

DAS RAYTRACINGVERFAHREN

Autor: Uwe Gleiß, Franz-Ludwig-Gymnasium Bamberg, Computergrafikgruppe (CoGra-FLG) • Kontakt: cogra-flg@web.de
Dieses Werk steht unter einer Namensnennung - Nicht-kommerziell - Weitergabe unter gleichen Bedingungen 3.0 Deutschland (CC BY-NC-SA 3.0 DE).

Vorbemerkung

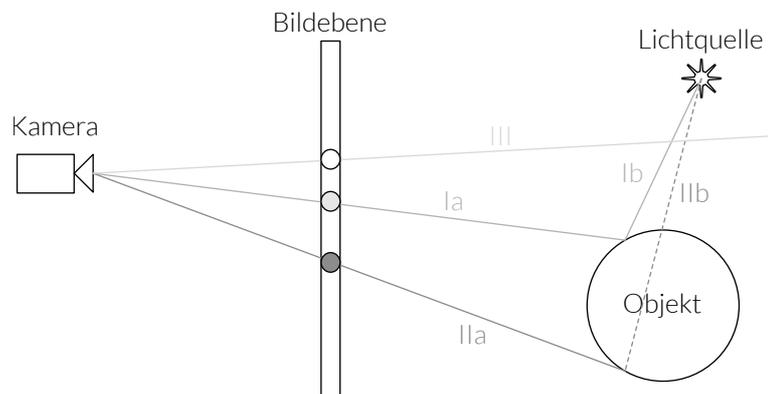
Ein Einblick in die Grundlagen zur Berechnung von Computergrafik kann nicht schaden. So versteht man vielleicht eher, warum der eine Effekt einfach zu haben ist, während ein anderer immense Rechenzeit benötigt. Das hier beschriebene Verfahren ist nur die Basis für moderne Bildberechnungen. Für Fotorealismus braucht es noch eine ganze Menge mehr.

Funktionsweise des Verfahrens

Das Prinzip steckt im Namen: Raytracing kann frei übersetzt werden mit Strahl(rück)verfolgung. Dabei wird das Licht, das die virtuelle Kamera erreicht zurück verfolgt bis zu seinem Ursprung, einer Lichtquelle. Dabei nutzt man eine simple Tatsache:

Der Weg des Lichts ist umkehrbar.

Im Folgenden werden die Schritte betrachtet, die notwendig sind, um die Farbe eines einzelnen Bildpunktes zu bestimmen. Auf Mathematik wird dabei verzichtet, wer sich darin vertiefen will, der findet dazu mehr in Graue Theorie II - Mathematische Grundlagen.



In einer virtuellen Szene befindet sich eine Lichtquelle, ein Objekt und eine Kamera. Für ein besseres Verständnis denken wir uns noch eine Ebene zwischen Kamera und dem Rest der Welt, auf die Punkt für Punkt das Bild „gemalt“ werden soll.¹ Der Aufwand für dieses Malen nimmt schnell respektable Größenordnungen an, denn alles was weiter unten beschrieben wird muss für jeden Bildpunkt wiederholt werden. Für ein einziges Bild in HD bereits über zwei Millionen mal.²

¹ Der englische Begriff „to render“ für das Berechnen eines Bildes bedeutet ursprünglich zeichnen und ist damit vom Malen gar nicht so weit weg.

² Und das ist nur die Spitze des Eisberges. Bezüglich Recherauslastung sind Computergrafiker ein sehr effizientes Völkchen.

Die Spur des Lichts

Für jeden Pixel des Bildes wird ein Strahl von der Kamera berechnet³. Es wird überprüft, ob der Strahl das Objekt trifft. Ist dies wie bei Strahl Ia der Fall, so wird vom Auftreffpunkt der Weg weiter zur Lichtquelle verfolgt. Je steiler dieser Lichtstrahl Ib auf die Oberfläche des Objekts trifft, um so heller erscheint diese. Der zugehörige Bildpunkt im obigen Beispiel sollte also relativ hell eingefärbt werden.

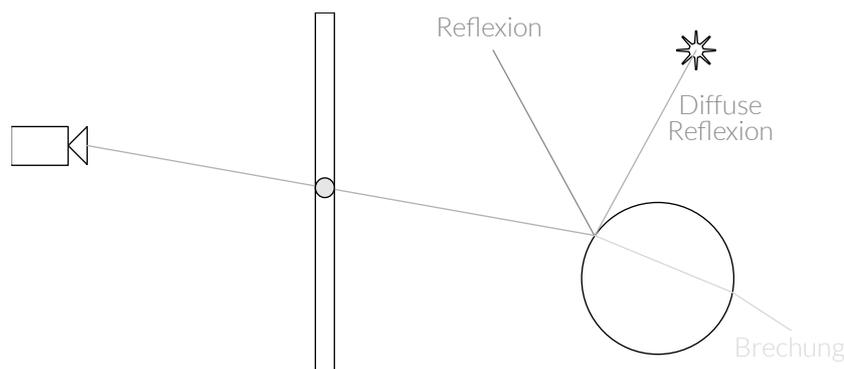
Steht wie bei Strahl II ein Hindernis im Weg zum Licht (in diesem Fall das Objekt selbst), so kann an diese Stelle kein direktes Licht fallen, sie liegt im Schatten. Der zugehörige Pixel sollte dunkel erscheinen.

Verfehlt der Strahl wie im Fall III das Objekt, so erhält der Pixel die Farbe des Hintergrundes oder das Bild bleibt an dieser Stelle transparent.

Verzweigungen im Weg des Lichts

Bisher wurde der einfachste Fall einer matten Oberfläche beschrieben. Vor allem polierte Materialien reflektieren ihre Umgebung aber auch. Und für transparente Objekte muss auch noch das Licht berechnet werden, dass durch das Objekt hindurch gelangt.

Sowohl gerichtete Reflexion als auch Brechung können mittels Raytracing simuliert werden. Dazu ist es notwendig, nach Auftreffen eines Strahls auf einem Objekt zusätzliche Strahlen weiter zu verfolgen.



Für Spiegelungen muss nur das Reflexionsgesetz angewandt werden. Trifft der gespiegelte Strahl auf weitere Objekte, so muss nun deren Helligkeit berechnet werden, damit sie sich korrekt im ersten Objekt spiegeln können.

Ähnliches gilt für Transparenz, nur dass hier ein zusätzlicher Strahl nach den Regeln des Brechungsgesetzes durch das Objekt verfolgt und dabei je nach Material eingefärbt wird. Auch dieser kann auf weitere Objekte treffen und die Ergebnisse dieser Berechnungen werden mit den anderen Werten kombiniert.

Schon bei wenigen Objekten, die auch nur zum Teil das Licht spiegeln oder durchlassen kann sich die Berechnung für einen einzigen Pixel immer weiter auffächern und den Computer ordentlich beschäftigen. Ohne tiefer in die Materie vorzudringen wird klar, dass das nicht bis in alle Ewigkeit so weiter gehen kann. Das Rechenverfahren benötigt eine eingebaute Notbremse, damit das berechnete Licht nicht bis zum Ende aller Tage Pingpong spielt.

Generell gilt: perfekt realistisch ist nicht kaum erreichen, man kann sich diesem Idealzustand nur immer besser annähern.

³ Wie in nachfolgenden Skripten angesprochen wird, ist es selbst hier schon nicht mit einem Strahl getan. Es sei denn man mag gezackte Kanten, wo eine glatte Linie sein sollte.