



# Blick in die Karten

Jeder hat sie, jeder braucht sie, kaum einer kennt sie. Verborgen im Inneren des PC sorgt die Grafikkarte mit ihren Bildern und Farben für Lust oder Frust vor dem Bildschirm.

Die wichtigste Schnittstelle zwischen Rechner und Mensch ist der Monitor. Über den Bildschirm nimmt der Benutzer fast alle relevanten Systeminformationen auf. Aber der digital orientierte PC braucht seinerseits eine Schnittstelle zum analog arbeitenden Monitor. Das ist die Aufgabe der Grafikkarte.

Ihr Herzstück ist der Digital-Analog-Konverter, im technischen Sprachgebrauch kurz DAC oder RAM-DAC genannt. Wie ein Dolmetscher übersetzt er die Null-Eins-Zustände vom Rechner in die analogen RGB-Signale für den Monitor. RGB steht für Rot, Grün, Blau. Auf diesen drei Grundfarben ist jedes (farbige) Monitorbild aufgebaut.

Die beiden anderen wichtigen Bauelemente der Grafikkarte sind der Videoprozessor und der Speicher. Der Grafik-

oder Videochip bekommt die digitalen Bildinformationen über den Systembus direkt vom Prozessor des Rechners.

Er generiert daraus ein genaues Abbild des späteren Bildschirminhalts, indem er Bildpunkte, die sogenannten Pixel, berechnet. Während der Grafikchip früher vergleichsweise „dumm“ war und in erster Linie für das Handling der vom PC-Prozessor gelieferten Daten auf der Karte zuständig war, nehmen moderne, „intelligente“ Grafikprozessoren der Rechner-CPU einen großen Teil der Arbeit ab.

Der entlastete Hauptprozessor kann weitere Aufgaben im laufenden Anwendungsprogramm erledigen. Das erhöht die Leistung des Gesamtsystems und erklärt den neuerdings oft gehörten Namen „Grafikbeschleuniger“ für den Grafikprozessor. Die Menge der Punkte, aus denen sich ein Monitorbild aufbaut, ist von der Auflösung abhängig; das ist die Anzahl der horizontal und vertikal angeordneten Pixel. So werden im VGA-Modus 640 Punkte nebeneinander auf einer Zeile dargestellt. Weil das VGA-Bild 480 Zeilen hoch ist, wird die Auflösung als Produkt aus Spalten und Zeilen ausgedrückt. So errechnet sich auch die Pixelzahl:  $640 \times 480 = 307\,200$ . Bei einfarbigen Monitoren wird jedem Bildpunkt nur noch die Information „hell“ oder „dunkel“ angehängt. Dazu genügt ein Bit.

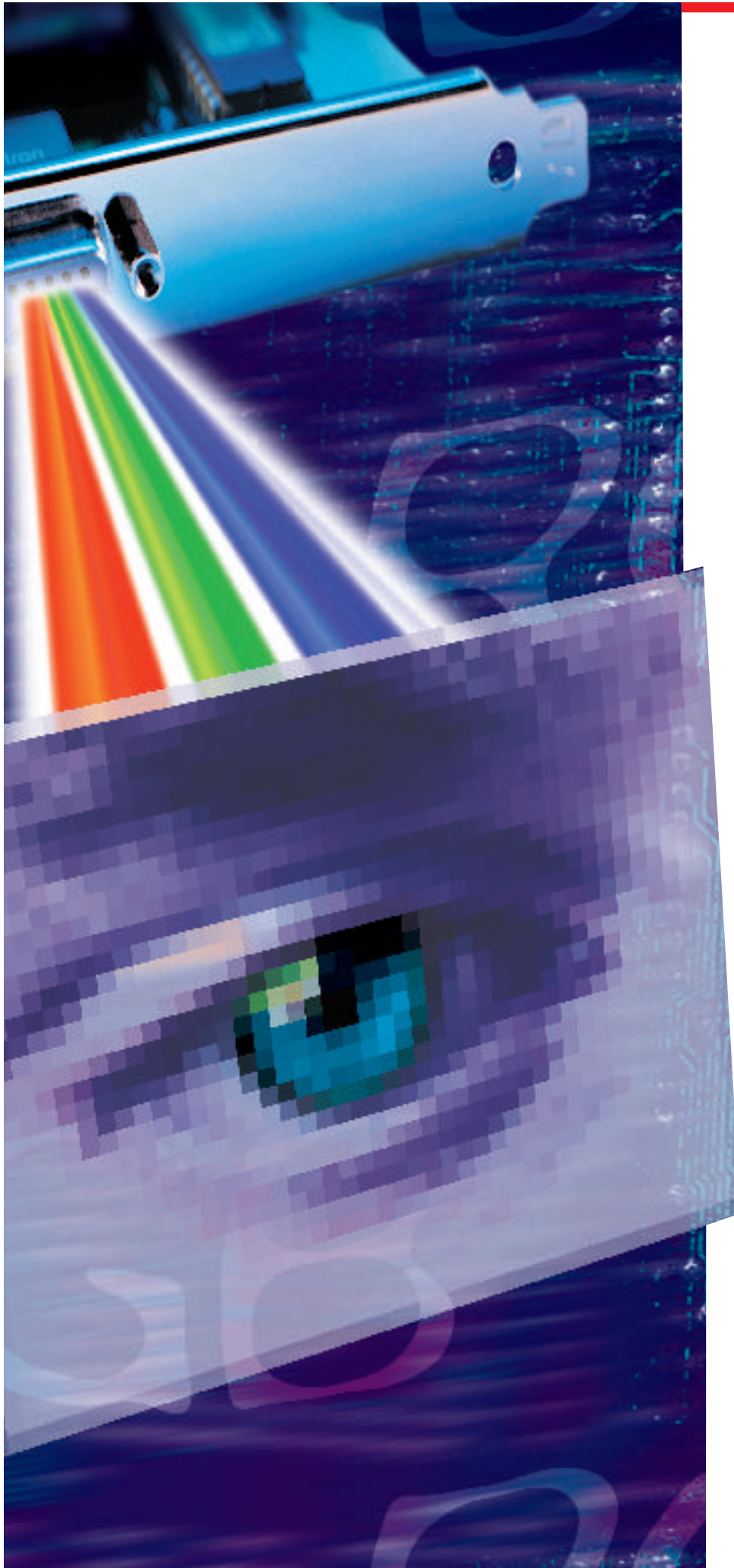
Aufwendiger wird die Sache schon bei der niedrigsten heute noch gebräuchlichen Farbskala von 16 Farben. Um die zu mischen, benötigt jeder Bildpunkt vier Bit Information, bei 256 Farben sind es 8 Bit und bei der sogenannten Real-Color-Darstellung (65 536 Farben) gar 16 Bit. Das ist aber noch nicht das Ende der Fahnenstange: Moderne Grafikkarten zaubern im sogenannten True-Color-



## IN DIESEM SPECIAL

### Alles über Grafikboards

Ab in die Tiefe – 3-D	Seite 104
Aus der Ideenschmiede	Seite 107
Filme unter Druck – MPEG	Seite 108
Die Karten im Vergleich	Seite 112
So haben wir getestet	Seite 118
Technische Daten	Seite 120
Meßergebnisse	Seite 122
Und rein damit – Einbau	Seite 124
Einstellungssache	Seite 126
Ohne Treiber läuft nichts	Seite 128
Beste Aussichten – Fazit	Seite 129



Modus über 16 Millionen Farben auf den Bildschirm und müssen dazu jedem Bildpunkt 24 Bit anhängen. Diese Zahl nennen die Experten „Farbtiefe“. Sie geht als weiterer Faktor in das Produkt der Auflösung ein. Folge: Mehr Farben steigern das Datenaufkommen.

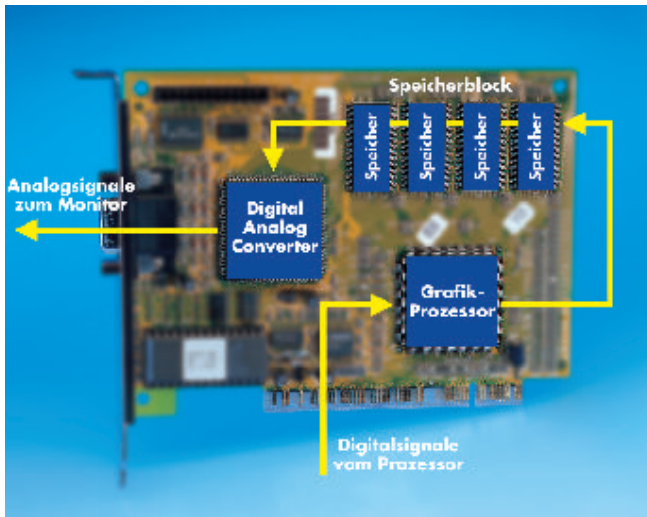
Das lässt sich mit jedem Taschenrechner nachvollziehen. Beim oben genannten VGA-Beispiel errechnet sich die Datenmenge pro Bild mit  $640 \times 480 \times 4$  Bit. Das ergibt 1 228 800 Bit oder, weil sich in der Computerei die Größenordnung Byte (1 Byte = 8 Bit) durchgesetzt hat, 153 600 Byte. Schon der nächsthöhere Standard (SVGA = Super-VGA) mit  $800 \times 600$  Bildpunkten bei 256 Farben verlangt für jedes Bild eine Datenmenge von 480 000 Byte, und wer sich  $800 \times 600$  Bildpunkte in Real-Color-Darstellung (16 Bit Farbtiefe) anschauen will, benötigt seine Grafikkarte, pro Bild 960 000 Byte in den Speicher zu schreiben. Genau da enden dann die Möglichkeiten einer 1-Megabyte-Karte. Für höhere Auflösungen und mehr Farben benötigt sie einen größeren Speicher und wird teurer.

Über den Datenbus huschen die Bildinformationen in den Videospeicher und können dort erstmal verschnauften. Die Verbindungsleitungen zwischen den Bauelementen auf der Karte können 16, 32, 64 und sogar 128 Bit breit sein. Ähnlich einer Autobahn kann ein solcher Bus um so mehr Daten gleichzeitig transportieren, je mehr parallele „Fahrs Spuren“ vorhanden sind. Ältere Karten mit 16-Bit-Bus befinden sich kaum noch im Handel. Sie werden aber bisweilen noch als Schnäppchen verramscht. 32-Bit-Grafikkarten dagegen sind durchaus noch anzutreffen. 64 parallele Informationsstränge gelten heute als Standard. Der amerikanische Hersteller Number Nine prescht gerade mit einem 128 Bit breiten Bus vor; andere werden bald nachziehen.

Geschwindigkeit erzielen die Entwickler nicht nur mit verbreiterten Transportwegen; auch die Wandlungsfrequenz des DAC und vor allem Größe und Beschaffenheit des Zwischenspeichers wirken sich entscheidend auf die Leistung aus. Videospeicher aber ist teuer und schnell voll. Die für 17-Zoll-Monitore empfohlene Auflösung von  $1024 \times 768$  Bildpunkten (kurz „Tausender-Auflösung“) braucht in Real-Color-Darstellung schon mehr als 1,5 Megabyte und für echte Farben (englisch: „true color“) sind gar 2,4 Megabyte Memory nötig.

Bei der Speicherbestückung geht es immer in Doppelschritten voran. Es gibt 0,5, 1, 2, 4 oder 8 Megabyte große Videospeicher. Während die erste Kategorie





**Flotte Troika: Grafikprozessor, Videospeicher und RAM-DAC sorgen für den Speed bei der Grafikaufbereitung**

heute kaum noch eine Rolle spielt, finden sich 1-Megabyte-Karten noch relativ häufig im Handel. Vier, acht und noch mehr Megabyte benötigen eigentlich nur Spezialisten, die mit DTP- oder CAD-Programmen arbeiten. Heimanwender sind mit 2 Megabyte Videospeicher bestens bedient, es sei denn, sie wollen Anwendungen auf extragroßen Monitoren fahren. CHIP hat sich im anschließenden Vergleichstest auf 2-Megabyte-Karten konzentriert und stellt 20 topaktuelle Modelle von 14 Anbietern zu Preisen zwischen 290 und 950 Mark vor.

Der Digital-Analog-Konverter (DAC) holt sich die Bildinformation aus den Speicherbausteinen ab. Bevor der DAC nicht ausgelesen hat, kann der Grafikchip keine neuen Bilder in den Speicher schreiben. Ein ehernes Gebot im Datenverkehr auf der Grafikkarte lautet: Der DAC genießt Vorrang. Damit wird das Verarbeitungstempo des Wandlerbausteins zu einer weiteren Stellgröße für die Performance des Subsystems.

Wenn Sie Ihren Computerhändler zur Verzweiflung bringen wollen, fragen Sie ihn ruhig einmal nach der Pixelfrequenz des DAC. Die läßt sich mit einer einfachen Formel errechnen: gewünschte Auflösung  $\times$  Bildwiederholrate  $+ 30$  Prozent. Wer beispielsweise  $1024 \times 768$  Bildpunkte mit 90 Hertz Bildwiederholrate auf seinen Monitor schicken will, benötigt einen DAC mit  $70\,778\,880 + 30$  Prozent  $(21\,233\,664) = 92\,012\,544$  Hertz, das sind glatte 92 Megahertz.

Das runde Drittel Reserve braucht der Baustein für Synchronisationssignale, die er zum Monitor schickt, beziehungsweise für den Zeilenrücklauf. Der Elektronenstrahl in der Bildröhre schreibt Bildpunkt für Bildpunkt von links nach

rechts auf die Mattscheibe, und er benötigt Zeit, um von dem Zeilenende am rechten Bildrand zum nächsten Zeilenanfang am linken Bildrand zurückzuspringen. Hochwertige Wandlerbausteine erzeugen scharfe Signalfanken, was dem Monitorbild in Form von Kontrast und Schärfe zugute kommt. Manch unsauberes Bild, das

dem Monitor in die Schuhe geschoben wird, hat seinen Ursprung in schwachen DACs. Spitzenexemplare dieser Gattung schaffen 220 Megahertz Pixelfrequenz.

Kamen früher ganz normale DRAM-(Dynamic Random Access Memory)-Chips auf die Karten, wie sie auch im Arbeitsspeicher des PC ihren Dienst verrichten, erobern seit rund drei Jahren VRAM-Bausteine die Speicherbänke der Grafikkarten (das V steht für Video). In unserem Testfeld hat genau die Hälfte der Karten VRAM (auch „Dual-ported RAM“ genannt, auf gut deutsch „Zwei-Türen-Speicher“). Während herkömmliche DRAMs nur eine „Tür“ besitzen, durch die die Daten entweder hinein- oder hinausgelangen können, erlauben die VRAMs (fast) gleichzeitiges Lesen und Schreiben, was den Speicherdurchsatz nahezu verdoppelt.

Ohne allzuweit vorgreifen zu wollen: Sehr gute Leistungsnoten verdienten sich nur VRAM-Karten. Aber nicht jede VRAM-Karte ist besser als jedes Board mit DRAM-Chips. Als neue Mitstreiter

### Zwei Pforten bewältigen den doppelten Verkehr

treten jetzt vereinzelt WRAMs (Window RAM) beim großen Speicherrennen an. Sie können wie VRAMs gleichzeitig beschrieben und ausgelesen werden und sollen aufgrund höherer Taktfrequenzen sogar schneller als diese sein – eine Aussage, die unser Test nicht unbedingt bestätigt hat.

Grafikkarten sind Hardware, und Hardware taugt ohne dazugehörige Software rein gar nichts. In diesem Fall sind Treiberprogramme nötig, um die Baugruppen auf den Leiterplatten zum Leben zu erwecken. Treiber gibt es für alle Betriebssysteme und für einige Spezialapplikationen. Grafikkartenbauer wie Spea

in Sarnberg oder Elsa in Aachen fangen nicht bei Adam und Eva an, sondern bauen auf Vorprodukten auf. Sie kaufen Grafikchips und Speicherbausteine bei Halbleiterfabrikanten wie S3, Tseng oder Weitek und entwerfen für diese Bauteile ein Platinendesign.

Schon der Halbleiterfabrikant liefert erste Treiberversionen für den Grafikprozessor mit. Auf diesen baut die Entwicklungsarbeit beim Kartenhersteller auf. Fehlen die Basistreiber, kommen auch die Kartenbauer nicht aus den Startlöchern. Im aktuellen Vergleich konnten vier Karten unter Windows 95 nicht getestet werden, weil die entsprechenden Treiber fehlten. Deshalb haben wir zwei Noten ermittelt: eine für Standard-

### Für Windows 95 nur bedingt gerüstet

anwendungen unter DOS und Windows 3.x und eine für die Leistung unter dem neuen Windows. Auf der Grundlage der ersten Note lassen sich sämtliche Testteilnehmer miteinander vergleichen.

Die Kartenhersteller verwenden bis zu 80 Prozent ihrer Manpower auf die Weiterentwicklung der Treibersoftware. Die optimierten Treiber stellen sie den Kartenbesitzern als Updates in unregelmäßigen Zeitabständen zur Verfügung. Gute Treiberversorgung ist ein Kaufargument. Tip: Produkte mit garantiertem Update-Support, etwa per Mailbox oder Diskettenversand, sind bei vergleichbaren sonstigen Eigenschaften gegenüber No-Name-Erzeugnissen unbedingt vorzuziehen (Adressen am Ende dieses Specials).

Als ob die Sache mit stehenden Bildern nicht schon kompliziert genug wäre, werfen die Hersteller im Kampf um Marktanteile zunehmend die Videofähigkeiten ihrer Karten ins Gefecht. Bewegtbilder kommen häufig via CD-ROM und dann im AVI- oder MPEG-Format auf den Rechner. Die Motion Pictures Experts Group (MPEG) war ursprünglich ein herstellerübergreifendes Komitee zur Entwicklung eines Kompressions-Dekompressions-Standards. Heute steht MPEG nur noch für das Verfahren selbst und hat wesentlich zum Siegeszug von Multimedia-Anwendungen beigetragen. Was es genau damit auf sich hat und welche Rolle Hardware- und Software-MPEG als Grafikkarten-Features spielen, lesen Sie im Beitrag „Filme unter Druck“. Daß nur drei von zwanzig Testteilnehmern auf MPEG-Unterstützung verzichten, zeigt, welche Bedeutung die Hersteller diesem Talent beimessen. *Josef Beck*