Christoph Pape

Schrift und Grafik aus einem IC

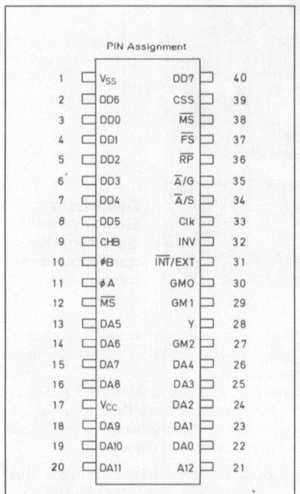
Ein einzelner Baustein übernimmt die gesamte Steuerung für ein Fernseh-Interface mit Grafik. Dies ist der VDG (Video-Display-Generator) MC 6847 von Motorola.
Im Alpha-Modus ist zwar die Auflösung von 16 Linien à 32 Zeichen nicht gerade üppig, aber es reicht durchaus, wenn man nicht gerade ein komfortables Textverarbeitungssystem braucht.
Der Umstand, daß der VDG ein Signal nach der amerikanischen Norm erzeugt, bringt einige kleine Einschränkungen:

- Es ist kein Farbbetrieb nach der PAL-Norm möglich. Das spielt in den meisten Fällen keine Rolle, da die meisten Hobbycomputerfans nur über einen Schwarzweißmonitor/-fernseher verfügen.
- Es können Interferenzen mit unserer Netzfrequenz auftreten, da die Halbbildwechselfrequenz 60 Hz beträgt. Außerdem können Synchronisationsschwierigkeiten auftreten. Auf dem umgebauten Billigst-TV-Gerät, das ich als Monitor benutze, bekam ich jedoch ein gutes Bild.

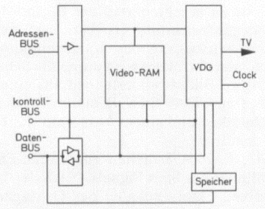
Die Funktion im Computer

Das Blockschaltbild gibt Auskunft über die Funktion. Der VDG liest zyklisch das Video-RAM aus und stellt den Inhalt je nach Modus auf dem Bildschirm dar. Vom Computer aus arbeitet das Video-RAM wie ein normales RAM (Lesen/Schreiben).
Über die Adressen- und Datenbusbuffer (Tristate) ist dies möglich. Damit sich CPU und VDG nicht in die Quere kommen, werden, wenn die CPU auf die RAM zugreift, die Adressenausgänge des VDG hochohmig geschaltet (über $\overline{MS}$). Das hat den Vorteil, daß die CPU während ihrer Programmausführung nicht gestört wird. Leider hat diese Schaltung auch einen Nachteil. Wenn nämlich der VDG gerade Daten einliest, wenn die CPU das Video-RAM adressiert, kann ein sog. „Flicker" auf dem Bildschirm erscheinen, das heißt, es erscheint während ca. 0,5 bis 1 µs (je nach Zugriffzeit des Prozessors) ein Strich auf dem Bildschirm (ca. 0,5 bis 1 cm lang und eine Elektronenstrahlbreite hoch). Abhilfe würde hier eine Synchronisation zwischen CPU und VDG schaffen, die jedoch nur die CPU verlangsamen würde und zusätzliche Hardware benötigen würde.

Die Eingänge für den Betriebsmodus werden entweder über vorhandene Output-Ports geschalten, oder es wird ein Latch (Speicher) eingebaut (z.B. 74(LS) 174), das diese Aufgabe übernimmt. Ich habe das Latch adressenmäßig in einen EPROM-Bereich gelegt, d.h., wenn die CPU versucht, ins EPROM zu schreiben, was ja nicht möglich ist, schreibt sie ins Latch. Da man die Information im Latch nicht mehr lesen kann, muß man die Information noch irgendwo im RAM speichern.



Pinbelegung: MC 6847



Blockschaltbild

Das Herz der Schaltung: MC 6847

Der VDG übernimmt die gesamte Steuerung des Systems. Er liest die Daten aus dem RAM, dekodiert sie je nach dem Betriebsmodus und setzt das Videosignal zusammen. Die verschiedenen Betriebsmodis sind gezeigt. Je nach Modus werden 0,5- bis 6 KByte-RAM benötigt.
Zur Vereinfachung der Schaltung ist der $\overline{INT}$/EXT-Eingang auf 0 V (Masse) gelegt. Das bewirkt, daß der Modus Alpha mit externem Charakter-Generator und der Semigrafikmodus mit 64 × 48 Bildpunkten nicht benützt werden.
Das Signal Ä/S an den Datenbus D7 und INV an D6 geschaltet. Das bewirkt folgendes:

- Der Grafikmodus (Ä/G auf 0 V) ist uneingeschränkt benutzbar.
- Im Alphamodus werden sämtliche 256 Möglichkeiten eines Byte ausgenützt:
  Wenn D7 auf 0-Signal ist, werden die 64 Charakter des internen ROM dargestellt. Dabei geben die sechs niederwertigsten Bit (D0 – D5) den Buchstaben an (64 Charakter, 6-bit-ASCII). D6 bestimmt, ob der Buchstabe invertiert ist oder nicht (D6 = 0: normal, D6 = 1: invertiert).
  Wenn D7 auf 1-Signal ist, wird jedes Feld, auf dem sonst ein Buchstabe erscheint, in vier kleine Felder unterteilt (2 × 2). Dabei steuert das Byte, in dem sonst der Kode für den Buchstaben an dieser Stelle ist, dieses Feld, und zwar folgendermaßen:
  D0 – D3 bestimmt, ob das entsprechende Feld ON oder OFF ist, und D4 – D6 gibt an, welche Farbe diese Teilfelder haben.

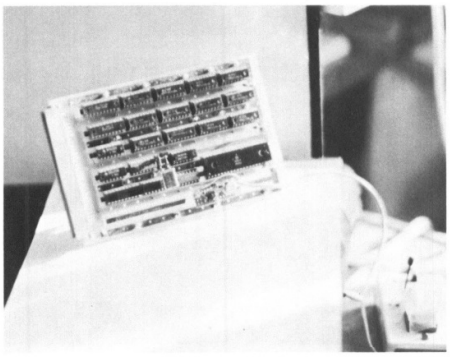
D3	D2
D1	D0

Ein Feld

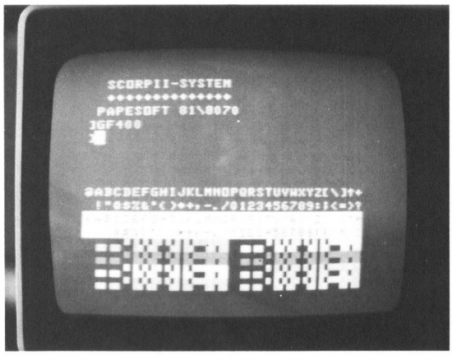
Ein Byte:

D7	D6 D5 D4	D3 D2 D1 D0
1	Farbe	ON oder OFF

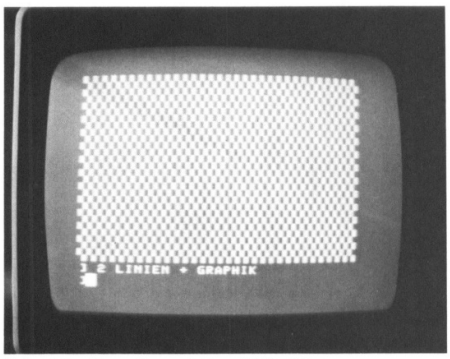
Die praktische Ausführung zeigt das Schema. Der Adressenbereich des Video-RAM ist 0800H – 1FFFH. Das Latch wird im Bereich 0000H – 07FFH dekodiert und zwar nur während eines Schreibzyklus. Dieser Bereich kann bei



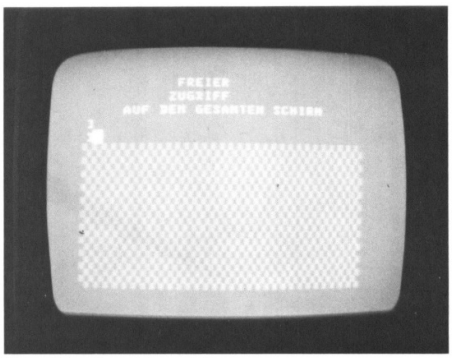
Platine mit dem MC 6847 und den Steuereinheiten



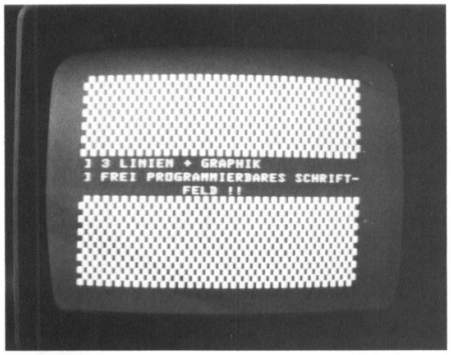
Möglichkeiten der Darstellungen auf einem Bildschirm



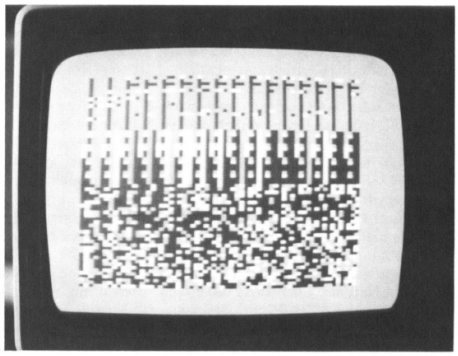
Schachbrettmuster auf dem Bildschirm



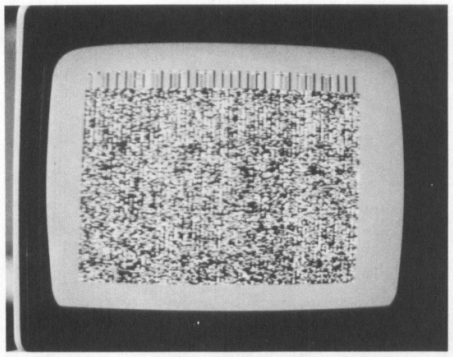
Schachbrettmuster mit Cursor



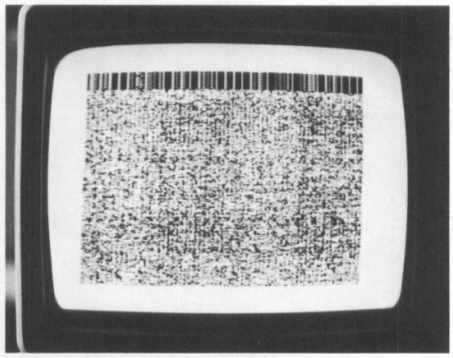
Möglichkeiten zur Verschiebung und Ausblendung



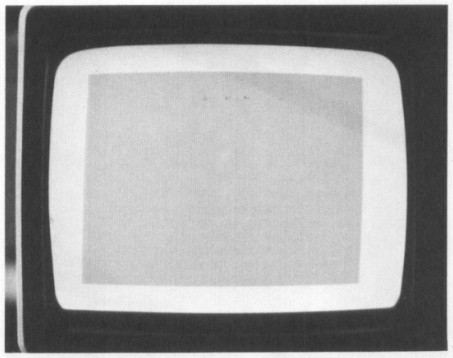
Programmierbare Bildmuster auf dem Fernseher



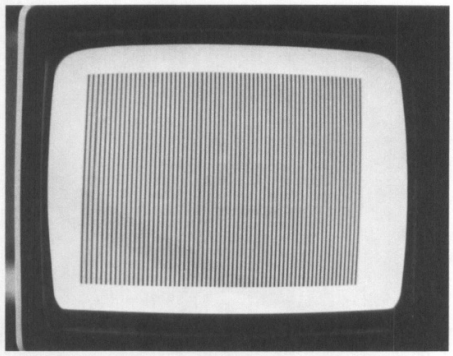
Auflösung von programmierbaren Bildmustern



Weitere Hochauflösung von Bildmustern



Punktauflösung mittels des Bausteines MC 6847

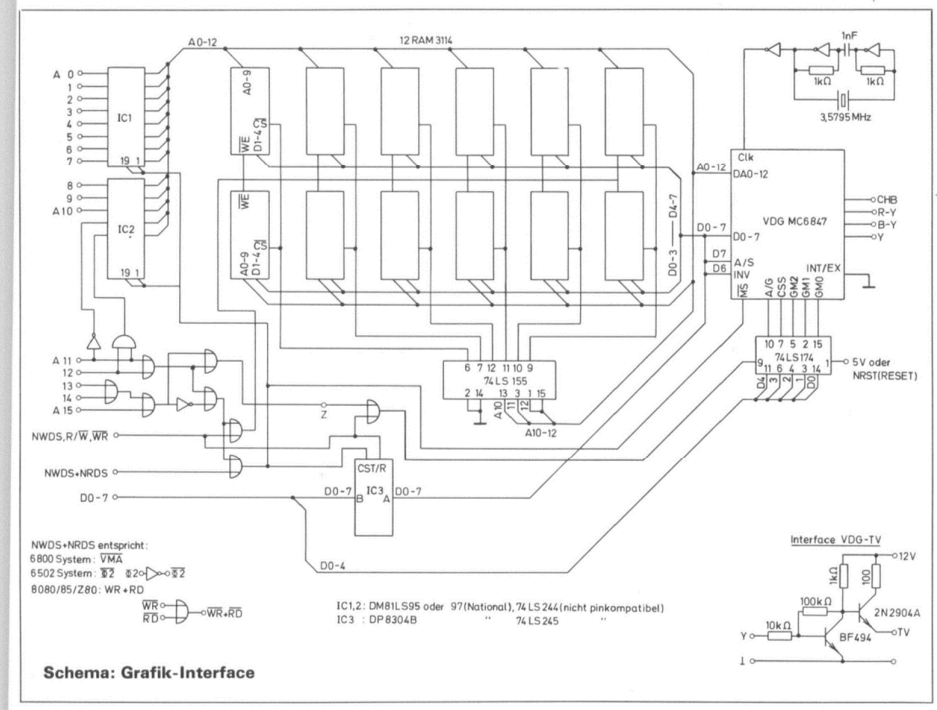


Einfache Punktauflösung mit hell-dunkel-Quadraten

anderen Mikroprozessoren ungünstig sein, der 6502 hat in diesem Bereich „Zeropage" und „Stack". Aus diesem Grund kann man am Punkt Z auf dem Schema anstatt mit dem Ausgang des ODER-Gatters mit dem $\overline{CS}$ (Chipselekt) irgendeines ROM oder EPROM verbinden.
Auf dem Schema ist auch angegeben, wie das Interface an die verschiedenen Mikroprozessoren angepaßt wird. Adressen- und Datenbus ist kein Problem. Das Schreib-Lese-Signal heißt zwar verschieden, ist aber in der Funktion identisch (NWDS, R/$\overline{W}$, $\overline{WR}$). Das letzte Signal zeigt an, daß die Adressen stabil sind und jetzt gelesen oder geschrieben wird. Bei meiner CPU, INS 8070 von National (in Prinzip ein erweiterter INS 8060 „SC/MP", mit Stackoperationen, 16-bit-Arithmetik, Direkt-Page-Adressierung und absoluten und indirekten Unterprogrammaufruf) gewinne ich dieses Signal aus NWDS und NRDS mittels ODER-Verknüpfung. Bei 8080/85/Z80 geschieht dasselbe mit den identischen Signalen $\overline{WR}$ und $\overline{RD}$. Beim 6800 ist es noch einfacher: dieses Signal entspricht $\overline{VMA}$. Auch der 6502 stellt ein solches Signal zur Verfügung, I2, das noch invertiert werden muß.
Über ein kleines Interface gelangt das Y-Signal, das die Schwarzweiß-Information und Synchronisationssignale beinhaltet, auf ein leicht modifiziertes TV-Gerät der billigsten Preisklasse.
Durch einen kleinen Eingriff erreichen wir einen besseren Kontrast auf dem Schirm, da ein HF-Modulator nur eine begrenzte Bandbreite übertragen kann.
Noch ein Wort zum Umbau: Beachten Sie, daß in einem TV-Gerät **lebensgefährliche** Spannungen vorhanden sind! Auch nach dem Ausschalten hat es noch geladene Hochspannungskondensatoren. Also einige Minuten warten, bis diese sich entladen haben.

Die Software

Die unbeschränkte Mobilität, die man durch den VDG hat (freier Zugriff auf jeden Bildpunkt), setzt voraus, daß man für jede Bildschirmoperation ein Programm schreibt.
Beispiel: Cursorbewegungen mit blinkendem Cursor. Da muß das Programm den Cursor periodisch invertieren. Das setzt voraus, daß man irgendwo im Speicher die Position des Cursors speichert. Immer, wenn man ein Zeichen eingibt, z.B. über eine Tastatur, muß man das Zeichen an die betreffende Stelle setzen und die neue Cursorposition abspeichern. Danach muß geprüft werden, ob die neue Stelle überhaupt noch auf dem Schirm ist und gegebenenfalls ein Scrolling durchgeführt werden, d.h., alle Zeichen eine



Schema: Grafik-Interface

Betriebsmodi

Kontrollsignale							Anzeige			
Ä/G	Ä/S	GM 2	GM 1	GM 0	CSS	INV	Farben	Auflösung	Bp/B	RAM
0	0	X	X	X	0/1	0	Alpha	32 × 16 Char.	1	512
0	0	X	X	X	0/1	1	Alpha inv.	32 × 16 Char.	1	512
0	1	X	X	X	X	X	8	64 × 32 Char.	4	512
1	X	0	0	0	0/1	X	4	64 × 64 Char.	4	1024
1	X	0	0	1	0/1	X	2	128 × 64 Char.	8	1024
1	X	0	1	0	0/1	X	4	128 × 64 Char.	4	2048
1	X	0	1	1	0/1	X	2	128 × 96 Char.	8	1536
1	X	1	0	0	0/1	X	4	128 × 96 Char.	4	3072
1	X	1	0	1	0/1	X	2	128 × 192 Char.	8	3072
1	X	1	1	0	0/1	X	4	128 × 192 Char.	4	6144
1	X	1	1	1	0/1	X	2	256 × 192 Char.	8	6144

Bp/B = Bildpunkte pro Byte

Zeile nach oben schieben. Ähnliches gilt für die Steuerfunktionen wie CR oder LF.
Doch diesen „Nachteilen", die einen Hobbyprogrammierer natürlich nicht erschüttern können, stehen gewaltige Vorteile gegenüber. So habe ich in einem Byte die Information, welches die oberste und unterste Linie ist. So kann ich softwaremäßig den Bildbereich einengen, um einen Teil des Schirmes für andere Zwecke zu benützen (Uhr, usw.).
Auch ist es möglich, direkt auf dem Bildschirm zu editieren und Zeichen vom Video-RAM wieder zurück in den Eingangsbuffer zu laden.
Für Anwender, die eine komfortable Textverarbeitung brauchen, ist die Kapazität vom 16 Linien à 32 Zeichen zu klein. Da jedoch die meisten Hobbycomputer zum Spielen gebraucht werden, ist der VDG mit seinen Grafikmöglichkeiten ideal (der neue TRS 80 mit seiner Farbgrafik benützt ebenfalls den MC 6847).

Mögliche Erweiterungen

Wenn das Interface läuft, kommen natürlich Ideen, wie man das Interface erweitern könnte. Es wäre zum Beispiel zu prüfen, ob man mit den Farbausgängen (CHB, R-Y, B-Y) etwas machen kann. Eventuell kann man mit den Steuersignalen $\overline{RP}$, $\overline{HS}$, $\overline{FS}$ eine Logik steuern, um gemischte alpha- und hochauflösende Grafik darzustellen. Das läßt sich jedoch nur mit mehr Hardware erreichen, und die kostet Geld.