

2004

2005

2006

2009



Unreal 3, Quake 3 Raytraced & Co.

3D-GRAFIK 2006

Far Cry ist erst der Anfang! Wir haben mit Experten von ATI und Nvidia sowie mit führenden Wissenschaftlern gesprochen. Dadurch können wir Ihnen schon heute verraten, wie 3D-Spiele ab 2006 aussehen.



Dieser Bösewicht aus ATIs Demo **Ruby - Doublecross** verdankt sein realistisches Äußeres den Normal Maps. Der Diamant links im Bild sieht toll aus. Wäre er jedoch mit Raytracing berechnet, würde sich der Schurke vielfach darin spiegeln.

Perfekte Licht- und Schattenspiele in Echtzeit mit Millionen von Polygonen pro Level, kein Performance-Unterschied zwischen zwei und 500 Gegnern gleichzeitig. Reflektierende Oberflächen beliebiger Form verzerren und spiegeln die 3D-Welt endlos oft und mathematisch korrekt. Zukunftsmusik aus dem Jahr 2020? Nein, sondern das bereits funktionierende **Quake 3 Raytraced** des deutschen Studenten Daniel Pohl. Grafikkarten- und Spielehersteller wollen den Kinofilm zum Mitspielen in **Herr der Ringe**-Qualität ab 2006 wahr werden lassen. Wir machen den Realitäts-Check: Wo steht die 3D-Grafik momentan? Was erwartet uns in den nächsten fünf Jahren und welche Rolle spielt dabei das viel beschworene Raytracing? GameStar war vor Ort an der Uni Saarbrücken und hat sich **Quake 3** in einer beeindruckenden Raytracing-Engine auf einem Supercomputer angesehen. Wir diskutierten mit den Spitzen-



Das kann nur Raytracing: Der Spieler in **Quake 3 Raytraced** springt schräg zwischen zwei Glaskugeln, die sich gegenseitig spiegeln und das GameStar-Cover korrekt verzerren.

leuten von ATI und Nvidia sowie dem renommierten Informatik-Professor Philipp Slusallek – reisen Sie mit uns in die Zukunft der 3D-Grafik.

Raytracing in Spielen

GameStar an der Uni

29. April 2004, Universität Saarbrücken: Hinter unscheinbaren Mauern arbeitet der 24-jährige Student Daniel Pohl an der Zukunft der 3D-Grafik. Mit **Quake 3 Raytraced** hat er die erste Echtzeit-Raytracing-Engine für Spiele programmiert. »Soviel ich weiß, ist mein Projekt so ziemlich einzigartig auf der Welt; zumindest forscht sonst niemand mit dieser Technik in Richtung konkrete Spiele-engine«, stellt Pohl seine Studienarbeit vor. Wir haben uns **Quake 3 Raytraced** auf einem Linux-Rechnerverbund mit 48 Athlon-MP-Prozessoren und 12 GByte Speicher angeschaut. »Raytracing ist sehr einfach zu programmieren«, be-

schreibt Pohl die Vorteile seiner Engine. »Und Spieler bekommen endlich eine glaubwürdige Spielwelt.« Weltexklusiv finden Sie die besten Szenen samt Erläuterungen auf unserer CD/DVD.

Die bessere 3D-Grafik

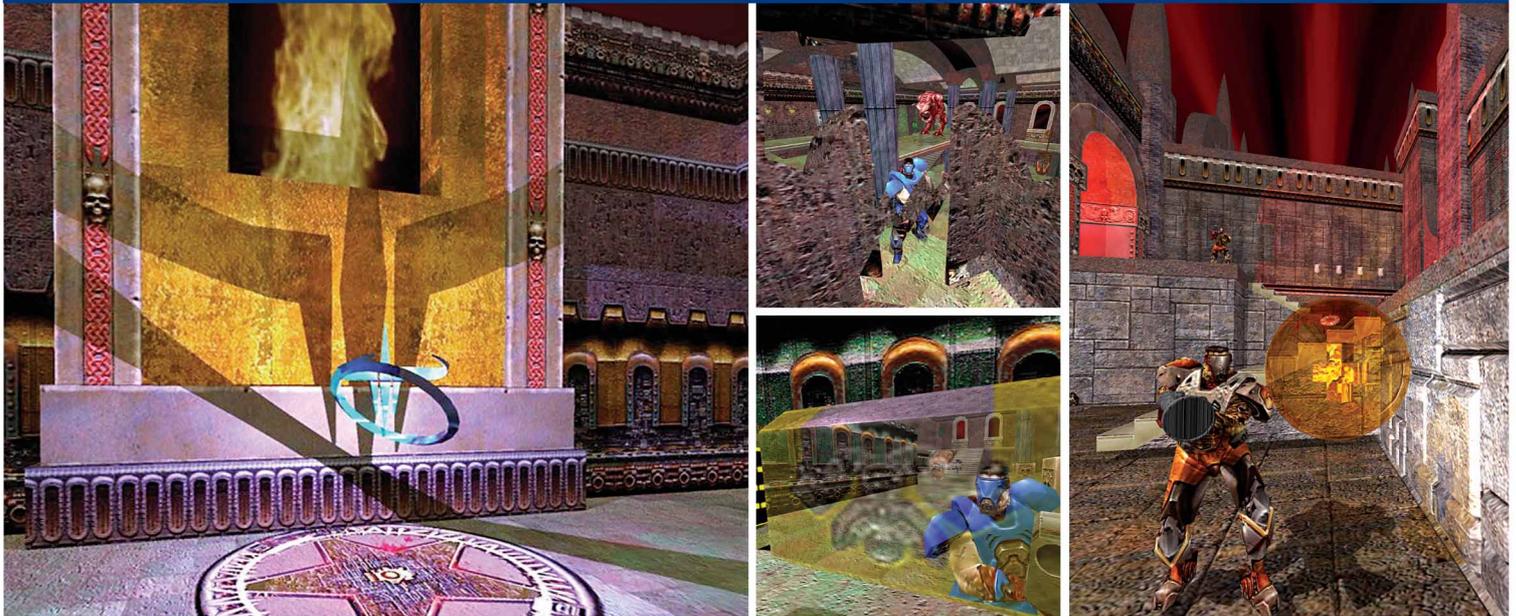
Lichtbrechungen und Lichtspiegelungen wie in der realen Welt sind mit heutiger

3D-Technik schwierig bis unmöglich zu realisieren. Doch das schon lange bekannte Raytracing spiegelt und verzerrt mathematisch korrekt Levels und Charaktere in fast endlos vielen Objekten – inklusive exaktem Schattenwurf. Ob eine Million oder zehn Millionen Polygone, zwei oder 500 Gegner gleichzeitig – Raytracing ist's egal.



Links: Professor Philipp Slusallek, Informatiker Jörg Schmittler, [Win]Eichtest alias Daniel Pohl und Daniel Visarius diskutieren an der **Universität Saarbrücken** die Zukunft der 3D-Grafik. Rechts: Besichtigung des **Raytracing-Grobrechners**.

QUAKE 3 RAYTRACED



Links: Solch gespenstische Schatten warf das **Quad Damage** im Original-Quake 3 nie. Mitte oben: Das **Teleporter-Item** verhält sich dank Raytracing wie ein Spiegel. Mitte unten: Auch diese **Kiste** spiegelt die Umwelt mathematisch korrekt. Rechts: Boden und Wand mit tiefen Furchen bestehen aus rund **120.000 Polygonen**, normale Quake-3-Level aus insgesamt nur etwa 20.0000.

Vereinfacht ausgedrückt funktioniert Raytracing so: Die Engine schickt von der Position des Betrachters pro Bildpunkt einen Strahl in die Szene. Ob und wie ein Objekt den Strahl ablenkt, beeinflusst die Farbe jedes Pixels.

Raytracing auf 3D-Karten

Die Präsentation weckt in uns den Wunsch, die Technik sofort in Spielen zu sehen. Bisher lieferten 3D-Karten jedoch zu wenig Power. Mittlerweile schlummert theoretisch in jeder High-End-Karte

die nötige Leistung; ATI und Nvidia experimentieren bereits mit Echtzeit-Raytracing auf Radeon X800 und Geforce 6800. Der Informatiker Jörg Schmittler forscht an der ersten reinen Raytracing-Karte. Mit nur einer Pixel-Pipeline und schlappen 90 MHz erreicht sie die Raytracing-Power eines fiktiven, voll ausgezogenen Pentium 4 mit 12 GHz. Stellen Sie sich vor, die Geforce 6800 mit 16 Pipes und 400 MHz wäre Raytracing-optimiert! Sofern die Raytracing-Schnittstelle OpenRT auch für Spiele optimiert wird

und die Grafichips noch flexibler werden, können wir bis spätestens 2009 erste Spiele mit der fantastischen Technik genießen – eventuell auch schon früher.

Unreal Engine 3

Unreal Engine 3

Epic entwickelt gerade mit herkömmlicher Technik die beeindruckende **Unreal Engine 3**. Das Video auf unserer CD/DVD liefert den derzeit schönsten Blick in die nähere Spielezukunft – **Doom 3** wirkt daneben schlapp. Epic will aber nicht nur die bisher beste 3D-Engine programmieren, sondern Entwicklern die Arbeit erleichtern. Selbst aufwändigste Effekte sollen Designer per Mausclick erstellen können. So bleibt mehr Zeit für ihren eigentlichen Job – das Erzählen spannender Geschichten. Erste fertige Titel mit der finalen **Unreal Engine 3** erwarten wir schon 2006, entsprechende Vorversionen noch früher.

Farben wie im Kino

Damit Spiele den grafischen Standard von **Herr der Ringe 3** erreichen, müssen auch bei grellen Explosionen noch feinste Graustufen in dunklen Bereichen einer Szene erhalten bleiben – grobschlächliche Artefakte dürfen nicht sein. Hier glänzt die **Unreal Engine 3** dank High Dynamic Range Rendering: Mit dieser Technik überstrahlen helle Lichtquellen auch Konturen von Objekten (siehe Bild rechts). Bis 2006 wird jeder Top-Titel High Dynamic Range Rendering nutzen.

INTERVIEW: RAYTRACING-PIONIER DANIEL POHL

GameStar Wie kamst Du auf die Idee, eine Raytracing-Engine zu programmieren? Wie lange hast Du gebraucht?

DANIEL POHL In einer Gastvorlesung von Professor Slusallek über Raytracing hörte ich von der Idee einer Raytracing-Spiele-Engine. Für die Entwicklung habe ich knapp sechs Monate gebraucht. **GameStar:** Warum ist Raytracing die bessere Art, 3D-Grafik zu berechnen?

DANIEL POHL Das Schöne ist: Es ist einfacher. Denn bombastische Spezialeffekte lassen sich mit sehr wenig Code schreiben.

GameStar Welche Vorteile würde Raytracing Entwicklern und Spielern bringen?

DANIEL POHL John Carmack prognostiziert, dass Entwicklungszeit und -kosten von Spielen immer weiter steigen werden. Raytracing spart Aufwand, weil weder Interaktionen zwischen Effekten noch spezielle Optimierungen programmiert werden müssen. Spieler bekommen endlich mathematisch korrekte Effekte und erstmals verschachtelte Dimensionen, zum Beispiel mehrere Spiegel, Glaskugeln und Kameraportale in einem Raum.

GameStar Bislang läuft Deine Engine in der CPU. Kannst Du sie auf 3D-Karten portieren?

DANIEL POHL Ohne Special Effects in ein bis zwei Wochen, mit Special Effects würde es sehr

lange dauern. Manche Effekte lassen sich gar nicht korrekt portieren – da müssen dann andere Lösungen her.

GameStar Epic sprach bei der Unreal Engine 3 von Raytracing – stimmt da die Lichtbrechung?

DANIEL POHL Nein. Epic benutzt auch kein Raytracing, sondern versucht es zu simulieren. Meines Wissens nach per Environment Map, die schon aufgrund der Art, wie sie in der Grafikkarte erzeugt wird, mathematisch falsche Spiegelungen zeigt.



Daniel Pohl (24)



Die Unreal Engine 3 kann dank **High Dynamic Range Rendering** hohe Lichtintensitäten und Überzeichnungen wie bei diesem Brunnen präzise darstellen.

Realistische Schatten

Die **Doom 3**-Engine hat dynamische Schatten eingeführt. Wegen den Schwächen damaliger Grafik-Hardware musste Technik-Guru John Carmack Stencil Shadows mit scharfen Kanten verwenden. Dazu meint Nvidias Chefwissenschaftler David Kirk, einer der weltweit führenden Köpfe in Sachen 3D-Technik: »Sehr entscheidend für die Qualität künftiger Spielegenerationen sind reale Licht- und Schattenspiele. Scharfe Kanten nerven, weiche Verläufe schaffen Atmosphäre.« Wie bei der **Unreal Engine 3** wird besonders die Kombination aus High Dynamic Range Rendering und Soft Shadows bis 2006 realistische Spielwelten auf den Monitor zaubern.

Oberflächen zum Anfassen

Perfekte Oberflächenstrukturen sparen künftig Polygone. Die nächste Spiele-Generation nutzt dafür ein stark weiterentwickeltes Bump Mapping, das so genannte Offset oder Virtual Displacement Mapping. Eine damit modellierte Backsteinmauer wirkt dreidimensional, buchstäblich »zum Anfassen«. Ein weiterer wichtiger Schritt in Richtung Kinoqualität ist das raffinierte Normal Mapping. Diese Technik verleiht den Backsteinen fotorealistische Furchen mit 3D-Effekt und verhalf schon Gollum aus **Herr der Ringe 3** zu seinem erschreckend lebendigem Antlitz. **Far Cry** nutzt das Verfahren bereits, **Doom 3**, **Half-Life 2** und die **Unreal Engine 3** folgen.

Richtig falsch?

Mit einem Effekt namens »Framebuffer Distortion« versucht Epic, präzise Lichtspiegelungen und Lichtbrechungen darzustellen. Auf den ersten Blick sieht das zwar cool aus, zeigt aber die Grenzen heutiger Rendering-Technologien: Spätestens bei sich gegenüber stehenden Spiegeln und einer dazwischen liegenden Glaskugel kapituliert das aktuell eingesetzte Berechnungsverfahren. Und zwar sowohl bei der Performance als auch bei der Präzision. So kann es mit diesem Verfahren passieren, dass Ihre Spielfigur im Spiegel nicht zu sehen ist, obwohl sie da sein müsste.

Epic-Vize Mark Reign kommentierte die Framebuffer Distortion in einer Prä-

NORMAL MAPS



Links: Die Models der Unreal Engine 3 bestehen im Render-Programm aus bis zu **drei Millionen Polygonen**. Mitte: Eine spezielle Software rechnet das Modell auf **8.000 Dreiecke** herunter. Die so eingesparten Details lagern in einer

Normal Map. Rechts: Die Grafikkarte holt sich die Details für das fertige Model einfach aus der **Normal Map** und spart so das Rendering von Millionen Polygonen – und Sie sehen dennoch eine optisch gleichwertige Spielfigur.

UNREAL ENGINE 3: ATEMBERAUBENDE EFFEKTE



Beeindruckend: Der rotierende **Mosaik-Würfel** (rechts im Bild) wirft farbiges Licht auf Monster und Level-Architektur.



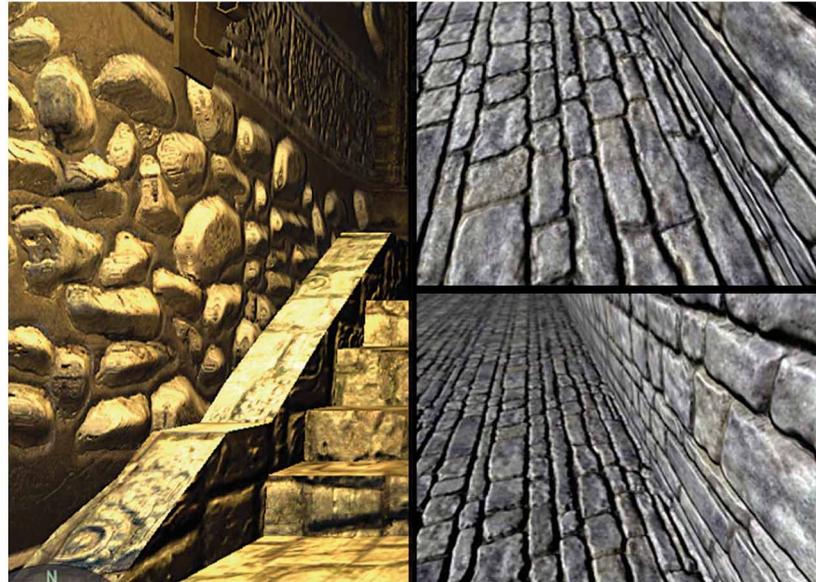
Anders als in Doom 3 haben **Schatten** in der Unreal Engine 3 keine scharfen Kanten, sondern laufen weich aus.



Die Farbbereiche des Lichtwürfels bewegen sich präzise über **alle Objekte** der Szene – flüssig derzeit nur auf Nvidias Geforce 6800.



Virtual Displacement Mapping simuliert fast perfekt Höhenunterschiede – erst in der Tiefe fliegt der Schwindel auf.



Links: **Displacement Mapping** in Far Cry mit echten Höhen und Tiefen – der Patch soll bald erscheinen. Oben: Das lange bekannte **Bump Mapping**. Unten: Das neue **Offset Mapping** wirkt wesentlich plastischer.

sentation dann auch nur lapidar mit »pretty accurately«, also »ziemlich präzise«. Der Informatik-Professor Philipp Slusallek von der Universität Saarbrücken bringt es kritisch auf den Punkt: »Das ist mathematisch natürlich völlig falsch.« GameStar hat den Wissenschaftler mit Nvidias David Kirk zusammen gebracht: Die spannende Diskussion über 3D-Grafik finden Sie auf

WWW.GAMESTAR.DE QUICKLINK: **E73**

Kino zum Mitspielen

Dynamische Oberflächen

Schon heute praxistauglich ist Displacement Mapping. Damit können Spieledesigner Polygonobjekte, auch komplette Landschaften, dynamisch mit echten Höhen und Tiefen verändern. Bereits für **Far Cry** soll es einen entsprechenden Patch geben (Bild oben). In künftigen Spielen, etwa auf Basis der **Unreal Engine 3**, wird diese Technik selbstverständlich sein. Richard Huddy, Spiele-Entwicklungsmanager bei ATI: »Mit der nächsten DirectX-Version erwartet uns sogar noch viel mehr. Displacement Mapping, kombiniert mit Subdivision Surfaces, erlaubt Spieleentwicklern, die selbe Qualität wie in den Kinofilmen **Shrek** oder **Das große Krabbeln** zu erreichen«. Ab 2006 könnten Subdivision Surfaces also Kreise und Kugeln perfekt rund machen – ohne erkennbare Polygonkanten. Und dann mit Displacement Mapping in Echtzeit verformen.

Diesen PC brauchen Sie

Über eines sind sich die 3D-Experten weitgehend einig: Die Leistung von Spiele-PCs wird sich bis spätestens 2007

im Vergleich zu aktuellen High-End-Rechnern verdoppeln. Ab dem Jahr 2006 hat jeder Mittelklasse-PC eine CPU mit zwei Kernen und über 5 GHz Takt, 1 bis 2 GByte Speicher und eine DirectX-10-Grafikkarte mit 1 GByte Video-RAM – da ist Aufrüsten angesagt. Absolutes Minimum: 3,0-GHz-CPU und DirectX-9-Karte.

Träume werden wahr

Mit Riesenschritten holt die Grafik von PC-Spielen die der Kinofilme ein. Abseits der erwähnten Features werden Kinostandards wie Bewegungs- und Tiefenschärfe bis 2008 auch bei Spielen Alltag. Kommende Grafikkarten haben endlich genug Power, um Tausende Haare in Echtzeit realistisch zu animieren (siehe Video-Special). Wenn Wissenschaftler und 3D-Profis aus der Spielebranche konstruktiv Hand in Hand arbeiten, werden Sie bis 2009 die Hauptrolle in Ihren Kinoträumen übernehmen können – eine neue Dimension der Unterhaltung ist dann Realität. **DV**



AUF EINEN BLICK: 3D-GRAFIK 2006

- High Dynamic Range Rendering**
Mehr Farbtreue bei gleichzeitig grellsten Lichtquellen – High Dynamic Range ist ein großer Schritt zu kinoreifen 3D-Spielen.
- Soft Shadows**
Weiche Schatten sind künftig Pflichtprogramm, die kantigen Stencil Shadows, wie bei Doom 3 verwendet, sterben aus.
- Realistische Oberflächen**
Triste Texturen sind out! Neue Techniken machen Oberflächen täuschend echt und verformen sie in Echtzeit.
- Raytracing-Effekte**
Nur Raytracing kann wirklich korrekte Schatten, Spiegelungen und Lichtbrechungen in beliebiger Zahl darstellen.
- Depth of Field und Motion Blur**
Erst der konsequente Einsatz von Tiefen- und Bewegungsunschärfe hebt 3D-Spiele endgültig auf Hollywood-Niveau.