



LORENTZ

Ab in die Tiefe

Gestern war die Welt noch flach. Heute geht es so richtig in die dritte Dimension mit den 3-D-Grafikkarten. CHIP sagt, was die neuen Boards können und welche Technik hinter den 3-D-Beschleunigern steckt.

Die Bewegung in drei räumlichen Dimensionen ist für uns Menschen selbstverständlich. Daher wirkt jede bildliche Darstellung der Welt um so überzeugender, je stärker der Effekt der Dreidimensionalität darin umgesetzt ist. Kunst und Technik bedienen sich der Perspektive, um auf einem Blatt die Welt so abzubilden, wie wir sie sehen und kennen. Auch im Computerbereich ist die 3-D-Darstellung ein gängiges Instrument.

Und was ist das Ergebnis? Schnelle, realistische Spiele oder hochgenaue CAD-Zeichnungen mit Lichteffekten begeistern das Auge. 3-D macht aus gewöhnlichen Anwendungen spektakuläre

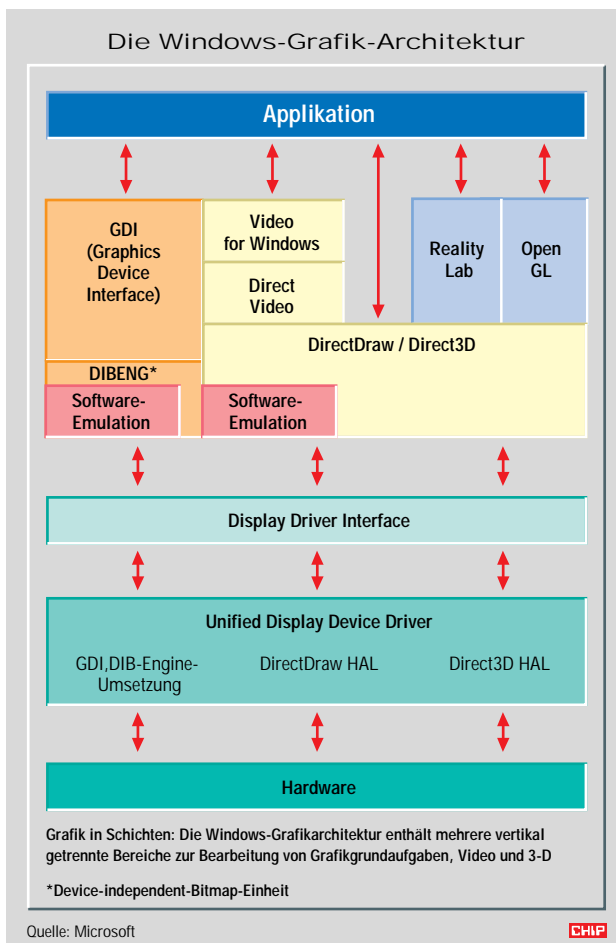
Ereignisse. Noch realitätsnäher wird der 3-D-Effekt durch das Raytracing (Verfolgung von Lichtstrahlen), dessen Echtzeitberechnung vorerst freilich noch zu aufwendig ist. Um die speziellen Eigenschaften und Anforderungen von 3-D am Computer zu verstehen, sind jedoch einige Erklärungen notwendig.

Die dritte Dimension wird im Rechner bereits seit Apple-II-Zeiten umgesetzt. Grundlage der Darstellung ist die Beschreibung von Objekten als Drahtgittermodelle. Hierbei werden eine Anzahl von Punkten im Raum und ihre Verbindungen untereinander festgelegt. Bilden die Verbindungen einen geschlossenen Um-

lauf, entsteht eine Fläche. Ein Würfel wird also aus acht Punkten gebildet, wobei die Verbindung der Punkte sechs Flächen entstehen läßt. Allgemein werden die entstehenden Flächen als „Polygone“ bezeichnet. Allerdings ist die Welt nicht nur eckig und kantig; daher werden gebogene und runde Objekte durch eine Mehrzahl von verbundenen Punkten repräsentiert.

Ein weiteres Problem ist das Zusammenspiel von Objekten durch ihre Lage im Raum. Enthält eine Grafik beispielsweise einen Würfel und eine Kugel von gleicher Größe an unterschiedlichen Orten, so überlagern sich die Objekte im Raum – abhängig von der Betrachtungsrichtung. Die Entscheidung, welches Objekt das andere überdeckt, treffen sogenannte Hidden-Line-Algorithmen.

Nun eignen sich Drahtgitter meistens nicht für die Darstellung von Körpern. Daher füllt man die Polygonflächen der Modelle mit einer Farbe. Das Ergebnis ist gewöhnlich wenig befriedigend. Das Resultat wirkt schon weit ansehnlicher, wenn mittels sogenannter Gourard-Shadings ein Farbverlauf auf der Fläche so gestaltet wird, daß die Übergänge zu anderen Polygonen weicher erscheinen.



Ein weiterer Schritt ist das Aufbringen eines Musters (Textur) auf das Objekt, das dem Körper einen natürlicheren Eindruck verleiht. Den Würfel etwa kann man mit einem Holzmuster versehen. Verspielte Naturen werden noch die Würfelaugen als schwarze Lackpunkte aufbringen. Ein beliebtes Beispiel ist auch die Darstellung der Erdkugel, bei der eine ebene Weltkarte als Bitmap auf eine Kugel projiziert wird.

Kompliziert wird es, wenn die Texturen unterschiedlicher Polygone aufeinanderstoßen. Um dann den geometrisch korrekten Eindruck zu erhalten, muß eine perspektivische Korrektur berechnet werden. Außerdem werden Verfahren

den Grafikchip selbst. Erste Lösungen gibt es von der kalifornischen Grafikfirma 3DLabs, die den Glint-, den Gigi- und demnächst den Permedia-Chip anbieten. Der Glint 300SX kommt vor allem bei High-End-CAD-Anwendungen zum Ein-

Rechenknechte aus Silizium

satz, während der Gigi zur Zeit auf der 3-D-Blasterkarte Spiele unterstützt und das untere Ende der Technologie markiert. Der Permedia-Chip wird den Gigi ablösen und im mittleren Leistungsspektrum angesiedelt sein. Aber auch be-

zur Kantenglättung (Anti-Aliasing) notwendig. Diese Aufgaben erledigen verschiedene Filterverfahren, zum Beispiel bilineare Filterung.

Insgesamt verlangt eine 3-D-Darstellung einen enormen Rechenaufwand. Ein bekanntes Beispiel für einschlägige Leistungsanforderungen ist der Wing Commander III; für einen flüssigen Spielablauf kommt nur ein Pentium-Prozessor in Frage. Da 3-D aber zielstrebig viele weitere Regionen der Programmwelt (beispielsweise 3-D-Web-Browser) erobert, sind Entlastungen des Prozessors sinnvoll.

Als Ausweg bietet sich die Verlagerung der Rechenarbeit auf einen Koprozessor an. Ein naheliegender Ansatz ist die Platzierung des Chips auf der Grafikkarte oder sogar in der Verlagerung der Rechenarbeit auf einen Koprozessor an. Ein naheliegender Ansatz ist die Platzierung des Chips auf der Grafikkarte oder sogar in

kannte Grafikchiphersteller haben einen 3-D-Chip angekündigt (darunter S3 mit dem Virge und ATI mit dem 3D-Rage). Auch Tseng Labs arbeitet nach eigenem Bekunden bereits an einer 3-D-Lösung für den ET-6000-Chip.

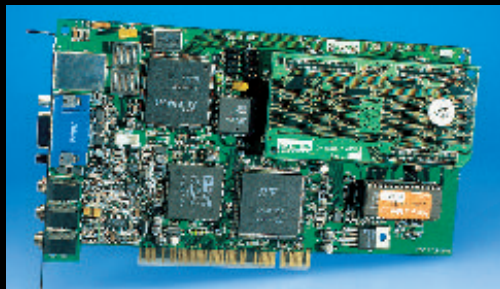
Der 3-D-Chip von Matrox wird bereits auf der Millennium-Karte eingesetzt. Das Design dieser Karte geht vom klassischen 3-D-Ansatz aus, bei dem ne-

Die ersten Karten am Markt

ben dem normalen Bildspeicher ein sogenannter Z-Buffer eingebaut ist. Im Z-Buffer werden die räumlichen Informationen jedes Bildpunkts abgelegt – die dritte Dimension also. Dieser Ansatz hat den Vorteil, daß alle Werte präzise berechnet werden und die Darstellung auf dem Bildschirm entsprechend genau ist. Nachteilig sind ein hoher Rechenaufwand bei der Umsetzung auf die 2-D-Projektion sowie hohe Kosten, da der Z-Buffer zusätzlichen Speicher benötigt.

Die Firma Nvidia aus USA geht einen völlig anderen Weg: Hier wird die 3-D-Welt durch einen Algorithmus berechnet und nicht in einem Z-Buffer gespeichert. Der Algorithmus benutzt dazu eine Polygondarstellung mit neun Punkten, die gleichzeitig die räumliche Wölbung des Objektes enthält. Die Verbindungslinien an den Kanten jedes Polygons werden durch Parabelbögen angenähert, um einen fließenden Übergang der Kanten zu erzielen und runde Objekte besser darzustellen. Der Nvidia-Chip, der außer den Grafikfunktionen auch eine Soundkarte enthält, kommt auf der Diamond Edge 3D zum Einsatz.

Um die Leistung der 3-D-Karten zu vergleichen, wurden die Karten im CHIP-Testlabor einem Leistungsvergleich unterzogen. Zur Messung dient das Spiel *Nascar* von Papyrus, das als Originalversion auf den Karten laufen mußte. Gemessen wurden die Bildrate, also die Anzahl der Bilder, welche die Karte pro Se-



Silizium-Beschleunigung: Sowohl die Matrox Millennium (links) als auch die Diamond Edge 3D (rechts) bringen 3-D-Darstellungen auf Trab – allerdings mit völlig unterschiedlichen Ansätzen



Probefahrt: Im Spiel *Nascar Racing* müssen die 3-D-Beschleuniger zeigen, was in ihnen steckt

kunde aufbaut. Zusätzlich haben wir die Spezialversionen des Spiels auf den Karten getestet – hier wird die 3-D-Beschleunigung sichtbar. Die Messungen zeigen, daß die Ausnutzung der 3-D-Beschleunigung einen gewaltigen Leistungsgewinn

Ohne Software geht es nicht

bei der Diamond-Karte bringt. Alle anderen Karten sind um den Faktor 3 bis 4 langsamer als die Edge 3D. Auch die Matrox Millennium gibt aufgrund der 3-D-Funktionen Gas, jedoch ist die Steigerung bei weitem nicht so signifikant wie bei der Diamond-Karte. Deutlich wird auch, daß die Software speziell auf die Karten abgestimmt werden muß; anson-

sten laufen die Programme genauso langsam ab wie auf normalen Boards.

Wegen der Entwicklung unterschiedlicher 3-D-Konzepte herrscht auf der Softwareseite ein ziemliches Chaos. Jeder Hersteller von 3-D-Beschleunigern versucht, Spieleentwickler für sich zu gewinnen, um seine 3-D-Lösung (Chipsatz und Programmiermodell) auf dem Markt durchzusetzen. Oft wird die Umsetzung bekannter Titel wie *Nascar Racing* von 3-D-Herstellern gesponsert. Folge ist ein Wildwuchs in Form verschiedener Programmversionen. Möglicherweise wird sich die Situation so entwickeln wie bei den Soundkarten: Dort drücken einige Hersteller durch ihre Marktpresenz einen Standard durch. So jedenfalls will sich der Soundblasterhersteller Creative Labs mit dem 3D-Blaster durchsetzen.

Einen gemeinsamen Standard wird es dank Microsofts des Direct3D-API (Application Programming Interface) in diesem Jahr geben. Diese Programmierschnittstelle ist relativ weit unten im Grafikmodell angeordnet, um eine gute Leistung beim Aufbau der Grafiken zu erzielen (s. Diagramm vorige Seite). Die Schnittstelle definiert nur einen knappen und grundlegenden Ansatz für 3-D-Funktionen, damit der Programmierer bei der Umsetzung der 3-D-Grafiken flexibel bleiben kann. Dazu gehört die

Unterstützung von Polygonen, Shading und Texturen. Anhängig von der darunterliegenden Grafikhardware reicht die API Aufrufe entweder durch oder berechnet die Resultate selbst.

Andere APIs wie *Open GL* oder *Reality Lab* gehen einen Schritt weiter. Open GL ist vor allem für den Einsatz im CAD-Bereich geeignet und glänzt durch eine hohe Präzision bei der Umsetzung der Modelle und Koordinaten. Eine andere Zielrichtung verfolgt Reality Lab. Mit dieser Schnittstelle soll dem Entwickler eine leicht zu handhabende Umgebung zur Verfügung gestellt werden. Hier genügt die Angabe von Objektdefinitionen und Hintergrundbildern sowie Bewegungsabläufen zur Berechnung komplexer Szenen. In der Windows-Umgebung setzen beide Programmierschnittstellen auf Direct3D auf. Während die Open GL-API für Windows NT bereits vorhanden ist, sollen die Reality-Lab- und die Open GL-Schnittstellen in Windows 96 umgesetzt werden.

Außer den beiden von Microsoft propagierten Umgebungen gibt es noch andere Hersteller, die ihre 3-D-Umgebungen auf dem Markt anbieten. Dazu zählen Apples Quickdraw 3D, Heide, BRender und Renderware. Der 3-D-Sektor dürfte in der kommenden Zeit gewiß ein wichtiger Bestandteil der Grafikumgebung sein. So komplex, wie die bevorstehenden Aufgaben sind, ist mit einer langen Evolution der 3-D-Lösungen zu rechnen.

Jörg Lorenz

Die Leistung von 3-D-Beschleunigern

Karte	Nascar-Version	Prozessor	Bilder/Sek.	Prozent
Elsa Winner 2000 AVI	Normal DOS	Pentium 75	2,6	73
Elsa Winner 2000 AVI	Normal DOS	Pentium 120	3,0	86
Matrox Millennium 2 MByte	Normal DOS	Pentium 75	3,1	88
Matrox Millennium 2 MByte	Matrox DOS#	Pentium 75	3,5	98
Matrox Millennium 2 MByte	Normal DOS	Pentium 120	3,2	90
Matrox Millennium 2 MByte	Matrox DOS#	Pentium 120	3,5	100
Diamond Edge 3D 2 MByte	Normal DOS	Pentium 75	2,7	78
Diamond Edge 3D 2 MByte	Diamond Win95*	Pentium 75	8,7	248
Diamond Edge 3D 2 MByte	Normal DOS	Pentium 120	2,9	83
Diamond Edge 3D 2 MByte	Diamond Win95*	Pentium 120	10,3	294

Einstellungen: Nascar in SVGA, Replay einer aufgezeichneten Sequenz in Blimp-Ansicht
* Wiedergabe der Nascar-Sequenz unter Windows 95 (spezielle Diamond-Version)
Wiedergabe der Nascar-Sequenz unter DOS (spezielle Matrox-Version)