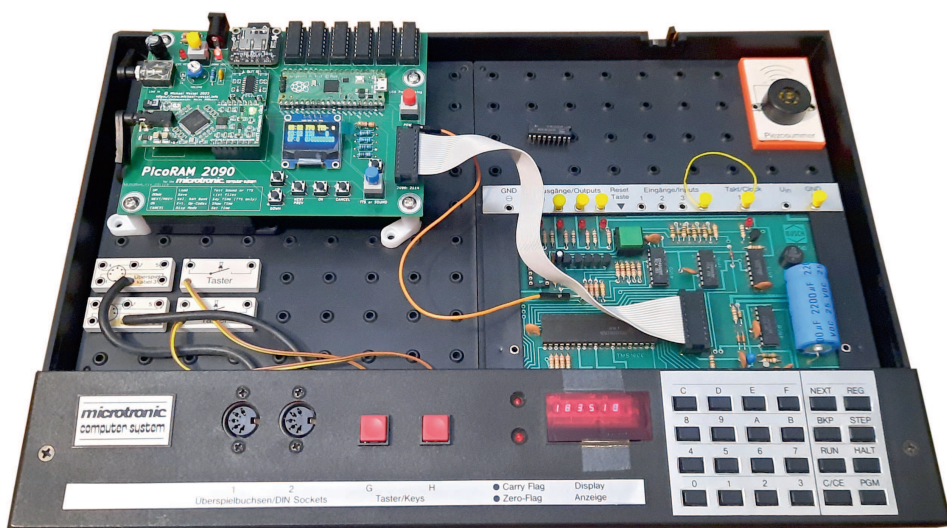
Korrektur zum Artikel "Der große Vergleichstest der Lerncomputer - Teil 1" aus der Load #10 (2024)  
Im Artikel zum Philips MasterLab hat auf S.75 der Tippfehlerteufel zugeschlagen: im letzten Satz muss es heißen: "Weitere Informationen zum Masterlab finden sich in [4], und...", da der Autor des Artikels nicht der Autor der Web-Seite [4] ist. Zudem gibt es noch eine hochinteressante Neuigkeit zum Masterlab - seit November 2024 gibt es einen Emulator! Diesen hat Thorsten Brehm ("MacFly" aus dem Classic-Computing.de Forum) vollständig in JavaScript+HTML-CSS entwickelt. Der Emulator kann auch online ausprobiert werden.  
<https://github.com/ThorstenBr/MasterLab-MC6400>  
<https://thorstenbr.github.io/MasterLab-MC6400>





## Der Busch Microtronic Lerncomputer

# Erstaunlich vital



**B**usch Elektronik Kästen waren bereits seit 1976 in Deutschland erhältlich; bis Oktober 1981 wurden diese unter dem Namen „ELOtronic“ vom Franzis-Verlag vertrieben. Der Microtronic wurde als Ergänzung und Flaggschiff der Busch Elektronik-Kasten-Serie ausgelegt.

Inwiefern das ELO-Magazin bei der Gestaltung der Kästen einen Einfluss hatte, ist unbekannt. Die Erscheinungsform der Microtronic kann als elegant und wertig bezeichnet werden – das Gehäuse und die Verarbeitung machen einen stabilen Eindruck und die Rauchglasabdeckung wirkt professionell. Die Tastatur ist von guter Qualität und ermöglicht auch längere Programmeingaben ohne Frustrationen. Sie steht den typischen Taschenrechner-Tastaturen von Texas Instruments aus dieser Zeit wie dem TI-30 oder TI-58/59 in nichts nach.

Herz des Microtronic ist ein maskenprogrammierter TMS1600 4-Bit Mikrocontroller, der mit 500 kHz getaktet wird. Die Firmware enthält das Betriebssystem und einen Interpreter für eine virtuelle Maschinsprache. Der Microtronic wird also nicht in TMS1600-Maschinsprache, sondern in dieser hochsprachlich ausgelegten Microtronic-Maschinsprache programmiert. Diese ist zum einen einfacher zu erlernen und zum anderen enthält sie sehr mächtige Befehle, beispielsweise zur Multiplikation und Division.

### Entwicklung

Wie in der Diplomarbeit von Jörg Vallen (Sohn des damaligen Leiters der Firma Busch Hans Vallen) nachzulesen ist, begannen die Entwicklungsarbeiten zum Microtronic im Herbst 1979 [1]. Die Hardware und das Betriebssystem wurden nach Vorgaben der Firma Busch von der Firma „MRT – Mess- und Regeltechnik“ in Kaisersbach durchgeführt; sie ist inzwischen insolvent. Jörg Vallen hat im Rahmen seiner Diplomarbeit direkt in der Firm MRT mitgearbeitet und wesentli-

che Entwicklungsbeiträge geleistet. Texas Instruments (TI) in Freising übernahm die Produktion des maskenprogrammierten TMS1600 Mikrocontrollers. Der Befehlssatz von ursprünglich 20 Befehlen wurde in der zweiten Entwicklungsphase dann auf 41 Befehle erweitert. Für diese Erweiterungen war ebenfalls Jörg Vallen maßgeblich, der als erster Programmierer beziehungsweise Anwendungsentwickler nach der Devise „eat your own dog food!“ Defizite und weitere wünschenswerte Befehle identifizierte. Dazu gehörten Befehle zur Erzeugung von Zufallszahlen, und zur Multiplikation und Division. In der Diplomarbeit ist auch zu erfahren, dass ursprünglich ein TMS1xxx-Entwicklungssystem verwendet (möglicherweise ein HE-2) mit EPROMs wurde und dass das fertige Betriebssystem an TI dann „auf Diskette“ übergeben wurde.

Als Programmspeicher haben die Entwickler einen 2114 SRAM-Baustein über den TMS1600- „GPIO-Port“ angebunden [11] [12]. Eigentlich sieht die TMS Mikrocontroller-Familie gar keinen externen Speicher vor, weder ROM noch RAM. Es handelt sich ja gerade um einen „computer on a chip“, der keine zusätzlichen Bauteile benötigen soll. Die 1 KByte 4-Bit-Worte des 2114 werden für den Microtronic Programmspeicher verwendet; das SRAM auf dem TMS1600 wird hingegen durch die 32 4-Bit Microtronic-Register und weitere Monitor-Variablen belegt.

### Harvard-Architektur

Der Microtronic ist eine Harvard-Architektur – der Programmspeicher umfasst 256 Adressen (von 0x00 bis 0xFF), und jeder Befehl besteht aus drei Nibbles (12 Bit). Programm- und Datenspeicher sind streng getrennt: als durch Programme beschreibbaren Datenspeicher bietet der Microtronic ausschließlich die genannten Register; allerdings gibt es auch Befehle, die Register mit Konstanten laden („immediate addressing“). Von den 32 Registern sind 16 als Arbeitsre-

gister und der Rest als Hintergrundregister organisiert. Arbeits- und Hintergrundregister können in Bänken von je 8 Registern miteinander vertauscht werden, sodass ein Datentransfer zwischen Vorder- und Hintergrundregistern stattfinden kann. Alle logisch-arithmetischen Operationen und Daten müssen also in diesen 32 4-Bit Registern Platz finden.

Wie die Microtronic-Tastatur schon erahnen lässt, wird das hexadezimale Zahlensystem verwendet. Die Hex-Tastatur bietet zudem acht Funktionstasten. Als Anzeige dient eine sechsstellige Sieben-Segment LED-Anzeige („Bubble LEDs“, wie in den alten TI-Taschenrechnern). Auch finden sich zwei LEDs für Carry und Zero Flag im Bedienpult. Auf der Microtronic-Platine ist zudem eine grüne Reset-Taste zu finden – der Programmspeicher überlebt einen Reset. Ein DIL-Erweiterungssockel wird zum Anschluss des „2095“ Kassetteninterfaces verwendet. Zudem sind vier digitale Ausgänge, vier digitale Eingänge, und ein 1Hz Takt-Signal für Uhren-Experimente mit den typischen Busch Elektronikboxen als Stecker-Buchsen ausgeführt.

## Eingebaute Programme

Beim Einschalten begrüßt der Microtronic mit seinem Monitor-Programm: Die Anzeige zeigt „00 000“. Hierbei steht links die Adresse und rechts der Befehl an dieser Adresse (beides hexadezimal). Mittels HALT-NEXT kann die Monitor-Adresse bestimmt werden. Nach Eingabe eines Befehls bringt NEXT dann automatisch die nächste Adresse, so dass auch längere Programme einfach eingegeben werden können. RUN startet das Programm an der aktuellen Monitor-Adresse, und der Monitor bietet auch Einzelschrittausführung (STEP) und Break Points (BRK). Register-Inhalte können mittels REG inspiziert und auch geändert werden. PGM dient zum Aufruf von Festprogrammen. Hier sind unter anderem Programme zum Laden von und Speichern auf Kassette vorhanden (PGM 1 und PGM 2), aber auch das NIM-Spiel (PGM 7), ein Programm zum Löschen des Programmspeichers (PGM 5), ein Selbsttest-Programm (PGM 0) und Programme zur Anzeige und zum Stellen der (leider nicht Batterie-gepufferten) Echtzeit-Uhr (PGM 3 und PGM 4). PGM 6 lädt den Speicher mit NOPs.

## Befehlssatz

Der Befehlssatz des Microtronic ist prägnant und pragmatisch und muss als äußerst gelungen bezeichnet werden [2]. Er umfasst unter anderem Befehle zur Kontrolle der Leuchtanzeige, welche bis zu sechs aufeinanderfolgende Register anzeigen oder abschaltet werden kann. Andere Befehle dienen der Tastatur-Eingabe, GPIO, Zufallszahlen, Uhrzeit-Abfrage, logisch-arithmetische und bitweise Operationen und Funktionen zur Wandlung zwischen hexadezimalen und dezimalen Zahlen. Die meisten Operationen können mit wenigen Ausnahmen in allen Registern gleichwertig durchgeführt werden – der Befehlssatz ist sehr orthogonal, ähnlich wie in modernen RISC-CPUs. Das Carry-Flag wird verwendet, um beliebige 4-Bit Register zu größeren Registern zusammenzufassen – Addition und Subtraktion können so mit maximal 64 Bit ausgeführt werden. Die Division ist hingegen auf vier und die Multiplikation auf sechs Stellen beschränkt. Carry- und Zero-Flag werden unter anderem durch Vergleichs-Operationen gesetzt. Gesetzte Flags können dann bedingte Sprünge auslösen. Zudem sind Unterprogramme möglich (CALL und RET), jedoch keine geschachtelten CALLs – es ist also nicht möglich, ein Unterprogramm aus einem Unterprogramm aufzurufen.

Als größtes Manko des Befehlssatzes ist wohl zu nennen, dass lediglich zwei Adressierungsarten unterstützt werden. Operanden können oft unmittelbar, also als Konstanten im Befehlswort („immediate“) oder aber Register-direkt angegeben werden (der Befehl spezifiziert Register <x>). Ein Beispiel-Befehl, der beide Adressierungsarten enthält, ist „ADDI“ – „addiere Konstante <n> zu Register <x>: 5<n><x>“. So bedeutet also 510: „addiere 1 zu Register 0“. Bei Sprüngen gibt es weder berechnete noch indirekte Zieladressen. Diese werden stets unmittelbar im Befehlswort angegeben und können damit nicht aus Registern geladen und daher auch nicht berechnet werden. Daher sind indirekte und berechnete Sprünge und damit auch rekursive Algorithmen nur durch relativ komplizierte Trickerei zu implementieren. Dem Autor dieses Artikels ist es gelungen, eine rekursive Version der Türme von Hanoi auf dem Microtronic zu implementieren [4][3].

Dem Gesamteindruck eines universellen Computers, der für eine Vielzahl von Programmier- und Steuerungsaufgaben einge-

setzt werden kann, tun diese Beschränkungen jedoch kein Abbruch. Die Microtronic-Programme aus den Anleitungsbüchern sind durchweg recht generelle Implementationen [2]. So berechnet das NIM-Spiel tatsächlich die Gewinnzahlen für die optimale Strategie unter Verwendung der Arithmetik-Befehle.

Die Interpretation des Microtronic-Befehlssatzes kostet natürlich Zeit – die Arbeitsgeschwindigkeit ist daher recht gemächlich. In einem YouTube-Video [3] hat der Autor dieses Artikels eine typische maximale Bearbeitungsgeschwindigkeit von etwa 114 Befehlen pro Sekunde ermittelt. Mit eingeschalteter Anzeige sinkt die Geschwindigkeit sogar auf etwa 40 Befehle pro Sekunde. Die erreichte Performanz eines Programms hängt natürlich von den verwendeten Befehlen ab; einige Operationen benötigen sogar bis zu 8 Sekunden, wie beispielsweise die Division von 9999 durch 1.

## Handbuch

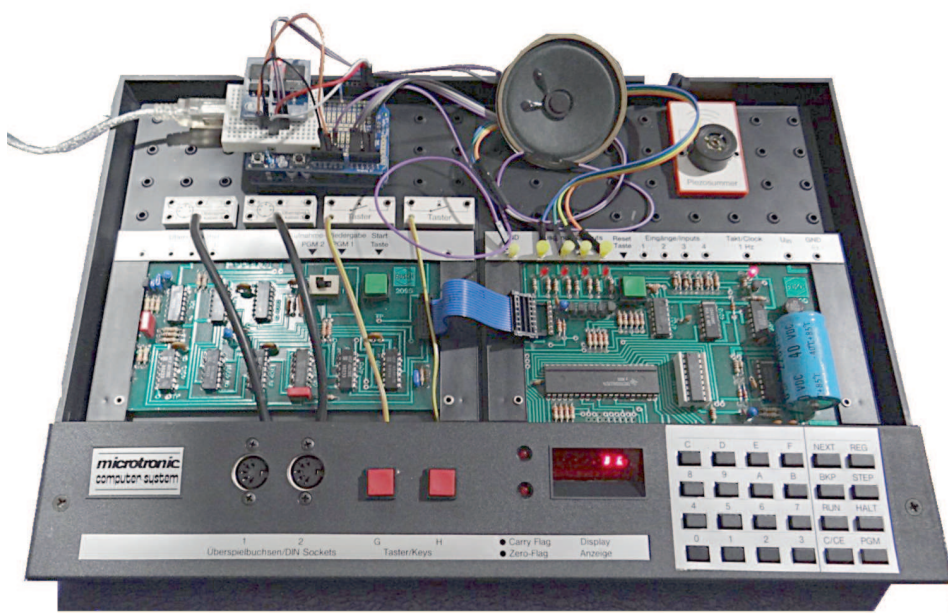
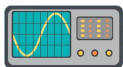
Das von Jörg Vallen verfasste und mit dem „Buschi“-Maskotchen liebevoll und humorvoll illustrierte zweibändige Anleitungsbuch [2] ist didaktisch hervorragend und wurde von der Fachpresse gelobt – Teil 1 führt in den Microtronic ein, während Teil 2 komplexeren Anwendungsprogrammen und Schaltungen sowie Experimenten mit zusätzlichen Busch Elektronikboxen gewidmet ist. Die Programme stammen sämtlich aus der Feder von Jörg Vallen.

Die Programme überzeugen durch Generalität in der Implementation und ihren Anspruch. Als Höhepunkte sind hier unter anderem ein Mondlandungs-Spiel, ein ewiger Kalender, Biorhythmus-Berechnung, ein Taschenrechner, Tic-Tac-Toe, und Sinus-Berechnung zu nennen. Der Abschnitt zu Elektronik-Experimenten umfasst Zeitschaltuhren, programmierbare Ton- und Musik-Generatoren, Aufbauten zur Modelleisenbahn-Steuerung, sowie einen digitalen Frequenzzähler und Reaktionszeitmesser.

## Einige Tricks

Letztere können aufgrund der geringen Arbeitsgeschwindigkeit des Microtronics und die hierdurch bedingte geringe GPIO-Abtastrate von etwa 3 bis 4 Hz nur durch einen „Trick“ realisiert werden, wie in der Diplomarbeit von Jörg Vallen [1] nachzulesen ist. Statt den Eingang per Microtronic-Pro-





**Der Busch Microtronic mit 2095 Kassetten-Interface und DIY Sprach-Synthesizer**

gramm abzutasten, wird hier die ständig im Hintergrund der Firmware mitlaufende Echtzeit-Uhr verwendet. Eingang 4 des Microtronic wird zur 1 Hz-Taktung dieser Uhr verwendet. Die Firmware ist reaktiv genug, um auch wesentlich höhere Taktraten als 1 Hz für die Uhr zu registrieren – Eingang 4 ermöglicht so die Registrierung von Frequenzen bis zu 60 Hz. So können die von einer elektronischen Schaltung erzeugten Pulse am Eingang 4 also ohne Zutun des Microtronic-Programms automatisch durch die Firmware mitgezählt und dann vom Microtronic-Programm mittels des „get-time“ Uhrzeitbefehls (F06) ausgelesen werden.

Software ist für das Microtronic reichlich vorhanden – so erschien 1983 das Buch „Computerspiele“ [2], das 25 neue Programme für das Microtronic enthält. Einige Programme sind recht eindrucksvoll wie zum Beispiel das Primzahlenberechnungsprogramm. Andere Programme wie das „17+4 Blackjack“ machen wirklich Spaß.

## Klassische Erweiterungen

An Original-Erweiterungen sind das „2095“ Kassetteninterface zu nennen, das allerdings recht gemütlich zu Tage geht. Für einen vollen Speicherinhalt benötigt es fast 220 Sekunden; dies entspricht ca. 14 Baud. Das „2092 Spezial-Interface“ kann unter anderem zur Steuerung von Fischertechnik-Robotern verwendet werden. Es erlaubt die Verdopplung der Microtronic-GPIOs und

bietet zudem Verstärker-Transistoren, sodass mit diesen direkt Relais geschaltet werden können. Einen speziellen Erweiterungs-Bus gibt es beim Microtronic nicht – alle Erweiterungen werden über die normalen Microtronic GPIOs angesprochen. Der DIL-Sockel zum Anschluss des „2095“ stellt die selben Signale wie die Metall-Buchsen zur Verfügung. Ein Sprachsynthesizer für den Microtronic wurde zwar angekündigt, aber nie veröffentlicht.

## Moderne Erweiterungen

Als moderne Hardware-Erweiterungen für den Microtronic hat der Autor dieses Artikels einen Arduino-basierten Sprachsynthesizer, als auch einen „2095“-Emulator mit SD-Karte entwickelt [10]. Letzterer basiert auf den Arbeiten von Martin Sauter, der das „2095“ Kassetteninterface-Protokoll 2017 entschlüsselt und eine erste Raspberry Pi-basierte Emulation des 2095 in Python entwickelt hat. Ein Demo-Video ist auf dem YouTube-Kanal von „Mein Elektronik Hobby“ zu finden [13].

Die neueste und generellste Erweiterung ist PicoRAM 2090, siehe Titelbild [9]. Hierbei handelt es sich um einen Raspberry Pi-co-basierten RAM-Emulator mit SD-Karte. PicoRAM 2090 ersetzt den 2114 RAM-Baustein des Microtronic, der dann vom Pico per Software emuliert wird. Mittels SD-Karte können dann 2114-Speicherinhalte geladen und gespeichert werden. Das macht das

Kassetteninterface unnötig. Zudem realisiert PicoRAM eine Microtronic-Speichererweiterung per Bank Switching und bietet eine umfangreiche IO-Erweiterung. Es ermöglicht Sprachsynthese, Tonausgabe, Text- und Grafikausgabe auf einem OLED-Display, und bietet zudem eine Batterie-gepufferte Echtzeituhr. Die batteriegepufferte Uhrzeit kann direkt mit dem „get-time“ Befehl des Microtronic geladen werden. Die PicoRAM IO-Erweiterungen werden durch „redundante“, wirkungslose Microtronic-Befehle angesprochen – 64 solcher Befehle sind im Microtronic-Befehlssatz vorhanden. Als Beispiel kann hier die

„MOV <x> → <x> (0<x><x>)“

Befehlsgruppe genannt werden: hier wird Register <x> in Register <x> kopiert – eine sinnlose, redundante Operation, ganz ähnlich einem NOP-Befehl. Diese Befehle kommen in „normalen“ Microtronic-Programmen also nicht vor. PicoRAM 2090 erkennt diese Befehle und verwendet sie zur Auslösung von neuen Seiteneffekten, zum Beispiel zur Ausgabe eines Zeichens auf dem OLED-Display. Ein Demo-Video ist wiederum auf dem YouTube-Kanal von „Mein Elektronik Hobby“ zu finden [14]. PicoRAM 2090 hat den „RetroChallenge 2023/10 Grand Prize“ gewonnen.

An aktuellen Software-Entwicklungen ist auch das Projekt von Björn Rathje zu nennen, der einen „Monarch“-Geldspielautomaten auf dem Microtronic emuliert hat [17].

## Emulatoren

Auch existieren eine Reihe von Microtronic-Emulatoren, sowohl Software als auch Hardware. Der erste Software-Emulator wurde 1985 vom Autor dieses Artikels erstellt, und zwar auf einem Schneider CPC 464 in BASIC. Die erste C-Implementation eines Emulators für Linux ist wahrscheinlich die von Ingo D. Rullhusen [5]. Ebenfalls existiert eine Emulator-App für den Macintosh [6]. Die ersten Hardware-Emulator auf Arduino-Basis wurde ebenfalls 2016 vom Autor des Artikels entwickelt [7]. In 2020 wurden diese Arbeiten von einem Team bestehend aus Frank de Jaeger, Manfred Henf, „Lilly“ und dem Autor des Artikels wieder aufgegriffen, der „Microtronic 2nd Generation“ wurde geschaffen. Hierbei handelt es sich um eine professionelle Neuauflage mit einigen Erweiterungen, die direkt in eine Busch „2070“ Experimentierkasten-Konsole eingebaut wird. Für die Gehäuseteile wur-

de 3D-Druck verwendet. In 2021 hat die "Microtronic Next Generation"-Variante dieses Projektes den Hackaday "Reinvented Retro Contest" gewonnen. Eine weitere Variante (diesemal mit authentischem Sieben-Segment-LED-Display) wurde mit einem Preis in der "RetroChallenge RC 2021/10" ausgezeichnet.

Eine Neuentwicklung auf Basis der Original-Firmware des Microtronic ist der Phoenix, den wir auf der nächsten Seite ausführlich vorstellen.

Fazit

Im Vergleich zwischen dem bereits in LOAD#10 vorgestellten Phillips Masterlab, dem Kosmos CP1 und dem Busch Microtronic punktet dieses System mit seinem einfach zu erlernenden, prägnanten und mächtigen Befehlssatz. Er ermöglicht komplexere Anwendungsprogramme in dem beschränkten Speicher. Die Anleitungsbücher sind ideal für Kinder und Jugendliche. Der Microtronic kann daher als klarer Gewinner in der „Lerncomputer“-Kategorie bezeichnet werden (mw).

Über den Autor

Dr. Michael Wessel ist Informatiker und arbeitet seit 2010 im Silicon Valley in Kalifornien. Er verdankt seine berufliche Laufbahn dem Busch Microtronic, das er 1983 zu Weihnachten von seinen Eltern bekam. Seit 2001 sammelt er Heimcomputer und ist in der Szene als LambdaMikel und MicrotronicHamburg bekannt.

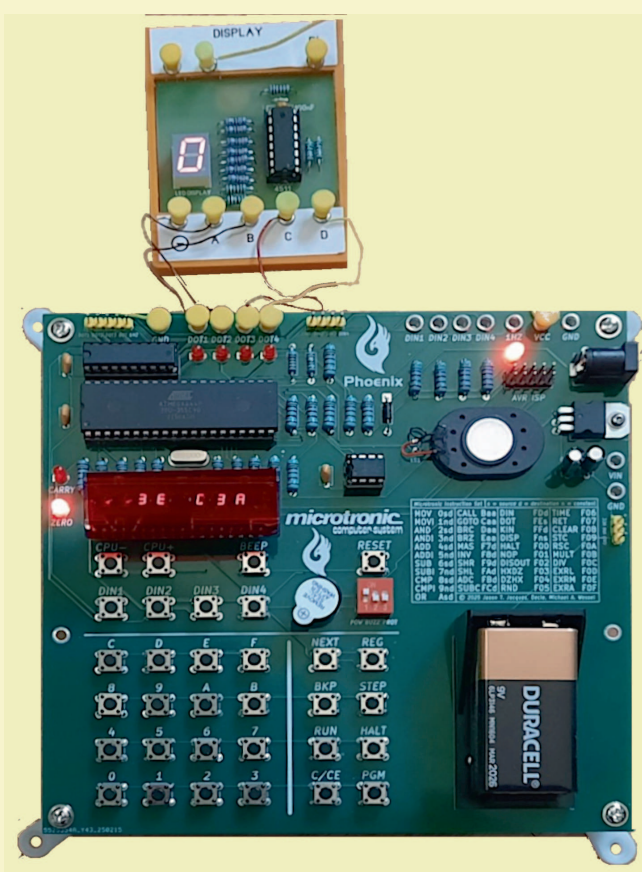
Der Microtronic Phoenix

Alle bis 2025 veröffentlichten Microtronic-Emulatoren sind vollständige Neuimplementation. Das Microtronic-Verhalten (Betriebssystem und virtuelle Maschinensprache) wird hier durch ein Programm möglichst originalgetreu emuliert. Die Verwendung der original Microtronic-Firmware war bis dato nicht möglich, da die Firmware schlichtweg nicht vorlag. Bedauerlicherweise hatten weder Busch noch TI das Microtronic-ROM archiviert und der Quellcode war ebenfalls verloren gegangen. Auch von der Firma „MRT“ war nach 40 Jahren seit Projektabschluss niemand mehr ausfindig zu machen. Hier ist auch zu bemerken, dass bis dahin keine Prozedur bekannt war, die das Auslesen des Firmware-ROMs eines maskenprogrammierten TMS1600 ermöglicht hätte. Bei einem 6502- oder Z80-basiertem Retro-Computer kann man ja in der Regel einfach das Firmware PROM oder EPROM mit einem EPROM-Programmiergerät oder gar direkt auslesen. Für den TMS1600 war bis dato jedoch keine nicht-destruktive Prozedur bekannt.

Die Firmware wird ausgelesen

Doch dies hat sich durch die Arbeit unseres Teams inzwischen geändert. Anfang 2024 wurde der Autor dieses Artikels anlässlich eines YouTube-Videos auf seinem Kanal zum „Radio Shack Science Fair Microcomputer Trainer“ (SFMT) von Jason T. Jacques und "Decle" kontaktiert, die erfolgreich das ROM eben dieses SFMTs ausgelesen hatten. Der SFMT verwendet den „kleinen Bruder“ des TMS1600 - den

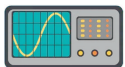
TMS1100. Sollte es also möglich sein, die Microtronic-Firmware mit der gleichen Methode auszulesen? Ganz so einfach war es leider nicht. Doch in den folgenden Monaten entwickelte unser Team nun eine Prozedur, an deren Ende das ausgelesene Microtronic-ROM vorlag. Dazu musste der TMS1100 im SFMT, in den sogenannten Test-Modus versetzt werden. Die Details zum TMS1600 Test-Modus waren bis dato jedoch nicht bekannt, es gab noch keinen dokumentierten Fall im Internet. So mussten durch unsere Experimente erst die TMS1600 IO-Pins ermittelt werden, die diesen Modus beim Reset aktivieren. Zudem stellten wir fest, dass sich das Protokoll zum seriellen (bitweisen) Auslesen des ROMs sehr deutlich vom dokumentierten TMS1100-Protokoll unterscheidet. Die Microtronic-ROM „Archäologie“ erforderte so mehrere Wochen intensiver Arbeit und umfangreiches Expe-



Neuentwicklung mit Original-Firmware: Der Phoenix

rimentieren. Trotz aller Bemühungen waren einige Bits im ROM-Image immer noch mehrdeutig oder unscharf, da der Auslese-Prozess nicht 100%ig deterministisch funktionierte. Sie wurden durch umfangreiche Firmware-Analysen und „scharfes Nachdenken“ von Jason manuell korrigiert. Da-





bei kam der TMS1600-Disassembler von „Decle“ zum Einsatz, der zuvor auch schon die Arduino-basierte Hardware und Software zum Auslesen der TMS1xxx-Firmware des SFMTs erstellt hatte. Die Details unserer archäologischen Microtronic-ROM-Expedition können bei Interesse auf den Seiten [15] und [16] detaillierter nachgelesen werden.

Das Microtronic-ROM ist natürlich nicht nur als historisches Dokument interessant, oder zum vollständigen Begreifen der Interna des Microtronics erforderlich – wir wollten es wieder in Betrieb sehen, und zwar auf neuer Hardware. Nur so konnte zudem verifiziert werden, dass wir tatsächlich ein funktionierendes, authentisches Microtronic-ROM ausgelesen hatten (die Auslese-Prozedur war ja etwas „unscharf“). Wir bauten dem Microtronic-Software-Gehirn also einen neuen Körper – den „Microtronic Phoenix“. Dieser fliegt seit Februar 2025 seine Runden und wird der Öffentlichkeit hier [8] zum Nachbau zur Verfügung gestellt. Es handelt sich hierbei um einen ATmega-basierten Hardware-Emulator, der mittels eines TMS1600-Emulators das originale Microtronic-ROM ausführt.

## Der Microtronic Phoenix

Jason hatte schon, sobald die Firmware im Herbst 2024 vorlag, erfolgreich den Microtronic unter Verwendung der original Hardware-Komponenten (sogar mit externem 2114 SRAM) auf einem Breadboard nachgebaut [16]. Dieser Breadboard-Prototyp verwendete noch einen ATmega 328p, der zu wenig IO-Pins hat. Dieses Problem wurde durch eine Anzahl von Schiebe-Registern zur Port-Vervielfältigung angegangen, was jedoch zu einer Verlangsamung der Emulation führte. Wir beschlossen daher Anfang 2025, den größeren ATmega 644 zu verwenden. Dieser hat nicht nur eine ausreichend Anzahl von IO-Pins, sondern bietet auch mehr Programmspeicher, mehr SRAM, und kann zudem mit einem externen 20 MHz Quartz getaktet werden. Der Phoenix kommt im Wesentlichen mit einem Chip aus – dem ATmega 644. Allerdings haben wir uns entschlossen, ein externes 256 kBit EEPROM als „Massenspeicher“ für Programme anzubinden. Auch ein 74LS244 kommt zwecks Entkopplung beziehungsweise zum Schutz der ATmega-Pins zum Einsatz, die als Microtronic In-

put/Output-Ports direkt an die Außenwelt für elektronische Experimente mit Busch-Experimentierkästen (oder Breadboards) geführt werden. Im Falle eines Missgeschicks ist es kostengünstiger und einfacher, den 74LS244 zu ersetzen als den ATmega. Das EEPROM hat genügend Platz für 42 vollständige Microtronic-Speicherabzüge (Core/Memory Dumps). Im Ergebnis verhält sich der Phoenix absolut identisch zum original Microtronic – es läuft ja die gleiche Firmware. Eine authentischere Emulation kann es nicht geben. Hier ist zu beachten, dass wir ja nicht einfach einen „neuen“ TMS1600 mit der Microtronic-Firmware programmieren können, und so bleibt TMS1600-Emulation (hier in Hardware) die einzige Möglichkeit, die original Microtronic-Firmware wieder fliegen zu lassen.

Ein Piezo-Summer befindet sich ebenfalls an Board des Phoenix; dieser wird mittels eines DIP-Schalters bei Bedarf an Microtronic-Output 4 angeschlossen (wie in vielen Microtronic Experimenten, die Ton-Signale benötigen). Auch sind 4 Extra-Tasten DIN1 bis DIN4 auf dem Board vorhanden. Damit können die entsprechenden Microtronic-Eingänge auf 5V bzw. „HIGH“ gelegt werden. Das original Microtronic hat u.a. 2 Taster „G“ und „H“ in der Konsole, die in Experimenten oft mit den Microtronic-Eingängen als externe Bedientaster verbunden werden.

Zusätzlich zum original Microtronic-Modus hat der Phoenix noch eine weitere Firmware eingebaut, die eine Weiterentwicklung von Michaels Arduino-Emulatoren ist [7]: die „Neo“-Firmware. Beim Einschalten oder Reset des Phoenix wird nach der zu verwendenden Firmware gefragt: „1“ für „Neo“ und „2“ für „Phoenix“. Die „Neo“-Firmware bietet einige Extras – unter anderem kann der Lautsprecher mittels redundanter Microtronic-Befehle (wie schon für PicoRAM 2090 erläutert) zur Tonerzeugung genutzt werden. So lassen sich einfache Melodien und Soundeffekte programmieren. Außerdem ist die Neo-Firmware um bis zu das Dreifache schneller.

## Die Neo-Firmware

Die Neo-Firmware erlaubt zudem den Zugriff auf das EEPROM. Beim Original-Microtronic werden die Festprogramme PGM 1 und PGM 2 zum Zugriff auf das

2095-Kassetteninterface zum Laden und Speichern von Programmen auf Kassette verwendet. Das Kassetteninterface haben wie nicht nachgebaut, obwohl die Phoenix-Firmware sogar die gleichen PGM 1 und PGM 2-Routinen ausführt – denn es handelt sich ja um das gleiche ROM. Zwar kann das 2095-Kassetteninterface an den Phoenix nicht angeschlossen werden, da das benötigte 32 kHz Takt-Signal zur Tonerzeugung vom Phoenix nicht erzeugt wird. Aber der erwähnte 2095-Emulator mit SD-Karte ist nutzbar, wie auch mit dem originalen Microtronic. Praktischer als die Kassetten-Emulation ist jedoch, PGM 1 und PGM 2 im Neo-Modus zum Zugriff auf das EEPROM zu verwenden – wie erwähnt, kann hier entweder ein voller Speicherinhalt geladen oder abgespeichert werden. Dazu werden einfach „Slot“-Nummern von 0 bis 41 als „Programmnamen“ verwendet. Damals hätte man den Zählerstand des Kassettenrekorders zum Wiederauffinden eines Programms notiert. Doch wie kann die Phoenix-Firmware überhaupt auf das EEPROM zugreifen? Das original Microtronic-ROM enthält ja keinen Code zum EEPROM-Zugriff. Hier haben wir uns eines Tricks bedient: Die aktive Firmware kann jederzeit durch Druck auf den Reset-Taster umgeschaltet werden. So kann zunächst mit der Neo-Firmware ein Programm von EEPROM geladen und dann in den Phoenix-Mode umgeschaltet werden – die beiden Modi sehen stets den gleichen Speicherinhalt. So kann das aktive Programm stets sowohl im Neo als auch im Phoenix-Modus ausgeführt werden. Das ist auch für die Programmentwicklung nützlich; beispielsweise kann ein Programm zunächst im Phoenix-Modus entwickelt werden. Sollte dann eine schnellere Programm-Ausführung wünschenswert sein, kann einfach auf die Neo-Firmware umgeschaltet werden. Andersrum mag es sinnvoll sein, das Programm erst im Neo-Modus zu entwickeln, da der EEPROM-Zugriff direkter möglich ist. Anschließend wird dann auf den Phoenix-Modus für ein möglichst authentisches Programm-Verhalten umgeschaltet.

Ein weiterer Vorteil der Neo-Firmware ist es, dass die virtuelle Maschinensprache (oder redundante Microtronic-Befehle) einfach für eigene Experimente angepasst werden kann – es handelt sich ja um ein einfaches Arduino „C“-Programm. Das ist mit der Original-Firmware natürlich nicht so ein-

fach möglich. So wurde zum Beispiel eine Microtronic-Variante entwickelt, die als MIDI-Schlagzeug-Computer oder „Drum Sequencer“ fungiert. Hier waren umfangreiche Befehlserweiterungen und Änderungen an der virtuellen Maschinensprache nötig. Dieser „Microtronic-Schlagzeug-computer“ hat damals einen Preis in der „RetroChallenge RC 2021/10“ gewonnen [18].

Trotz all dieser Erweiterungen und Vorteile wird dem Microtronic-Fan jedoch nichts lieber als das Original sein. Mit dem Phoenix haben wir nun nach 44 Jahren eine Neuauflage des Microtronics, die den Namen wirklich verdient: Ein Emulator, der authentischer nicht sein könnte. Der Name Phoenix erschien uns daher passend: Das eigentlich schon in den Flammen der Geschichte verloren gegangene Microtronic-ROM fliegt wieder und somit auch der Microtronic. Mit neuer Hardware ist der Microtronic nun wirklich „unsterblich“ geworden und wird so auch noch in Jahrzehnten neue Fans finden (Michael Wessel).

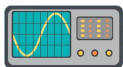
## Links

- [1] Diplomarbeit von Jörg Vallen  
<https://github.com/lambdamikel/Busch-2090/blob/master/manuals/joerg-vallen-diplom.pdf>
- [2] Microtronic-Anleitungen, Testberichte, Schaltpläne, Computerspiele-Buch  
<https://github.com/lambdamikel/Busch-2090/tree/master/manuals>
- [3] YouTube-Kanal von Michael Wessel über Lern- und Experimentiercomputer  
[https://www.youtube.com/playlist?list=PLvdXKcHrGqhe\\_Snxh4nh8RMDz2SiUDCHH](https://www.youtube.com/playlist?list=PLvdXKcHrGqhe_Snxh4nh8RMDz2SiUDCHH)
- [4] Die "Türme von Hanoi" auf dem CP-1 und Microtronic  
<https://github.com/lambdamikel/towers-of-hanoi>
- [5] „mcsim – Emulator for the 4 bit computer Busch microtronic 2090.“ Ingo D. Rullhosen  
<https://freeshell.de/~d01c/mcsim-0.1.0.tar.xz>
- [6] „2090 Emulator for Mac“  
[https://download.cnet.com/2090-emulator/3000-2072\\_4-47314.html](https://download.cnet.com/2090-emulator/3000-2072_4-47314.html) Stephan Kleinert
- [7] Arduino-basierte Microtronic Emulatoren  
<https://github.com/lambdamikel/Busch-2090>
- [8] Microtronic Phoenix  
<https://github.com/lambdamikel/microtronic-phoenix>
- [9] PicoRAM 209  
<https://github.com/lambdamikel/picoram2090>
- [10] Busch 2095 Emulator  
<https://github.com/lambdamikel/microtronic-2095-arduino-emulator>
- [11] Blockschaltbild Microtronic:  
<https://github.com/lambdamikel/Busch-2090/blob/master/manuals/blockschaltbild.jpg>
- [12] Schaltplan Microtronic  
<https://github.com/lambdamikel/Busch-2090/blob/master/manuals/microtronic.jpg>
- [13] "Mein Elektronik Hobby" - Video zum 2095-Emulator  
<https://youtu.be/0MPBtOWTzlk>
- [14] "Mein Elektronik Hobby" - Video zum PicoRAM 2090  
<https://youtu.be/267T5Bnslls>
- [15] Details zur Microtronic Firmware-ROM-Archäologie  
<https://hackaday.io/project/197415-microtronic-firmware-rom-archaeology>
- [16] Details zur Phoenix-Entwicklung  
<https://jsonj.co.uk/project/microtronic/>
- [17] Microtronic "Monarch"-Geldspielautomat von Björn Rathje  
<https://github.com/rab-berlin/Monarch2090>
- [18] Microtronic-Drumcomputer  
<https://hackaday.io/project/180252-a-retro-authentic-microtronic-rc-202110-winner>



Bild: <https://www.busch-modell.de/meg/CustomUpload>





## Die fischertechnik Computing-Baukästen

# Wir sind die Roboter

Dieser Artikel beschreibt das fischertechnik Computing Programm im historischen Kontext und berichtet über die Restaurierung eines Plotter/Scanner Baukastens, den Aufbau der Roboter aus dem Grundbaukasten, und deren Ansteuerung mit Schneider CPC und Atari ST.

Die fischertechnik Computing Baukästen haben eine bemerkenswerte gemeinsame Vorgeschichte mit dem NDR-Kleincomputer (NKC): Die Modelle „Teach-In-Roboter“, sowie „Grafik-Tablet“ wurden ursprünglich als Demonstratoren für die Fernsehserie „Einführung in die Mikroelektronik“ zum NKC konzipiert. Sie sind unter anderem in der Folge 0 „Vorstellung des NKC“ und der Folge 9 „Roboter steuern“ zu sehen. Auch der erste MC-Artikel zum NKC zeigt den Teach-In-Roboter [1].

Während die Serie im Fernsehen lief, wurde der Computing-Grundbaukasten (30554) herausgebracht, aus dem der Roboter und weitere Modelle zu bauen sind. Ab wann der Kasten zu kaufen war, ist schwierig zu datieren. Das noch unvollständige Handbuch (39495) speziell für die Modelle der Fernsehserie ist auf den Mai 1984 datiert und enthält Bauanleitungen und Programmierhinweise zum „Teach-In-Roboter“ und „Grafik-Tablet“. NKC spezifische Anzeigen für den Baukasten lassen sich 1984 in der NKC Zeitschrift Loop finden [2].

1985 stellte fischertechnik dann ein umfassendes Computing System vor. Der inhaltlich unveränderte Grundbaukasten bekam einen neuen Karton, auf dem der NKC nur noch teilweise zu sehen ist, sowie eine neue Bauanleitung (39496) und Programmieranleitungen (39497) für insgesamt 10 Model-

**fischertechnik computing**  
**Aus der erfolgreichen Schul-**  
**fernseh-Serie „Einführung**  
**in die Mikro-**  
**Elektronik“.**



**fischertechnik**  
**computing. Roboter,**  
**Automaten und Graphik-**  
**geräte zum Selberbauen.**

Aus dem fischertechnik computing Baukasten können 10 verschiedene Modelle gebaut werden. Von der einfachen Ampelsteuerung bis zum 2-achsigen Roboter.

Ausführliche Informationen von:  
GES, Graf Elektronik Systeme GmbH, Magnusstraße 13  
D-8960 Kempten

**fischertechnik**  
**Technik. Mit Zukunft.**

**Erste Anzeige für den Computing Baukasten zum NKC 1984**

le. Gleichzeitig wurden Interfaces für Commodore, Apple II und Acorn präsentiert. Eine erste Presseankündigung zum Computing-System erschien im April 1985 [3], ganzseitige Werbeanzeigen folgten im Juni, beispielsweise in der HC [4] und Happy Computer [5]. Im November 1985 wurde das Programm durch den Scanner/Plotter und den großen Drei-Achsen „Trainings-Roboter“ ergänzt.

Aufbau und die Funktionsweise der Computing-Interfaces finden sich im Kasten auf der nächsten Seite. Die darin angegebenen Details korrigieren verbreitete Fehler in be-

stehenden Dokumentationen und erleichtern die Kopplung mit Heimcomputern und bei Bedarf auch die Fehlersuche.

### Die fischertechnik Computing Interfaces

Die Computing Interfaces bilden die Verbindung zwischen Computer und Modellwelt. Sie ermöglichen die Anbindung von Motoren und Sensoren. Von fischertechnik waren im Sommer 1985 zunächst computerspezifische Versionen für den Commodore CBM, die beiden Himcomputer VC-20 und C64, den Apple II und den Acorn BBC Computer verfügbar. Die Version für den Schneider CPC (11/85) nutzte erstmals die parallele Centronics Schnittstelle. Darauf folgte 1986 eine Version für IBM PC, ebenfalls Centronics-basiert. Vereinheitlicht wurden die Interfaces 1987 mit dem „Universal“ Interface (30566), das über Adapter an verschiedenen Computern

genutzt werden konnte – so auch am Atari ST und Commodore Amiga. Für Schulen wurde das „Universal“ Interface zum CVK-Interface (66843) weiterentwickelt; es verfügt über LEDs, um den Zustand der digitalen Ein- und Ausgänge anzuzeigen. Eine ausführliche Darstellung der Historie findet sich in einem ft-pedia Artikel [6].

Neben diesen von fischertechnik angebotenen Interfaces gab es weitere, die auch aus heutiger Sicht „exotische Systeme“ abdeckten. Einige Drittanbieter-Interfaces wurden offiziell unterstützt und waren in den Kata-

logen gelistet. Diese verfügen typischerweise über dieselbe 20-polige Stiftleiste zum Modell und einen Original-fischertechnik Aufkleber mit der Anschlussbelegung. Andere Lösungen, etwa für den Sharp 1500, hatten keine offizielle Unterstützung.

Schließlich gab es auch Selbstbau-Interfaces. Interessant ist, dass es vom damaligen Entwicklungsleiter für Elektronik bei *fischertechnik* Veröffentlichungen zum Selbstbau von Interfaces gab, zunächst in einem ELO Sonderheft [7] und dann als Buch im Franzis Verlag [9]. Weitere Anleitungen zum Selbstbau wurden auch für Sinclair ZX81 und Schneider CPC [8] veröffentlicht.

Eine neuere Entwicklung ist der im C64-Forum dokumentierte Nachbau des klassischen „Universal“ Interfaces in einer Version mit austauschbaren Motortreibern. Einen Überblick gibt die Tabelle der bekannten Computing-Interfaces auf Seite 87.

## Der Computing-Baukasten

Der Computing-Grundbaukasten bildet die didaktische Grundlage für das *fischertechnik* Computing-Programm und besteht aus etwa 260 Teilen, einer Bauanleitung für den Aufbau von 10 verschiedenen Modellen, sowie einer Programmieranleitung. Die Programmieranleitung basiert auf BASIC und geht auch auf die Unterschiede in den BASIC-Dialekten der verschiedenen Com-

puter ein. Anhand einer Reihe von Modellen, die in ihrem Funktionsprinzip aufeinander aufbauen, lernen die Leser nicht nur den Nachbau vorgegebener Konstruktionen, sondern auch Grundprinzipien der Steuerungstechnik und Automatisierung. Der Baukasten deckt dabei verschiedene technische Konzepte ab: Von Zustandsautomaten (Ampelanlage) über automatische Bewegungssteuerung (Aufzug, Werkzeugmaschine) bis hin zu rekursiven Algorithmen (Turm von Hanoi-Roboter) und sensorgesteuerten Systemen (Sortieranlage, Antennenrotor). Dabei dienen die Modelle nicht als Endziel, sondern als Lernplattform: Jedes Beispiel vermittelt neue Konzepte, die anschließend zur Entwicklung eigener Projekte genutzt werden können. Die Anleitung gibt hierzu gezielt Anregungen, etwa zur Integration des Roboters mit weiteren Modellen aus anderen Baukästen.

Ein großer Vorteil des Grundbaukastens ist es, dass die verwendeten Bauteile nicht speziell für diesen Baukasten entwickelt worden sind, sondern aus dem regulären *fischertechnik*-Sortiment stammen. Die meisten Teile lassen sich daher recht einfach gebraucht oder neu beschaffen.

## Der Plotter/Scanner

Der Plotter/Scanner Bausatz (30571) erschien Ende 1985 als Erweiterung des Computing-Systems. Es handelt sich um einen

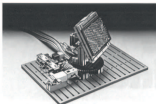
Flachbettplotter, der Vektorgrafiken im DIN A4 Format zeichnen kann. Mit kleinen Modifikationen kann der Plotter zusätzlich als Scanner genutzt werden.

Der Plotter verwendet speziellere Bauteile als der Grundbaukasten. Die Basis bildet ein Rahmen aus Aluminiumprofilen (390 mm und 270 mm lang), deren Nuten zu den *fischertechnik*-Bausteinen kompatibel sind. Diese Profile wurden Anfang der 1980er Jahre außer im Plotter nur in wenigen *fischertechnik*-Modellen (Mobilkran, Container-Brücke) genutzt und sind entsprechend selten. Sie lassen sich aber durch Maker-Beam Alu-Profile ersetzen, die in beliebigen Längen erhältlich sind.

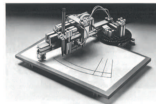
Die Alu-Profile sind auf einer transparenten Acrylglasplatte (420 x 800 x 3 mm) montiert, die mit dem Computing Plotter+Scanner Logo bedruckt ist. Die Verwendung einer transparenten Grundplatte erklärt die Anleitung so: „Da die Grundplatte des Plotters nach Abziehen der Schutzfolie vollständig transparent ist, können Sie den Plotter auch auf einen Tageslichtprojektor stellen und live mit Faserschreibern auf Transparentfolie plotten.“

Der Plotter bewegt den Zeichenstift über ein kartesisches X/Y-Koordinatensystem. Ein Schrittmotor treibt über eine Kette synchron zwei Trapezspindeln (bei *fischertechnik*: „Schnecken“) für die Y-Achse an und ermöglicht so eine Linearbewegung der

# Wer seinen

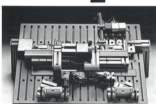


Eine Solenoid-Steuerung



oder ein Plotter

# Computer liebt,



eine Sortieranlage

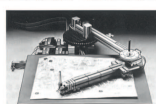


oder ein Teach-in Roboter

# schenkt ihm einen



den Turm von Hanoi



oder ein Greifroboter – alles aus einem Baukasten

# Baukasten.

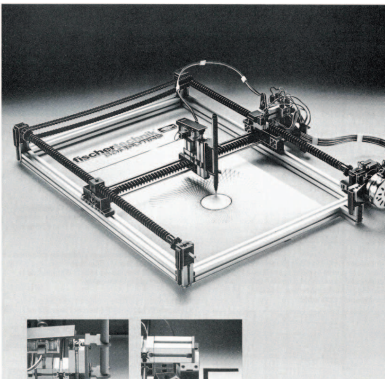
fischertechnik computing – das ist das neue System, mit dem man noch mehr Leben in den Home-Computer bringen kann. Aus einem einzigen Baukasten lassen sich 10 und mehr Peripheriegeräte konstruieren und programmieren. *fischertechnik* computing – über ein passendes Interface/Software-Paket kompatibel zu vielen gängigen Home-Computern.

**fischertechnik**  
Technik. Mit Zukunft.

# fischertechnik

Technik. Mit Zukunft.

COMPUTING  
COMPUTING  
COMPUTING  
COMPUTING



**Plotter/Scanner**

Schnellkopf bei der Übertragung eines Textes.

Lesekopf beim Ablesen und Übertragen einer Grafik.

Lesen und schreiben sollte Ihr Computer schon können. Mit dieser Schlagzeile hat *fischertechnik* die Produktvorteile des neuen Plotter/Scanner auf den kürzesten Namen gebracht. Dieser professionelle *fischertechnik* computing Baukasten der 2. Generation vereint die Möglichkeiten von zwei Graphikgeräten in einem Baukasten.

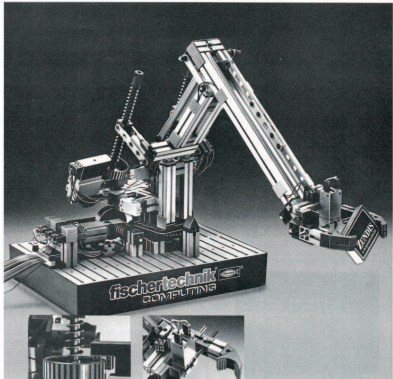
Der Plotter arbeitet formatfüllend bis DIN A4 bei einer Positioniergenauigkeit unter 0,5 mm. Der Arbeitsbereich umfasst zwei bipolare Schrittmotoren. Der Scanner ist für die digitale Abtastung von Bildvorlagen eingerichtet. Mit der dazugehörigen Software ist Bildbewertung auch in False-Color-Farbendarstellung möglich.

**fischertechnik computing**  
Plotter/Scanner Art.-Nr. 30571

# fischertechnik

Technik. Mit Zukunft.

COMPUTING  
COMPUTING  
COMPUTING  
COMPUTING



**Trainings-Roboter**

Positioniersystem mit Infrarot-Gabel-Lichtschranke

Greifhand mit symmetrischem Spindeltrieb

Jetzt wird Ihr Computer handgreiflich. Das wird der *fischertechnik* Trainingsroboter im wahren Sinne des Wortes durch die Feinabstimmung der motorisch betriebenen Greifhand mit Spindeltrieb. Dieser attraktive Vertreter der 2. Generation der *fischertechnik* computing Baukästen ist der seri-

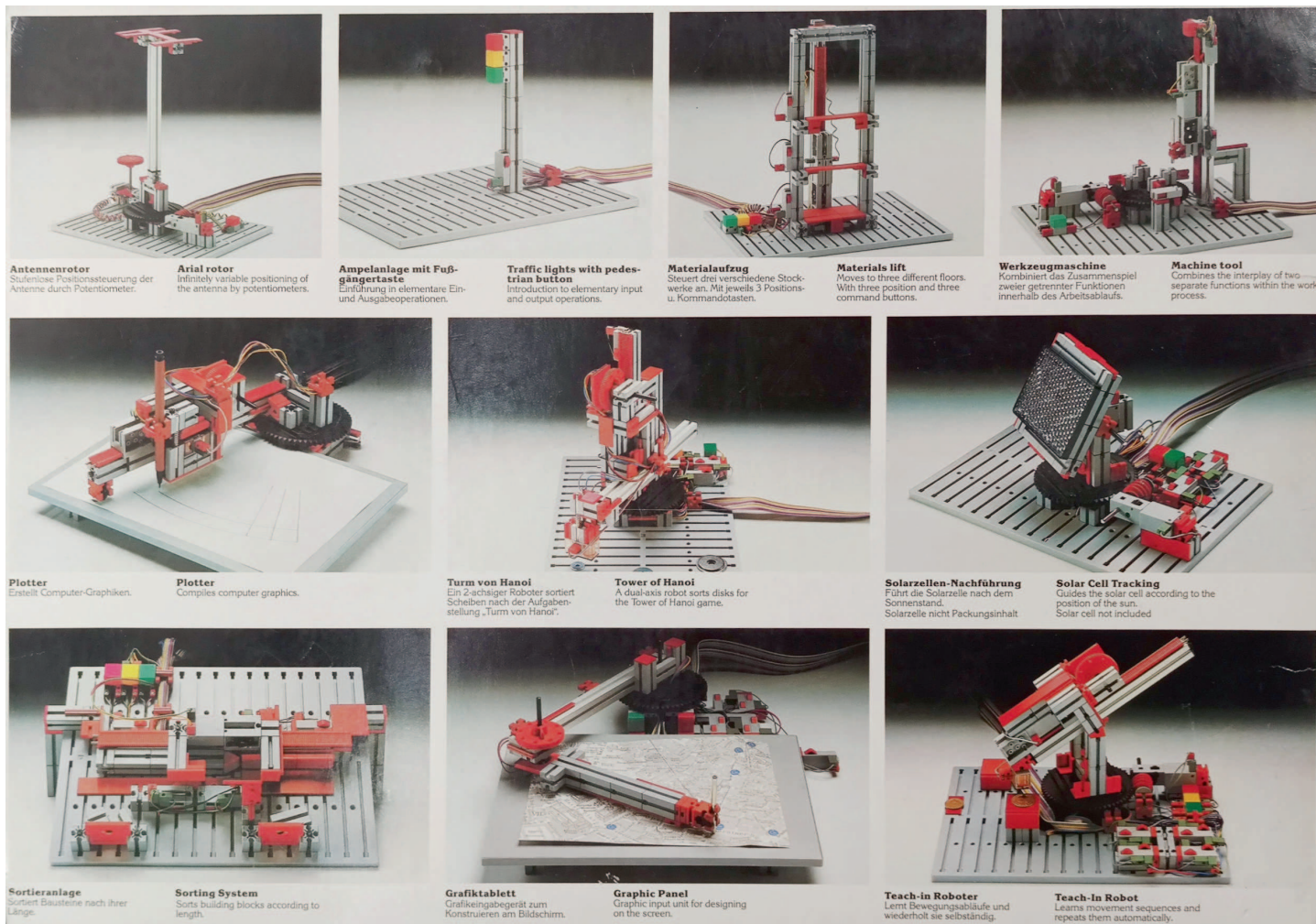
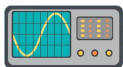
professionelle Bausatz eines dreischüssigen Roboters. Sein Positioniersystem arbeitet über eine Infrarot-Gabel-Lichtschranke und erreicht eine Wiederhol-Genauigkeit von 1 mm. Die Greifhand benötigt maximal 100 g.

**fischertechnik computing**  
Trainingsroboter Art.-Nr. 30572

Anzeige aus der Happy Computer 1985

Prospekte für Plotter/Scanner und Trainings-Roboter





## Der Computing Grundbaukasten (Rückseite mit den baubaren Modellen)

Brücke. Ein Taster dient als Referenz, um nach dem Einschalten die Grundposition anzufahren. Auf der Brücke befindet sich eine zweite Schrittmotor, der ebenfalls eine Trapezspindel antreibt und den Zeichenkopf in X-Richtung positioniert. Der Zeichenkopf trägt einen elektromagnetischen Stifthub-Mechanismus, der den Stift absenken kann. Wenn der Elektromagnet nicht aktiv ist, hebt eine Feder den Stift an, so dass nur eine aktive Ansteuerung in einer Richtung erforderlich ist. Beim Umbau zum Scanner wird der Elektromagnet durch eine Lampe ersetzt und zusätzlich ein lichtempfindlicher Fotowiderstand als Sensor verbaut.

Die Schrittmotoren, Wellenkupplungen und der Stifthub-Mechanismus sind modellspezifische Komponenten. Da der originale Stifthub-Mechanismus nicht besonders kräftig ist, wurde der Mechanismus oft umgebaut, so dass in gebrauchten Baukästen die Originalteile oft fehlen. *fischertechnik* selbst veröffentlichte später eine alternative Baulösung.

## Der Trainingsroboter

Der Trainingsroboter als Modell eines dreiachsigen Industrieroboters komplettierte das Fischertechnik Computing System von 1985. Der Trainingsroboter wird von vier Motoren angetrieben, die vier Bewegungen ermöglichen: Drehung des gesamten Aufbaus, Bewegung des Oberarms, Bewegung des Unterarms, sowie Öffnen und Schließen der Greifhand. Die Motoren sind wie beim Grundbaukasten kleine Gleichstrommotoren aus dem damaligen *fischertechnik*-Programm. Für die Positionskontrolle werden Taster als Referenzschalter sowie Infrarot-Gabellichtschranken eingesetzt. Leider handelt es sich bei den Bauteilen der Gabellichtschranken ebenso wie bei mehreren Getriebeteilen um modellspezifische Teile, die nur im Trainings-Roboter verwendet wurden. Ein Nachbau ohne den originalen Baukasten erfordert daher umfangreiche Änderungen der Konstruktion.

## Praktisches fischertechnik-Computing

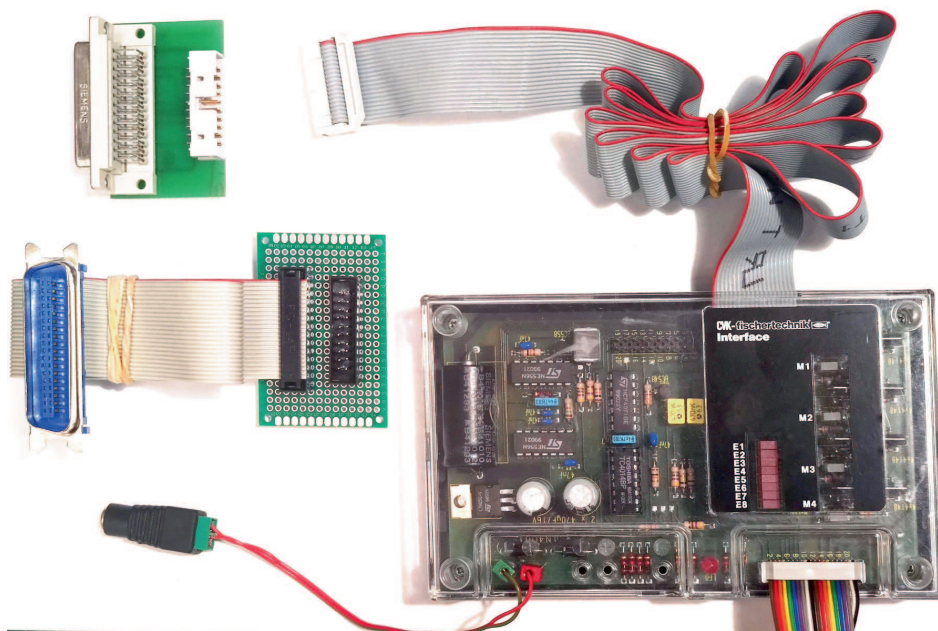
Das Projekt des Autors begann mit der Rettung eines alten Plotter/Scanners, der beinahe entsorgt worden wäre. Der Zustand war beklagenswert: Fehlende Schrittmotoren, keine Dokumentation, keine Software, dafür Bohrlöcher in der Grundplatte und teilweise verklebte Bausteine. Zumindest der elektromechanische Stift-Hubmechanismus war aber vorhanden und funktionierte bei einem ersten Test. Glücklicherweise war die Bauanleitung online beim niederländischen *fischertechnik*-Club verfügbar, sodass eine Rekonstruktion beginnen konnte. Nach einer Demontage und gründlichen Reinigung begann der Wiederaufbau. Einige defekte Teile, wie Kettenglieder, konnten durch Ersatzteile ersetzt werden. Quellen dafür sind der offizielle Ersatzteil Shop oder Anbieter für gebrauchte *fischertechnik*-Komponenten (siehe Links).

Ein Problem stellten die fehlenden Schrittmotoren dar. Das exakte Modell ist nicht dokumentiert (die Anleitung spricht von 7,5° Schrittwinkel und 6,8 Volt). Als Ersatz wurden NEMA 16 Schrittmotoren (ACT 16HS2404LP1X, 8,4 V, 1,8° Schrittwinkel) verwendet, die eine höhere Auflösung liefern. Allerdings müssen alte Grafiken entsprechend skaliert werden. Mit dem 3D-Druckers wurden Adapter gedruckt, so dass die Motoren ohne Veränderungen der Grundstruktur montiert werden konnten. Die Kopplung erfolgt über *fischertechnik*-Ritzel (159577), die auf die NEMA Motoren passen.

## Das „Universal“ Interface und dessen Ansteuerung

Nachdem die Mechanik damit wieder vollständig war, stellte sich die Frage der Steuerung. Ein erster Test mit einem Arduino UNO plus Motorshield bestätigte, dass Motoren und der Stift-Hubmechanismus einwandfrei funktionierten. Doch der eigentliche Plan war die Anbindung an Schneider CPC und Atari ST. Dazu wurde ein *fischertechnik* „Universal“ Interface in der CVK-Schulversion besorgt, allerdings fehlten Adapter und Software. Für erste Tests wurde ein Arduino Pro Micro mit einem 20-poligen Wannenstecker verbunden, passend zur Pfostenbuchse am Eingangskabel des Interfaces. Damit ist an dieser Stelle ein einfacher Austausch gegen die Adapter der „Universal“ Interfaces oder selbstkonfektionierte Anschlußkabel möglich. Mit der „Robo Connect Box“ ist bei Knotech aber auch ein USB Interface erhältlich, das eine PC-Ansteuerung ohne zusätzliche Bastelarbeiten ermöglicht.

Nachdem die testweise Ansteuerung mit dem Arduino Pro Micro funktionierte, war der nächste Schritt der Bau von Adaptern zwischen der Centronics Parallelschnittstelle (mit den unterschiedlichen Steckern für Schneider und Atari) und dem 20-poligen Wannenstecker. Aber Achtung: Wer selbst einen Adapter bauen möchte, sollte beachten, dass das Flachbandkabel auf der Interface-Platine des „Universal“ Interfaces spiegelverkehrt verlötet ist: Die rot markierte Leitung ist dort also mit dem mit „20“ beschrifteten Pin verbunden und nicht mit „1“. Der Buchsenstecker am anderen Ende ist aber regelkonform verpresst, die rot markierte Leitung ist Pin 1 und mit einem kleinen Pfeil markiert. Dadurch kursieren im Internet teilweise gespiegelte Belegungen. Die Belegung in der Abbildung in diesem



CVK „Universal“ Interface mit Adaptern für Atari ST (Original, Oben) und Schneider CPC 6128 (Eigenbau, Mitte)

Artikel ist korrekt für den Wannenstecker und die Pfostenbuchse und bezieht sich *nicht* auf die Pin-Numerierung auf der Interface-Platine.

Die analogen Eingänge des „Universal“ Interfaces funktionierten zunächst scheinbar nicht. Sowohl Schneider CPC, als auch Atari ST sind auf die AD Wandlung über den Pulsgenerator angewiesen. Nach langer Fehlersuche war die Lösung frustrierend einfach: In den veröffentlichten Schaltplänen ist die Belegung falsch angegeben: Poti X, Trigger X und RC-X sind dort mit Poti Y, Trigger Y und RC-Y vertauscht.

Beim Testen mit dem Diagnoseprogramm aus der Anleitung ist darauf zu achten, dass ein Adapter mit Brücken für die AD-Wandlung genutzt wird und die Anschlüsse EX und EY über die beiden Potentiometer oder einem Kabel mit +5 V verbunden sind. Das gilt auch dann, wenn das verwendete Modell wie der Plotter oder der Trainings-Roboter keine analogen Eingangssignale benötigt. Andernfalls tritt folgendes Problem auf: Das Diagnoseprogramm aktiviert das Monoflop zur AD-Wandlung, doch ohne Verbindung zur +5 V lädt der Kondensator im Interface nicht auf. Dadurch wird der Schwellwert nicht erreicht, das Programm bleibt hängen, und es scheint, als sei das Interface defekt.

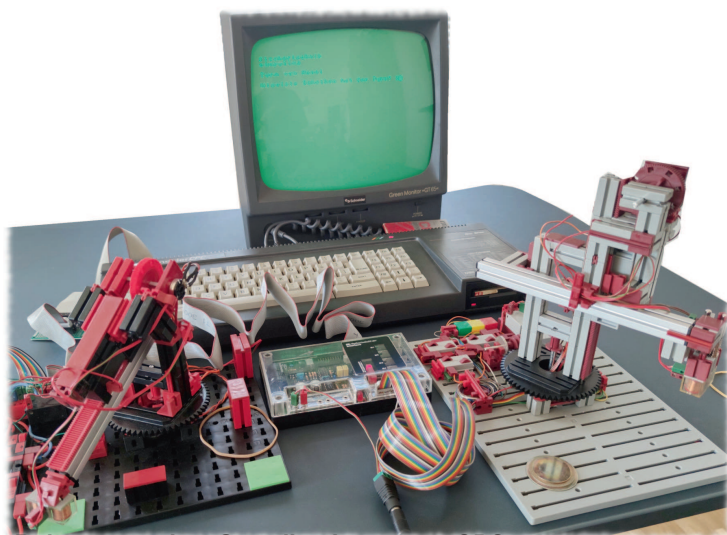
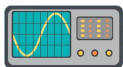
## „Teach-In“ und „Turm von Hanoi“ Roboter

Am Schneider CPC angeschlossen, fehlte nun noch die passende Software zur Ansteuerung des Interfaces. Eine einfache Lösung bietet das in der Anleitung zum Schneider-Interface (39489) enthaltene BASIC-Programm, das die notwendigen Treiber routines als DATA-Zeilen enthält und installiert. Damit lässt sich das Interface ansteuern. Ähnliche BASIC-Programme zur Treiberinstallation sind auch in den Anleitungen für die Apple II, Acorn und Commodore VC-20/C64 enthalten, sodass diese Interfaces ebenfalls unkompliziert in Betrieb genommen werden können.

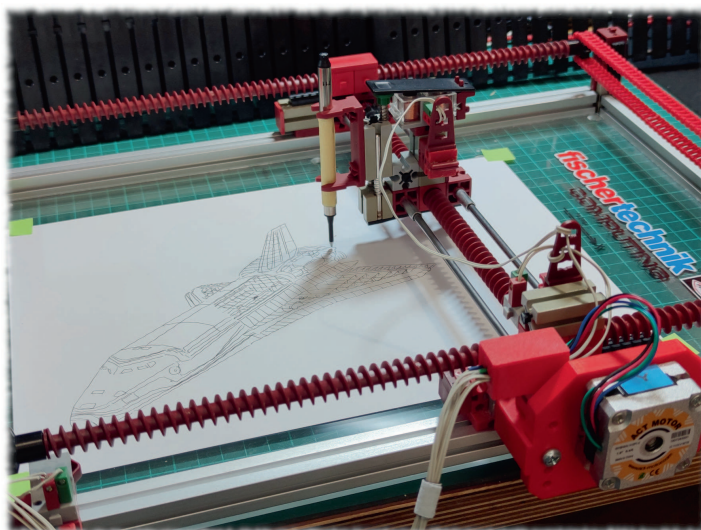
Prinzipiell lässt sich so der Plotter mit dem Schneider CPC ansteuern, allerdings gibt es für den CPC nur wenige Vektorgrafik Programme, mit denen sich der Plotter sinnvoll nutzen ließe. Eine sinnvollere Betätigung schien daher die Steuerung von Modellen aus dem Grundbaukasten. Zudem sollten die analogen Eingänge getestet werden. Der Schneider CPC eignet sich gut zur Ansteuerung von Modellen wie dem „Turm von Hanoi“ oder dem „Teach-In“-Roboter, und entsprechende BASIC-Programme lassen sich mit Hilfe des Treibers leicht erstellen.

Zum Test wurde der „Teach-In“-Roboter mit aktuellen *fischertechnik* Teilen nach der





Roboter aus dem Grundbaukasten am CPC



Der Plotter im Einsatz

offiziellen Bauanleitung nachgebaut. Hilfreich ist dabei neben der Bauanleitung eine Stückliste, die online in der Datenbank der *fischertechnik*-Community verfügbar ist. Die Anleitungen sind grundsätzlich gut nachvollziehbar, erfordern aber etwas Aufmerksamkeit. Es empfiehlt sich, zunächst die für einen Bauschritt erforderlichen Teile (und nur diese) herauszusuchen und dann in der Abbildung zu schauen, wo diese wie montiert werden müssen. Bei Aufbau sollte man der Orientierung der Bausteine, beispielsweise erkennbar an den Nuten am Ende, besondere Aufmerksamkeit widmen, um spätere Rück- und Umbauten zu vermeiden. Teilweise ist aus den Abbildungen in der Anleitung die genaue Position einzelner Bausteine schwer ersichtlich. Oft hilft es dann, spätere Bauschritte aus einer anderen Perspektive oder die Abbildung des kompletten Modells zu betrachten.

Nur in Sonderfällen wird in der Bauanleitung bereits auf die Verkabelung hingewiesen, beispielsweise wenn aus Platzgründen ein Stecker nur ohne Hülse verbaut werden kann. Gerade bei den Robotern empfiehlt es sich aber, die Kabel zumindest an der drehbaren Basis schon während des Aufbaus zu verlegen, weil für eine nachträgliche Verlegung wenig Platz ist. Die Abbildung zeigt den Nachbau des „Teach-In“-Roboters mit aktuellen Teilen sowie den „Turm von Hanoi“-Roboter mit historischen Teilen aus einem später hinzugekommenen Original-Grundbaukasten.

Ein interessanter Aspekt ist übrigens, dass die Bauanleitung die Modelle in einer „Vollausstattung“ zeigt, die nicht immer von

der *fischertechnik*-Software unterstützt wird. So nutzt das Original-Programm für den „Turm von Hanoi“-Roboter nur ein Potentiometer für die Orientierung des Roboterarm und zwei Taster als Endschalter. Verbaut und damit nutzbar sind aber auch das zweite Potentiometer für die Höhe des Arms und weitere Taster. Mit eigener Software kann daher auch dieser Roboter als „Teach-In“-Roboter genutzt werden.

## Der Plotter am Atari ST

Der Atari ST eignet sich gut für den Plotterbetrieb: Durch das VDI ist Vektorgrafik direkt im GEM integriert und es existieren zahlreiche Vektorgrafik-Programme. Es ergab sich aber ein Problem mit der Treiber-Software: In der Dokumentation (39483) existiert zwar ein Listing in GFA-Basic, doch dieses verweist auf eine externe Binär-Datei, die nicht dokumentiert ist. Die Lösung war ein 68000-Assembler-Listing in der Programmieranleitung. Allerdings erwiesen sich sowohl der Assembler als auch GFA-BASIC als unerwartet problematisch: Die Binärdatei wird im GFA-Basic Programm in einen variablen Speicherbereich geladen und muss daher PC-relativ arbeiten. Der Devpac Assembler übersetzt die im Listing angegebenen Adressierungen, beispielsweise von

```
lea avar,a4
aber absolut. Für PC-relative Adressierung
muss dies explizit als
lea avar(pc),a4
```

formuliert werden. Der von *fischertechnik* verwendete 68000 Assembler war offenbar so konfiguriert, dass standardmäßig PC-relativer Code erzeugt wurde. Ein weiteres

Problem betraf GFA Basic: In den GFA-BASIC-Versionen 3.5 und 3.6TT führt der CALL-Befehl zu Abstürzen. Die Lösung war, statt

```
CALL start%
den äquivalenten Befehl
```

```
VOID C:start%()
```

zu verwenden. Mit diesen Anpassungen lässt sich das Interface, und damit der Plotter, auch am Atari ST nutzen. Die Abbildung zeigt den Plotter in Aktion.

## Fazit

Mit einem *fischertechnik*-Computing Interface kann man Heimcomputern interessante Betätigungen jenseits von Spielen verschaffen. Die Informationen in diesem Artikel und der ergänzenden Infobox sollten helfen, einige frustrierende Probleme zu vermeiden. Die Modelle des Grundbaukastens sind vielseitig und lassen sich vergleichsweise günstig auch mit heute verfügbaren Teilen nachbauen. Der Plotter ist sehr interessant und tatsächlich nutzbar. Hier sollte man aber versuchen, ein möglichst vollständiges Original zu bekommen, oder gleich ein alternatives Design bauen. Dazu finden sich auf der Webseite der *fischertechnik*-Community zahlreiche Plottermodelle, die ebenfalls mit den Computing-Interfaces angesteuert werden können. Ähnliches gilt für den Trainingsroboter. Hier sind spätere Bausätze aus dem *fischertechnik*-Programm oder die im Buch „*fischertechnik*-Roboter mit Arduino“ [10] beschriebenen Modelle mögliche Alternativen.

Das *fischertechnik* Computing System endete nicht mit den hier beschriebenen Bau-

**Tabelle der bekannten Computing Interface**

| Computer                                               | Artikel-Nummer FT / CVK oder Bezeichnung, (Jahr)       | Bemerkungen                                                                                                            |
|--------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Commodore VC20, C64, C128                              | 30562 (1985), CVK66088                                 | Kombiniert Pulsgenerator auf dem Interface mit VIA/CIA Counter zur AD Wandlung                                         |
| Commodore CBM 4xxx, 8xxx                               | 30561 (1985), CVK66096                                 |                                                                                                                        |
| Apple II, II+, II europlus, II e                       | 30563 (1985), CVK66118                                 | Nutzt interne Timer des Apple für AD, da nur 4 Ausgänge am Game Connector                                              |
| Acorn BBC                                              | 30564 (1985), CVK66126                                 |                                                                                                                        |
| Schneider/Amstrad CPC                                  | 30565 (1985), CVK66134, CVK 66398 (CPC 6128 Stecker)   | Zwei Versionen, mit einlagiger und zweilagiger Platine                                                                 |
| IBM PC + Kompatibile                                   | 30567 (1986), CVK66142                                 | Bei CVK ab 1987 auch explizit für Siemens PC-D gelistet (vorher separat angekündigt)                                   |
| Universal: Interface Centronics Port                   | 30566 (1987)                                           | Software und Adapter erhältlich für Apple II, Commodore VC-20/C64, Schneider CPC, IBM-PC, Atari ST und Commodore Amiga |
| Universal: CVK fischertechnik Schul-Interface          | 3639X (1989), CVK66843                                 |                                                                                                                        |
| Universal: Universal Interface                         | 30520 (1991)                                           |                                                                                                                        |
| Thomson TO7, TO9                                       | 1986                                                   | Für fischertechnik Frankreich, Programmierung in Logo                                                                  |
| Acorn BBC                                              | Unilab 532.030 Interface for Fischertechnik (1985)     | Unilab, UK                                                                                                             |
| Apple Macintosh                                        | Interface Service (?), Service II, Service III (1989)  | Vertrieb: Böinig und Kallenbach, Dortmund                                                                              |
| Atari XL, XE                                           | 1988                                                   | Vertrieb: Reitershan Computertechnik, Miehlen/Taunus; über Joystickports                                               |
| BERT Einplatinen Computer                              | 1987                                                   | Vertrieb: VGS Verlagsgesellschaft, Köln                                                                                |
| Busch Microtronic                                      | Busch Interface-Bausteine (1986)                       | Vertrieb: Experimenta Gambke, Berlin                                                                                   |
| Commodore C64                                          | Parsec Interface                                       | Für Kanada / USA, Parsec Research Inc.                                                                                 |
| IBM PC                                                 | Parsec Interface (1985)                                | Für Kanada / USA, Parsec Research Inc.                                                                                 |
| Kosmos CP1                                             | Kosmos Relais-Interface CP4 (1985)                     | Vertrieb: Franckh'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart                                                                  |
| MSX 1,2                                                | 1988                                                   | Vertrieb: Data Beutner, Kellinghusen; Centronics Port                                                                  |
| Multitech Microprofessor 1 und 1+, SEL/TEL Z80 Trainer | FTC Interface (1986)                                   | Vertrieb: Bardehle Datentechnik, Salzkotten                                                                            |
| NDR Klein-Computer                                     | IOE Karte + Bausatz (1984), IOE2 oder ROB2 Karte       | Vertrieb: GES, Kempten                                                                                                 |
| Sharp MZ700, MZ800                                     | Interface Sharp (1987)                                 | Vertrieb: Karasch Datentechnik, Aachen                                                                                 |
| Sharp PC 1500                                          | 1987                                                   | Vertrieb: Luellmann, Ganderkesee                                                                                       |
| Sinclair ZX Spectrum                                   | Hertich Regelinterface für Sinclair ZX Spektrum (1986) | Vertrieb: Hertich Computer GmbH, Gütersloh                                                                             |
| TA Alphatronic PC8, P10, P20                           | 1987                                                   | Vertrieb: MEZ GmbH, Beckum                                                                                             |

sätzen. Als Nachfolger des Grundbaukastens erschien 1987 der „Computing Experimental“ Baukasten (30573). Dieser beinhaltet weitere interessante Modelle, unter anderem eine fahrbare „Turtle“. Später gab es auch verbesserte Software: Beim Schneider CPC kann das Computing Interface mit neuerer Treibersoftware komfortabel mit RSX Befehlen angesprochen werden. Für PC, Atari ST und Amiga folgte ab 1991 die Software „Lucky Logic“, die eine Flußdiagramm-basierte Programmierung ermöglichte. Die Ära der Computing Interfaces endete erst 1997 mit dem Erscheinen des *fischertechnik* „Intelligent Interface“, das einen eigenen Mikrocontroller beinhaltet und damit nicht mehr auf einen angeschlossenen Computer angewiesen war. (Volker Paelke)

## Links

Stücklisten und weitergehende Informationen lassen sich online (über die im Artikel angegebenen Artikelnummern) in der Datenbank der *fischertechnik* Community abrufen:

<https://ft-datenbank.de/>

Bauanleitungen und Programmieranleitungen sind als Scans in der online Bibliothek des *fischertechnik*club Nederland unter „Computing Dozen“ verfügbar:

<https://docs.fischertechnikclub.nl/computing/computing.html>

Schaltpläne für verschiedene Computing Interfaces (Achtung: teilweise mit fehlerhafter Belegung) finden sich auf der Webseite der *fischertechnik* Community:

[https://www.ftcommunity.de/knowhow/computing/computing\\_interfaces/](https://www.ftcommunity.de/knowhow/computing/computing_interfaces/)

Offizieller fischertechnik Ersatzteil Shop für Neu-teile aus dem aktuellen Programm:

<https://santjohanser.de/fischertechnik/einzelteile/>

Anbieter mit umfangreichem Angebot von historischen, gebrauchten fischertechnik Komponenten:

<https://www.fischerfriendsman.de/>  
USB Interface zum Computing Interface „Robo Connect Box“:

<https://shop.knotech.de/education-line/robo-connect-box/>

Forum64 Thread zum Nachbau des klassischen Universal-Interfaces:

<https://www.forum64.de/index.php?thread/130905-projekt-neues-fischertechnik-interface-mit-austauschbaren-motorendstufen/>

## Referenzen:

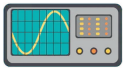
- [1] Arendt, J.: „Microelektronik im Fernsehen“, MC - Die Mikrocomputer Zeitschrift, Ausgabe 1/1984, Franzis Verlag, S.44-47.
- [2] Loop - Zeitung für Computer-Bauer, Anwender, Programmierer und Starter, Ausgabe 2/1984, Graf Elektronik Systeme, S.10.
- [3] Presseankündigung zum Computing System: „Computing-Bauset“, HC - Mein Home-Computer, Ausgabe 4/1985, Vogel Verlag, S.7.
- [4] Anzeige „Wer seinen Computer liebt, schenkt ihm einen Baukasten“, HC - Mein Home-Computer, Ausgabe 6/1985, Vogel Verlag, S.39.
- [5] Anzeige „Wer seinen Computer liebt, schenkt ihm einen Baukasten“, Happy Computer, Ausgabe 6/1985, Markt und Technik Verlag, S.5.
- [6] Trapp, R.: „V. I. P. – Ein I<sup>2</sup>C-nach-Computing-Interface-Umsetzer“, ft:pedia, Ausgabe 2/2017, ISSN 2192-5879, S. 63–73. Online:

<https://ftcommunity.de/ftpedia/2017/2017-2/>

- [7] ELO Sonderheft 255: Roboter selbst steuern, Franzis Verlag, 1987. Online: [https://ftcommunity.de/knowhow/andenken/dokumente/ELO\\_Sonderheft\\_255\\_V2.pdf](https://ftcommunity.de/knowhow/andenken/dokumente/ELO_Sonderheft_255_V2.pdf)
- [8] „Roboter steuern mit dem CPC“, Schneidern Aktiv, Ausgabe 12/1985, Verlag Computer-Aktiv, S.5-13.
- [9] Schulé, R.: Experimente zur Robotik. Modelle bauen und programmieren, 1988, Franzis Verlag, ISBN: 3772394612.
- [10] Fox, D., Püttmann, T.: Bauen, erleben, begreifen: fischertechnik-Roboter mit Arduino, 2020, dpunkt Verlag, ISBN: 978-3-86490-426-4. Webseite zum Buch:

<https://fischertechnik-roboter-mit-arduino.de/>





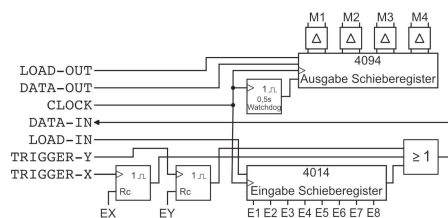
## Aufbau und Funktion des fischertechnik Computing-Interfaces

# Kontakt gesucht

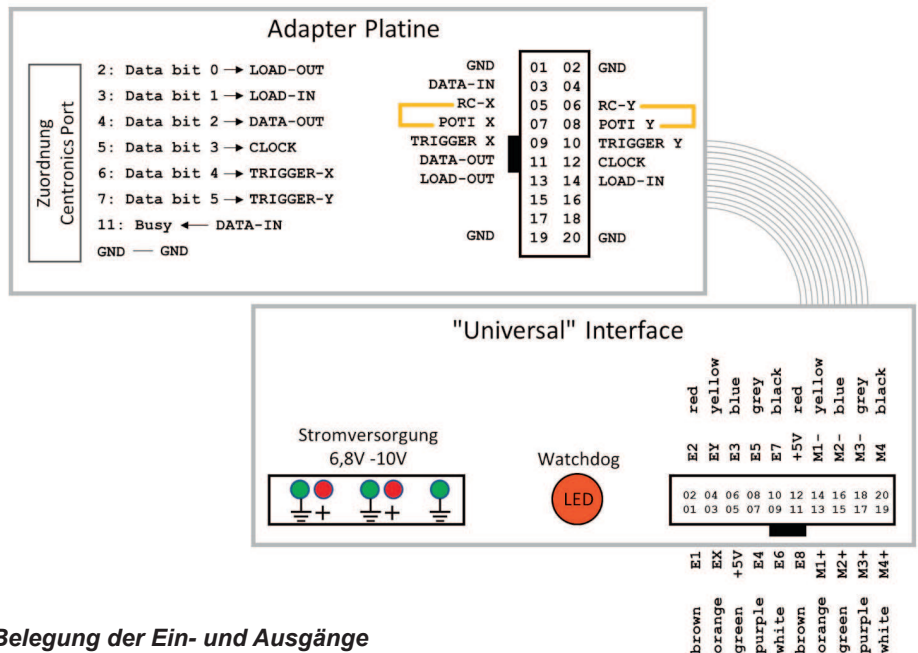
Um rechnerunabhängig identische Ein- und Ausgabemöglichkeiten bereitzustellen, verwenden die fischertechnik-Interfaces zwei 8-Bit-Schieberegister (siehe Blockdiagramm): Das Eingabe-Schieberegister ist ein Parallel-In-Serial-Out-Schieberegister (4014). Bei einem „LOAD-IN“-Signal werden die anliegenden digitalen Eingangswerte gespeichert und können anschließend seriell, durch das „CLOCK“-Signal getaktet, am Ausgang „DATA-IN“ ausgelesen werden. Die acht digitalen Eingänge (E1-E8) sind im Interface mit je einem Pull-Down-Widerstand von 1 k $\Omega$  versehen. Sie liegen daher normalerweise auf 0 V. Ein Taster sollte so angeschlossen werden, dass er beim Drücken 5 V an den Eingang anlegt (positive Logik: gedrückt = 5 V = High; nicht gedrückt = 0 V = Low). Durch diese Konfiguration ist es auch möglich TTL Logiksignale einzulesen.

### Analoge Eingänge

Weiterhin stehen zwei analoge Eingänge (EX, EY) zur Verfügung, an denen variable Widerstände wie Potentiometer oder Fotowiderstände im Bereich von 0  $\Omega$  bis 5 k $\Omega$  gemessen werden können. Die Analog-Digital-Wandlung erfolgt entweder im Computer (beim Apple-II-Interface) oder mit Hilfe eines als Monoflop geschalteten Timers im Interface (verwendet wird jeweils eine Hälfte eines 556-Timers, der einem 555 entspricht). Die Monoflops werden über die Signale „TRIGGER-X“ bzw. „TRIGGER-Y“ gestartet. Dabei wird der analoge Widerstandswert über ein RC Glied in einen Puls



**Blockdiagramm**  
fischertechnik Computing Interface



**Belegung der Ein- und Ausgänge**

umgewandelt, dessen Länge vom variablen Widerstand abhängt. Dieser Puls wird über ein ODER-Gatter ebenfalls auf „DATA-IN“ ausgegeben. Der Computer kann so durch Messung der Pulslänge den Widerstand bestimmen. Die Commodore-Interfaces verwenden einen weiteren Timer, um während der Dauer des Pulses ein Rechtecksignal zu erzeugen, das vom VIA bzw. CIA direkt und ohne Beteiligung der CPU gezählt werden kann.

### Motor Ausgänge

Das ebenfalls durch das „CLOCK“-Signal getaktete Ausgabe-Schieberegister ist ein Serial-In-Parallel-Out-Schieberegister (4094), welches serielle Daten vom Eingang „DATA-OUT“ übernimmt. Der im Register gespeicherte Wert wird durch das Signal „LOAD-OUT“ auf eine H-Brückenschaltung ausgegeben, die die Motorausgänge ansteuert. In älteren Interfaces ist diese H-Brücke aus diskreten Transistoren aufgebaut, neuere Modelle verwenden integrierte TLE4201-Motortreiber. Die fischertechnik

Anleitung gibt eine Belastbarkeit von 1 A pro Motorausgang an. Über einen Motorausgang können auch Lampen oder LEDs angesteuert werden. Entgegen manchen Veröffentlichungen ist es jedoch nicht möglich, zwei einfache Verbraucher über einen einzelnen Motorausgang unabhängig anzusteuern: Bei älteren Interfaces verhindert eine Schutzschaltung den Zustand „11“ (= beide „ein“), bei neueren Interfaces interpretiert der TLE4201 den Zustand „11“ als „STOP“.

### Der Watchdog Timer

Ein weiterer Timer dient als Watchdog: Falls länger als ca. 0,5 s kein „CLOCK“-Signal empfangen wird, werden die Motortreiber abgeschaltet. Der Watchdog steuert auch die rote LED auf dem Interface. Diese zeigt, entgegen einer häufigen Annahme, nicht die Stromversorgung an, sondern leuchtet ausschließlich, solange der Watchdog aktiv ist. Es ist daher normal, dass die LED nicht leuchtet, wenn an „CLOCK“ kein Takt anliegt.

## Die Stromversorgung

Die Stromversorgung erfolgt gemäß Anleitung mit einer Eingangsspannung zwischen 6,8 V und 10 V. Am Interface befinden sich fünf Buchsen (für fischertechnik-Stecker) zur Stromversorgung: Zwei für die positive Spannung und drei für GND. Intern erzeugt ein linearer 7805-Spannungsregler aus der Eingangsspannung die für die digitale Logik erforderlichen 5V. An den Ausgängen der Motortreiber liegt jedoch die volle Eingangsspannung an, weshalb hier Vorsicht geboten ist.

## Verbindungen

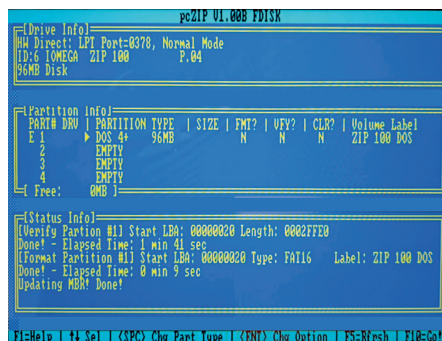
Zum Modell werden die Ein- und -Ausgänge auf eine 20-polige Stiftleiste (2 × 10 Pins im 2,54-mm-Raster) geführt, deren Belegung bei allen Interface-Versionen identisch ist (Belegung der Ein- und Ausgänge, rechts unten). An dieser Stiftleiste können mit passenden Steckern und Flachbandkabeln entweder direkte Verbindungen zum Modell hergestellt werden, oder es erfolgt ein Anschluss an eine „Buchsenplatte“ (75140), die Anschlüsse für die fischertechnik-Ministecker (2,5 mm Durchmesser) bereitstellt. Interessanterweise ist die +5V Spannung doppelt vorhanden, jedoch kein Masseanschluss vorgesehen. Masseverbindungen müssen daher separat, beispielsweise über die dritte GND Buchse der Stromversorgung, erfolgen.

Zum Computer erfolgte die Verbindung über verlötete Flachbandkabel, die bei den frühen Versionen direkt zu einem computerspezifischen Verbinder führen. Bei den späteren „Universal“ Interfaces führt es auf eine einheitliche 20-polige Pfostenbuchse (2 x 10), die in computerspezifische Adapter eingesteckt wird (Belegung der Ein- und Ausgänge, rechts oben). Leider ist in den im Internet verfügbaren Schaltplänen die Belegung teilweise falsch angegeben. Die Abbildung zeigt die korrekte Belegung auf der Adapter-Platine für die „Universal“ Interfaces.

## Über den Autor

Wie viele tauschte Volker Paelke in den 80ern fischertechnik gegen Computer und blieb dem Schneider CPC und Atari ST bis heute treu. Ein Zufallsfund brachte die Baukästen zurück und beschäftigt seither nicht nur die Heimcomputer nachhaltig.

# Neuer Treiber für IOMEGA ZIP und JAZ



Seit Jahr 2017 hat sich Chris V aus Mantua in Utah (USA) mit der Nutzung von Iomega ZIP/JAZ-Laufwerken für ältere PC-Systeme beschäftigt. Leider funktionierten die von Iomega zur Verfügung gestellten Treiber nicht gut oder überhaupt nicht auf älteren Systemen. er wollte stattdessen eine kleinen Treiber in einer einzigen Datei haben, mit GUEST- und FDISK-Fähigkeit, der mit einem originalen IBM 5150 mit einer einseitigen 180KB-Diskette oder einem modernen PC mit einem Parallelport verwendet werden könnte. Damit war die Idee zu pcZIP geboren. Das erste Problem war, genügend Dokumentation über die Hardware zu finden, um das Projekt zu starten. Hier kamen das Linux IMM und das PPA Projekt mit seinen Treiber ins Spiel. Sie lieferten die Spezifikationen für die Ansprache der Hardware. Danach ging es um die Entwicklung eines Anwendungsr Rahmens für die Arbeit mit verschiedenen parallelen Schnittstellen und Laufwerken sowie um die Prozesskommunikation, damit die Treiber als System kommunizieren können. Dieser Treiber ist seit etwa 6 Jahren in verschiedenen Formen in Betrieb gewesen. Ende 2024 schaffte Chris es dann, ihn fertig zu stellen und zu veröffentlichen. Der Treiber ist vollständig in x86-Assembler geschrieben und verwendet den Borland TASM Ideal-Modus für Größe und Geschwindigkeit. Er kann auf einem aktuellen Intel i/ Systeme ebenso übersetzt werden wie auf einem IBM 5150 – dort dauert es allerdings etwa 20 Minuten. Chris will den vollständigen Quellcode mit seinem Build-System un-

ter der GPLv3 zu veröffentlichen.

Das Treiberpaket enthält folgende Dateien:

- PCZIP.COM, PCZIP.EXE: Der vollständige Treiber mit FDISK, Disk Editor and GUEST Funktionen
- PCZIPDBG.COM, PCZIPDBG.EXE: Versionen mit zusätzlichen Debug-Meldungen
- PCZIPFD.COM, PCZIPFD.EXE: Version ohne Disk Editor Funktion
- PCZIPDRV.COM, PCZIPDRV.EXE: Version nur mit Guest-Funktion, dafür nur etwa 13 KByte groß. Diese Version ist nützlich für Disketten mit 180 KByte oder 360 KByte Kapazität und spart entsprechend Platz auf der Diskette.

Die Benutzung des Treibers sollte auf einer unwichtigen ZIP Disk erprobt werden.

Um zu sehen, ob das System Ihr Laufwerk ansprechen kann, muss das Laufwerk angeschlossen sein. Der Befehl

```
pczip /scan /lptx
```

(wobei x die Nummer der Parallelschnittstelle ist) sollte ein Laufwerk auflisten. Der Befehl

```
pczip /guest /lptx,
```

verbindet dann das Laufwerk mit einem DOS-Laufwerksbuchstaben. Den FDISK-Partitionseditor auf einem GUEST-Laufwerk oder einem mit CONFIG.SYS geladenen Laufwerk führt dieser Befehl aus:

```
pczip /fdisk
```

Der Treiber lässt sich auch über config.sys laden:

```
DEVICE=PCZIP.COM /lptx
```

Eine Hilfeseite lässt sich mit pczip /? ausführen.

## Links

<https://forum.vcfed.org/index.php?threads/introducing-pczip-a-full-replacement-dos-driver-for-parallel-port-iomega-zip-and-jaz-drives-for-vintage-systems.1251148/>



## Erstes Großeicholzheimer Frühlingstreffen

Am Samstag, den 06.04.2024 fand in Großeicholzheim ein Usertreffen statt. Bei bestem Wetter fanden sich 17 Gäste im frisch renovierten örtlichen evangelischen Gemeindehaus ein, meist Vereinsmitglieder aus dem näheren Umfeld. Sie zeigten einige spannende Rechner, angefangen von WANGs über moderne C64 und PET Neubauten, Amigas, Apple 8- und 16 Bit Maschinen bis hin zu Maschinen aus dem DEC Universum. Auch eine Online-Verbindung zu einer AS/400 war zu bestaunen. Alle Exponate wurden ausgiebig genutzt und bespielt.

Die Teilnehmer ließen das Treffen abends in einer örtlichen Gaststätte ausklingen.

Es ist geplant, das Treffen als Ersatz für das frühere Waiblinger Usertreffen regelmäßig immer Anfang April anzubieten. Details zur Anmeldung und Terminen für das Treffen 2025 werden im Internetforum unter [forum.classic-computing.de](http://forum.classic-computing.de) bekannt gegeben.

Großeicholzheim liegt in Nordbaden; von Heidelberg, Schwäbisch-Hall, Stuttgart, Würzburg oder Mannheim ist es etwa eine Autostunde entfernt, von Karlsruhe oder Frankfurt sind es etwa 90 min. Der Ort ist auch mit der Bahn zu erreichen, der Bahnhof liegt etwa 15 min zu Fuß zum Veranstaltungsort entfernt.



## Retrocomputing-Abend in Stuttgart

Jeden zweiten Freitag im Monat trafen sich Retrocomputing-Begeisterte aus Stuttgart und Umgebung ab 18 Uhr und am dritten Samstag ab 15 Uhr im shack in der Ulmer Straße 300 in 70327 Stuttgart-Wangen. Ob Apple II, C64, 800XL, VCS, NES, ST, Amiga, Mac, PC-Klon, Wang 2200, PDP-11 oder gar LGP-30 – es waren alle an alter Computer-Technik interessierte Menschen willkommen, egal ob mit oder ohne Gerät. Anmeldungen wurden begrüßt, Spontanbesuche waren ausdrücklich erwünscht. Themen des Treffens waren auch 2024 wieder alte Computer, ihre Technik, ihre Geschichte(n), ihre Programmierung, ihre Erweiterung, ihre Instandhaltung und ihre Nutzung und Weiterverwendung.







## Retrocomputer-Treff Niedersachsen

Gleich dreimal trafen sich 2024 die Freunde alter Computer. Willkommen sind AMIGAs, ATARIs, C64, Apple, NeoGeo's, Schneider CPCs. Sinclairs, ACORNs und anderer alte Systeme zum Retrocomputer-Treff Niedersachsen im Freizeitheim Hannover Döhren. Neben Stammgästen nahmen auch viele Erstbesucher die Gelegenheit wahr, ihre Schätze zu präsentieren. Wie immer wurde lautstark gespielt, repariert und viel über alte Computer geredet.

## Alternatives Computermeeting in Flechtorf

Diese Veranstaltung hat Tradition und fand 2024 bereits zum 10. Mal statt. Flechtorf liegt günstig zwischen Wolfsburg und Braunschweig und damit nahe am früheren Commodore-Werk. Kein Wunder,

Wer

Ruhe brauchte, konnte sich ins Foyer zurückziehen und bei einem Kaffee konzentriert an einer Sache arbeiten. Das von der Stadt Hannover betriebene Freizeitheim bietet ausreichend Platz dafür und ist sowohl mit dem Auto als auch mit öffentlichen Verkehrsmitteln gut zu erreichen. Direkt neben dem Freizeitheim sind Supermärkte, an der Straße, finden sich auch verschiedene Gelegenheiten zum günstigen Mittagessen.

dass sich auf diesem Treffen auch immer wieder Commodore 64 und AMIGA Rechner einfanden. Willkommen waren aber auch alle Fans von Heimcomputern und Konsolen der Zeit zwischen 1980 und den frühen 2000er Jahren sowie deren Clones und Nachfolger. Das Treffen erstreckte sich über zwei Tage und bot viel Zeit zum gemeinsamen Erleben der alten Systeme und vor allem der unsterblichen Spiele.

Hinter dem Dorfgemeinschaftshaus konnte nachmittags und abends auch der Grill angeworfen werden. Die Veranstaltung erstreckte sich auch deshalb am Samstagabend bis tief in die Nacht.

Einen Eindruck von der Veranstaltung liefert das Zeitraffer-Video auf Youtube:

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





## Die Classic Computing 2024 in Pfedelbach Spaß für Null-Checker



### Classic Computing 2024



Pfedelbach, 27.09. - 29.09. Eintritt frei!



Positiv war auch die Resonanz in der Tagespresse und beim Lokalprogramm des SWR. Die vielen Besucher wurden durch diese Berichte auf die Veranstaltung aufmerksam, aber auch durch die Plakatierung entlang wichtiger Straßen, die wir so erstmals durch eine Werbeagentur durchführen ließen.

Neben der Ausstellung fand auch die traditionelle Verschenkecke großen Anklang. Dort konnten Aussteller und Gäste nicht mehr benötigte Hardware ablegen und so manches Stück fand rasch einen neuen Besitzer (gb).



„Wenn die sich treffen, haben aber auch Computer Nullchecker wie ich ihren Spaß“, urteilte der Moderator der Landesschau Baden-Württemberg in einem Beitrag über die Classic Computing 2024 im Örtchen Pfedelbach nahe Heilbronn. Nun, diese Einschätzung können wir nur beipflichten. Über 70 Ausstellern haben Hunderte klassischer Computer gezeigt, es wurde vorgeführt, repariert, umgebaut und Hilfestellung bei Problemen gegeben. Damit die Aussteller es einfacher haben, sich auf der Classic Computing zurecht zu finden, hatten wir in den Monaten davor Fragen und Antworten gesammelt. Schätzungsweise 400 Besucher fanden am Samstag und Sonntag den Weg in die Halle Nobelgusch

in Pfedelbach und waren durchweg überrascht und begeistert von der Vielfalt historischer Computer. Das zeigen auch die vielen Einträge in unser Gästebuch, das wir auf einem Apple Macintosh SE von 1987 im Eingangsbereich aufgebaut hatten.

Die Halle „Nobelgusch“ in Pfedelbach erwies sich als beinahe ideal für eine Classic Computing. Der großzügige Eingangsbereich bot Platz für die anwesenden Händler und den Getränkeverkauf, die Halle selbst genügend Platz für alle Aussteller. Das Vortragsprogramm, das die Ausstellung begleitete, fand in einem separaten Raum weit genug weg vom Trubel und der Geräuschkulisse der AMIGAs und Commodore 64 Platz (gb).







## Vorschau



### Die Big Five



Sie sind der „Mainstream“, wenn es um klassische Computer geht – der Apple II, die Atari 8-Bit Rechner, die Atari ST/TT Rechner, der Commodore 64 und der AMIGA. Wir schauen uns diese „Big Five“ unter einem besonderen Blickwinkel an: Was bedeuten sie den Fans heute und was gibt es Neues für diese Systeme?

#### MFA Computer

Die Mikrocomputer für Ausbildung verdienen einen intensiven Blick auf Technik und Erweiterungen.

#### Preisentwicklung klassischer Computer

Was hat eigentlich ein Atari ST im Jahr 1986 in Deutschland gekostet, was musste der User für einen AMIGA 1000 im Jahr 1990 noch bezahlen und was verlangten die Händler für die letzten Apple //c? Unsere Übersicht listet die Preisentwicklung über die Jahrzehnte auf.

#### ...und außerdem:

Neues aus dem Verein, Berichte zu seltenen Retrocomputern, Tipps, Rückblick auf Veranstaltungen und vieles andere mehr.

**Die LOAD Ausgabe #12  
erscheint im Frühjahr 2026.**

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

## Impressum

### Herausgeber:

Verein zum Erhalt klassischer Computer e.V.  
c/o Hans Hübner (1. Vorsitzender), Strelitzer Str. 63, 10115 Berlin  
ISSN für die Printausgabe: 2194-3567  
ISSN für die PDF-Ausgabe: 2194-3575

### Redaktion

Leitung: Georg Basse (gb)  
[redaktion@load-magazin.de](mailto:redaktion@load-magazin.de)  
Lektor: Siralec

### Autoren dieser Ausgabe

Georg Basse (gb), Jaume Lopez, Stephan Kraus, Matthias Krambeck, Gisela Maul, Jörn Mika, Peter Neidhardt, Volker Paelke, Günther Pospischil, Pawel Radomychelski, Peter Rost, Florian Stassen, Peter Sieg, Dr. Stefan Stumpferl, Christfried Welke, Dr. Michael Wessel (mw), Jürgen Wich

### Layout und Druck

Cover-Bild, Titelbild, Comic und Vorschau:  
Generiert mit <https://www.craiyon.com>

Gestaltung:  
Verein zum Erhalt klassischer Computer e.V.

Druck:  
Wir-Machen-Druck.de, 1. Auflage 2025 (1.000 Exemplare) [20250513]

### 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 4,- EUR erheben.





# Was hat alte Computertechnik mit Kultur zu tun?

## POKE und PEEK

Jetzt  
bestellen!

Per QR-Code  
oder unter  
[www.kulturrat.de/  
publikationen](http://www.kulturrat.de/publikationen)



[www.kulturrat-shop.de](http://www.kulturrat-shop.de)

versandkostenfrei!

### THEMEN:

- Back to the Bits: die Renaissance der 8-Bit-Computer
- Geteilte Entwicklungen: Retro-Computing in BRD und DDR
- Pixelästhetik: Sprites, Tiles und das Design der frühen Heimcomputer
- Hacktivismus: Vom digitalen Ungehorsam zur politischen Aktion u.v.m.

**Politik & Kultur**  
Ausgabe Juli/August 2025  
Hg. von Olaf Zimmermann  
und Theo Geißler  
ISSN 1619-4217

Es wird wieder gepokt und gepeekt in der Welt. Eine kleine Welle läuft durch das Land, Menschen wollen verstehen, wie was ist, wie was geht, wie was funktioniert.

4,00 €  
Juli/August  
25. Jahrgang

7/8  
2025

## Politik & Kultur

Bundesarchiv

[www.politikkultur.de](http://www.politikkultur.de)

Zeitung des Deutschen Kulturrates

In dieser Ausgabe:

Tahera Ameer  
Torsten Burmester  
Yvonne de Andrés  
Robin Passon  
Tobias Pehle  
und viele andere

### Honoraruntergrenzen

Ab dem 1. Juli müssen bei vom Bund zu mindestens 50 Prozent geförderten Projekten Mindesthonorare gezahlt werden. **Seite 3**

### Künstliche Intelligenz

Tarifverhandlungen des BFFS, Künstliche Intelligenz aus Sicht der Drehbuchautoren und Filmproduzenten, erste KI-Lizenz der VG Wort. **Seiten 4 bis 6**

### Kulturhauptstadt

In Chemnitz laufen die Vorbereitungen. Ziel ist es, die Stadtgesellschaft zu aktivieren und Hetze von rechts abzuwehren. **Seite 7**

### Kulturkahltschlag

Javier Milei, Argentinien neuer Präsident und selbsternannter »Anarcho-Kapitalist« betreibt eine verheerende Kulturpolitik. **Seite 13**

### Editorial

Vor Kurzem fragte mich ein leitender Mitarbeiter der Bundesregierung mit vorwurfsvollem Unterton, was denn der Kulturbereich gegen die Rechtsentwicklung in unserem Land gemacht hätte. Nun könnte man sagen, gerade die Bundesregierung sollte zuerst vor der eigenen Haustüre kehren, aber so einfach will ich es mir nicht machen. Offensichtlich haben wir zu wenig oder das Falsche getan, denn dass die Rechtsextremen solche Erfolge bei Wahlen einfahren können, ist ein überdeutliches Zeichen von Versagen von vielen, auch von uns.

Viele im Kulturbereich haben, wie große Teile der Wirtschaftselite auch, die Verantwortung für gesellschaftliche Fehlentwicklungen zu einer Verantwortung des Einzelnen abgeschieben. Die Leugner einer Klassengesellschaft sind gerade bei den jüngeren Kulturschaffenden in der Mehrheit. Die Auswirkungen dieser Individualisierung von Gesellschaftspolitik führt zwangsläufig zu einer Überforderung der Menschen, die als Einzelne für alle möglichen Fehlentwicklungen in Haft genommen werden: Du fliegst in den Urlaub, also bist du direkt verantwortlich für die Erdbebenwärmung. Du erträgst die Überforderung am Arbeitsplatz nicht mehr, also bist du ein Schwächling, und nicht die Produktionsbedingungen können schuld sein. Du hast Angst vor Fremden in deinem Wohnumfeld, also bist du ein Rassist, und nicht fehlende Integrationsmaßnahmen werden verantwortlich gemacht. Die persönliche Überforderung durch die Individualisierung von gesellschaftlichen Herausforderungen führt zu politischen Gegenbewegungen, wie dem Wahlen von Rechtsextremen, die vermeintlich die einzigen sind, die dieser Überforderung durch Kampf gegen das Establishment entgegenzutreten. Nun könnten die vielen Kulturräte im Lande offene Diskursräume sein, wo die notwendigen gesellschaftspolitischen Debatten breit geführt würden. Aber gerade viele dieser Orte erreichen die Breite der Bevölkerung nur unzureichend. Viele sind nicht inklusiv, sondern extrem exklusiv. Trotz allen Gerädes von der Kultur für alle sind die meisten Kulturräte Tempel für Hochgebildete. Immer öfter werden zum Beispiel Kulturdiskussionen nicht mehr in Deutsch, sondern nur in Englisch, ohne Übersetzung angeboten. Mehr Arroganz der Gebildeten, gegenüber der Breite der Bevölkerung, in der mitmitten alle Englisch sprechen, kann man sich nur schwer ausdenken. Der Kulturbereich zieht sich viel zu oft in Nischen der Selbstbeschäftigung zurück. Auch hier steht oftmals die Frage, wie fühle ich mich, vor der Frage, was passiert warum in unserer Gesellschaft. Diese Entpolitisierung des Kulturbereiches hat es den Rechtsextremen auch leicht gemacht, immer stärker zu werden. Hier können wir

## POKE und PEEK

Schwerpunkt Seiten 17 bis 31

## POKE und PEEK

Die uralten Basic-Befehle sind mein Schlachtruf

OLAF ZIMMERMANN

Es wird wieder gepokt und gepeekt in der Welt. Eine kleine Welle läuft durch das Land, Menschen wollen verstehen, wie was ist, wie was geht, wie was funktioniert. Sie wollen nicht mit Blackboxes hantieren, sich irgendwelchen Technikern auf Gedeih und Verderb ausliefern. Ich gehöre auch zu diesen Retrofans, die alten, vermeintlichen Elektronikschrott, wieder zu neuem Leben erwecken. POKE und PEEK, die uralten Basic-Befehle, mit denen man auf Speicheradressen direkt im Computer zugreifen kann, sind mein Schlachtruf.

Erkennen können, was wie ist, gehört zu den Eigenheiten des Menschen. Und zur persönlichen Freiheit gehört es, zu wissen, warum was wie ist

Mit POKE, alles immer in Großbuchstaben, schreibe ich unmittelbar in einen Computerspeicher, mit PEEK kann ich Informationen an jeder beliebigen Speicherstelle auslesen. Nicht bei den zeitgenössischen Computern, aber bei den alten 8-Bit-Gesellschaften Windows, keine Hilfen,

ein Programmierfehler kann den ganzen Computer schrotten. Wunderbar!

Wir stöhnen oft über die Schnelllebigkeit unserer Zeit, aber das viel größere Problem ist, finde ich, nicht die Geschwindigkeit, sondern der permanente Kontrollverlust über unser eigenes Tun. Wenn ich eine Suchanfrage bei Google starte, weiß ich nicht, welche Algorithmen die Ergebnisse beeinflussen. Mein Handy über mein Leben fundamental. Ob die Kontrolle über mein Leben fundamental. Ob die Kontrolle über meine letzten Behauptung selbst stützt, ChatGPT, der KI-gestützte Chatbot von OpenAI, einem US-amerikanischen KI-Unternehmen, ist bei meiner Erroberung der Tiefen der digitalen Vergangenheit mein Privatlehrer. Ein genialer Tool, aber die vielleicht größte und gefährlichste Blackbox von allen.

Ich bin ein Freund der technischen Entwicklung und habe selbst zu viele elektronische Spielzeuge unserer Konsumwelt, und trotzdem sehe ich mich nach den Dingen, die ich überschauen kann. Ist die Welt dafür zu komplex, zu globalisiert, zu kompliziert? Nein, das glaube ich nicht. Die Dinge sind deshalb so undurchschaubar, weil man so besessen den Konsum mit ihnen steigern kann. Was muss der Kunde schon wissen, wie eine Sache funktioniert – nutzen soll er sie und sich nach der nächsten Version sehnen.

Letztlich geht es um Gewinn und manchmal Potenzen auch noch um Kontrolle. Ein Blick nicht nur nach China zeigt, wie schnell die Freiheit in einer digitalen Wolke zerplatzen kann. Gesichtserkennungskameras an jeder Straßenecke, die riesige Datenbanken füttern, und ein Staat, der diese Daten zum Erstellen von permanenten Bewegungsprofilen seiner Bürgerinnen und Bürger unkontrolliert einseht, ist ein Albtraum. Und wird der Datenschutz

Kunstwerke auf Ultratrechnern programmiert, auch die Hacker-Szene, die sich legal und mal auch illegal in fremde Systeme einschleichen, Vorkämpfer für unsere Emanzipation übersumgüter um uns herum.

Ich möchte mein Handy poken und peeken, ich möchte in die Tiefen von ChatGPT programmieren mit POKE und PEEK vordringen.

Dinge sind deshalb so undurchschaubar, weil man so besessen den Konsum mit ihnen steigern kann

sehen, was der Algorithmus macht, und die Eintragungen über mich in den verschiedenen Datenbanken mit PEEK lesen und wenn mit POKE verändern können. Das ist auch es wird wieder gepokt und gepeekt. Eine kleine Welle läuft durch das Land wollen verstehen, wie was ist, wie was funktioniert. Sie wollen nicht mit Blackboxen hantieren, sich irgendwelchen Technikern auf Gedeih und Verderb ausliefern. Ich gehöre auch zu diesen Retrofans, die alten, vermeintlichen Elektronikschrott, wieder zu neuem Leben erwecken. POKE und PEEK, die uralten Basic-Befehle, mit denen man auf Speicheradressen direkt im Computer zugreifen kann, sind mein Schlachtruf.

Erkennen können, was wie ist, gehört zu den Eigenheiten des Menschen. Und zur persönlichen Freiheit gehört es, zu wissen, warum was wie ist. Bildung so elementar, weil kein Wissen, ergo keine Freiheit mit





# A M I G A FUTURE

**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**