

Joachim Arendt

Mikroelektronik im Fernsehen

In diesem Jahr wird in der Bundesrepublik eine 26teilige, vom NDR produzierte Fernsehserie von je 15 Minuten Dauer ausgestrahlt (der Verfasser dieses Beitrags ist Leiter des NDR-Schulfernsehens). Dabei handelt es sich um einen Kurs mit mc-Autor Rolf-Dieter Klein, der u. a. den Selbstbau eines Computers auf der Basis des Prozessors 68008 beschreibt. mc wird die Sendereihe monatlich begleiten.

Mit Recht werden heutzutage von jedem Hauptschüler und von jedem „Azubi“ Grundkenntnisse der englischen oder französischen Sprache erwartet; aber immer noch gibt es viele Leute mit einem Abitur in der Tasche, die sich – ohne rot zu werden – gebildet nennen, obwohl sie nur mangelhaft logisch, mathematisch oder technisch geschult sind – unverzichtbare Voraussetzungen, um mit den neuen „Schreib- und Denkzeugen“ umgehen zu können. „Gebildet“ nennt man gemeinhin denjenigen, der sich in seiner Umwelt zurechtfindet und seine Beziehung zu ihr differenziert zu be-

schreiben vermag. Unsere Umwelt ist durchtränkt mit technischen und mathematischen Sachverhalten. Ob man sie so mag oder nicht, in dieser Welt werden wir uns nur orientieren und behaupten können, wenn wir lernen, unsere Sachprobleme auch in einer der Computersprachen darzustellen und Lösungen dieser Probleme mit Hilfe von elektronischen Rechnern zu suchen und zu entwickeln. Diese Überlegungen haben die Schulfernseh-Redaktion des NDR bewogen, den Fernskurs „Mikroelektronik“ mit 26 Folgen zu je etwa 15 Minuten Sende-

länge zu produzieren und auszustrahlen. Gleichgewichtig werden in diesem Kurs Aufbau und Funktion von Computern und Grundkenntnisse ihrer Sprachen vermittelt.

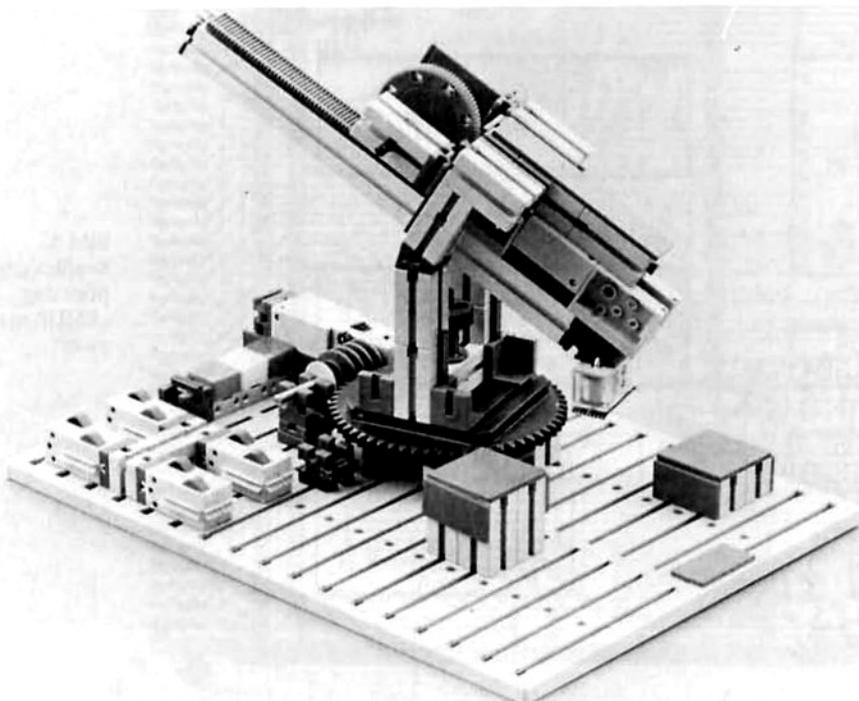
Getreu dem Grundsatz, daß nur der ein Werk beherrscht, der es selbst gestaltet, wird gezeigt, wie jedermann seinen Computer selbst bauen kann – beileibe keinen primitiven Übungscomputer, sondern einen soliden, „professionellen“, der mühelos kritischen, ingenieurgerechten Prüfungen standhält. Hier muß ein Name genannt werden: Rolf-Dieter Klein, ein junger Wissenschaftler an der Technischen Universität München, vielen bekannt als Autor von Büchern und Zeitschriftenartikeln zu Hard- und Softwarefragen der Mikroelektronik. Seine besondere Stärke liegt nicht nur im Gespür für Trends in der neuen Technologie, sondern auch im Verständnis für Hilflosigkeit und Nöte der Anfänger in der manchmal so verwirrenden Welt der Mikroelektronik. Von Rolf-Dieter Klein stammt die Idee für das modulare Computer-System, das der NDR seinen Sendungen zugrundelegt, und die Konzeption für die einzelnen Baugruppen; er hat auch das Gerüst für den Fernskurs entwickelt. Im folgenden soll ein Überblick über den Fernskurs mit seinen 26 Folgen und den vielfältigen Begleitmaterialien dazu gegeben werden.

Die ersten Schritte

Die „Folge Null“ vermittelt Orientierungshilfen für die Arbeit mit dem Kurs. Je nach seinen Voraussetzungen und seinen Wünschen kann man an unterschiedlichen Stellen in den Kurs einsteigen.

Wer Grundkenntnisse und -fertigkeiten in der Mikroelektronik mitbringt oder bereits einen kleinen Rechner besitzt und auf ein anspruchsvolleres System umsteigen möchte, braucht nicht die ersten Schritte mitzugehen, sondern kann an einer späteren Stelle mit dem NDR-Kurs beginnen.

Es mag aber auch sein, daß zum Beispiel ein Handwerker für Kunden sein Angebot durch wenig aufwendige elektronische Steuer- und Regelgeräte erweitern will. Ein Schüler möchte seine Modell-eisenbahnanlage rechnergesteuert betreiben. Beide brauchen zunächst nur ein kleines System und einige Kenntnisse in der Prozeßsteuerung; sie werden vielleicht nicht den ganzen Kurs durchlaufen, sondern nur die für sie notwendigen ersten Teile.



Ein Roboter-Demonstrationsmodell

Gewiß, der Kurs kann nicht für alle besonderen Wünsche und Bedürfnisse Rezepte anbieten; er gibt eine allgemeine Einführung, erklärt den Aufbau und die Funktion von Rechnern und zeigt an einigen Beispielen die Arbeit mit den kleinen „intelligenten“ Apparaten. Wo günstige Kurseinstiege oder -ausgänge liegen, zeigt „Folge Null“.

Roboter & Co.

Wer keine stabile Spannungsversorgung für einen Computer hat, wird lernen, wie man sich selbst einen Gleichrichter mit Glättung und Spannungsregelung baut. Vorausgesetzt wird also nur eine Wechselspannungsquelle von 7,5 bis etwa 10 Volt, eine ungefährliche also, die in jeder Schule, aber auch bei jedem Bastler oder Modelleisenbahnfreund vorhanden ist.

Sechs Folgen zeigen Aufbau und Funktion eines sogenannten Einplatinencomputers auf der Grundlage des Z80A-Mikroprozessors. Dabei schaut man in den Computer nur so weit hinein, wie zum Verständnis seines Aus- und Eingabeverhaltens notwendig ist. Besonderer Wert wird in dem Kurs also auf die Beobachtung und Bewertung von Signalen, die Behandlung von – nie vermeidbaren – Fehlern und von Schnittstellen-Problemen gelegt.

Mit kleinen Experimenten, mit systematischen Messungen und mit Prüfverfahren wird der Lernende behutsam in die Mikrocomputer-Technik eingeweiht. Er lernt gleichzeitig Hardware- und Softwaretechniken kennen, ohne mit einem Gebiet überfordert zu werden. Befehle und sonstige Elemente von Computersprachen werden nur soweit eingeführt, wie sie für das jeweilige System tatsächlich notwendig sind.

Mit Unterstützung der Fischer-Technik wird zum Beispiel gezeigt, wie man einen Roboter programmiert. Man lernt grundlegende Techniken der Programm-entwicklung kennen, bevor man in eine Programmiersprache eingeführt wird.

Ein bequemes Menü

Ein Menü ist ein Angebot von Computerfunktionen, aus denen man die gewünschte auswählen kann. Der Kurs verwendet im Anschluß an die Einführung in die Signalbehandlung und Prozeßsteuerung ausschließlich die bildschirmorientierte Rechnerbedienung mit einer Volltastatur, die wirklichkeitsnah mit parallelem deutschen und ASCII-Zeichensatz prellfrei arbeitet.

Die Grafik mit einer Auflösung von 512 mal 256 Zeichen und die ermüdungsfreies übergroßen Schriften der Menüs werden durch einen schnellen Grafikprozessor möglich. Durch seine vier Bildebenen erlaubt er auch die Darstellung von schnellen Bewegungen.

Selbstverständlich sind die Nutzung eines Ton-Kassetten-Rekorders für die Programm- und Datenspeicherung, die Anschlußmöglichkeit für einen Drucker mit Centronics-Schnittstelle und ein Programmiergerät für 2-, 4- und 8-KByte-EPROMs.

Die Voraussetzungen für den Umgang mit diesen Rechnerbausteinen werden in sechs Fernsehfolgen vermittelt.

Kennen Sie Schildkröten?

Das ist einer der „Knüller“ dieses Kurses: Sie können das Programmieren eines Computers anhand spielerischer Entwicklung von Grafiken lernen. Und Sie lernen von vornherein das Programmieren in der Modul-Technik, auch „strukturiertes Programmieren“ genannt. Ein einfaches Beispiel – das Programm für ein Quadrat mit der Seitenlänge 150:

```
SEITE := $
21 #150.w
CD SCHREITE
21 #90.w
CD DREHE
C9
```

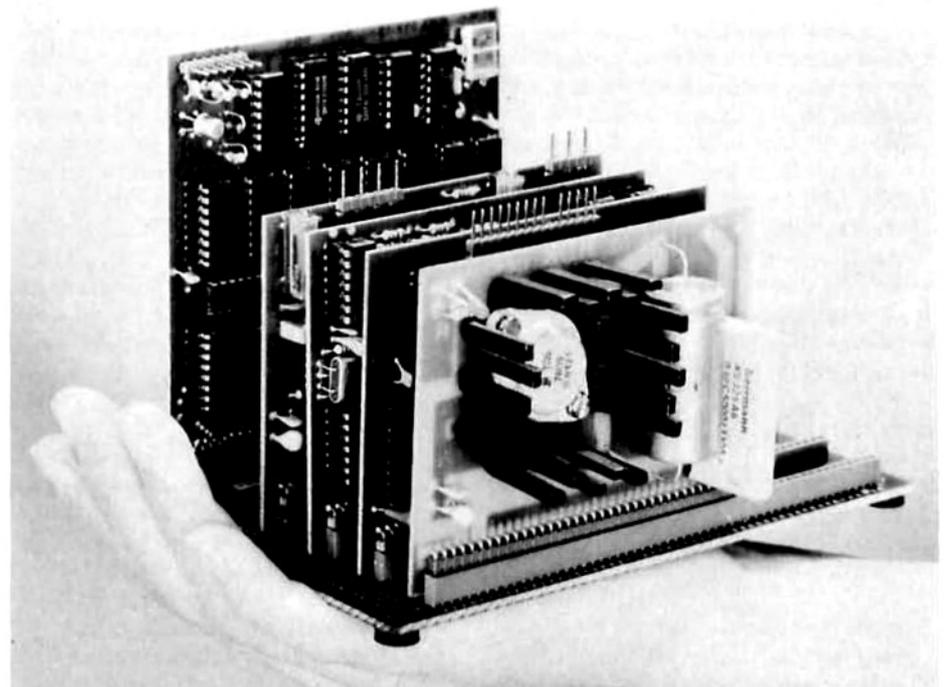
```
QUADRAT := $
21 4.w
CD SCHLEIFE
CD SEITE
CD ENDSCHLEIFE
C9
```

Und die Erläuterung des „top-down“ entwickelten Programms: Zuerst schreibt man die Prozedur QUADRAT und fügt dann davor die Prozedur SEITE ein. Anfangs braucht man mit dem RDK-Grundprogramm nicht mehr als drei Z80-Befehle:

21 (ein Lade-Befehl), CD (ein Prozedur-Aufruf) und C9 (ein Rücksprung-Befehl; er kennzeichnet den Abschluß einer Prozedur).

Damit kommt man sehr lange aus. Weitere Befehle des Z80-Befehlssatzes nimmt man sich nach Bedarf hinzu. Das Zeichen # bedeutet in dem Programmbeispiel: „Der folgende Wert ist dezimal geschrieben.“ Die Zeichenfolge „.w“ in „21 #150.w“ bedeutet „Wortlänge“ und ist ein Vorgriff auf spätere Assemblerprogrammierung.

Faszinierend sind die im RDK-Grundprogramm vorgegebenen umgangssprachlich benannten Prozeduren für graphische Darstellungen: SCHREITE und DREHE haben wir schon in dem Programmbeispiel QUADRAT verwendet, und auch die beiden Prozeduren für die Beschreibung einer Schleifenstruktur SCHLEIFE und ENDSCHLEIFE. Dazu gibt es noch weitere Prozeduren, die wir



Das modulare Z80-Lernsystem

in unserem Beispiel nicht verwendet haben: HEBE, SENKE, SCHR16TEL – „Schreite 16tel“ wird zur optimalen Darstellung von Kreisbogen-Annäherungen benötigt –, SET, MOVETO, DRAWTO, TEXTEIN und TEXTAUS. Deutsch benannte Prozeduren dienen elementaren Darstellungen; die englischen Namen bezeichnen Prozeduren für schwierigere Darstellungsformen. Der Name RAM gibt die Adresse des freien Speichers an, der dem Anwender zur Verfügung steht. QUADRAT und SEITE sind selbstgewählte, also beliebige Namen für symbolische Adressen. Das Dollarzeichen \$ bedeutet „aktuelle Adresse“. Mit dem RDK-Grundprogramm kann man also beliebige Namen der jeweils aktuellen Adresse zuordnen und damit eine leicht lesbare Programmgliederung gewinnen. Die Anregung zu einer prozedurorientierten Bildschirmgrafik geht auf Seymour Papert zurück, dem Entwickler der Computersprache Logo. Papert nannte den Bildschirm-Cursor, das kleine Dreieck, „Schildkröte“, und zwar nach einem Spielgerät, mit dem Papert schon Vorschulkindern das Denken in Programmstrukturen vermittelt hat.

Einstieg in Höheres

Die Struktur des RDK-Grundprogramm erlaubt auch eine einfache Antwort auf die Frage, was eine höhere Programmiersprache sei: Sie ist zunächst eine Zuordnung von allgemeinverständlichen Aus-

drücken zu Folgen von Maschinenbefehlen. Man kann z. B. folgende Zuordnungen definieren:

```
LADE := 21  RUFEN := CD  ENDE := C9
```

und dann die Prozedur QUADRAT auch so schreiben:

```
QUADRAT := RAM  
LADE 4.w  
RUFEN SCHLEIFE  
RUFEN SEITE  
RUFEN ENDSCHLEIFE  
ENDE
```

Das sieht doch schon wie eine richtige höhere Programmiersprache aus! Die Darstellung von Bedingungsstrukturen z. B. ist dann schon etwas schwieriger; aber man kann sich auf diesem Wege einem Verständnis für höhere Programmiersprachen nähern.

Mehr Bits

Den entscheidenden Schritt zu einem komfortablen Assembler und zu echten höheren Programmiersprachen haben wir in dem NDR-Kurs dann, wenn wir den Z80-Einplatinen-Computer gegen eine Baugruppe mit einem der modernsten Prozessoren austauschen, die es zur Zeit gibt: Man nimmt aus dem „kleinen“ System die SBC2-Baugruppe heraus und ersetzt sie durch die Baugruppe CPU 68K. So modular ist das NDR-Klein-Computer-System aufgebaut.

Da die Baugruppe CPU-68K keine Speicher umfaßt, muß nun noch eine Baugruppe ROA 64 in das System eingesteckt werden, die in EPROMs das Grundprogramm mit Editor und Assembler und mindestens einem statischen RAM-Baustein mit einer Kapazität von 8 KByte enthält.

Man möge sich nur einmal in der Einführungssendung „Folge Null“ die schnelle Bewegung räumlicher Darstellungen betrachten – man wird mit Sicherheit Appetit auf den Rechner und auf den Kurs bekommen.

Im NDR-Klein-Computer wird die 8-MHz-Version des 68008-Prozessors verwendet, ein Mikroprozessor mit einer Registerbreite von 32 Bit, einem 16-Bit-Akkumulator und einem 8-Bit-Datenbus. Dieser hochmoderne Prozessor erlaubt die Adressierung von 1 Megabyte. Die Speicherkarte ROA 68K gestattet die wahlweise Nutzung von 2- oder 8-KByte-Bausteinen statischer RAMs. (6116 bzw. 6264) oder UV-löschbarer EPROMs (2716 bzw. 2764).

Ausflug nach Simland

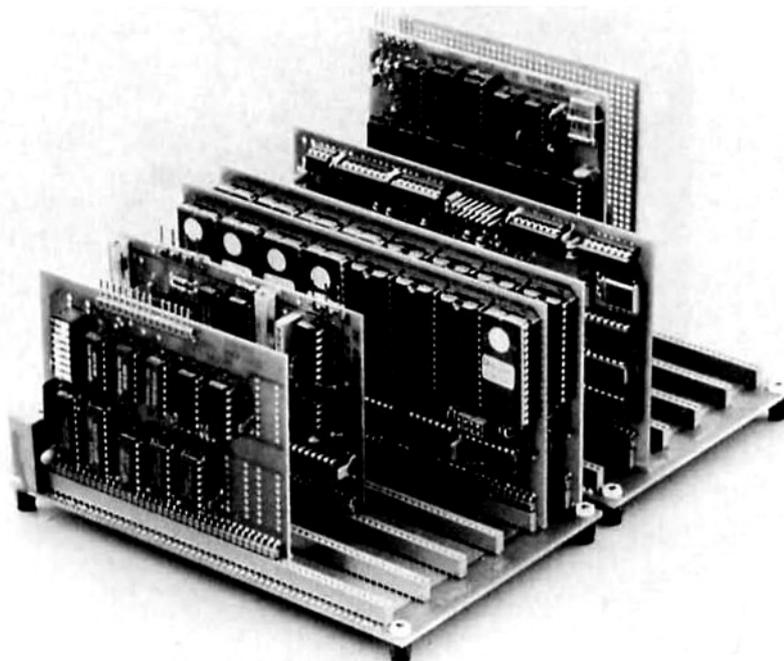
Auch für den ausgebauten NDR-Klein-Computer stehen die Grafikprozeduren des Einstieg-Systems zur Verfügung. Sie gestatten einerseits den leichten Übergang zu einem anspruchsvollen Computersystem und bilden andererseits eine Brücke zur Assembler- und zu einer höheren Programmiersprache. So sieht zum Beispiel die Prozedur QUADRAT in dem 68K-Assembler aus:

```
QUADRAT:  
  MOVE #4-1,D4  
  SCHLEIFE:  
    BSR SEITE  
    DBRA D4,SCHLEIFE  
  RTS
```

Schwerpunkt der Nutzung der sehr beweglichen Sprache des NDR-Klein-Computers ist die Einführung in die Simulationstechnik mit Hilfe schnell bewegter räumlicher Darstellungen. Als „Nebeneffekt“ wird die Programmierung von Computerspielen vermittelt.

Begegnung mit Herrn Pascal

Als höhere Programmiersprache wird – speicherresident und sehr schnell – die unverfälschte Version Pascal-S verwendet. Zur Einbindung von Assemblermodulen in Pascal-Programme wird eine völlig neue Programmierertechnik verwendet, die das originale Pascal-Kon-



68008-Computer zum Selbstbau

zept unangetastet läßt und doch die beliebige Einbindung von fremden Sprach-elementen erlaubt.

Besonderer Wert wird auf eine hohe Genauigkeit der Pascal-Gleitkomma-Arithmetik gelegt. Damit kann ein Computer endlich einmal besser rechnen als ein billiger Taschenrechner: 14 Stellen und Exponenten von -127 bis $+128$.

Schöne Aussichten

Für professionelle Nutzung des NDR-Klein-Computers werden ab März 1984 eine Reihe von Optionen zusätzlich zu den im Kurs „Mikroelektronik“ behandelten Baugruppen und Sprachkonzepten möglich sein.

Für die Nutzung des Betriebssystems CP/M68K gibt es einen Disketten-Controller, der allerdings auch schon unter dem RDK-Grundprogramm mit zusätzlicher Disketten-Routine für externe Speicherung genutzt werden kann. Für CP/M wird auch die Boot-Karte zur Verfügung stehen, und die Baugruppe „GDP-Farbe“ wird ebenso selbstverständlich sein wie eine Rückseiten-Baugruppe mit 18 Steckplätzen und Baugruppen für eine Speichererweiterung in größeren Schritten. Zur Zeit werden auch eine Uhr/Datum-Baugruppe, eine Schnittstelle für ein Winchester-Speicher-System und eine Schnittstelle für Bildschirmtext vorbereitet.

Als speicherresidente Software wird neben dem schon in der Fernsehreihe vorgestellten sehr komfortablen Editor, neben dem Assembler und der Sprache Pascal-S auch die mit Logo verwandte Sprache „Goss“ (Grafik-orientierte Simulations-Sprache für Schulen) zur Verfügung stehen. Module der drei Programmiersprachen sind miteinander verknüpfbar.

Leiterplatten, Bausätze und fertige Geräte

Das System besteht aus kleinen Modulen in Kartenform, die vom Lernenden in kleinen Schritten selbst aufgebaut werden. Beim Aufbau wird er durch den Fernsehkurs und das gedruckte Begleitmaterial optimal unterstützt. Die Baugruppen werden mit Sockeln versehen, so daß sie von nachfolgenden Schülern wieder verwendbar sind. Größe der Leiterplatten und die verwendeten Bauelemente sind aufgrund zweier Prinzipien gewählt worden: Der Preis sei niedrig, der Aufbau bleibe in jeder Lernphase durchschaubar.

Die Bausätze des Kurses in Kürze: SBC2 ist ein Einplatinen-Computer mit einem

Z80A, zwei 2732-EPROMs mit Monitorprogramm und zwei 6116-RAMs. IOE ist die Schnittstelle für parallele Ein/Ausgabe, KEY die Schnittstelle für Tastatur, GDP eine Baugruppe für Vollgrafik. CAS ist die serielle Schnittstelle für den Anschluß eines Kassettenrecorders. Die Baugruppe CPU 68K enthält den Prozessor 68008. Die ROA 64 ist die Standard-Speicher-Baugruppe. Die Baugruppen PROMER und WANDLER dienen zum Programmieren von EPROMs und, last but not least, die POWER- und die BUS-Bausätze der Spannungs-Stabilisierung und der Aufnahme der Baugruppen auf einen gemeinsamen Bus. Für alle Baugruppen sind die Leiterplatten (mit Lötstopplack selbstredend) auch unbestückt erhältlich. Fragen bezüglich Preislisten und Bestellungen richten Sie bitte an: Graf Elektronik Systeme GmbH, Magnusstraße 13, 8960 Kempten/Allgäu, oder an Elektronik-Laden, Wilhelm-Melies-Straße 88, 4930 Detmold 18.

Buch und Zeitschrift

Der Kurs wird in der Zeitschrift mc des Franzis-Verlages monatlich begleitet. Nach Abschluß des Kurses ist von dieser Begleitserie ein Sonderheft als Zusammenfassung geplant. Die Zeitschriften-Begleitung versorgt die Fernseh-Zuschauer mit Arbeitshilfen und dient der Information der Lehren-

den, die in Schulen, Erwachsenen-Bildungsstätten oder im Rahmen einer innerbetrieblichen Ausbildung mit dem Fernsehkurs arbeiten wollen. Die Zeitschriften-Begleitung durch mc wird umfassen: Didaktische Hinweise zum Kurskonzept, methodische Hilfen für Lehrende, Darstellung und Beschreibung der im Fernsehen vorgestellten Baugruppen und Bauelemente, filmergänzende Darstellung von Hardware-Elementen, praktische Ratschläge hinsichtlich Werkzeug und die Handhabung elektronischer Bauelemente, Bauanweisungen und Listen von Programm-Modulen. Der Einführung in die Kursarbeit dient das Buch „Mikrocomputer selbstgebaut und programmiert“ (Rolf-Dieter Klein, 2. Auflage 1984, Franzis-Verlag München).

Auf die „Dritten“ achten!

Der Kurs wird in Landesrundfunkanstalten der ARD im Rahmen ihrer Dritten Programme ausgestrahlt werden. Bitte achten Sie auf das Programm der ARD-Anstalt Ihres Sendebereiches.

In den Ländern Berlin, Bremen, Hamburg, Hessen, Niedersachsen und Schleswig-Holstein können Sie schon jetzt von Ihren Rundfunkanstalten Programmhinweise abfordern. In diesen Ländern wird der Kurs ab Januar 1984 ausgestrahlt, in Bayern voraussichtlich ab Ostern 1984.

Einzelfall?

Kürzlich erwarb ich auf einer Hobby-Messe drei Zusatzkarten für meinen Apple-II – eine Language-Karte mit 16 KByte RAM, eine Z80-Karte und, als Bausatz, eine 80-Zeichen-Karte. Die Freude an der Neuerwerbung wurde rasch zum Ärger. (Wohlgemerkt, es handelte sich nicht um Original-Apple-Karten...)

Nachdem ich stur nach Installationsanweisung die Language-Karte eingesetzt hatte, ging erst mal gar nichts. Als Ursache stellte sich nach Rückfrage beim Händler heraus, daß in der Installationsanweisung die Einbaulage eines DIL-Steckers genau verkehrt herum angegeben war und auch das Einsetzen eines aus dem Apple herauszunehmenden ICs auf der Language-Karte nicht eindeutig war. Nun gut, dachte ich mir, immerhin läuft sie ja jetzt.

Der Ärger jedoch setzte sich fort. Die Z80-Karte tat nichts, als den Apple-Bildschirm mit merkwürdigen Zeichen zu füllen, nachdem versucht wurde, CP/M

zu booten. Nur die LED auf ihr schimmerte nach dem Laden heimtückisch. Nun gut, dachte ich mir wieder, warten wir erst mal ab, was sie zur 80-Zeichen-Karte meint, und lötete letztere zusammen. Das Ergebnis: sie funktionierte (was man selbst zusammenlötet, geht meist noch am besten!). Aber wie! Wegen irgendwelcher Geschwindigkeitsprobleme offensichtlich zu langsamer ICs kamen manche senkrechten Linien nur teilweise auf den Schirm, und jedesmal, wenn ein Programm aufgelistet wurde, gab es wegen des nicht synchronisierten Video-RAM-Zugriffs gewaltige Bildstörungen. Zu erwähnen ist auch, daß dem Bausatz ein IC namens 74374 gefehlt hatte, das bestimmt nicht jeder in der Bastelkiste liegen hat. Z80- und 80-Zeichen-Karte habe ich daraufhin zurückschickt.

Vielleicht war diese negative Erfahrung auch nur ein Einzelfall. Genauer gesagt, drei Einzelfälle in merkwürdiger Häufung...

Herwig Feichtinger