



## Grafik-Konzept des EC 1835

*Dr. Steffen Graf,  
Uwe Mehlhorn  
VEB Robotron-Buchungsmaschinenwerk  
Karl-Marx-Stadt*

EC 1835 mit Monitor (monochromatisch) Steuersystemeinheit  
Tastatur Farbmonitor Digitalisiertablett mit Maus

Den Anforderungen einer leistungsfähigen Computergrafik angepaßt, wurde ein Farbgrafikadapter (VGA) realisiert, der dem international anerkannten VGA-Standard (Video Graphics Array) unterliegt. Dieser Grafikstandard ist als konsequente Weiterentwicklung der Vorstufen CGA (Color Graphics Adapter) und EGA (Enhanced Graphics Adapter) zu verstehen. Der allgemeine Trend nach mehr Farbvarianten und hoher Auflösung sowie die hardwaremäßige Unterstützung von zeitintensiven Logikfunktionen wurde insbesondere durch die Implementierung von CAD-Programmen forciert.

Der Adapter VGA des EC 1835 erfüllt folgende dem VGA-Standard entsprechende Parameter:

- höchste Auflösung (Grafik-Modus) 640 x 480 Pixel
- höchste Auflösung (alpha-numerischer Modus) 720 x 400 Pixel
- Emulation von MDA (Mono-chrom-Display-Adapter), CGA, EGA, Hercules-Modus
- drei geladene Zeichensätze im ROM des VGA
- maximal acht in den RAM des VGA ladbare Zeichensätze;
- Farbpalette: maximal sind 256 aus 262144 möglichen Farben auswählbar
- maximal 64 Graustufen bei Monochrom-Display
- Hardwareunterstützung vor Pixelrotation, Splitscreen, Pixelpanning, Softscrolling sowie logische Verknüpfung von Prozessordaten mit Pixelelementen.

Dieses internationalen Spitzenstand repräsentierende Erzeugnis belegt im Gegensatz zum COL-Adapter in der Konfiguration des EC 1834 lediglich einen Adapter-Steckplatz.

### Hardwarebestandteile

**Der Adapter VGA** setzt sich aus folgenden Hardware-Komponenten (Abb. 1) zusammen:

- VGA-Controller,
- Bus-Interface mit bi- und unidirektionalen Treiber-Schaltkreisen,
- Bildspeicher (256 KByte dRAM),
- Taktgeberbaugruppe,
- ROM zur Speicherung der BIOS-Routinen,
- DAC (Digital-Analog-Converter) mit Farbwerttabelle,
- Videosignal-Ausgänge (analog und digital).

**Der VGA-Controller** selbst besteht im wesentlichen aus fünf Funktionskomplexen:

- Monitor-Controller (CRTC),
- Sequenzer,
- Grafik-Controller,
- Attribut-Controller und
- Multiplexer.

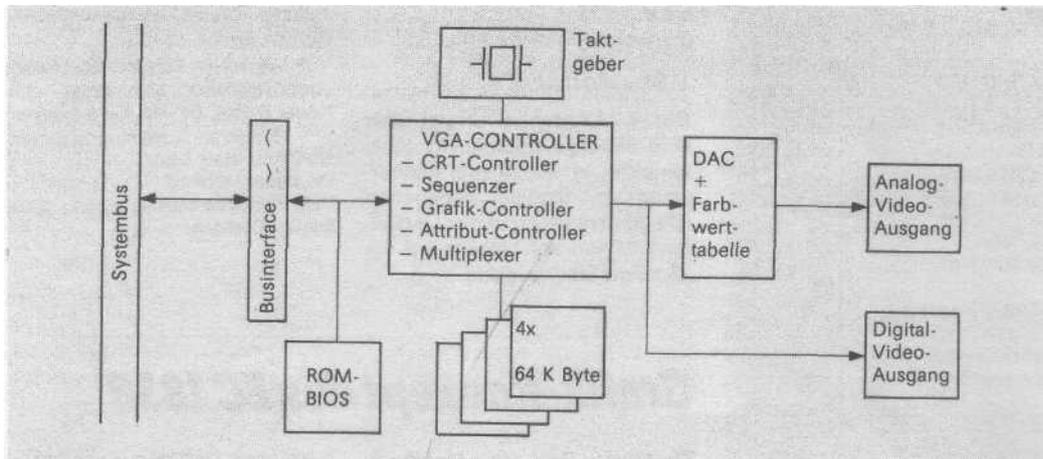
Diese Funktionskomplexe enthalten 64 Register zur Realisierung der VGA-spezifischen Eigenschaften, die separat durch E/ABefehle gelesen bzw. geschrieben werden können. Der *Monitor-Controller* ist für die Generierung der horizontalen und vertikalen Synchronisations-Signale in den unterschiedlichen Grafik-Modi verantwortlich. Ebenso wird die Cursor-Steuerung, die Adressierung und der Refresh der dRAM-Schaltkreise gewährleistet.

Der *Sequenzer* steuert das gesamte Timing der dRAM. Er erlaubt dem System-Prozessor den Speicherzugriff durch periodisches Einfügen von Prozessorzyklen zwischen die Display-Speicherzugriffe. Der *Grafik-Controller* übernimmt die Koordinierung von Bildspeicher und Attribut-Controller für den Bildaufbau. Ebenso werden die Prozessor-Zugriffe zum Bildspeicher gesteuert, wobei logische Verknüpfungen zwischen den Prozessor-Daten und den Bildspeicher-Inhalten erfolgen können. Der *Attribut-Controller* hat die Aufgabe, die Bildspeicherdaten gemäß dem gewählten Modus für die Anzeige aufzubereiten. Dazu werden die Attributdaten (alphanumerische Modi) bzw. die serialisierten Bildpunkte in einen 8-Bit-Ausgabe-Wert umgewandelt und der externen Farbtabelle als Adresse übergeben. Zusätzlich werden die Funktionen wie *Blinken* und *Unterstreichen* gesteuert.

Der *Multiplexer* gibt den Pfad der jeweiligen Adressierungsquelle zum Bildspeicher frei.

### Kompatibilität

Die Vielfalt an PC-Software beinhaltet ein breites Spektrum an verwendeten Grafikstandards. Der Farbgrafikadapter (VGA) des EC 1835 ist darauf eingestellt, die unterhalb von VGA liegenden Modi auf ROM-BIOS- und/oder Registerniveau emulieren zu können (Abb. 3).



Kurzbezeichnung	Registerbedeutung	Bit	Register-Portadr.	Index	Portadr. Indexreg.
CR1B	Zoom-Anfangsposition/horiz.	7-0	03?5H	1B	03?4H
CR1C	Zoom-Endposition/horizontal	7-0	03?5H	1C	03?4H
CR1D	Zoom-Anfangsposition/vertikal	7-0	03?5H	1D	03?4H
CR1E	Zoom-Endposition/vertikal	7-0	03?5H	1E	03?4H
CR1F	Overflow-Bits von CR1E	2-0	03?5H	1F	03?4H
CR1F	Overflow-Bits von CR1D	5-3	03?5H	1F	03?4H
CR20	Bildspeicher-Anfangsadresse (niederwertiges Byte)	7-0	03?5H	20	03?4H
CR21	Bildspeicher-Anfangsadresse (höherwertiges Byte)	7-0	03?5H	21	03?4H
SR06	vertikaler Zoomfaktor	2-0	03C5H	06	03C4H
SR06	horizontaler Zoomfaktor	6-4	03C5H	06	03C4H
SR06	Zoomfunktion ein (=1)	7	03C5H	06	03C4H

Abb. 2 Hardware-Hauptbestandteile des VGA-Adapters Abb. 3 Zoom-Registersatz des VGA satz des VGA

Grafikstandard	Kompatibilität auf	
	Register-Niveau	ROM-BIOS-Niveau
VGA	X	X
EGA	X	X
CGA		X
MDA		X

Abb. 4 Kompatibilität zu den Grafikstandards Abb. 5 Liste der durch den Adapter VGA realisierten Modi

Modus (Hex.)	Typ	Text-format	Zeichen-größe	Auf-lösung	Farben	Stan-dard
0,1	A/N	40 × 25	8 × 8	20 × 200	16/32	CGA
	A/N	40 × 25	8 × 14	320 × 350	16/64	EGA
	A/N	40 × 25	8 × 16	320 × 400	16/256 K	MCGA
2,3	A/N	40 × 25	9 × 16	360 × 400	16/256 K	VGA
	A/N	80 × 25	8 × 8	640 × 200	16	CGA
	A/N	80 × 25	8 × 14	640 × 250	16/64	EGA
	A/N	80 × 25	8 × 16	640 × 400	16/256 K	MCGA
7	A/N	80 × 25	9 × 16	720 × 400	16/256 K	VGA
	A/N	80 × 25	9 × 14	720 × 350	1	MDA
	A/N	80 × 25	9 × 14	640 × 350	1	EGA
26	A/N	80 × 25	9 × 16	720 × 400	1	VGA
	A/N	80 × 60	8 × 8	640 × 480	16/64	–
4,5	APA			320 × 200	4	CGA
	APA			320 × 200	4/64	EGA
	APA			320 × 200	4/256 K	MCGA
	APA			320 × 200	4/256 K	VGA
6	APA			640 × 200	2	CGA
	APA			640 × 200	2/64	EGA
	APA			640 × 200	2/256 K	MCGA
	APA			640 × 200	2/256 K	VGA
D	APA			320 × 200	16/64	EGA
	APA			320 × 200	16/256 K	VGA
E	APA			640 × 200	16/64	EGA
	APA			640 × 200	16/256 K	VGA
F	APA			640 × 350	1	EGA
	APA			640 × 350	1	VGA
10	APA			640 × 350	16/64	EGA
	APA			640 × 350	16/256 K	VGA
11	APA			640 × 480	2/256 K	MCGA
	APA			640 × 480	2/256 K	VGA
12	APA			640 × 480	16/256 K	VGA
13	APA			320 × 200	256/256 K	MCGA
	APA			320 × 200	256/256 K	VGA
2D	APA			640 × 350	256/256 K	–

Abb. 5 Liste der durch den Adapter VGA realisierten Modi

## Darstellungsformate

In Abb. 4 sind die von der Karte realisierbaren Grafik- und Text-Modi aufgeführt. Neben den VGA-Modi sind auch die emulierbaren Grafik-Standards mit ihren Pixelformaten angegeben. Die Einstellung des entsprechenden Modus wird der Softwareentwickler in der Regel über die Auslösung der entsprechenden ROM-BIOS-Funktion vornehmen. Die folgenden Assembleranweisungen stellen den Modus 2 über die Auslösung des Video-Interrupts ein: set mode: mov ah,0; (Setze Video-Modus)

```
mov al, 2; (Text-Modus 80 x 25 Zeichen)
int 10h;
```

(Ausführung der ROM-BIOS-Funktion).

Die Modi 2DH und 26H sind spezielle Formate, die den Leistungsumfang des VGA erweitern, jedoch keinen Anspruch auf ein standardisiertes Format erheben.

## Systembusinterface

Der VGA des EC 1835 ist auf der Systembusseite mit einem direkten 8-Bit-Steckverbinder ausgestattet. Über diese Schnittstelle sind direkte E/A-Zugriffe zum Grafikregistersatz und dem Bildspeicher (einschließlich DMA-Transfer) möglich.

## Bildschirmanschluß

Zur Adaption eines breiten Typenspektrums von Bildschirmgeräten ist ein 9poliger Miniatursteckverbinder für digital gesteuerte Bildschirme und ein 15poliger Subminiatursteckverbinder für Analog-Bildschirme vorgesehen. In Abb. 5 wird die Anschlußbelegung beider Videoausgänge dargestellt.

## Konfiguration einstellen

Im Rahmen der Gesamtkonzeption des EC 1835 kann der VGA allein oder in Kombination mit dem Monochrom-Grafik-Adapter (MGA) zur Anwendung kommen. Bei letzterer Variante kann der VGA als primäre oder sekundäre Bildschirm-Ansteuereinheit definiert werden. Die Information über den angeschlossenen Monitor-Typ, sowie die Primär/ Sekundär-Zuordnung ist durch Schalterkombinationen und einen Jumper auf dem VGA einzustellen.

Aus der Stellung des Jumpers leitet der Adapter ab, ob ein Farbmonitor (analog oder digital) oder ein monochromer Bildschirm angeschlossen ist. Die in den Schalterelementen kodierte Information ist jedoch nur von Bedeutung, wenn ein

Digital-Bildschirm angeschlossen ist. Bei Belegung des Analog-Ausgangs wird durch die Einschalt routine standardmäßig ein VGA-fähiger Monitor angenommen.

Ist die Benutzung beider Bildschirmadapter vorgesehen, kann die MDA-Emulation (Modus 7) im VGA nicht zur Anwendung kommen, damit die Überlappung von Bildspeicher-Adressbereichen (B0000H-B8000H) vermieden wird. Ebenso kann die Anwendung des MGA in den Speicherbereichen ab B8000H nur zur Anwendung kommen, wenn der VGA in einem Grafik-Modus im physischen Adressbereich ab A0000H arbeitet.

### **Bildschirme**

Für den Adapter VGA des EC 1835 kommen die Bildschirme K 7233.60 bzw. K 7233.61 als VGA-fähige Monitore zum Einsatz. Sie besitzen nachfolgende technische Parameter: *Bildschirmdiagonale: 14" Zeilenfrequenz: 31,5 kHz Bildfrequenz: 50-70 Hz Videosignale: analog maximale Grafikauflösung: 640 x 480 Bildpunkte Bandbreite: 30 MHz.*

### **Erweiterte Hardwarefähigkeiten**

Neben den anfangs genannten Hardwareunterstützungen zur Entlastung der CPU von zeitintensiven Pixeloperationen wurden unter Einbeziehung zusätzlicher Grafikregister zwei weitere Funktionen implementiert:

- Hardware-Zoom (realisierbar bei allen APA-Modi)

- gleichzeitige Anzeige von alpha-numerischen Zeichen aus acht verschiedenen Zeichensätzen.

Zur Ausführung der Zoom-Funktion ist es notwendig, acht zusätzliche Register zu initialisieren. Die E/A-Adressen der Register sowie deren Inhalte werden in Abb. 2 erläutert. (Das in der Abb. 5 mit '?' gekennzeichnete hexadezimale Zeichen hat den Wert B bei monochromen Modi bzw. den Wert D bei allen Farbmodi.)

*Beispiel:* Die Bildpunkte ab Adresse A0010H sollen im Zoom-Fenster erscheinen. Dementsprechend ist das Register CR20 mit 10H zu laden: *Beispiel:* mov dx,03d4H; (Portadresse Indexregister) mov al,20H;

(Index zur Adresse von CR20) out dx,al;

(Indexregister: =20 H) inc dx;

(Portadresse CR20) mov al,10H;

(low Byte von Adresse A0010H) out dx,al;

(Register CR20: = 10H). Bei der Festlegung des Zoom-Faktors ist zu beachten, daß die Breite des Fensters ein Vielfaches des Pixelwiedergabefaktors sein muß.

Die Nutzung der simultanen Anzeige von alphanumerischen Zeichen aus maximal acht Zeichenfonts ist als eine weitere spezielle Adapterfunktion implementiert worden. Wegen der wohl relativ seltenen Anwendung und des Programmierumfangs sind entsprechende Hinweise der Dokumentation zum VGA zu entnehmen.

### **Softwareunterstützung**

Als VGA-spezifische Software sind drei Komponenten vorgesehen:

- Das Diagnose-Programm umfaßt alle sichtbaren und unsichtbaren Tests zur Funktionsüberprüfung der Grafik-Karte
- Ein Programm zur Moduseinstellung gestattet die Auswahl eines spezifischen Grafik-Modus über ein Menüfeld

Durch ein Umladeprogramm kann das ROM-BIOS des VGA als RAM-residentes Programm verfügbar gemacht und dadurch die Ausführung der BIOS-Routinen wesentlich beschleunigt werden.