

## I. Grundlegendes Prinzip des Raytracingverfahrens

### Was ist Raytracing

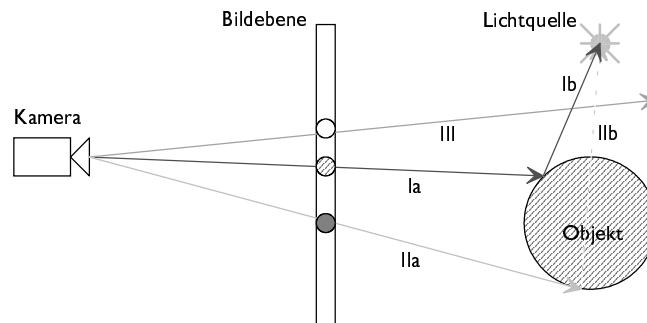
Raytracing ist ein Verfahren, mit dem Bilder von nicht real existierenden Welten berechnet werden können. Vor allem in Kinofilmen und in der Werbung ist solche Computergrafik inzwischen eine alltägliche Erscheinung. Im Vergleich zu anderen Verfahren ist Raytracing zwar relativ rechenintensiv (ein einzelnes Bild kann einen modernen PC durchaus auch einmal mehrere Stunden lang beschäftigen), aber das Ergebnis ist bei modernen Raytracing-Programmen oft von der Realität nicht mehr zu unterscheiden. Inzwischen existieren erste Kinofilme, die vollständig aus Computergrafik (mit einem sehr hohen Raytracinganteil) bestehen. Gute Beispiele hierzu sind: Toy Story, Shrek oder Final Fantasy. Aber auch in "normalen" Filmen sind viele Spezialeffekte ohne Raytracing kaum denkbar.

### Funktionsweise des Verfahrens

Das Prinzip steckt im Namen: Raytracing kann frei übersetzt werden mit Strahl(rück)verfolgung. Dabei wird das Licht, das das Auge erreicht zurückverfolgt bis zu seinem Ursprung, der Lichtquelle, wobei die bekannten Gesetze aus der Optik berücksichtigt werden. Am wichtigsten ist hierbei natürlich die Aussage:

*Der Weg des Lichtes ist umkehrbar.*

Im Folgenden werden die einzelnen Schritte erläutert, die notwendig sind, um die Farbe eines einzelnen Punktes im berechneten Bild zu erhalten. Dabei wird zunächst bewusst auf die dahinter stehende Mathematik verzichtet.



In einer virtuellen Szene wurden eine Lichtquelle, ein Objekt und die Position der Kamera festgelegt. Um das Verfahren verstehen zu können denkt man sich einfach eine Bildebene zwischen Kamera und der restlichen virtuellen Welt, auf die das Bild eben jener Welt „gemalt“ werden soll. Das „Malen“ geschieht natürlich in Form von Berechnungen, die allein schon wegen ihrer Anzahl (ein kleines Bild mit gerade mal 320x200 Bildpunkten bedeutet schon 64000 Einzelpunkte) der Computer übernimmt.

### Auf der Spur von Lichtstrahlen

Für jeden einzelnen Pixel des zu berechnenden Bildes wird ein Strahl von der virtuellen Kamera durch diesen Punkt ermittelt. Es wird nun überprüft, ob dieser Strahl auf das Objekt trifft. Ist dies, wie bei Strahl I, der Fall, so wird der Weg des Lichts weiter zurückverfolgt in Richtung Lichtquelle. Je steiler dieser zweite Strahl Ib auf der Oberfläche des Objektes steht, um so heller erscheint diese und um so heller muss also der entsprechende Bildpunkt eingefärbt werden.

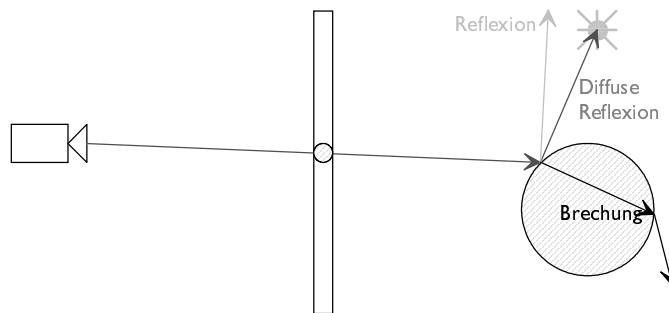
Steht wie bei Strahl II ein Hindernis (in diesem Fall das Objekt selbst) zwischen dem getroffenen Oberflächenpunkt und der Lichtquelle, so kann an diese Stelle kein Licht gelangen. Der entsprechende Bildpunkt wird dunkel eingefärbt, da er im Schatten liegt.

Verfehlt der Strahl das Objekt, wie im Fall III, so können eventuell weiter hinten liegende Objekte von diesem getroffen werden. Ist auch das nicht der Fall, so wird dem entsprechenden Bildpunkt eine vorher festgelegte Hintergrundfarbe zugeordnet.

### Verzweigungen im Weg des Lichtes

Bisher wurde der einfache Fall erläutert, wenn das Objekt eine matte, undurchsichtige Oberfläche besitzt. Vor allem polierte Materialien spiegeln allerdings einen Teil des Lichtes direkt zurück, andere Objekte sind zumindest zum Teil transparent und brechen das Licht nach den üblichen physikalischen Gesetzen.

Beides, sowohl Reflexion, als auch Brechung des Lichtes können mit dem Raytracing-Verfahren simuliert werden, allerdings ist es hierzu notwendig, dass beim Auftreffen eines Strahls auf ein Objekt mehrere Wege weiterverfolgt werden.



Der bisher beschriebene Strahlverlauf entspricht der diffusen Reflexion des Lichts und damit der direkten Beleuchtung des Objekts. Besitzt das Objekt eine relativ glatte, oder gar polierte Oberfläche, so muss ein weiterer Strahl berechnet werden, der nach dem Reflexionsgesetz an der Oberfläche gespiegelt wird.

Dieser wird dann in der virtuellen Szene weiter verfolgt, um zu sehen, ob er ein anderes Objekt trifft, dessen Oberfläche sich in der oben dargestellten Kugel spiegelt.

Bei zumindest teilweiser Transparenz ist ein dritter Strahl notwendig, dessen Weg nach dem Brechungsgesetz durch das Objekt hindurch weiter verfolgt wird. Auch für diesen Strahl muss nach Verlassen des Objekts überprüft werden, ob er weitere Objekte trifft.

Die ermittelten Werte aller drei Strahlen werden zum Schluss, je nach Reflexionsverhalten und Transparenz des Objektes zu einem einzelnen Farbwert gemischt, den der Bildpunkt dann erhält.

### Der Preis des Realismus

Überlegt man sich nun, dass sich der gesamte Prozess für jeden der drei Strahlen wiederholen kann, sobald er auf ein weiteres Objekt trifft, so sieht man leicht ein, dass sich der Rechenaufwand schnell potenziert. Selbst bei relativ einfachen Szenen kann es schnell passieren, dass für einen einzelnen Bildpunkt eine beträchtliche Anzahl einzelner Strahlen berechnet werden müssen.

Betrachtet man dann die Geschwindigkeit, mit der der eigene 'langsame' Rechner dies alles x-fach pro Sekunde erledigt gewinnt dieser vielleicht wieder etwas Anerkennung...