



Technische Übersicht

NVIDIA
nForce2-Speicherarchitektur
mit skalierbarem, synchronem
DualDDR-Design

PLATFORM PROCESSORS

nForce2

Speicherarchitektur

Heutzutage gewinnen Digitalgeräte in der Unterhaltungselektronik und bei Authoring-Anwendungen für digitale PC-Medien immer mehr an Boden. Gleichzeitig stehen immer mehr Netzwerkverbindungen hoher Bandbreite für unternehmensinterne Intranets und das Internet zur Verfügung. Dieses Umfeld erweist sich als der ideale Nährboden für ein immer vielfältigeres Angebot an digitalen Medien, was auch eine immer größere Nachfrage nach sich zieht. Mittlerweile nutzen immer mehr Unternehmen weltweit die Möglichkeit einer direkten Kommunikation mit Mitarbeitern und Kunden und setzen dafür eine Vielzahl von Streaming-Kommunikationsanwendungen für den PC ein. Im Consumer-Sektor erwerben immer mehr Verbraucher digitale Standbild- und Videokameras und erzeugen damit digitale Medien, die dann im Familien- und Freundeskreis gemeinsam genutzt werden. Und da in aller Regel der PC als das allgegenwärtige Instrument zum Erstellen, Speichern und Weitergeben dieser digitalen Medien erhalten muss, lastet auf der PC-Architektur und ihren interaktiven Funktionen ein immer höherer Erwartungsdruck von Seiten der Benutzer. Denn der moderne PC-Anwender will digitale Daten erfassen, bearbeiten, veröffentlichen, gemeinsam mit anderen nutzen, die Möglichkeit des Multitasking haben und gleichzeitig mit digitalen und anderen Anwendungen arbeiten.

Noch größer werden die Anforderungen an das PC-System durch den Bedarf an Hochgeschwindigkeitslaufwerken mit hoher Kapazität, schnelleren E/A-Techniken wie etwa USB 2.0, den Schritt hin zum AGP8x-Grafikbus mit 2,1 GB/s und neuen Hochleistungs-CPU's mit immer noch mehr GHz. Darüber hinaus muss sich die gesamte PC-Branche auf den wachsenden Trend hin zur Integration einstellen. Und während die PCs immer kleiner werden, werden ihre Benutzer immer anspruchsvoller.

Glücklicherweise lassen sich Benutzerwünsche relativ leicht in Systemanforderungen umsetzen. Die Benutzer wollen simultan mit mehreren großen Mediendateien arbeiten. Aus dem Blickwinkel der Systemarchitektur bedeutet das mehr Hauptspeicher, eine größere Systembandbreite und eine niedrigere Zugriffslatenz, damit jede Anwendung Zugang zu den nötigen Ressourcen erhält, ohne dass es zu Wartezeiten kommt.

Zwar ermöglichen Speichertechnologien wie DDR333 und DDR400 einen immer größeren Speicherdurchsatz, doch das allein genügt nicht: Die gesamte PC-Plattform muss auf maximale Leistung hin konzipiert werden.

NVIDIA nForce2-Plattformprozessoren, darunter der SPP (System Platform Processor) und der IGP (Integrated Graphics Processor), wurden ganz im Hinblick auf eine noch nie da gewesene Computerperformance hin entwickelt. Sie basieren auf einem modernen, hochleistungsfähigen Speichersubsystem, optimiert für den Synchronbetrieb, und einer 128-Bit-Speicherarchitektur, ausgestattet mit zwei unabhängigen 64-Bit-Speichercontrollern. Diese technische Übersicht beginnt mit einer grundlegenden Darstellung der Speicherfunktion und der Parameter, die sich auf die Performance auswirken. Dann werden die Vorteile einer Synchronisierung der Frequenzen der beiden wichtigsten Speicherbusse erläutert - des Busses, der die CPU mit dem Speichercontroller verbindet, und des Busses zwischen Speichercontroller und Hauptspeicher. Und schließlich folgt eine Erläuterung des revolutionären DualDDR-Speicherkonzepts.

Speicherschnittstelle und Performance

Die Gesamtperformance eines Speichersubsystems ist eine Frage von Latenzen, Frequenzen, Bandbreiten und des Speicher-Timings:

- ❑ **Speicherbandbreite**
 Die Speicherbandbreite gibt an, mit welcher Geschwindigkeit der Speichercontroller auf Daten zugreifen kann, die sich im physischen Speicher befinden. Sie hängt vom Speichertakt und der Breite des Speicherbusses ab. Die Breite eines typischen Speicherbusses beträgt bei den heutigen DIMMs 64 Bit. Die nForce2-Plattformprozessoren von NVIDIA jedoch setzen einen neuartigen und leistungsstärkeren 128-Bit-Speicherbus ein, der eine im Vergleich zu den Lösungen anderer Hersteller um 100 % höhere Spitzenbandbreite ermöglicht.
- ❑ **CPU-Leselatenz**
 In einem PC-System führt die CPU einen Hauptspeicherlesezugriff aus, wann immer sich die benötigten Daten nicht im Cache befinden. Der Lesezugriff besteht darin, dass die CPU die Adresse der benötigten Daten an das Hauptspeichersubsystem übermittelt und wartet, bis dieses die Daten zurückgibt. Der Speichercontroller setzt die von der CPU übermittelte Adresse in eine physische Speicheradresse um und liest anhand dieser Adresse die angeforderten Daten aus dem Hauptspeicher. Die CPU-Leselatenz ist die Zeitdauer von der Leseanfrage der CPU bis zu dem Zeitpunkt, zu dem die angeforderten Daten der CPU zur Verfügung stehen. Gemessen wird diese Dauer in der Anzahl der CPU-Taktzyklen.
- ❑ **FSB-Frequenz der CPU**
 Die FSB-Frequenz der CPU (FSB = Frontside Bus) bezieht sich auf die Schnittstelle zwischen der CPU und dem nForce2-SPP oder -IGP. Typische FSB-Frequenzen sind 133 MHz und 166 MHz (bei DDR-Speichern 266 MHz bzw. 333 MHz).
- ❑ **MCLK-Frequenz der CPU**
 Die MCLK-Frequenz der CPU (MCLK = Memory Clock) bezieht sich auf die Schnittstelle zwischen dem Speichercontroller und dem physischen Speicher. Bei den heutigen DDR-DIMM-Speicherchips beträgt die typische MCLK-Frequenz 133 MHz für DDR266-Chips bzw. 166 MHz für DDR333-Chips. Die neuen DDR400-DIMMs arbeiten sogar mit einer MCLK von 200 MHz.
- ❑ **Speicher-AC-Timing**
 Der Speichercontroller bestimmt anhand der AC-Timingparameter des Speichers das optimale Timing für einen Systemspeicherzugriff.

Synchroner Modus

Im synchronen Modus sind die FSB- und die MCLK-Frequenz gleich. Im asynchronen Modus sind die FSB- und die MCLK-Frequenz verschieden. nForce2-Plattformprozessoren von NVIDIA sind auf eine möglichst hohe Leistung hin optimiert und laufen im synchronen Modus. Beim Betrieb im synchronen Modus können die nForce2-Prozessoren mit einem schnelleren Speicher-Timing arbeiten und auf diese Weise die Systemleistung steigern.

Speicherperformance

Die entscheidenden Leistungsattribute jedes PC-Speichersubsystems sind die *verfügbare Speicherbandbreite* und die *Speicherleselatenz*. Auch die Chipparameter (das *Speicher-AC-Timing*) sind wichtig, denn von diesen hängen die optimalen Einstellungen für einen Speicherzugriff ab.

Verfügbare Speicherbandbreite

Grafikanwendungen sind in hohem Maße von der Speicherbandbreite abhängig. Einsteckgrafikkarten sind mit einem dedizierten Speicher ausgestattet, was einen exklusiven Speicherzugriff erlaubt. Bei Systemplatinen mit integriertem Grafikspeicher dagegen müssen sich die CPU und das Grafiksyste den Systempeicher teilen, was die Grafik- und die Systemperformance einschränkt. Grafiksysteplatinen (Systemplatinen, die zusätzlich zu den herkömmlichen System- und Konnektivitätsfunktionen auch über eine hochleistungsfähige Grafikverarbeitungseinheit verfügen) mit NVIDIA nForce2-Plattformprozessoren enthalten zwei 64-Bit-Speichercontroller, die einen kombinierten 128-Bit-Speicherzugriff erlauben. Dieses innovative Speicherdesign von NVIDIA mit seinen zwei Kanälen - DualDDR-Speicherarchitektur genannt - bietet Speicherbandbreite in Hülle und Fülle, denn es stellt die Grafikperformance einer Einsteckkarte zur Verfügung, ohne dass die Systemperformance darunter leidet. Und - nicht weniger wichtig - wenn das System mit externer AGP8X-Grafik arbeitet, ermöglicht die DualDDR-Architektur niedrige Speicherlatenzen, da die beiden Speichercontroller gleichzeitig Daten anfordern und Schreibvorgänge ausführen können.

Tabelle 1. Gesamtspeicherbandbreite bei verschiedenen Speichersubsystemen

Datenbreite Speichersubsystem	DDR-Speicher (MHz)	Gesamtsystembandbreite (GB/s)
64 Bit	266	2,1
64 Bit	333	2,6
128 Bit	266	4,2
128 Bit	333	5,3
64 Bit	400	3,2
128 Bit	400	6,4

CPU-Leselatenz

Bei PC-Systemen mit einer externen Einsteckgrafikkarte ist die Latenz bei den Speicherlesezugriffen der Hochleistungs-CPU (eine der wichtigsten Funktionen des Plattformdesigns) in aller Regel weitaus entscheidender als die höchste verfügbare Speicherbandbreite. Die Bandbreitenanforderungen für alle Anzeigefunktionen und den größten Teil des Rendering werden an den lokalen Frame-Pufferspeicher auf der externen Grafikkarte delegiert, was die Zahl der Grafikzugriffe auf den Hauptspeicher minimiert. Viele Anwendungen jedoch reagieren sehr sensibel auf die Verzögerung zwischen der Datenanforderung durch die CPU und die „Lieferung“

der angeforderten Daten durch das Speichersubsystem. Wenn sich die zu verarbeitenden Daten nicht im CPU-Cache befinden, muss die CPU unweigerlich auf die Daten im Hauptspeicher zugreifen, was ihre Gesamtverarbeitungseffizienz beeinträchtigt. Eine Verkürzung der Speicherzugriffszeit ist daher das A und O für eine Verbesserung der CPU-Leselatenz.

Speicher-Timingparameter

Die DDR-DIMM-Timingparameter werden in einem ROM (Read Only Memory) in den einzelnen DIMMs gespeichert. Der Speichercontroller greift über den SPD-Bus (Serial Presence Detect-Bus) auf diese Parameter zu. Das BIOS des PCs liest die DIMM-Timingparameter beim Systemstart und konfiguriert den Speichercontroller so, dass dieser mit dem optimalen Timing für die installierten DIMMs arbeitet. Dies geschieht ohne Eingriff des Benutzers. Allerdings kann der Benutzer in der Regel die automatisch konfigurierten SPD-Timingparameter für bestimmte DIMMs auf ein schnelleres Timing einstellen, sofern diese das unterstützen. Dies geschieht manuell im Setup-Menü des BIOS.

Hinweis: „CAS“ ist ein Akronym für „Column Address Strobe“. Einen DRAM-Speicher kann man sich als Matrix vorstellen, etwa wie eine Kalkulationstabelle mit Speicherzellen anstelle von Zahlen und Formeln. Wie bei einer Kalkulationstabelle hat jede Zelle eine Zeilen- und eine Spaltenadresse (wie „AA57“ oder „R23C34“ in einer Kalkulationstabelle). Wie man sich nun schon denken kann, steht RAS für „Row Address Strobe“. Zusätzlich sind die Zellen zu Bänken zusammengefasst. Bevor auf eine Zelle zugegriffen werden kann, müssen die entsprechende Bank und die Zeile mit der Zelle darin AKTIVIERT werden. Wenn die Zeile nicht mehr gebraucht wird, muss sie mit einem PRECHARGE-Befehl (Vorladebefehl) geschlossen werden, bevor auf eine weitere Zeile und Bank zugegriffen werden kann.

Der Speichercontroller bestimmt anhand der Timingparameter das optimale Timing für den Zugriff auf die DIMMs. Es folgen einige der wichtigeren Timingparameter für diese Zugriffe:

- ❑ CAS-Latenz (T_{CL}): Die Zeit vom Erkennen des READ-Befehls durch das DIMM, bis das DIMM beginnt, die Daten zu transportieren.
- ❑ RAS-Precharge (T_{RP}): Die Mindestzeit vom Erkennen des PRECHARGE-Befehls durch das DIMM, bis ein neuer ACTIVATE-Befehl an die gleiche Bank geschickt werden kann.
- ❑ RAS-Zyklus (T_{RAS}): Die Mindestzeit zwischen einem ACTIVATE-Befehl und einem PRECHARGE-Befehl.
- ❑ RAS-CAS-Verzögerung (T_{RCD}): Die Mindestzeit zwischen einem ACTIVATE-Befehl und einem READ- oder WRITE-Befehl.

CPU-Leselatenz und der synchrone Modus

Die niedrigste CPU-Leselatenz tritt auf, wenn FSB und MCLK mit gleicher Frequenz arbeiten - also synchron. Das bedeutet Folgendes: Die zum Speichersubsystem gesendete Adresse und die vom Speichersubsystem an die CPU übermittelten Daten werden mit der gleichen Frequenz (der gleichen Taktdomäne) im Speichercontroller hin- und hergeschickt. In diesem Modus braucht die CPU nicht zu warten, bis eine Konvertierung stattgefunden hat. Auf den ersten Blick mag es so aussehen, als ergäbe sich die beste Performance, wenn die MCLK mit höchstmöglicher Frequenz läuft, während die FSB-Frequenz immer gleich bleibt (asynchroner Modus). Aber es gibt gewichtige Gründe, warum dies nicht der Fall ist: den Verwaltungsaufwand beim Wechsel zwischen verschiedenen Taktdomänen und die Skalierbarkeit. nForce2-Plattformprozessoren von NVIDIA sind auf eine möglichst hohe Leistung hin optimiert und laufen im synchronen Modus.

Verwaltungsaufwand bei unterschiedlichen Taktdomänen

Wenn FSB und MCLK mit unterschiedlichen Geschwindigkeiten arbeiten - zum Beispiel 133 MHz und 166 MHz - dann entsteht beim Wechsel zwischen den beiden verschiedenen Taktdomänen ein Verwaltungsaufwand, der sich nachteilig auswirkt. Der Aufwand entsteht bei der Neusynchronisierung, die im Speichercontroller erforderlich ist, damit die empfangene CPU-Adresse (133 MHz) in die konvertierte Speicheradresse (166 MHz) umgesetzt werden kann. Umgekehrt gilt dasselbe: Bei der Neusynchronisierung beim Konvertieren der empfangenen Speicherdaten (166 MHz) in CPU-Daten (133 MHz) im Speichercontroller entsteht ebenfalls Verwaltungsaufwand. Die Zeit, die die CPU mit Warten verbringt, gemessen in CPU-Taktzyklen, ergibt eine insgesamt höhere CPU-Leselatenz.

Da die NVIDIA nForce2-Plattformprozessoren in einem optimierten synchronen Speicherbetrieb arbeiten, ist ein Wechsel zwischen Taktdomänen nicht erforderlich und es entstehen keine Wartezeiten.

Skalierbarkeit

Das Speicher-Timing ist nicht unbedingt parallel mit der Frequenz skalierbar. Ein DDR266-Speichersubsystem mit Latenzparametern von zwei Taktzyklen (CL, RAS-Precharge usw.) unterstützt im Allgemeinen nur Latenzen von 2,5 oder 3 Takten bei einem DDR333-Speicher. Der Takt ist zwar schneller, aber für einen vollständigen Lesevorgang sind mehr Takte erforderlich. Das steht einer Steigerung der Systemperformance entgegen und kann die Gesamtperformance sogar senken, da die CPU-Leselatenz steigt, weil die Adress- und die zurückgegebenen Daten die Taktdomäne wechseln müssen. Aus diesem Grund bedeutet ein schnellerer Speichertakt nicht unbedingt bessere Benchmark- und Systemergebnisse. Das schlechtere Ergebnis geht darauf zurück, dass das Speichercontrollerdesign ineffizient ist und das Speicher-Timing sich nicht unbedingt genauso wie die Frequenz skalieren lässt.

Die Lösung bei der NVIDIA nForce2: Der synchrone Modus

Angesichts der wichtigen Rolle der CPU-Speicherlatenz für die Gesamtperformance steht bei den NVIDIA nForce2-Plattformprozessoren eine reduzierte Speicherlatenz sehr stark im Vordergrund. Diese wird dadurch erreicht, dass für die Übertragung von Daten durch ein bestimmtes DIMM bei einer bestimmten Frequenz eine möglichst geringe Anzahl von Takten erforderlich ist. Durch die Synchronisation von FSB und MCLK auf 133 MHz erzielen die nForce2-Plattformprozessoren eine optimale Performance von CPU und Speicher. Die NVIDIA nForce2-Plattformlösung macht sich die optimalen Timingparameter für Standard-DDR266-DIMMs über das SPD-ROM auf den DIMMs zunutze. Bei DIMMs, die ein schnelleres Timing unterstützen, erlauben die nForce2-Plattformprozessoren eine Einstellung des Timings durch den Benutzer im BIOS-Setup-Menü.

Wenn durch den Einsatz von DDR333-DIMMs und einer Athlon XP-CPU mit einer FSB-Frequenz von 133 MHz eine höhere Performance erzielt werden soll, muss der FSB-/MCLK-Wert im BIOS-Setup-Menü auf 133 MHz (synchroner Modus) gesetzt werden. Dieser Modus vermeidet den Zusatzaufwand für die Neusynchronisierung und den daraus resultierenden Anstieg der CPU-Leselatenz, die sich ergeben würden, wenn man die FSB-/MCLK-Frequenzen auf asynchrone Werte, nämlich 133 MHz und 166 MHz, einstellen würde. Die meisten DDR333-DIMMs unterstützen schnellere Timingparameter als DDR266-DIMMs. Die nForce2-Plattform kann diese schnelleren Werte nutzen, so dass die Möglichkeiten eines DDR333 voll ausgeschöpft werden. Alternativangebote von Wettbewerbern erzielen bei DDR333-DIMMs keine Spitzenleistungen, da bei diesen Produkten aufgrund des asynchronen Betriebs zu viel Zeit für den Wechsel der Speichertaktdomänen aufgewendet werden muss.

Um bei einer Hochleistungs-CPU mit einer FSB-Frequenz von 166 MHz eine möglichst hohe Performance zu erzielen, empfiehlt es sich, DDR333-DIMMs synchron im 166-/166-MHz-Modus zu verwenden. Im BIOS-Setup-Menü können also wahlweise optimale oder maximale Werte eingestellt werden - je nach verwendeten DIMMs.

Wenn durch den Einsatz von DDR400-DIMMs und einer Athlon XP-CPU mit einer FSB-Frequenz von 166 MHz eine höhere Performance erzielt werden soll, muss der FSB-/MCLK-Wert im BIOS-Setup-Menü auf 166 MHz (synchroner Modus) gesetzt werden. Dieser Modus vermeidet den Zusatzaufwand für die Neusynchronisierung und den daraus resultierenden Anstieg der CPU-Leselatenz, die sich ergeben würden, wenn man die FSB-/MCLK-Frequenzen auf asynchrone Werte, nämlich 166 MHz und 200 MHz, einstellen würde. Bei DDR400-DIMMs, die ein schnelleres Timing unterstützen, erlaubt die nForce2-Plattform dem Benutzer eine Änderung des Timings im BIOS-Setup-Menü auf maximale Werte. Alternativangebote von Wettbewerbern erzielen bei Athlon XP-CPU und DDR400-DIMMs keine Spitzenleistungen, da bei diesen Produkten aufgrund des asynchronen Betriebs zu viel Zeit für den Wechsel der Speichertaktdomänen aufgewendet werden muss.

NVIDIAS DualDDR-Speicherarchitektur

Die nForce2-Plattformprozessoren von NVIDIA können die Systemperformance durch die Erhöhung der Bandbreite und die Verringerung der Speicherlatenz sogar noch weiter steigern. Möglich ist dies durch eine neue Speicherarchitektur, „DualDDR“ genannt. Aufbauend auf den Erfahrungen bei der Entwicklung der nForce-Plattformprozessoren der ersten Generation verwendet NVIDIA auch bei seinem DualDDR-Design zwei 64-Bit-Speichercontroller, die eine 128-Bit-Speicherschnittstelle bilden. Gleichzeitig kommen beim DualDDR neue, proprietäre Algorithmen zum Einsatz, die für das Abholen und Verarbeiten von Speicheranforderungen im Voraus zuständig sind.

Niedrigste Latenz

Der DualDDR, mehr als einfach nur ein „128-Bit“-Speichercontroller, besteht aus zwei unabhängigen, einander ergänzenden, intelligenten Speichercontrollern. Beide Speichercontroller arbeiten parallel und „verbergen“ auf diese Weise Latenzen, die bei normalen Chipsets unvermeidlich auftreten. Controller „A“ liest oder schreibt zum Beispiel im Hauptspeicher, während Controller „B“ den nächsten Zugriff vorbereitet, und umgekehrt. Durch die komplementäre Arbeitsweise der beiden Speichercontroller wird die effektive Latenz halbiert. Ebenso wichtig ist der DASP (Dynamic Adaptive Speculative Pre-processor) der zweiten Generation, dessen Architektur umgearbeitet und mit einem aggressiveren Algorithmus ausgestattet wurde. Auch die Architektur von Schreibpuffern und Leerungsalgorithmen wurde im Hinblick auf eine geringere Latenz verändert. Dank der verringerten Latenz des DualDDR erhält der Benutzer letztlich ein System, das sich besser für das Multitasking eignet.

Höchste Speicherbandbreite für höchste Systemperformance

DualDDR kombiniert die Leistungsstärke von DDR333/DDR400 mit zwei unabhängigen, intelligenten Speichercontrollern. Wie bereits erläutert, ergibt eine höhere Speicherbandbreite eine höhere System- und Grafikleistung, was eine insgesamt höhere Produktivität ermöglicht. Dabei sorgen eine intelligente Arbitrierung und Abwicklungslogik für zuverlässige Datenintegrität.

Beide Speichercontroller des DualDDR sind in ihrer Funktion identisch, wobei jedoch alle Steuer- und Timingparameter unabhängig voneinander programmiert werden können. Dank dieser Flexibilität kann der Benutzer bis zu drei asymmetrische DIMMs in jeder Kombination, Größe und Geschwindigkeit verwenden. DualDDR stellt sich einfach auf die kleinste gemeinsame Dichte ein, die eine 128-Bit-Bandbreite erlaubt. So kann eine breite Vielfalt unterschiedlicher DIMM-Kombinationen eingesetzt werden, die unabhängig von den jeweiligen Dichte- und Latenzmerkmalen zuverlässig funktioniert. Darüber hinaus verdoppelt DualDDR den adressierbaren Speicherraum auf 3 GB. So kann der Endanwender jetzt DIMMs höherer Dichte (bis zu je 1 GB) einsetzen, um die gesamte, 3 GB große Speicheradressierungs-Map zu nutzen. Eine so große Speicher-Map ermöglicht die Koexistenz von mehr Anwendungen, Audio- und Video-Streams, ohne dass Konflikte auftreten. Dazu kommen bei DualDDR die drei Speicheradressbusse, die die Belastung verringern und sicherstellen, dass alle drei DIMMs mit sehr hohen Datenraten stabil funktionieren.

Zusammenfassung

NVIDIA nForce2-Plattformprozessoren wurden ganz im Hinblick auf eine noch nie da gewesene Computerperformance hin entwickelt. Sie basieren auf einem optimierten, synchronen Speichersubsystem. Eine nForce2-basierte Systemplatine bzw. ein System im synchronen Modus erzielt die höchstmögliche System- und Speicherleistung, wobei zwischen optimalem und maximalem Speicher-Timing gewählt werden kann.

Damit bildet nForce2 auch eine ideale Plattform für die gleichzeitige Ausführung von Anwendungen. Das DualDDR-Speicherdesign stellt dem PC nicht nur eine maximale Speicherbandbreite zur Verfügung - mehr als doppelt so viel wie bei einer Einzelkanallösung. Die gesteigerte Bandbreite stellt darüber hinaus sicher, dass der Computer aus Sicht des Endanwenders weit besser läuft, insbesondere wenn mehrere Anwendungen gleichzeitig ausgeführt werden. So kann der AGP-Bus ohne weiteres mit den neuesten 3D-Spielen und -Anwendungen belastet werden und auch die gleichzeitige Nutzung von mehreren USB- und FireWire-basierten digitalen Mediengeräten ist kein Problem.

Die vorgelegten Informationen sind nach Ansicht von NVIDIA korrekt und verlässlich. Die NVIDIA Corporation übernimmt jedoch keinerlei Haftung für die Folgen der Nutzung dieser Informationen oder für Patentverletzungen oder für die Verletzung der Rechte Dritter, die möglicherweise aus der Nutzung dieser Informationen entstehen. Weder implizit noch in anderer Weise wird eine Lizenz im Zusammenhang mit Patenten oder Patentrechten der NVIDIA Corporation gewährt. Die in dieser Veröffentlichung genannten Spezifikationen unterliegen unangekündigten Änderungen. Diese Veröffentlichung ersetzt alle früheren Informationen. Ohne ausdrückliche schriftliche Genehmigung der NVIDIA Corporation sind Produkte der NVIDIA Corporation nicht für den Einsatz als kritische Komponenten in lebenserhaltenden Geräten oder Systemen zugelassen.

Warenzeichen

NVIDIA und das NVIDIA-Logo sind eingetragene Warenzeichen und DualDDR und nForce2 sind Warenzeichen der NVIDIA Corporation.

Microsoft, DirectX, Windows und das Windows-Logo sind eingetragene Warenzeichen der Microsoft Corporation. Andere Firmen- und Produktnamen können Warenzeichen der Unternehmen sein, zu denen sie gehören.

Copyright

Copyright NVIDIA Corporation 2002



NVIDIA.

NVIDIA Corporation

2701 San Tomas Expressway

Santa Clara, CA 95050, USA

www.nvidia.com