

10 Meilensteine der 3D-Geschichte

Was hat die 3D-Grafik revolutioniert? Welche Firmen oder Personen trieben sie voran? Wir zeigen, was griechische und französische Philosophen mit John Carmack, 3dfx-Grafikkarten und DirectX-Effekten gemein haben. Von Hendrik Weins



Polygone (1983)

Drei Striche und gut. Das Dreieck ist das kleinste Vieleck (Polygon), viele Dreiecke in einem Verbund ergeben ein Netz, das heutzutage nach Belieben verformt werden und so komplexe, dreidimensionale Objekte darstellen kann – die Grundlage der 3D-Grafik. Vor dem Dreieck bestanden Computerspiele ausschließlich aus 2D-Pixeln, also farbigen Punkten, die zusammen eine Fläche ergaben. Bewegliche Pixelhaufen, so genannte Sprites, symbolisierten Charaktere oder Fahrzeuge in Spielen. Erst mit den immer leistungsfähigeren Grafikkarten konnten Polygone in Echtzeit berechnet werden, um so dreidimensionale Objekte darzustellen. Bestanden am Anfang Modelle nur aus wenigen Polygonen, setzen sich Szenen aktueller High-End-Titel aus Millionen von Dreiecken zusammen. Mit Tessellation kann die Polygonzahl seit DirectX 11 dynamisch angepasst werden und je nach Entfernung zum Spieler automatisch mal mehr, mal weniger detaillierte Objekte anzeigen.

John Carmack (1996)

Commander Keen, **Doom** und einige indizierte Spiele haben eines gemeinsam: Sie wurden von John Carmack programmiert. Mit **Doom** erschufen Carmack und seine Firma id Software erstmals ein Spiel, das nicht nur aus rechteckigen Räumen bestand und zudem noch über mehrere Ebenen verfügte – der moderne Ego-Shooter war geboren. Mit der Quake-Engine (**Half-Life**) ging Carmack zur Polygongrafik über, und ihm gelang die erste Grafikkarte, die von anderen Firmen massenhaft lizenziert wurde. Seine Engine mit dem mög-

licherweise größten Einfluss debütierte mit einem indizierten Multiplayer-Shooter. Bekannte Titel wie **Medal of Honor: Allied Assault** oder **Call of Duty** nutzen die id-Tech-3-Engine. Auch **Doom 3** setzt mit seiner Echtzeitbeleuchtung neue Maßstäbe. Für seine Verdienste um die Computerspiel-Branche wurde Carmack mit vielen Preisen geadelt, unter anderem mit zwei Emmys 2008 oder der Auszeichnung für sein Lebenswerk im Rahmen der Games Developer Conference 2010. Sein aktuelles Werk ist die id-Tech-5-Engine von **Rage**.



John Carmack ist der wahrscheinlich einflussreichste Programmierer der Spieleindustrie und entwickelt in seiner Freizeit mittlerweile Raketen für die zivile Raumfahrt.

3dfx (1996)

Mitte der Neunziger waren Arcade-Spielautomaten jedem PC grafisch meilenweit überlegen – bis die unbekannte Firma 3dfx den Grafikkartenmarkt gehörig aufmischte. Die Voodoo getauften Modelle kosteten zwar damals ein Vermögen (über 300 DM) und funktionierten nur im Verbund mit einer 2D-Grafikkarte, dennoch wurde durch sie der Siegeszug von 3D-Hardwarebeschleunigung in Computerspielen eingeleitet. 3dfx setzte dabei auf die eigens programmierte 3D-Schnittstelle »Glide«, womit die Grafikkarte Aufgaben übernehmen konnte, die bis dahin der Prozessor erledigen musste. Da der Voodoo-Chip speziell für diesen Zweck entwickelt wurde, rechnete er wesentlich schneller, als jede CPU es je konnte – die moderne Grafikkarte war geboren. Obwohl Glide nur wenige Jahre später von DirectX verdrängt und 3dfx schließlich von Nvidia übernommen wurde, gab 3dfx die Initialzündung für spektakuläre 3D-Spiele am PC.



Die Voodoo 5 hinkte technisch ihrer Zeit deutlich hinterher, da halfen auch die **vier VSA-100-Chips** auf der Voodoo 5 6000 nicht mehr – die Karte erschien nie offiziell.



Bump Mapping oder Parallax Occlusion **verleihen flachen Texturen Tiefe** – Multi Texturing sei Dank.

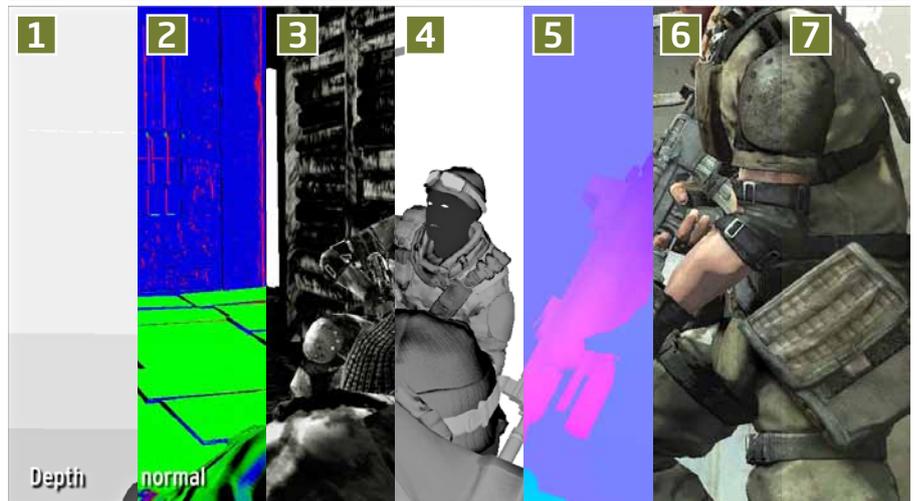
Multi Texturing (1998)

In der Anfangszeit der Computerspiele mussten unterschiedliche Materialien noch mit einfachen Farben dargestellt werden, Bretter waren eben braun und Metall silber. Realistische Oberflächen wurden erst durch Multi Texturing möglich. Ab 1998 und DirectX 6 konnten Polygone mehrere Texturapapeten tragen, beispielsweise je eine für Farbe, Details und Beleuchtung. Auch der legendäre Voodoo-Donut als »Bumpmapping«-Demo oder »Parallax Occlusion Mapping«, das Texturen einen Tiefeneindruck verpasst (siehe Bilder oben), wurden erst durch Multi Texturing möglich. Ohne diese Funktion wären Rennwagen höchstwahrscheinlich noch immer einfarbig oder ein realistischer Dschungel der Marke **Crysis** undenkbar.

Deferred Shading/ Rendering (2006)

Und es ward Licht: Im Gegensatz zu herkömmlichen Methoden wird das zu berechnende Bild beim Deferred Shading in kleine Teile zerschnitten, einzeln berechnet und wieder zusammengefügt. Das spart viel Leistung, weil frühzeitig alle Polygone weggeschmissen werden, die in der jeweiligen Szene gar nicht zu sehen sind. Nur was übrig bleibt, wird überhaupt beleuchtet – das erlaubt eine große Zahl an dynamischen Lichtquellen in einer Szene. Erst durch Deferred Shading werden realistisch ausgeleuchtete Spielwelten wie in **Battlefield 3**, **Crysis 2** oder **Dead Space** überhaupt erst möglich.

Beispielhafter **Aufbau einer Bildberechnung** anhand von Killzone 2: **1** Tiefeninformationen sammeln, **2** Polygone berechnen, die zu sehen und nicht verdeckt sind, **3** Beleuchtungsintensität sowie die groben Reflexionsflächen **4** berechnen. Dann werden die Texturen aufgetragen **6**, per Deferred Composition die Lichtberechnungen durchgeführt und Post-Processing-Effekte wie Tiefen- oder Bewegungsunschärfe hinzugefügt **7** – fertig ist das Bild.





Der Standard für Multiplattform-Spiele lautet noch immer: DirectX 9.0c – neuere DX-Versionen unterstützt die aktuelle Konsolengeneration nicht. Titel wie Dead Space 2 oder Assassin's Creed: Brotherhood beweisen aber, dass auch Spiele ohne DirectX 10 oder 11 fantastisch aussehen können.

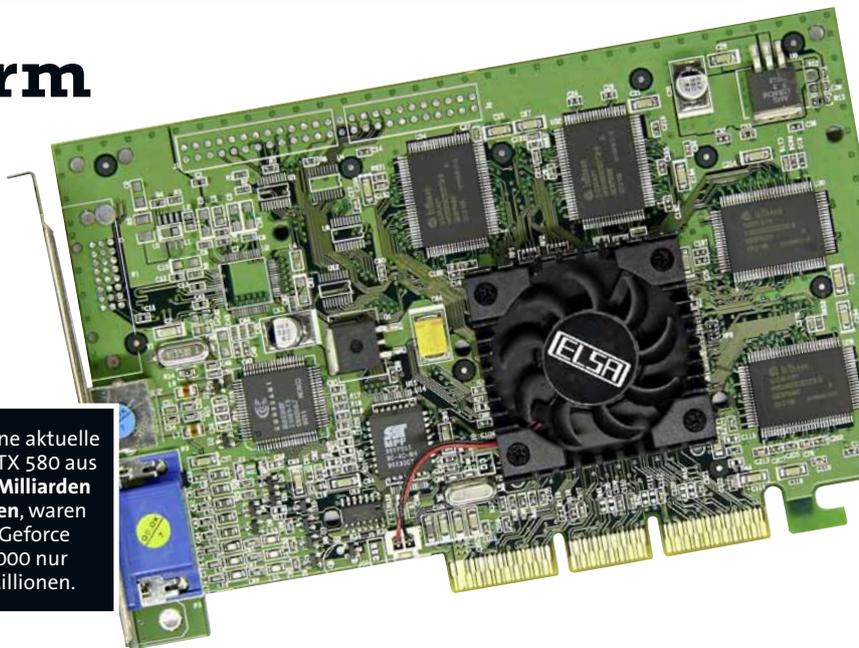
Programmierbare Shader (2000)

Aus der brachialen Machete wird ein Schweizer Taschenmesser. Grafikkarten konnten bis Ende 1999 nur genau die Aufgaben erfüllen, die ATI oder Nvidia ihnen zudachten. Erst mit programmierbaren Shader-Prozessoren bekamen Spieleentwickler allmählich die vollständige Hoheit über die Grafik-Hardware. Die komplexen Befehlssätze ermöglichen aufwändige Effekte wie Echtzeitschattenwürfe und -reflexionen. Einen riesigen Satz machte die Leistungsfähigkeit und Flexibilität von Grafikkarten mit DirectX 9 und später DirectX 9.0c, wodurch nahezu fotorealistische Grafiken wie in **Crysis** überhaupt erst möglich wurden. Vorläufige Spitze dieser Entwicklung sind die Compute Shader von DirectX 11, die neben herkömmlichen Grafikberechnungen auch Aufgaben wie das Umwandeln von Videos oder die Physikberechnung übernehmen können. Die Grenzen setzen nicht mehr die Fähigkeiten der Hardware, sondern allein die Kreativität der Entwickler. **HW**

Hardware Transform & Lighting (1999)

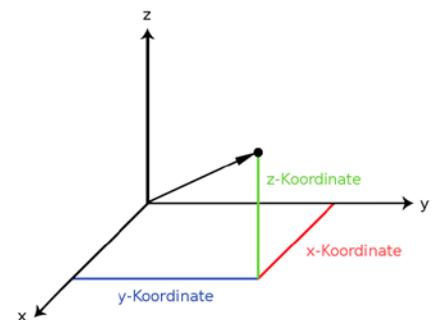
Kurz vor der Jahrtausendwende triumphieren Grafikkarten bei der Spieleleistung endgültig über den Prozessor. Hardware Transform and Lighting (oder kurz: T&L) verlagerte 1999 erstmals aufwändige Positions- und Licht-Berechnungen komplett auf die Grafikkarte, der Prozessor wurde so entlastet. Die deutlich schnellere Berechnung durch die Grafikkarte entfernte den Flaschenhals CPU und erlaubte wesentlich komplexere Grafiken. Besonders die Beleuchtung in Spielen profitierte, aufwändige Licht- und Schattenspielerien wie beispielsweise in **Splinter Cell** wären ohne T&L undenkbar. Grafikkarten ohne T&L-Unterstützung wie die 3dfx Voodoo 5 oder die S3 Savage verschwanden vom Markt, ATI und Nvidia legten dank T&L mit der Radeon und der Geforce 256 die Grundsteine zu ihrem späteren Welterfolg.

Besteht eine aktuelle Geforce GTX 580 aus rund **drei Milliarden Transistoren**, waren es bei der Geforce 256 von 2000 nur rund 23 Millionen.



Euklid von Alexandria (um 300 v. Chr.)

Gut 300 Jahre vor unserer Zeitrechnung beschäftigten sich die ersten Mathematiker mit dreidimensionalen Räumen. Euklid von Alexandria beschrieb umfassende Erkenntnisse zur Geometrie in seinem Buch »Die Elemente«, wobei er nicht nur eigenes Wissen einbrachte, sondern auch Erkenntnisse anderer zusammenfasste und durch eigene Erklärungen bewies. Ohne dessen Vorarbeit wäre der französische Mathematiker René Descartes Mitte des 17. Jahrhunderts wohl nicht auf die Idee des kartesischen Koordinatensystems gekommen, mit dem er beweisen konnte, dass jeder Punkt im Raum mit drei Koordinaten zu bestimmen ist. Computergrafik ist nichts anderes als Mathematik, und so werden auch Polygone mit den Koordinaten X (Breite), Y (Höhe) sowie Z (Tiefe) im virtuellen Raum platziert.



Der Franzose René Descartes wusste: Jeder Punkt im Raum hat eine eindeutige Position, die sich mit drei Koordinaten beschreiben lässt – die **Grundlage für dreidimensionale Computerspiele**.

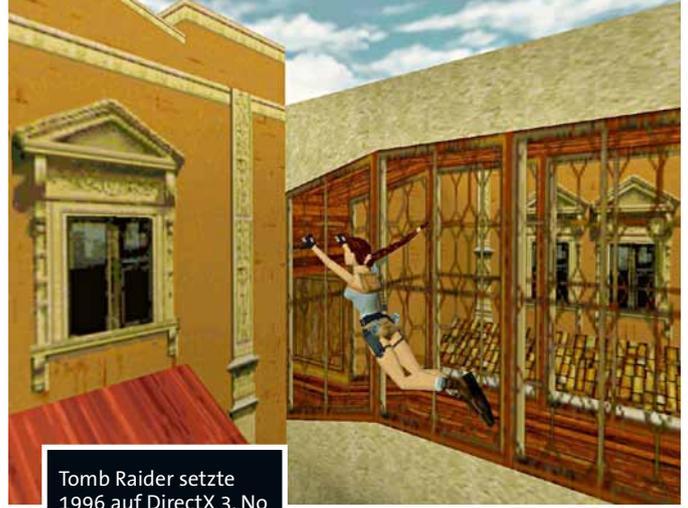
High Dynamic Range Rendering (2005)

Wer kennt das nicht: Nach einer langen Nacht auf der LAN-Party erscheint das Sonnenlicht am nächsten Morgen besonders grell. In Spielen waren solche Szenen undenkbar, bis High Dynamic Range Rendering (HDR) 2005 die Beleuchtung in Spielen gehörig aufpolierte. Durch den im Vergleich zu vorher deutlich breiteren Farbumfang können Lichtquellen oder Reflexionen nun die Konturen von Objekten überstrahlen und dadurch den Eindruck erwecken, sie würden den Spieler blenden. **Half-Life 2: Lost Coast** war einer der ersten Titel, die HDR nutzen, mittlerweile gehören Überstrahl- und Blendeffekte zum guten Ton in der Spieleprogrammierung, und so machen machen alle aktuellen Titel wie **Crysis 2** oder **Rage** Gebrauch von dem erweiterten Farbumfang.

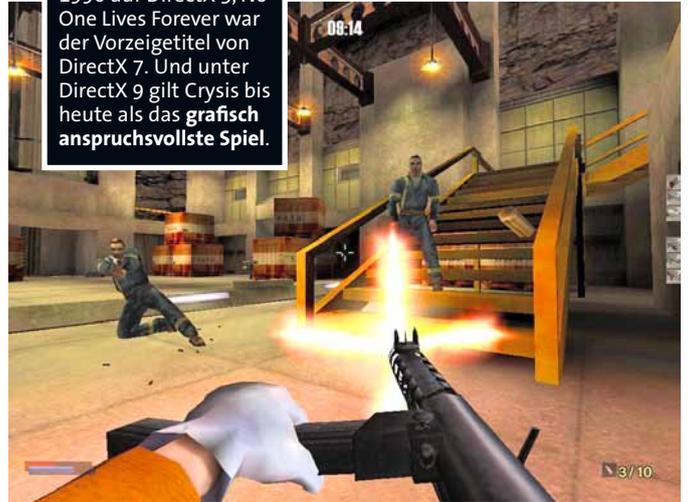
Half-Life: Lost Coast demonstrierte die Leistungsfähigkeit der Source-Engine 2005. Gut zu sehen: die HDR-Effekte, die die Häuser im Hintergrund überstrahlen lassen.



Far Cry war eines der ersten Spiele mit HDR und beeindruckte besonders mit **schicken Lichteffekten**.



Tomb Raider setzte 1996 auf DirectX 3, No One Lives Forever war der Vorzeigetitel von DirectX 7. Und unter DirectX 9 gilt Crysis bis heute als **grafisch anspruchsvollste Spiel**.



DirectX (1995)

In der Zeit vor DirectX herrschte in der Spieleentwicklung vor allem eines: Verwirrung. Spiele mussten aufwändig an einzelne Grafikkarten, Joysticks und Soundkarten angepasst werden, einheitliche Schnittstellen gab es mit OpenGL ausschließlich für die Grafik. Kaum wurden PC-Spiele kommerziell interessant, erkannte Microsoft deren Potenzial und entwickelte DirectX, um Grafik-, Audio- und andere Multimedia-Befehle am Windows-PC zu vereinheitlichen. Prompt beginnt der Siegeszug von PC-Spielen auf Windows-PCs. Entwickler können nun für eine einheitliche Plattform programmieren und Spieler auf die Kompatibilität ihrer Hardware vertrauen. Ab 1995 entwickelt sich DirectX zusammen mit Windows 95 zum Standard in der Spieleindustrie und wird durch Microsoft mit Unterstützung von AMD sowie Nvidia permanent weiterentwickelt. Die nächste Ausbaustufe DirectX 11.1 soll zusammen mit Windows 8 erscheinen und könnte auch die Basis für die nächste Xbox bilden. OpenGL, das neben Windows auch für viele andere Systeme, darunter Mac OS X, zur Verfügung steht, spielt nur noch im professionellen Umfeld eine Rolle.