



Technische Übersicht

TurboCache Technologie

Viel Leistung für wenig Geld: Der
Grafik-Turbo für Mainstream-PCs

TurboCache Technologie

Einleitung

Die NVIDIA® TurboCache™ Technologie ist eine patentierte Hardware- und Softwarelösung, die ein direktes Rendern in den Arbeitsspeicher eines Systems ermöglicht. Dank dieser innovativen Architektur werden die besonderen Leistungsmerkmale von NVIDIAs preisgekrönten GeForce™ 6 Grafikprozessoren, wie etwa Unterstützung für Microsoft® DirectX® 9.0 Shader Model 3.0 oder die NVIDIA PureVideo™ Technologie, auch für kostengünstige Mainstream-PCs und Notebooks erschwinglich.

Diese technische Übersicht erklärt die Funktionsweise von TurboCache und vergleicht diese neue Architektur mit Grafikprozessor-Architekturen ohne TurboCache, insbesondere mit Blick auf die Performance und den Stromverbrauch.

Die TurboCache Architektur

Die wichtigsten Architekturmerkmale von TurboCache sind:

- Patentierte Hardware- und Softwaretechnologien für direkten Renderingzugriff auf den Arbeitsspeicher des Systems
- Ein TurboCache Manager (TCM), der durch dynamische Speicherallokation für maximale Systemperformance sorgt
- Intelligente Software-Algorithmen für maximale Anwendungsleistung
- Bidirektionale Ausnutzung der PCI Express® Bandbreite für mehr Performance und ein besseres Preis-Leistungsverhältnis

Eine 3D-Grafikpipeline lässt sich im Wesentlichen in vier Abschnitte untergliedern:

1. Geometrieverarbeitung (Transform & Lighting)
2. Setup (Vertexverarbeitung, d. h. Konvertieren von Vertexdaten in Pixel)
3. Texturverarbeitung (Pixel werden mit Texturen versehen)
4. Rasterung (Berechnung von Licht- und Umgebungseffekten zum Ermitteln der endgültigen Pixelwerte)

Abbildung 1 zeigt ein Blockdiagramm einer typischen 3D-Pipeline.

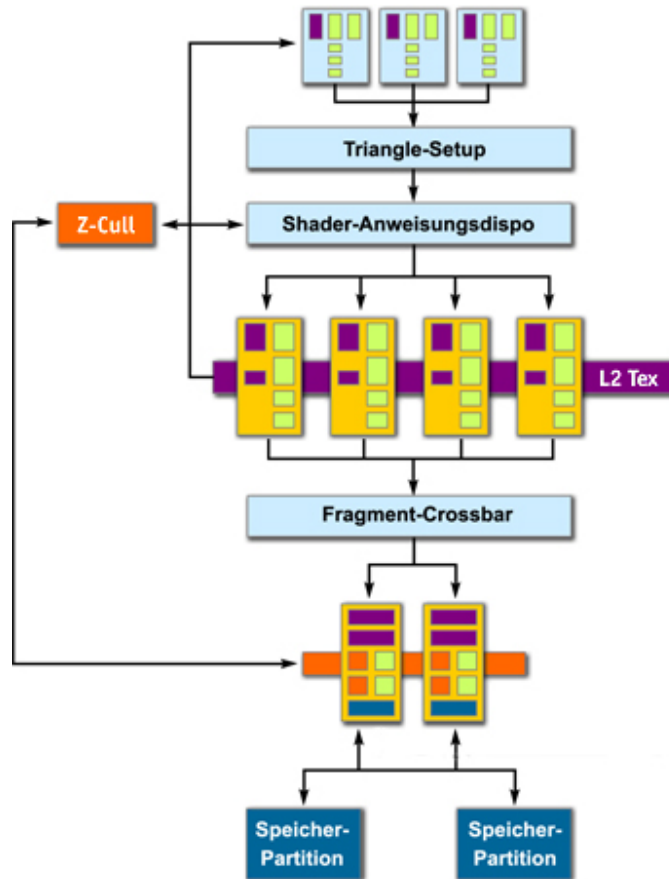


Abb. 1: Typische 3D-Pipeline

Abbildung 2 zeigt zum Vergleich eine unter Verwendung der TurboCache Technologie umgestaltete 3D-Pipeline. Der Grafikprozessor kann hier:

- ohne Effizienzverluste direkt in den Arbeitsspeicher rendern
- ohne Effizienzverluste aus dem Arbeitsspeicher texturieren
- Oberflächen dynamisch sowohl im lokalen Grafikspeicher als auch im Arbeitsspeicher allozieren

Dank einer neuen Speicherverwaltungseinheit (MMU, Memory Management Unit) kann der Grafikprozessor Oberflächen dynamisch im Arbeitsspeicher allozieren und freigeben sowie diesen Speicher effizient beschreiben und auslesen. Darüber hinaus wurden Änderungen an einigen weiteren Pipelinekomponenten vorgenommen, um der höheren Latenz bei Speicherzugriffen über PCI Express Rechnung zu tragen.

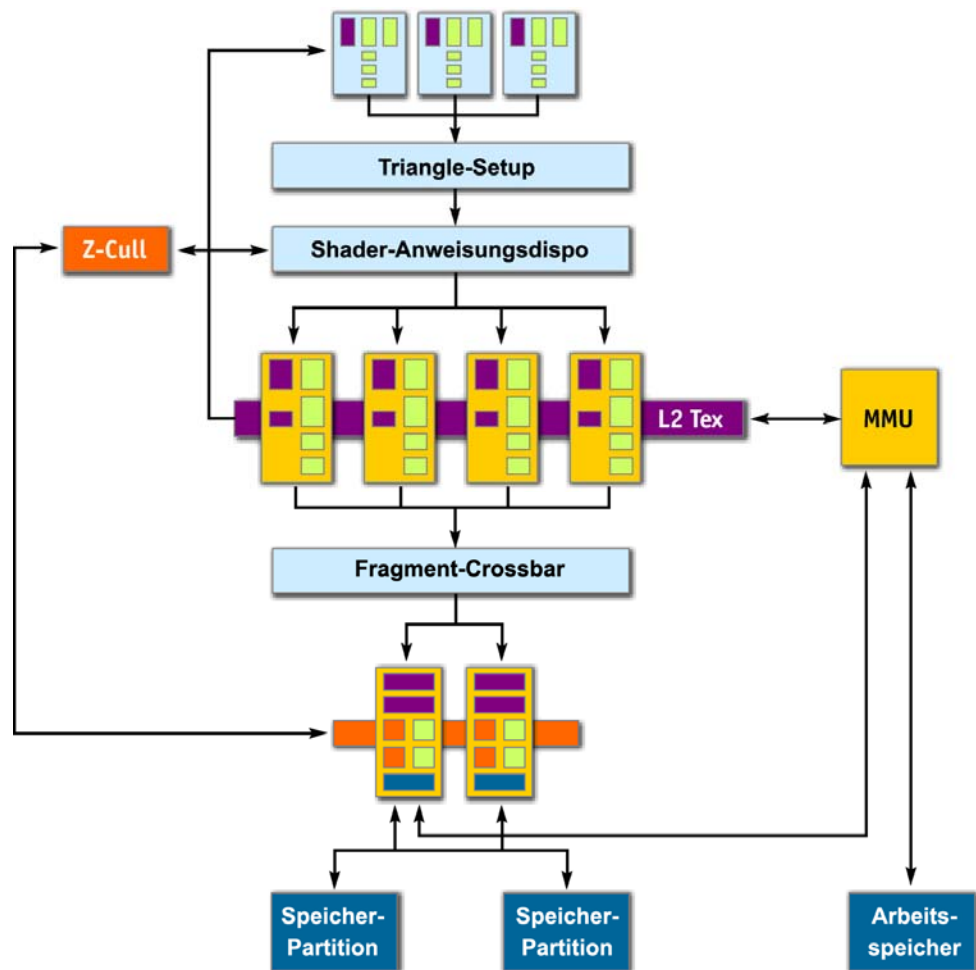


Abb. 2: Für TurboCache umgestaltete 3D-Pipeline

Hinweis: Bereiche, an denen Änderungen vorgenommen wurden, sind in Abb. 2 gelb hervorgehoben.

Neben der neu im Grafikprozessor integrierten Hardwareunterstützung für TurboCache wurden auch die NVIDIA ForceWare™ Grafiktreiber entsprechend angepasst. Sie können nun intelligent den Speicherort der Farb-, Textur- und z-Daten ermitteln und auf diese Weise die Anwendungsperformance optimieren.

Der neue TurboCache Manager (TCM) bietet die Möglichkeit, je nach Bedarf einer bestimmten Anwendung zusätzlichen Arbeitsspeicher für Grafikaufgaben zu allozieren. Wird die betreffende Anwendung geschlossen, so wird dieser Speicher freigegeben und steht damit wieder für allgemeine Systemaufgaben zur Verfügung. Dieser gesamte Vorgang läuft transparent und je nach den Anforderungen der einzelnen Anwendungen ab. So kann die TurboCache Technologie eine intelligente Lastverteilung zwischen Grafik- und Arbeitsspeicher vornehmen und damit die

insgesamt verfügbare Systembandbreite optimal ausnutzen. Der Auslesepuffer für die Bildaktualisierung verbleibt in jedem Fall im lokalen Grafikspeicher.

Architekturen im Vergleich: mit/ohne TurboCache

Bei einer herkömmlichen Pipelinearchitektur befinden sich die verschiedenen Renderoberflächen (Backbuffer, Tiefen-/Stencil-Puffer, Texturen usw.) im lokalen Grafikspeicher. Daraus folgt, dass der lokale Grafikspeicher entsprechend groß bemessen sein muss, um die möglichen Renderoberflächen aufnehmen zu können.

Grafikprozessoren mit TurboCache Technologie können hingegen direkt in den Systemspeicher rendern, sodass sie im Vergleich zu Prozessoren ohne TurboCache mit deutlich weniger lokalem Grafikspeicher auskommen. Abbildung 3 zeigt, wie die Konfiguration eines kostengünstigen Mainstream-PCs jeweils mit oder ohne TurboCache aussehen könnte.

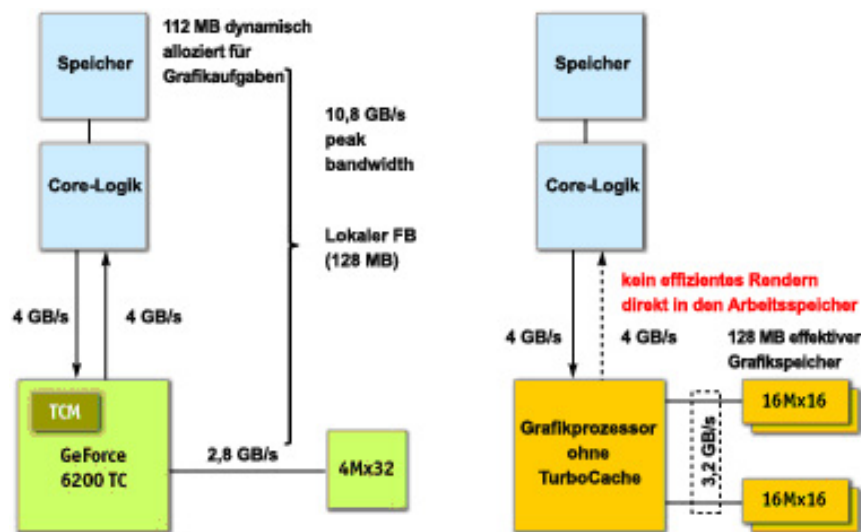


Abb. 3: Architekturkonfiguration eines Mainstream-PCs mit/ohne TurboCache

Wie aus der Abbildung ersichtlich, benötigt auch TurboCache lokalen Grafikspeicher in Form mindestens eines mit 350 MHz getakteten 4Mx32-Bausteins (16 MB). Darüber hinaus kann TurboCache jedoch dynamisch normalen Arbeitsspeicher für Grafikaufgaben allozieren. Insgesamt stehen dem Grafikprozessor dadurch maximal 128 MB Grafikspeicher zur Verfügung – wie bei einem normalen GeForce Grafikprozessor.

In einer derartigen Konfiguration, bei der sich das Grafiksystem und andere Systemanwendungen den Arbeitsspeicher teilen, ist die Speicherbandbreite ein entscheidender Leistungsfaktor. TurboCache nutzt hier die bidirektionale PCI Express-Bandbreite von maximal 8 GB/s und kommt damit auf eine effektive Bandbreite von über 10 GB/s (siehe Tabelle 1). Im Vergleich zu einem Grafikprozessor ohne TurboCache, der nicht direkt in den Arbeitsspeicher rendern kann, ist dies ein Bandbreitenzuwachs von 50%.

Tabelle 1: Berechnung der Speicherbandbreite

	PCI Express Bandbreite	Lokaler Speicher (Typ), Taktung	Lokale Speicher-Bandbreite	Effektive Bandbreite
GeForce Grafikprozessor mit TurboCache	8 GB/s	DDR, 350 MHz	2,8 GB/s	10,8 GB/s
Grafikprozessor ohne TurboCache	4 GB/s	DDR, 200 MHz	3,2 GB/s	7,2 GB/s

Performance mit TurboCache

Dank NVIDIA TurboCache erreichen kostengünstige Mainstream-PCs neue Leistungsbereiche und können attraktive Ausstattungsmerkmale bieten, die bisher teureren Systemen vorbehalten waren.

Die Abbildungen 4 und 5 zeigen den Leistungsvorteil von TurboCache. Getestet wurden dabei folgende Konfigurationen:

- ❑ System:
 - Intel Pentium 4 3,4 GHz EE
 - 512 MB DDR Arbeitsspeicher
 - Windows XP SP1
 - Treiber: ATI Catalyst 4.10, NVIDIA ForceWare 71.20
- ❑ Grafik:
 - Intel Integrated Graphics Media Accelerator 900 (i915G)
 - ATI Radeon X300 SE (128 MB)
 - NVIDIA GeForce 6200 mit TurboCache und Unterstützung für 128 MB, davon 16 MB lokaler TurboCache Grafikspeicher bzw.
 - NVIDIA GeForce 6200 mit TurboCache und Unterstützung für 128 MB, davon 16 MB lokaler TurboCache Grafikspeicher

Abb. 4 zeigt den Leistungsvergleich zwischen einem GeForce 6200 Grafikprozessor mit TurboCache (Unterstützung für 128 MB, 32 MB lokaler TurboCache) und einer integrierten Intel i915G Grafiklösung sowie einem ATI X300 SE mit 128 MB.

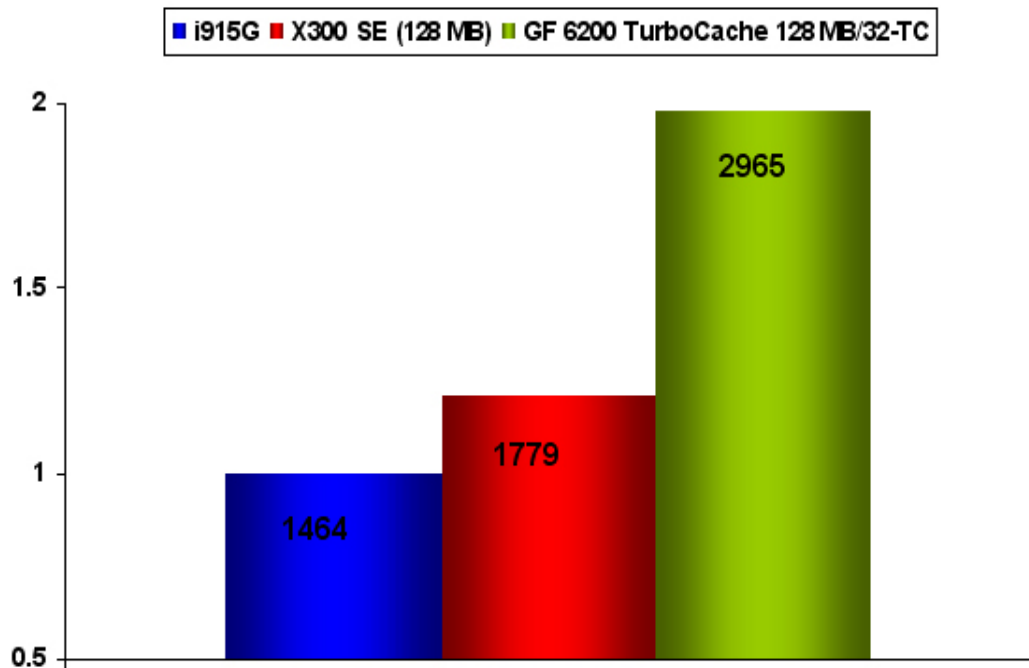


Abb. 4: Grafikleistung: 3DMark03, 10 × 7, ohne AA/AF

Der NVIDIA GeForce 6200 mit TurboCache erreicht hier die doppelte Leistung der Intel i915G Lösung und bietet gegenüber dem ATI Radeon X300 SE noch einen Leistungsvorsprung von 60 Prozent. Gleichzeitig bietet der GeForce 6200 mit TurboCache auch noch attraktive Ausstattungsmerkmale wie Microsoft DirectX 9.0 Shader Model 3.0 und NVIDIA PureVideo™ Technologie – bisher einmalig im kostengünstigen Mainstream-Segment.

Auch auf der Systemebene schlägt der GeForce 6200 mit TurboCache in verschiedenen Benchmarks die Intel i915G Lösung und den ATI Radeon X300 SE. Abbildung 5 zeigt die Ergebnisse im Detail.

Die integrierte Lösung ist komplett abhängig vom Arbeitsspeicher, sodass sie für die Grafikarbeit zwangsläufig immer mehr Arbeitsspeicher benötigen wird als die TurboCache Lösung. In Verbindung mit dem zusätzlichen Aufwand für die Speicherverwaltung führt dies zu den beobachteten Leistungseinbußen.

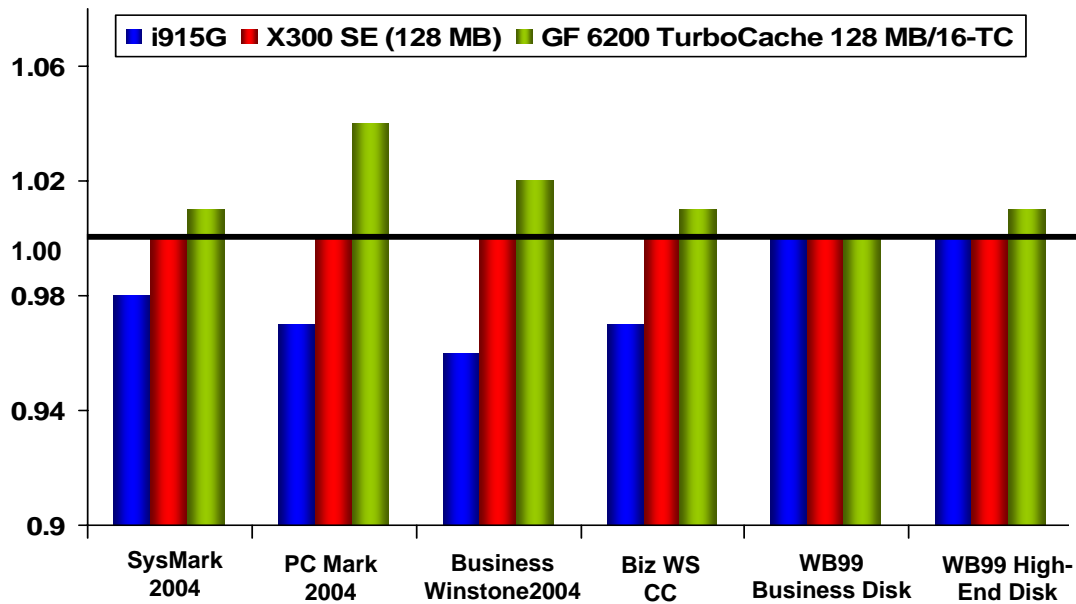


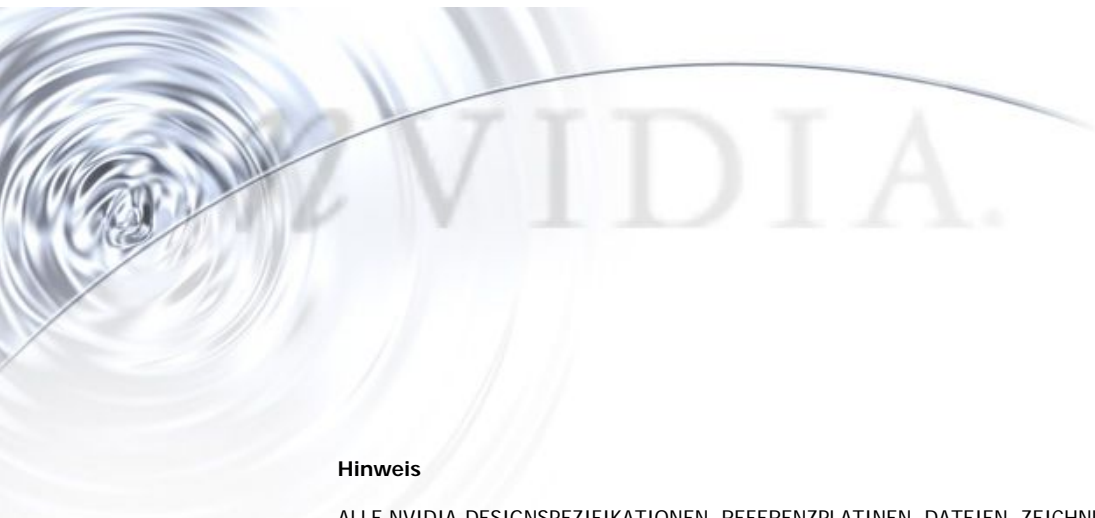
Abb. 5: Systemleistung bei 1280×1024×32 im Vergleich zu Intel i915G und ATI Radeon X300 SE

Zusammenfassung

Durch seine bisher einmalige Fähigkeit, direkt in den Arbeitsspeicher des Systems zu rendern, bietet der GeForce 6200 Grafikprozessor mit TurboCache ein deutlich besseres Leistungsniveau für kostengünstige PC-Mainstream-Grafiklösungen. Mit einem Minimum an lokalem Grafikspeicher erreicht der GeForce 6200 mit TurboCache ein Grafik- und Systemleistungsniveau, das jenes vergleichbarer 128-MB-Grafiklösungen ohne TurboCache übertrifft.

Im Notebook-Markt haben GeForce Grafikprozessoren mit TurboCache den zusätzlichen Vorteil, dass sie dank weniger zusätzlichem Grafikspeicher auch weniger Strom verbrauchen. So ermöglicht ein TurboCache-fähiger Grafikprozessor eine kleinere Bauform und längere Akkulaufzeiten.

Damit bieten PCs und Notebooks mit TurboCache ein optimales Preis-Leistungsverhältnis – trotz kleinem Preis muss der Anwender nicht auf die modernen Grafik- und Videofunktionen der GeForce 6 Grafikprozessoren (wie Microsoft DirectX 9.0 Shader Model 3.0 und NVIDIA PureVideo™ Technologie) verzichten.



Hinweis

ALLE NVIDIA-DESIGNSPEZIFIKATIONEN, REFERENZPLATINEN, DATEIEN, ZEICHNUNGEN, DIAGNOSEPROGRAMME, LISTEN UND SONSTIGEN DOKUMENTE (EINZELN ODER IM GANZEN ALS „MATERIALIEN“ BEZEICHNET) WERDEN „AS IS“ („WIE BESEHEN“) BEREITGESTELLT. NVIDIA GIBT HINSICHTLICH DER MATERIALIEN KEINERLEI GARANTIEN, UNABHÄNGIG DAVON, OB DIESE AUSDRÜCKLICH, KONKLUDENT, GESETZLICH ODER ANDERWEITIG BEGRÜNDET SIND. INSBESONDERE WERDEN AUSDRÜCKLICH KEINERLEI GARANTIEN HINSICHTLICH DER NICHTVERLETZUNG VON URHEBERRECHTEN, DER MARKTGÄNGIGKEIT SOWIE DER EIGNUNG FÜR EINEN BESTIMMTEN ZWECK ÜBERNOMMEN.

Die in diesem Artikel genannten Informationen sind nach bestem Wissen und Gewissen zutreffend und verlässlich. Die NVIDIA Corporation übernimmt jedoch keinerlei Verantwortung für Konsequenzen, die aus der Nutzung dieser Informationen entstehen, bzw. für Patentrechtsverletzungen oder andere Verstöße gegen die Rechte Dritter, die aus einer solchen Nutzung entstehen. Es wird weder konkludent noch anderweitig eine Lizenz im Rahmen eines Patents oder eines Patentanspruchs der NVIDIA Corporation gewährt. Die in diesem Artikel genannten Spezifikationen können sich jederzeit ohne weitere Ankündigung ändern. Dieser Artikel löst alle eventuell vorab bereitgestellten Informationen ab und ersetzt diese. Ohne die ausdrückliche vorherige schriftliche Genehmigung der NVIDIA Corporation dürfen Produkte der NVIDIA Corporation nicht als missionskritische Komponenten in lebenserhaltenden Geräten oder Systemen eingesetzt werden.

Markenschutzhinweise

NVIDIA, das NVIDIA Logo, ForceWare, GeForce, PureVideo und TurboCache sind in den USA bzw. international Marken und/oder eingetragene Marken der NVIDIA Corporation. Bei anderen Firmen- und Produktnamen kann es sich um Warenzeichen der jeweils damit verbundenen Unternehmen handeln, die hiermit anerkannt werden.

Copyright

© 2004 NVIDIA Corporation. Alle Rechte vorbehalten.



NVIDIA.

NVIDIA Corporation
2701 San Tomas Expressway
Santa Clara, CA 95050
www.nvidia.com