



3D-Karten im Höhenflug

Grafik- Power 2000

Wer einem Spiele-PC heute Höchstleistung entlocken will, kommt an einer 3D-Grafikkarte nicht mehr vorbei. Sie bringen moderne Spiele auf Trab und steigern mit allerlei Effekten den optischen Genuß. Wir haben sowohl etablierte als auch brandneue Modelle einem intensiven Leistungscheck unterzogen.

chen Standard suchen. Den sollte eigentlich Microsofts Win95-Schnittstelle DirectX/Direct3D liefern, doch diverse Schwächen verhinderten bislang den durchschlagenden Erfolg – dementsprechend spärlich war bisher der Software-Support. In dieser mißlichen Lage wußten sich die Spieleentwickler aber durchaus zu helfen. Sie erkoren den bislang leistungsfähigsten Beschleuniger, den Voodoo-Chipsatz der kleinen kalifornischen Schmiede 3Dfx Interactive, zu ihrem Quasi-Standard. Zuletzt war dies überdeutlich auf der E3 in Atlanta zu erkennen: Kaum ein Stand, der nicht mit großen »3Dfx accelerated«-Aufklebern geschmückt war. Doch trotz der hervorragenden Absatzchancen blieb die große Welle an 3Dfx-Modellen bislang seltsamerweise aus. Das mag unter anderem am brandneuen DirectX 5.0 liegen, von dem sich viele Hersteller doch noch den nicht mehr geglaubten Durchbruch für einen 3D-Standard erhoffen. So bekamen wir kurz vor Redaktionsschluß noch die jüngsten Modelle von Elsa und Diamond auf den Tisch, die mit dem Riva 128 von nVidia wiederum auf einen völlig neuen 3D-Chip setzen.

Zusätzlich buhlen eigentlich für den High-End-Markt (CAD, Bildbearbeitung, DTP) angedachte Modelle wie die Diamond Fire 1000 oder Number Nine Revolution3D mit ordentlicher 3D-Leistung und attraktiven Preisen um die Gunst des verspielten Käufers.

Das bringt die Zukunft

Auch im nächsten halben Jahr bleibt es spannend an der Chipfront. Rendition, die mit dem Vérité 1000 den ersten wirklich brauchbaren 2D/3D-Kombibeschleuniger entwickelten, schlagen zurück. Der V2200 soll exzellente 3D-Performance bieten und zusätzlich die Schwächen im 2D-Bereich abstellen. Erster Anbieter eines V2200-Boards wird Hercules sein, von weiteren Produkten ist noch nichts bekannt. Unterdessen werkelt Orchid an einer Lösung mit Voodoo-Rush-Technik. Über den 2D-Prozessor ist noch nichts bekannt, es darf allerdings davon ausgegangen werden, daß es nicht der Alliance ist. Ende August steigt auch VideoLogic in den Kombikartenmarkt ein. Die »Apocalypse 5D« vereint den in diesem Heft getesteten PCX2-Chip von NEC mit dem ET6100

Selten zuvor hat PC-Hardware ähnlich großen Wirbel ausgelöst wie die aktuellen 3D-Karten: Tausende Internet-Pages, überfüllte Newsgroups und strahlende Händler zeugen davon. Fast wären die Beschleunigerboards jedoch nicht hip, sondern zum Hype geworden. Die erste Generation, vorwiegend mit dem S3Virge-Chip ausgestattet, erwies sich nämlich als nur bedingt tauglich für den angestrebten Einsatz – sie waren schlicht zu langsam. Im Laufe der letzten zwölf Monate kamen dann immer neue Designs auf den Markt, die jene anfänglichen Performance-Probleme allmählich vergessen ließen. In der festen Überzeugung, bahnbrechende Technologie auf ihren Karten verlötet zu haben, kochen die meisten Firmen dabei ihr eigenes Chipsüppchen. Dagegen wäre prinzipiell nichts einzuwenden, würde die Industrie nicht gleichzeitig händeringend nach einem verbindli-

SPRECHEN SIE 3D?

3D-Fachbegriffe sind ähnlich populär wie die Karten selbst.

Die wichtigsten Schlagworte haben wir für Sie zusammengetragen und erklärt.

Alpha Blending: Diese Technik erzeugt Transparenzeffekte wie zum Beispiel ein durch eine farbige Glasscheibe hindurchschimmerndes Objekt. Die Pixel auf einer solchen Glasscheibe besitzen neben der üblichen RGB-Farbinformation (Rot/Grün/Blau) noch einen Wert für die Transparenz, den sogenannten Alpha-Channel.

Anti-Aliasing: Zur Vermeidung von häßlichen Pixeltreppen bei schrägen Linien vermischt der Grafikprozessor am Rand der beiden angrenzenden Flächen deren Farben. Dadurch erscheinen Kanten höher aufgelöst und wesentlich glatter.

Bilineares Filtering: Wenn ein Polygon samt Textur nah an den Betrachter heranzoomt, werden die einzelnen Pixel natürlich enorm groß, die Szenerie wirkt dadurch sehr grob und unrealistisch. Bilineares Filtering verhindert die Bildung großer, einfarbiger Pixelblöcke, indem es die Farbwerte angrenzender Bildpunkte vermischt und so weiche, fließende Übergänge schafft.

Depth Cueing: Die Intensität eines Objektes läßt nach, sobald es sich vom Betrachter entfernt. Entspricht im Prinzip Fogging, bei dem nach Schwarz überblendet wird.

Double-Buffering: Um ständiges Flackern zu vermeiden, ist in modernen Grafikkarten der Bildspeicher doppelt vorhanden. Während ein Speicherbereich das momentan dargestellte Bild enthält, wird im anderen bereits der nächste Screen aufgebaut. Ist dieser Prozeß abgeschlossen, schaltet die Anzeige auf den zweiten Bereich um und im ersten beginnt der Aufbau eines neuen Bildes.

Environment Mapping: Ein Objekt wird mit einer metallischen Oberfläche überzogen, in der sich die Umgebung scheinbar spiegelt.

Flat Shading/Couraud Shading: Während beim Flat Shading ein Dreieck ein-

SPRECHEN SIE 3D?

Fortsetzung von Seite 241

heitlich gefärbt ist, besitzt beim Gouraud Shading jede Ecke eine eigene Farbinformation. Aus der Zwischenberechnung dieser Eck-Farbwerte ergibt sich ein sehr weicher Verlauf, der sogar mit weniger Dreiecken für deutlich bessere Ergebnisse sorgt als das Flat Shading.

Fogging: Die Pixel eines Objektes werden dabei mit einer festen Farbe vermischt, deren Intensität mit wachsender Entfernung zunimmt. Sorgt bei Mischung mit Weiß zum Beispiel für atmosphärische Nebeleffekte. Fogging spart außerdem Rechenzeit, da Körper erst ab einer bestimmten Distanz gezeichnet werden müssen.

MIP Mapping: Sollen Texturdetails noch bei vielfacher Vergrößerung deutlich zu erkennen sein, wendet man das Prinzip des MIP Mappings an. Dabei wird eine Textur nicht nur in einer, sondern in mehreren Größen- und Auflösungsstufen (bis hinab zu einem Pixel) gespeichert. Die Hardware wählt beim Rendering abhängig von der Entfernung des darzustellenden Objekts automatisch die geeignetste aus.

Texture Mapping: Überlagerung eines Polygons mit einem perspektivisch korrekt dargestellten Muster wie etwa einer Ziegelmauer.

Trilineares Filtering: Um zwischen zwei MIP-Maps weichere Übergänge zu schaffen, fließen in die Berechnung eines Bildpunktes zusätzlich noch die Farbwerte der beiden Maps mit ein. Das ergibt die besten Resultate hinsichtlich der Bildqualität, ist aber auch sehr rechenaufwendig.

Video Mapping: Variante des Texture Mappings, bei der die Polygone mit einer animierten Textur (zum Beispiel einer AVI- oder MPEG-Datei) beklebt werden.

Z-Buffering: Der sogenannte Z-Buffer speichert die Positionierung eines Pixels auf der Z-Achse (also in der Tiefe des Raumes). Bei gleicher Bildschirmposition mehrerer Pixel wird aufgrund der Tiefeninformation entschieden, ob der jeweilige Bildpunkt für den Betrachter sichtbar wäre und deshalb zu zeichnen ist oder nicht.

von Tseng, Nachfolger des wegen seiner DOS-Schnelligkeit sehr beliebten ET6000. Mit dem ET6300 kann Tseng auch einen 2D/3D-Prozessor anbieten, von dem man sich allerdings keine Wunderdinge erwarten darf. Wie der Tseng sind auch die 3D-Chips von Trident, Oak und Cirrus Logic eher im Low-Cost-Bereich angesiedelt, deren 3D-Leistung nicht für Spitzenwerte gut ist.

Derweil sieht 3Dfx Interactive dem Treiben gelassen zu. Die aktuellen Voodoo-Chipsätze sind nach wie vor höchst konkurrenzfähig und mit dem Banshee haben die Kalifornier ein weiteres heißes Eisen im Feuer. Dieser integriert 2D- und 3D-Funktionen, ansonsten sind noch keine genaueren Details bekannt. Hinter vorgehaltener Hand spricht man aber von Leistungswerten, die mehr als 300 Prozent über denen des Voodoos liegen. Als Termin für die Markteinführung wird momentan noch vorsichtig das erste Quartal 1998 angegeben.

Die Testprozedur

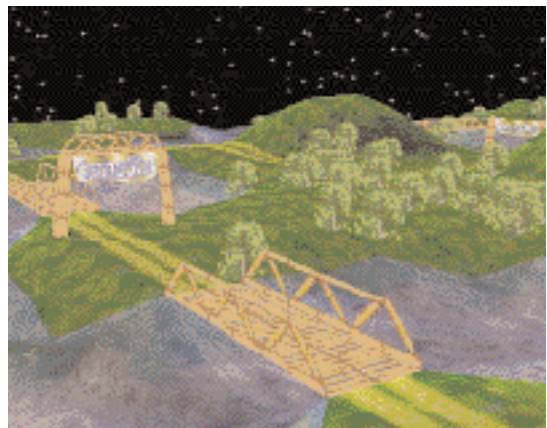
Da wir uns nicht auf die manchmal marktschreierischen Angaben der Hersteller verlassen wollten, haben wir jedes einzelne Board harten Tests unterzogen. Als Rechner benutzten wir einen P166 MMX mit 32 MB EDO-RAM, Asus P5ST2P4

Mainboard mit 512KByte Pipeline Burst Cache und einer IBM DCAS-34430 SCSI-Festplatte. Um gleiche Bedingungen zu gewährleisten, wurde nach jedem Kartentest Windows 95 komplett neu installiert. So konnten wir Beeinflussungen der Performance durch Treiberreste vorangegangener Modelle ausschließen. Unser Hauptaugenmerk lag natürlich auf der 3D-Leistung, die wir mit unserem eigenen, weiter unten ausführlich beschriebenen Direct3D Benchmark überprüften. Um sicherzugehen, kamen außerdem Microsofts D3D- und Tunneltest zum Einsatz, gerade letzterer ist aber inzwischen für die meisten Karten zu anspruchslos. Da Meßwerte nicht alles bedeuten, ließen wir anschließend noch ein paar aktuelle Spiele laufen, die hardwaremäßig die 3D-Funktionen der

Karten unterstützen und somit genaue Aufschlüsse über die Praxistauglichkeit ermöglichen. Ihre Geschwindigkeit in der DOS-Box und unter purem MS-DOS mußten die Kandidaten bei Quake unter Beweis stellen, genauer gesagt mit dem »Timedemo 2«. Das zählt unter Kennern zu den schwersten Aufgaben, die eine Grafikkarte bewältigen muß. Bei 3Dfx-Boards kam außerdem ein Durchlauf mit GLQuake hinzu. Selbstverständlich war nicht nur die reine Leistung ein Thema, auch Installation, Handbuch, Ausstattung und Funktionsumfang wurden geprüft.

Der GameStar-Benchmark

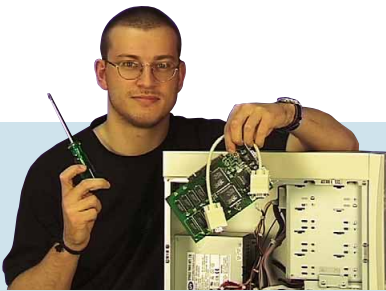
Mit unserem eigenen Direct3D-Benchmark können wir die Leistungsfähigkeit einer Grafikkarte unter dieser Schnittstelle zuverlässig und genau bestimmen.



Exklusiv für GameStar wurde dieser Benchmark programmiert, der exakt die Geschwindigkeit unter Direct 3D mißt.

Das Programm stellt eine aufwendige Szene mit Hügeln, animierter Wasseroberfläche und diversen Objekten dar, wie sie in jedem 3D-Spiel vorkommen könnte, und mißt die erreichten Bilder pro Sekunde. Auflösung und Farbtiefe sind, entsprechend den Fähigkeiten des getesteten Chips, frei wählbar. Zusätzlich ist es möglich, in diversen Dialogfeldern Effekte wie zum Beispiel bilineares Filtering, Fogging oder Perspektivenkorrektur ein- und auszuschalten. So stellen wir fest, ob die Boards das jeweilige Feature überhaupt beherrschen und wieviel Performance es sie kostet. Die Ergebnisse unserer umfangreichen Tests können Sie detailliert auf den nächsten Seiten nachlesen und erfahren, welche 3D-Grafikkarte am besten auf Ihre Ansprüche zugeschnitten ist.

mg



Schritt für Schritt: Kartenwechsel

Sie haben sich eine neue 3D-Grafikkarte gekauft und nun etwas Bammel vor dem Einbau? Keine Panik! Wir zeigen in zehn Schritten, wie's funktioniert.

An Werkzeug brauchen Sie nur einen Kreuzschlitz-Schraubendreher (am besten mit magnetisierter Spitze), eine Schale zum Aufbewahren der Schrauben und eventuell eine Pinzette, um ins Gehäuse gefallene Kleinteile herauszufischen. Außerdem sollten Sie in Windows 95 unter »Start/Einstellungen/Systemsteuerung/Software« eine Startdiskette erstellen, falls bei der Installation etwas schief läuft und der Rechner nicht mehr richtig hochfahren will.

1 Alte Treiber entfernen, Wechsel zum Standard-VGA-Treiber

Viele Karten machen Schwierigkeiten, wenn sie bei der Installation Treiber (oder deren Reste) von anderen Modellen vorfinden. Klicken Sie deshalb nach Start von Windows 95 mit der rechten Maustaste auf den Desktop und wechseln Sie über »Eigenschaften/Einstellungen/Erweitert/Grafikkarte/Ändern« zum Standard-VGA-Treiber, den sie über »Alle Modelle anzeigen/Standardgrafikkartentypen« auswählen können. Manche Boards lassen über »Start/Einstellungen/Systemsteuerung/Software« die manuelle Deinstallation der Treiber zu. Zur Absicherung sollten Sie im Menü »Start/Einstellungen/Systemsteuerung/System/Geräte-Manager/



Vor dem Ausbau der alten Karte auf den **Standard-VGA-Treiber** umstellen.

Grafikkarte« nachsehen, ob die Umstellung geklappt hat. Wenn nicht, entfernen Sie alle aufgeführten Karten außer dem Standardtyp.

2 Rechner herunterfahren

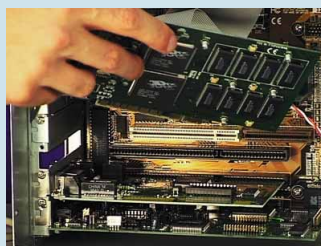
Fahren Sie nun Windows herunter, ohne neu zu booten. Anschließend den Rechner ausschalten und alle Stecker vom Gehäuse abziehen.

3 Gehäuse öffnen

Bevor Sie den PC öffnen, sollten Sie die elektrostatische Ladung ableiten, die schon bei geringen Strömen wichtige Bauteile zerstören kann. Berühren Sie dazu mit der Hand einen leitenden Gegenstand (Heizung, Türklinke). Jetzt kann das Rechnergehäuse geöffnet werden, das zumeist mit sechs Schrauben an der Rückseite festgemacht ist.

4 Ausbau der alten Grafikkarte

Drehen Sie die Schraube am Slotblech der alten Grafikkarte heraus, die Sie im Zweifel am 15-poligen Monitoranschluß auf der Rückseite identifizieren können.



Ein **PCI-Slot** (weiß) im Vergleich zu dem längeren **ISA-Slot** (braun).

Das Board nun vorsichtig aus seinem Steckplatz herausziehen und die Schraube gut aufbewahren.

5 Einbau der neuen Karte

Die neue Grafikkarte behutsam einstecken und gut festschrauben. Benutzen Sie bei gleichem Kartentyp (seit längerer Zeit gibt es nur noch solche mit PCI-Bus) den Steckplatz des alten Boards oder suchen Sie einen anderen freien Slot. PCI-Steckplätze sind deutlich kürzer als die zumeist darunterliegenden des ISA-Typs.

6 Alle Kabel wieder anschließen

Befestigen Sie alle Kabel wieder am Rechner. Statt den Monitor direkt anzuschließen, verbindet man 3Dfx-Boards durch das beiliegende Kabel mit der 2D-Grafikkarte und hängt das Monitorkabel ans 3Dfx-Board. Gehäuse vorerst offen lassen.



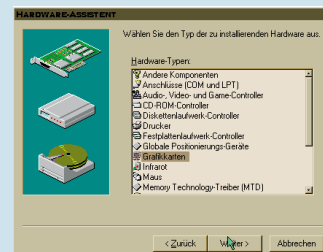
Das **3Dfx-Kabel** an den Monitorausgang der 2D-Karte stecken.

7 Rechner hochfahren, neue Treiber installieren

Schalten Sie den Computer wieder an. Windows 95 sollte sich nun mit »Neue Hardwarekomponente gefunden« zu Wort melden. Die neueste Version Windows 95 B (Versionsnummer ist dann 4.00.950b) sucht die Treiber selbständig, sie müssen nur noch die passende CD oder Diskette einlegen. Bei älteren Versionen von Windows 95 klicken Sie auf »Treiber auf Diskette des Hardwareherstellers« und legen die Disk mit den Treibern in das entsprechende Laufwerk. Findet Windows 95, egal welche Version, die erforderliche INF-Datei nicht automatisch, klicken Sie auf »Durchsuchen«. Das passende File befindet sich meistens in einem »Win 95«-Ordner. Abschließend verlangt Windows 95 nochmals einen Neustart.

8 Manuelle Installation der Treiber

Findet Windows 95 keine neue Hardware, müssen die Treiber von



Die meisten **Treiber** lassen sich auch von Hand installieren.

Hand installiert werden. Dazu gibt es zwei Wege:

1. Über »Start/Einstellungen/Systemsteuerung/Hardware«. Auf die Frage »Soll jetzt neue Hardware gesucht werden?« antworten Sie mit »nein«, dann klicken Sie doppelt auf »Grafikkarten« und anschließend auf »Diskette«. Nun können Sie mit dem entsprechenden Abschnitt von Schritt 7 fortfahren.
2. Rechtsklick auf den Desktop, anschließend über »Eigenschaften/Einstellungen/Erweitert/Grafikkarte/Ändern/Diskette« wie bereits beschrieben die neuen Treiber installieren. Falls nichts mehr klappt, führen Sie zwischendurch Schritt 1 aus, starten den Rechner neu und machen bei Schritt 7 weiter.

9 Gehäuse schließen

Sind alle nötigen Treiber erfolgreich installiert, sollten Sie den PC auf jeden Fall wieder verschließen, um die Elektronik im Inneren vor Staub zu schützen und Hitze Probleme zu vermeiden.

10 Einstellen der Bildschirmoptionen

Die wenigsten Grafikkarten sind werksseitig richtig auf Ihren Rechner eingestellt. Klicken Sie deshalb mit der rechten Maustaste auf den Desktop, wo Sie nun eine oder mehrere neue Karteikarten vorfinden sollten. Hiermit können Sie Auflösung, Farbtiefe, Bildwiederholrate und spezielle 3D-Funktionen Ihren persönlichen Vorstellungen anpassen.



Diamond Viper V330



Ein neue 3D-Generation steht in den Startlöchern. Neben den Zusatzboards von 3Dfx und Videologic führten die Kombikarten bislang eher ein Schattendasein. Der Virge-Chip in all seinen Varianten erwies sich als untauglich, Rendition und Voodoo Rush als schnell, aber etwas unausgegoren. Ende September gibt es nun erstmalig Karten zu kaufen, die in allen drei Disziplinen (DOS, Windows und 3D) überzeugen. Denn als im Testraum die ersten 3D-Benchmarks über den Monitor flimmerten, wurden unsere Augen immer größer: Da hatte die Viper mit

ihrem Riva-128-Chip von nVidia, dem 230-MHz-RAMDAC und den 4 MByte SGRAM schon im normalen Windows-Betrieb überzeugt und anschließend unter DOS neue Rekorde aufgestellt.

Direct-3D-Turbo

Als nun die Direct-3D-Tests anstanden, schickte sie sich auch noch an, die antizipierenden 3Dfx-Referenzen mit Durchsatzraten weit jenseits der 500 Kilopolygon/s zu düpiert! Dabei dachten wir noch mit Schrecken an die erste nVidia-Generation anno 1995 zurück, die mit integriertem Soundchip und kaum vorhandenen Beschleunigerqualitäten den Weg in eine bessere Spielezukunft nur ganz zaghaft andeutete. Doch mit dem nVidia der dritten Stufe (die zweite wurde übersprungen) sieht die Welt gleich ganz anders aus. Dazu muß gesagt werden, daß es sich noch nicht einmal um ein optimiertes, Diamond-eigenes Board handelte, sondern ein mit Diamond-

Beta-Treibern versehenes Referenz-Sample von Chiphersteller SGS Thompson. Die Meßwerte dürften in den nächsten Monaten demnach weiter nach oben steigen und bis zum Erscheinen von 3Dfx' Banshee-Chipsatz wohl unerreicht bleiben. Anders als bei Elsa soll der Viper-Käufer in der Schachtel mindestens ein D3D-Spiel vorfinden, über das aber noch angestrengt nachgedacht und verhandelt wird.

Viper V330

Typ: 2D/3D-Beschleuniger
Hersteller: Diamond
Preis: ca. 380 Mark

Pro	Kontra
<ul style="list-style-type: none"> • 3D-Performance • gute DOS- und Windows-Leistung • zukunftssicher 	<ul style="list-style-type: none"> • keine eigene Spiele-API

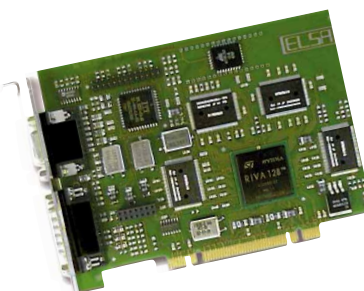
Fazit: Als integrierte 2D/3D-Karte zusammen mit Elsa Victory Erazor momentan führend.

GameStar Gesamtnote:

1,6



Elsa Victory Erazor



Kurz vor Redaktionsschluß bekamen wir noch die Anfang Oktober auf den Markt kommende Victory Erazor zum Testen. Nachdem die Victorys mit dem Virge-Chipsatz sich zwar gut verkauften, aber als 3D-Lösung keine Siegertypen waren, setzt Elsa nun auch auf den Riva 128 von nVidia. Unterschiede zur Diamond Viper gibt es nur im Detail. Bei den Speicherbausteinen kommt mit 7,5 ns etwas schnelleres SGRAM zum Einsatz, außerdem wird die Erazor mit mehreren Videoein- und -ausgängen ausgeliefert, die Elsa in einer mitgelieferten Kabelpeitsche bündelt.

Dafür verzichten die Aachener auf beigepackte Spielesoftware.

Spiele-Rakete

Nach den Testläufen stand fest, daß sich die beiden nVidia-Modelle auch in der Leistung nur wenig unterscheiden: Die Viper lag zwar im D3D-Test bei den Durchsatzzahlen relativ weit vorne, was bei den absolut gesehen extrem hohen Werten der Elsa wenig zu sagen hat. Dafür revanchierte sich die Victory bei unserem praxisorientierteren GameStar-Benchmark, wo sie noch ein halbes Frame drauflegte. Beide Hersteller arbeiten derzeit noch fieberhaft an den endgültigen Treibern, weshalb hier das letzte Wort noch nicht gesprochen sein dürfte. Praktische keine Unterschiede gab es unter DOS. Wie die Viper legte auch die Erazor gewaltig los und schlug in dieser Disziplin das gesamte Testfeld. Ein weiteres Merkmal der Riva-128-Boards ist, daß sie mit der Leistungs-

fähigkeit des Hauptprozessors »mitwachsen«, das heißt mit einem Pentium II 266 Mhz wird man zu deutlich höheren Meßwerten kommen, als auf dem von uns verwendeten P166 MMX. Ganz im Gegensatz zu einem 3Dfx-Board bereitet der nVidia-Chip unterhalb eines P133 im 3D-Bereich nur wenig Freude. Bei Preisen von knapp 400 Mark können beide Karten nur wärmstens empfohlen werden.

Victory Erazor

Typ: 2D/3D-Beschleuniger
Hersteller: Elsa
Preis: ca. 390 Mark

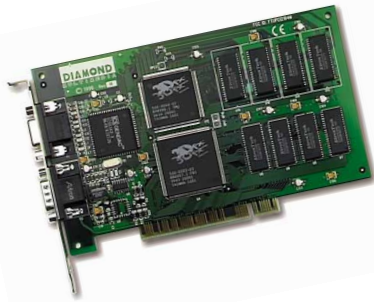
Pro	Kontra
<ul style="list-style-type: none"> • tolle 3D-Leistung • Videoanschlüsse • sehr schnell unter DOS 	<ul style="list-style-type: none"> • kein Spiel mitgeliefert

Fazit: Hervorragender All-rounder mit exzellenter 3D-Leistung - Die Zeichen stehen auf Sieg.

GameStar Gesamtnote:

1,6

Diamond Monster 3D



Neben der Orchid Righteous ist die Diamond mit dem Voodoo-Chipsatz der große Star unter den 3D-Beschleunigern. Obwohl bereits seit fast einem Jahr im Handel, ist sie – zusammen mit ihren 3Dfx-Kollegen und den nvidia-Modellen – in der Gesamtheit ihrer Qualitäten immer noch unerreicht. Sei es die 3D-Qualität, die Geschwindigkeit oder die inzwischen stark angewachsene Anzahl der angepaßten Spiele – 3Dfx hat es mit seinen Chipsätzen nicht umsonst geschafft, ein inoffizieller Industriestandard zu werden.

Sinnvoll verbessert

Daß Diamond sich nicht auf den Lorbeer ausruht, zeigt die ständige Modellpflege. Seit August liegt Formel 1 von Psygnosis statt dem angegrauten Gremlin-Duo Actua Soccer und Fatal Racing in der Schachtel, und außerdem ein dickeres Kabel. Viele Käufer hatten sich beschwert, daß das Durchschleifen der Monitorsignale bei hohen Auflösungen und Farbtiefen die Bildschärfe deutlich reduziert. Ansonsten hört man über die 3Dfx-Karten aber kaum Klagen technischer Art. Die Zeiten für sie sind also weiterhin rosig.

Orchid Righteous 3D

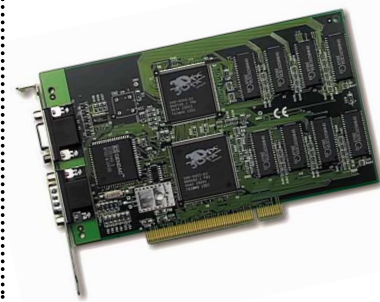


Der Klassiker unter den dreidimensionalen Muntermachern ist schon von weitem am Knacksen des mechanischen Umschalters auszumachen, mit dem die Karte zwischen 2D- und 3D-Bildsignal umschaltet. Berühmt wurde auch das extradicke Durchschleifkabel hoher Qualität, mit dem Beschwerden über unscharfe Bildsignale ausblieben. Auch Orchid reagierte auf die zunehmende Vergreisung der enthaltenen Spiele und bietet jetzt zusätzlich eine Version ganz ohne Unterhaltungssoftware an, durch die der Einstandspreis in die 3Dfx-Welt noch weiter nach unten gedrückt wurde.

Für die Zukunft gerüstet

Den Verkaufspreis ist die Karte mehr denn je wert: Alleine bis Weihnachten wird eine ganze Latte hochkarätiger Kost wie Hexen 2, Quake 2, F1 Racing Sim, Turok oder Half-Life für den Top-Beschleuniger erscheinen und eine 3Dfx-Karte noch unverzichtbarer machen. Da kann man es leicht verschmerzen, daß die Voodoo-Boards die D3D-Krone in Zukunft mit dem Riva128-Chipsatz von nVidia teilen müssen. Im Frühjahr 98 schlägt 3Dfx ja wieder zurück...

Gi Maxi Gamer 3D fx



Soundkarten-Spezialist Guillemot ist die dritte Marke im Reigen der Voodoo-Boards. Rein technisch bedingt unterscheidet sich das Layout kaum von den beiden anderen, mit Ausnahme der einen Tick schnelleren 40ns-RAM-Bausteine. Als D3D-Treiber liefert Gi die originalen von 3Dfx mit, was mit Ausnahme des fehlenden Kontrollpanels kein Nachteil ist. Schließlich sind auch die Orchid- und Diamond-Revisionen nur leichte Abwandlungen der 3Dfx-Treiber.

Scharfer Eindruck

Der Test bestätigte denn auch einmal mehr, daß zwischen allen Karten-Treiber-Kombinationen ohne Einschränkungen munter hin und her gewechselt werden kann. Zu loben ist das hochwertige Loop-Kabel, mit dem praktisch keinerlei Schärfeverlust am Bildschirm zu beobachten war. Wie erwartet, bewegten sich die Benchmarkergebnisse im Bereich von Monster und Righteous. Mit installierten 2.1-DirectX-Treibern von 3Dfx konnte die Maxi Gamer aber zumindest einen Vorteil für sich verbuchen: Erstmals ist es damit möglich, gleichzeitig Alpha Blending und Fogging höchster Qualität einzusetzen.

Monster 3D

Typ: 3D-Zusatzkarte
Hersteller: Diamond
Preis: ca. 350 Mark

Pro

- 3D-Leistung
- sehr zuverlässig
- reichhaltiges Spiele-Bundle

Kontra

- mangelhaftes Handbuch

Fazit: Mit den Modifikationen empfehlenswert wie eh und je, für ambitionierte Spieler praktisch ein Muß.

GameStar Gesamtnote:

1,7

Righteous 3D

Typ: 3D-Zusatzkarte
Hersteller: Orchid
Preis: ca. 350 Mark

Pro

- 3D-Leistung
- Top Software-Support
- gutes Monitor-Kabel

Kontra

- mitgelieferte Spiele etwas veraltet

Fazit: Der Klassikerstatus hat sich mit Top-Ergebnissen einmal mehr gerechtfertigt.

GameStar Gesamtnote:

1,7

Maxi Gamer 3D fx

Typ: 3D-Zusatzkarte
Hersteller: Guillemot
Preis: ca. 330 Mark

Pro

- 3D-Leistung
- gute Bildqualität dank hochwertigem Loop-Kabel

Kontra

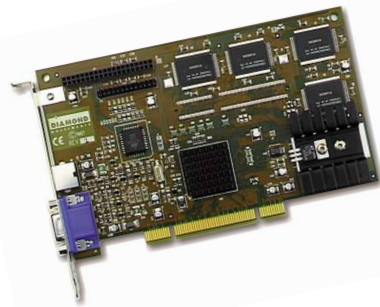
- englisches Handbuch
- kein Windows-Kontrollpanel

Fazit: Die relativ neue 3Dfx-Karte wird vom bewährten Voodoo-Chipsatz zu Höchstleistungen angetrieben.

GameStar Gesamtnote:

1,8

Diamond Fire 1000



In diesem Testfeld zielt die Fire Pro zusammen mit der Ati und dem Number-Nine-Modell auf eine eigene Käufer-schicht: Mit ihren 8 MByte SGRAM ist sie vorwiegend für Anwender gedacht, die Windows noch in Auflösungen jenseits der 1280 mal 1024 Pixel mit True-color fahren wollen, ohne auf augenschonende Bildwiederholraten zu verzichten. Die erste Überraschung gab es prompt bei den DOS-Tests: Schneller sind momentan nur ganz wenige Modelle. Zwar fehlte unserem Vorab-Sample noch die VESA-2.0-Unterstützung, im Endprodukt wird dieses Feature jedoch vorhanden sein und die Hoffnung auf ebensoschnelle SVGA-Modi nähren.

Schnell mit Fehlern

Bei unserem GameStar-Benchmark und anderen D3D-Messungen setzte sich dann zwar das Speedfestival fort, allerdings war die famose Vorstellung nicht frei von Fehlern. In Moto Racer zum Beispiel wurden fast sämtliche Fahrer-Polygone »verschluckt«, bei Formel 1 flackerte das Bild bisweilen ziemlich heftig. Insgesamt aber eine starke Vorstellung – mit neuen Treibern könnte die Fire ein gewaltiges Feuer entfachen.

Hercules Stingray



Etwas klobig ist sie ja schon, die Stingray. Ausgerüstet mit dem Voodoo-Rush-Chipsatz von 3Dfx ist die Hercules ein Mittelding aus Add-On- und All-in-One-Lösung. Den 2D-Part übernimmt der ProMotion AT3D von Alliance, der sich mit dem aufgesteckten Rush 4MByte EDO-RAM teilt. Mit mangelnder Bildschärfe hat das ungleiche Duo ebenso wenig Probleme wie mit der 3D-Darstellung im Fenster. Dafür plagen das Chip-Konglomerat andere Schwierigkeiten.

DOS-Schwäche

Der Alliance beherrscht kein VESA 2.0, und wird nicht vom Display Doctor erkannt. Beharrt ein DOS-Programm auf VESA 2.0, bleibt man mit der Stingray außen vor, normales VGA ist ziemlich langsam. Ansonsten konnte nur selten ein dunkler Schatten die glänzende 3D-Vorstellung trüben. Die Benchmarks hinken zwar teilweise deutlich denen der Zusatz-Voodooos hinterher, in der Spielpraxis war davon aber nur wenig zu spüren. Kleiner Wermutstropfen: Da die beiden Voodoo-Chipsätze nicht hundertprozentig kompatibel sind, laufen bislang die wenigsten DOS-Glide-Spiele auf Rush-Modellen.

Ati Xpert@Work



Hinter dem seltsam klingenden Namen (»Expert at Work«, »Fachmann bei der Arbeit«) steckt ein neues Spitzenmodell aus den Hause Ati, das den 3D Rage Pro als Chip spendiert bekam. Das mit 4 MByte SGRAM ausgestattete Einstiegsmodell machte schnell klar, daß es sich hier um einen in fast allen Disziplinen überzeugenden Allrounder handelt. Unter Direct3D platzierte sie sich mit 14,6 Bildern pro Sekunde beim GameStar-Benchmark im Vordergrund, ohne in die absolute Spitzenklasse vorzudringen. Dafür beherrscht die Xpert@Work alle wichtigen Features und bietet sehr gute 3D-Qualität.

Steigerung möglich

Dabei befanden sich die Treiber noch mitten im Beta-Stadium, neuere sollen nochmal um bis zu 25 Prozent schneller sein. Nicht so toll war es um DOS bestellt. Normales VGA bewältigte das Board fast so schnell wie der Klassenprimus Mystique, unter SVGA fiel die Ati aber trotz VESA-2.0-Unterstützung relativ deutlich ab. Für den Spieler uninteressant ist die mitgelieferte Software, es wird von Ati aber auch eine Xpert@Play mit entsprechendem Bundle geben.

Fire GL 1000 Pro

Typ: 2D/3D-Beschleuniger
Hersteller: Diamond
Preis: ca. 540 Mark

Pro	Kontra
<ul style="list-style-type: none"> • exzellente Windows-Qualitäten • hohe 3D-Leistung • schnell unter DOS 	<ul style="list-style-type: none"> • Treiber noch fehlerbehaftet • relativ teuer

Fazit: Noch etwas fehlerbehaftete Allroundkarte mit erstaunlichen 3D- und DOS-Qualitäten.

GameStar Gesamtnote:

2,0

Stingray 128/3D

Typ: 2D/3D-Beschleuniger
Hersteller: Hercules
Preis: ca. 450 Mark

Pro	Kontra
<ul style="list-style-type: none"> • sehr schnelle 3D-Karte • gute Spielebeigaben 	<ul style="list-style-type: none"> • DOS-Leistung mäßig • bislang schwache Treiber

Fazit: Schwach unter DOS, im 3D-Teil eine der Schnellsten; mit besseren Treibern ist noch deutlich mehr drin.

GameStar Gesamtnote:

2,1

Xpert@Work

Typ: 2D/3D-Beschleuniger
Hersteller: Ati
Preis: ca. 450 Mark

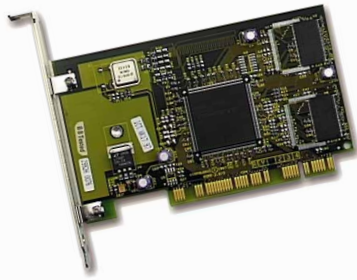
Pro	Kontra
<ul style="list-style-type: none"> • gute 3D-Leistung • komfortable Bedienung 	<ul style="list-style-type: none"> • schwache DOS-Performance • wenig attraktive Software

Fazit: Gute Allroundkarte, nur unter DOS nicht ganz konkurrenzfähig; Treiber noch im Beta-Stadium.

GameStar Gesamtnote:

2,3

VL Apocalypse 3Dx

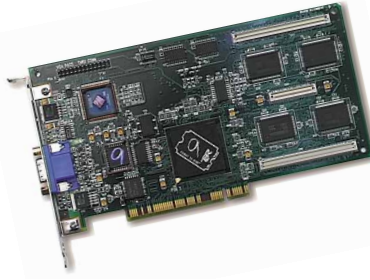


Im Kampf der Zusatzboards legt VideoLogic eine Schippe nach: Mit konkurrenzfähigen Leistungsdaten, einem attraktiven Spiele-Bundle und aggressivem Marketing kann VideoLogic auf eine interessante Alternative verweisen, die zudem mit einigen originellen Details aufwartet. Die Apocalypse macht nichts anderes, als 3D-Spiele zu beschleunigen, braucht also als Unterbau weiterhin eine normale PCI-Grafikkarte. Kein Kabel beeinträchtigt das Bildsignal, die Verbindung zwischen beiden Boards erfolgt über den PCI-Bus. 3D im Fenster gehört zu den leichteren Übungen des neuen PowerVR-Chips PCX2.

Eigenwillige Technik

Das winzige Steckkärtchen emuliert Direct3D aufgrund seiner ungewöhnlichen Art, per »Infinite Planes« Polygone zu ermitteln, eigentlich nur. Trotzdem kommt es auf beachtliche Ergebnisse. Was der PCX2 wirklich kann, zeigt sich an den paar eigens für PowerSGL, die schwer zu programmierende PowerVR-Schnittstelle, entwickelten Spielen. So gehört Ultim@te Race von Kalisto auch nach einem halben Jahr noch zur Crème de la Crème der 3D-Zunft.

#9 Revolution 3D



Die von begeisterten Beatles-Fans gegründete Multimedia-Company setzt auf den hauseigenen »Ticket 2 Ride«-Chip, mit dem Number Nine aber gar nicht in erster Linie den Spielmarkt im Visier hat. Vielmehr handelt es sich um einen Windows-Beschleuniger, der mit bis zu 16 MByte superschnellem WRAM bestückt ist und bei Bedarf jeden 21-Zöller locker an die Grenzen seiner Leistungsfähigkeit treibt. Da ist die bescheidene DOS-Performance eher Nebensache, immerhin hat die Revolution serienmäßig VESA 2.0 an Bord.

Guter Allrounder

Bei den Benchmarks und Praxistests schnitt das Modell durchwegs gut, wenn auch nicht überragend ab. Ein paar Fehler im Direct3D-Bereich trübten das Bild ein wenig, doch die Treiber waren zum Zeitpunkt des Testlaufs noch in der Beta-Phase. Anspruchsvolle Windows-Profis mit einem etwas dickeren Geldbeutel dürfen jedenfalls beruhigt zur (dank Upgradesockel zukunftssicheren) Number Nine greifen. Sie entscheiden sich für eine Hightech-Karte, die nach getaner Arbeit auch vor einem rasanten 3D-Spiel nicht kapituliert.

Miro Crystal VRX



Relativ spät erschien die Crystal VRX auf dem Markt, was nicht gerade zu ihrer schnellen Etablierung beitrug. Die Szene war im April schon eindeutig von 3Dfx beherrscht und machte es dem Rendition-Board schwer, sich bei den Spielern und Herstellern in den Mittelpunkt zu schieben. Ob's nun am minimal modifizierten Vérité-Prozessor oder an besseren Treibern lag, in allen Tests schlug die Miro knapp den Konkurrenten aus dem Hause Creative Labs, sie ist aber auch um einiges teurer.

3D gut, DOS schwach

Die Tendenz war insgesamt gleich wie beim 3D-Blaster: DOS-SVGA mittelmäßig, DOS-VGA ganz schwach. Da gefiel die Windows-Performance schon besser, und im 3D-Bereich gehört die Karte noch lange nicht zum alten Eisen. Direkt auf den programmierbaren RISC-Prozessor angepasste Spiele wie das mitgelieferte Tomb Raider machen mit flüssigen Bewegungsabläufen deutlich mehr her als D3D-Applikationen. Ein Extralob dem mehrsprachigen Handbuch, das zu den besten im Test gehörte und damit auch die Installation zum Kinderspiel geraten ließ.

Apocalypse 3Dx

Typ: 3D-Zusatzkarte
Hersteller: VideoLogic
Preis: ca. 390 Mark

Pro

- attraktives Spiele-Bundle
- sehr schnell unter PowerSGL

Kontra

- eingeschränkte D3D-Tauglichkeit
- wenige PowerVR-eigene Spiele

Fazit: Technisch klasse, nur an speziell angepaßter Software in ausreichendem Maße fehlt es noch.

GameStar Gesamtnote:

2,3

Revolution 3D

Typ: 2D/3D-Beschleuniger
Hersteller: Number Nine
Preis: ca. 600 Mark

Pro

- gute Allround-qualitäten
- sehr gute Bildqualität

Kontra

- relativ teuer
- mäßige DOS-Leistung

Fazit: Profiboard mit guter 3D-Leistung, für Nur-Spieler zu teuer. Treiber noch im Beta-Stadium.

GameStar Gesamtnote:

2,4

Crystal VRX

Typ: 2D/3D-Beschleuniger
Hersteller: Miro
Preis: ca. 400 Mark

Pro

- schnell bei extra angepaßten Spielen
- sehr gutes Handbuch

Kontra

- relativ teuer
- mäßige DOS-Leistung

Fazit: Die Karte gehört zu den akzeptablen 3D-Beschleunigern, allerdings mit Schwächen im 2D-Bereich.

GameStar Gesamtnote:

2,8

Matrox Mystique 220



Leicht modifiziert geht die Mystique in ihr zweites Lebensjahr. Der MGA-1164SG-Grafikchip mit 220-MHz-RAMDAC ermöglicht bis hinauf zur 1280er Auflösung Truecolor bei ergonomischen 100 Hz Bildwiederholrate. Damit bietet die Karte für ihre Preisklasse sehr gute Voraussetzungen zur professionellen Bildbearbeitung. Ähnlich positiv sieht es unter DOS aus. Der Quake-Benchmark weist sie in dieser Disziplin als eines der schnellsten Grafikkarten überhaupt aus.

Gebremster 3D-Spaß

Den Trend verpennt hat Matrox dagegen in der 3D-Beschleunigung: Als einzige Karte im Testfeld kann die Mystique kein bilineares Filtering. Auch sonst ist es nicht weit her mit den unterstützten Features. Außer Fogging – das ihr viel Mühe bereitet –, transparenten Texturen und Perspektivenkorrektur kann sie nicht viel aufbieten. So werden D3D-Spiele wie das mitgelieferte Moto Racer mit der Matrox zwar nicht schöner, aber wenigstens spürbar schneller. Als bewährtes Windows-Arbeitstier ist sie somit der ideale Untersatz für eine hochgezüchtete Add-on-Karte.

3D Blaster PCI

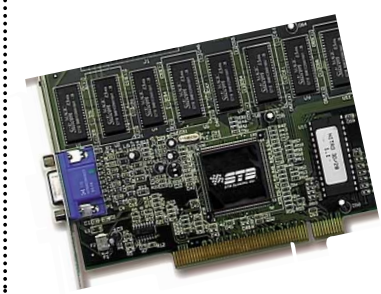


Der Beschleuniger von den Soundkarten-Pionieren aus Kanada ist fast schon ein Klassiker, was nicht zuletzt am eingesetzten Chipsatz liegt: Der Vérité 1000 von Rendition galt im Herbst 1996 als härtester Voodoo-Konkurrent. Doch die Zeichen der Zeit ändern sich, und bei den heutigen Leistungen wartet man nicht zu Unrecht ungeduldig auf den Nachfolger V2200.

Den Anschluß verloren

Der vorletzte Platz beim GameStar-Benchmark spricht Bände. Einige Features werden zudem im Gegensatz zur eigenen Programmierschnittstelle Speedy3D nicht oder nur unzureichend unterstützt. Schwächlich fällt vor allem die Fülleistung aus, sprich: das Shading oder Texturing von nackten Polygonen. Wird der Rendition-Chip über die Speedy3D-API direkt angesprochen, so wandelt sich das Bild: Tomb Raider hielt die Framerate auch in großen Räumen über der 20-Bilder-Grenze, Rendition-Quake steht GLQuake nicht viel nach. Einige Mängel zum Schluß: DOS-VGA ist katastrophal langsam, das Handbuch verdient seinen Namen nicht, und das Softwarebundle ist reichhaltig, aber veraltet.

STB Nitro 3D



STB verlötet auf seiner Nitro 3D den wenig verbreiteten Virge/GX-Chip. Der war von S3 eigentlich für den Einsatz des teuren SGRAM-Speichers entwickelt worden, wohl aus Kostengründen findet man auf der Karte aber nur 4MByte mit 83 MHz getaktetes EDO-RAM. Bei unserem D3D-Benchmark mußte sich die Nitro jedem Konkurrenten geschlagen geben. Zudem kann der Treiber unter Direct 3D keine transparenten Texturen, was MotoRacer prompt zum Anlaß nahm, die 3D-Beschleunigung ganz zu verweigern.

Viel zum Spielen

Leichter läßt sich da schon das fehlende VESA-2.0-Bios verschmerzen, da der Ersatz-VESA-Treiber des Sharewaretools »Scitech Display Doctor« den Virge ohne Probleme als solchen erkennt und dadurch zum Beispiel SVGA-Modi bei Quake ermöglicht. Großzügig ist STB bei den Softwarebeigaben: Ein umfassender Deal mit Activision beschert dem Käufer neben den zwei Gähnern Spycraft und Hyperblade noch MW2: Mercenaries und die Perle Interstate '76. Den Interstate-D3D-Patch sollte man aber besser woanders ausprobieren...

Mystique 220

Typ: 2D/3D-Beschleuniger
Hersteller: Matrox
Preis: ca. 340 Mark

Pro	Kontra
• hervorragende 2D-Leistung	• kein bilineares Filtering
• sehr gute Bildqualität	• durchschnittliche 3D-Geschwindigkeit

Fazit: Maßig unter 3D, als 2D-Grafikkarte jedoch immer noch erste Wahl.

GameStar Gesamtnote:

3,0

3D Blaster PCI

Typ: 2D/3D-Beschleuniger
Hersteller: Creative Labs
Preis: ca. 300 Mark

Pro	Kontra
• preisgünstig	• langsam bei Direct 3D und DOS-VGA
• flott bei Rendition-optimierten Spielen	• veraltetes Software-Bundle

Fazit: Umfangreicher Rendition-Support, unter Direct3D schwache Leistung.

GameStar Gesamtnote:

3,1

Nitro 3D

Typ: 2D/3D-Beschleuniger
Hersteller: STB
Preis: ca. 270 Mark

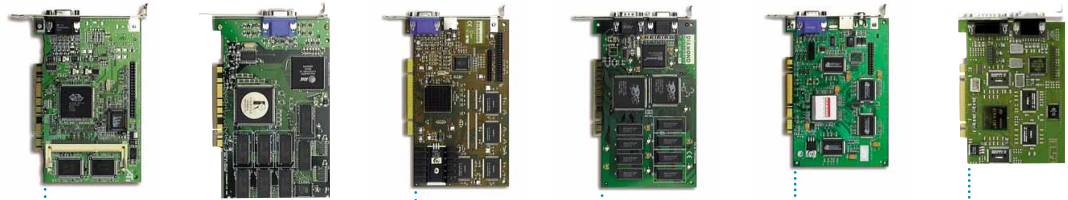
Pro	Kontra
• reichhaltige Softwareausstattung	• 3D-Leistung
	• wenig Virge-optimierte Spiele
	• engl. Handbuch

Fazit: Das umfassende Spielepaket kann die Hardware-Schwächen nicht übertünchen.

GameStar Gesamtnote:

3,8

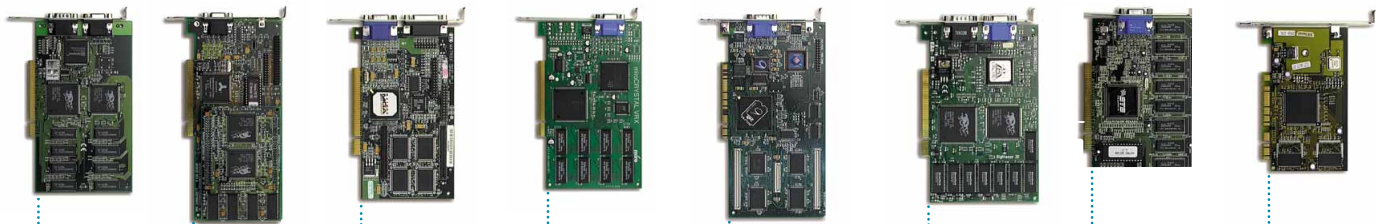
Zahlen und Fakten



Hersteller:	ATI	Creative Labs	Diamond	Diamond	Diamond	Elsa
Modell:	Xpert@Work	3D Blaster	Fire GL 1000 Pro	Monster 3D	Viper V330	Victory Erazor
Preis:	ca. 450 Mark	ca. 300 Mark	ca. 540 Mark	ca. 350 Mark	ca. 380 Mark	ca. 390 Mark
Hotline:	(0 80 63) 80 58 80	(0 89) 9 57 90 81	(0 81 51) 26 63 30	(0 81 51) 26 63 30	(0 81 51) 26 63 30	(02 41) 6 06 61 31
Handbuch:	keines ³	Deutsch, mangelhaft	keines ³	Deutsch, ausreichend	keines ³	keines ³
Grafikchip:	ATI 3D Rage Pro	Rendition Verité V1000-E	3DLabs Permedia 2	3Dfx Voodoo	nVidia Riva128	nVidia Riva 128
Bildspeicher:	4 MByte SGRAM, 10 ns	4 MByte EDO-RAM, 50 ns	8 MByte SGRAM, 10 ns	2 MByte EDO-RAM, 50 ns	4 MByte SGRAM, 10 ns	4 MByte SGRAM, 7,5 ns
Texturspeicher:	–	–	–	2 MByte EDO-RAM, 50 ns	–	–
RAMDAC:	230 MHz, integriert	135 MHz, extern	230 MHz, integriert	–	230 MHz, integriert	220 MHz, integriert
VESA 2.0:	Ja	Ja	Nein	–	Ja	Ja
Spiele-APIs: ¹	Direct 3D, Ati	Direct 3D, Speedy 3D	Direct 3D, OpenGL OpenGL	Direct 3D, Glide	Direct 3D	Direct 3D
Spiele-Unterstützung:	befriedigend	gut	befriedigend	sehr gut	befriedigend	befriedigend
Mitgelieferte Spiele:	keines ⁴	Actua Soccer, Fatal Racing, Rebel Moon, Toshinden ⁸ , Flight Unlimited ⁸	keines	Formel 1, Hyperblade, Mechwarrior 2, Descent 2 ⁸ , EF 2000 ⁸	noch nicht bekannt	keines
Benchmarks:						
GameStar:						
640 x 480:	14,6 FPS ⁵	11,1 FPS	18,0 FPS	20,5 FPS	19,2 FPS	19,7 FPS
800 x 600:	12,0 FPS	8,4 FPS	14,6 FPS	17,8 FPS	16,7 FPS	18,0 PPS
Microsoft D3D-Test:						
Füllrate:	7,5 Mpps ⁶	4,4 Mpps	21,8 Mpps	30,1 Mpps	35,6 Mpps	39,4 Mpps
Durchsatz:	357 Kpps ⁷	266 Kpps	371 Kpps	383 Kpps	603 Kpps	490 Kpps
DOS – Timedemo 2:						
320 x 200:	40,1 FPS	24,6 FPS	42,8 FPS	–	42,9 FPS	42,7 FPS
640 x 480:	13,7 FPS	15,5 FPS	– ⁴	–	17,0 FPS	17,0 FPS
GLQuake/VQuake: ² (640 x 480)	–	22,6 FPS (VQ)	18,8 FPS (GLQ) ⁹	29,4 FPS (GLQ)	–	–
Gesamtergebnis:	2,3	3,1	2,0	1,7	1,6	1,6

Erläuterungen: ¹ Programmierschnittstelle, um Spiele für eine bestimmte Hardware-Plattform zu entwickeln, ² GLQuake = Quake für OpenGL; VQuake = Quake für Rendition Verité, ³ da Vorserienmodell, ⁴ siehe Text, ⁵ FPS: Frames per

Die wichtigsten Daten aller 14 3D-Karten im Überblick



Guillemot	Hercules	Matrox	Miro	Number Nine	Orchid	STB	VideoLogic
Maxi Gamer 3D fx	Stingray 128/3D	Mystique 220	Crystal VRX	Revolution 3D	Righteous 3D	Nitro 3D	Apocalypse 3D
ca. 330 Mark	ca. 450 Mark	ca. 340 Mark	ca. 400 Mark	ca. 600 Mark	ca. 350 Mark	ca. 250 Mark	ca. 390 Mark
(02 11) 3 38 00 33	(0 89) 89 89 05 73	(0 89) 61 44 74 33	(0 81 05) 22 54 50	(0 89) 61 44 91 13	im Aufbau	(00 44/1 81) 2 97 10 08	(0 61 03) 93 47 13
Englisch, ausreichend	Deutsch, ausreichend	Deutsch, gut	Deutsch, sehr gut	keines ³	Deutsch, gut	Englisch, befriedigend	keines ³
3Dfx Voodoo	3Dfx Voodoo Rush	MGA-1164SG	Rendition Vérité V1000L-P	Ticket to Ride	3Dfx Voodoo	S3 Virge/GX	NEC PowerVR
2 MByte EDO-RAM, 40 ns	4 MByte EDO-RAM, 35 ns	4MByte SGRAM, 10 ns	4 MByte EDO-RAM, 35 ns	4 MByte WRAM, 50 ns	2 MByte EDO-RAM, 50 ns	4 MByte EDO-RAM, 28 ns	4 MByte SDRAM
2 MByte EDO-RAM 40 ns	–	–	–	–	2 MByte EDO-RAM, 50 ns	–	–
–	175 MHz, integriert	220 MHz, integriert	135 MHz, extern	220 MHz, extern	–	170 MHz, integriert	–
–	Nein	Ja	Ja	Ja	–	Nein	–
Direct 3D, Glide	Direct 3D, Glide (ab Vers. 2.3)	Direct 3D	Direct 3D, Speedy 3D	Direct 3D	Direct 3D, Glide	Direct 3D, S3d	Direct 3D, PowerSGL
sehr gut	gut	befriedigend	gut	befriedigend	sehr gut	befriedigend	befriedigend
POD ¹⁰	Pandemonium!, Formel 1	Toy Story, Moto Racer	Tomb Raider	noch nicht bekannt	Mechwarrior 2, Fatal Racing, Descent 2 ⁸ , Actua Soccer ¹²	Spycraft, Hyperblade, MW2:Mercenaries, Interstate 76	WipEout 2097, MW2: Mercenaries, Ultim@te Race, Tomb Raider ⁸ , Terracide ⁸
20,7 FPS	17,7 FPS	10,8 FPS ¹¹	11,5 FPS	14,0 FPS	20,8 FPS	8,2 FPS	14,9 FPS
17,7 FPS	15,2 FPS	8,1 FPS ¹¹	8,7 FPS	12,7 FPS	17,7 FPS	5,9 FPS	14,1 FPS
30,1 Mpps	14,6 Mpps	10,7 Mpps ¹¹	4,9 Mpps	15,4 Mpps	30,0 Mpps	5,8 Mpps	35,7 Mpps
349 Kpps	278 Kpps	193 Kpps ¹¹	300 Kpps	336 Kpps	378 Kpps	149 Kpps	278 Kpps
–	42,9 FPS	43,0 FPS	24,6 FPS	38,8 FPS	–	42,7 FPS	–
–	– ⁴	15,9 FPS	15,5 FPS	12,3 FPS	–	15,5 FPS	–
29,5 FPS (GLQ)	20,2 FPS (GLQ)	–	23,9 FPS (VQ)	–	29,5 FPS (GLQ)	–	–
1,8	2,1	3,0	2,8	2,4	1,7	3,8	2,3

Second = Bilder pro Sekunde, ⁶ Mpps: Millionen Pixel pro Sekunde, ⁷ Kpps: Kilopolygone pro Sekunde, ⁸ Lightversion, ⁹ Läuft nur ohne Texturen, ¹⁰ Preis ohne Spiel: 299 Mark, ¹¹ ohne bilineare Filterung, ¹² Preis ohne Spiele: 319 Mark