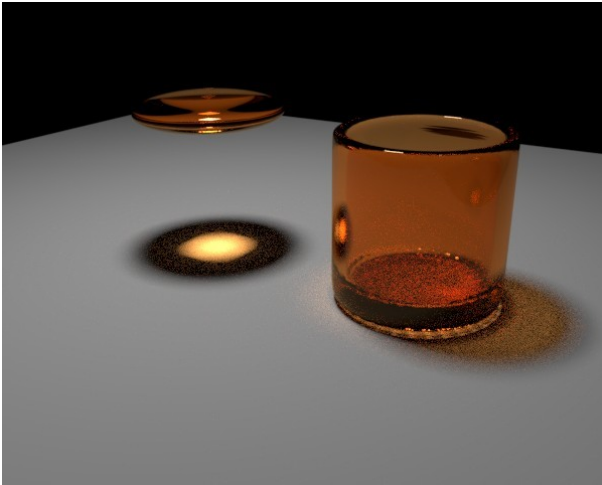


Was sind Caustics?

Wenn du mal Ameisen mit einer Lupe gegrillt hast, hast du Licht gebündelt. Dieses gebündelte Licht wird als Caustic bezeichnet. Weitere Beispiele für diesen Effekt wären die Lichtspiele, die im Schatten eines dicken Glases entstehen, wenn man nur eine Kerze als Lichtquelle hat.



Datei01 - Beispiel Caustics.blend

Wie funktioniert Fotografieren: Licht sendet Photonen. Diese können die Kamera direkt treffen und regen dann den Bildsensor an. Dieser gibt dann einen Wert an den Bildprozessor weiter. Um das ganze einfach zu gestalten reden wir ab jetzt nur über einen einzigen Pixel, der Bilddaten aufnimmt.

Sendet das Licht mit 100%, empfängt der Sensor 100%.

Ist der Sensor auf eine Oberfläche gerichtet, die 60% Licht absorbiert, wird die Lichtquelle mit 100% Intensität die Oberfläche treffen und 40% Licht reflektieren. Der Sensor wird also 40% Intensität an diesem Punkt der Oberfläche registrieren.

Kurz: Das Licht sendet Photonen und die Kamera empfängt das Licht.

Beim Raytracer ist das jetzt genau andersherum: Die Kamera sendet Pixel für Pixel Suchstrahlen in die Szene. Diese ersten Strahlen heißen dann Pixel-Rays (bitte haut mich nicht, wenn das nicht 100% richtig ist. Ich bin auch nur Hobbyist) und wollen als primäres Ziel die Lichtquelle finden. Diese Strahlen sind das, was die Kamera direkt sieht.

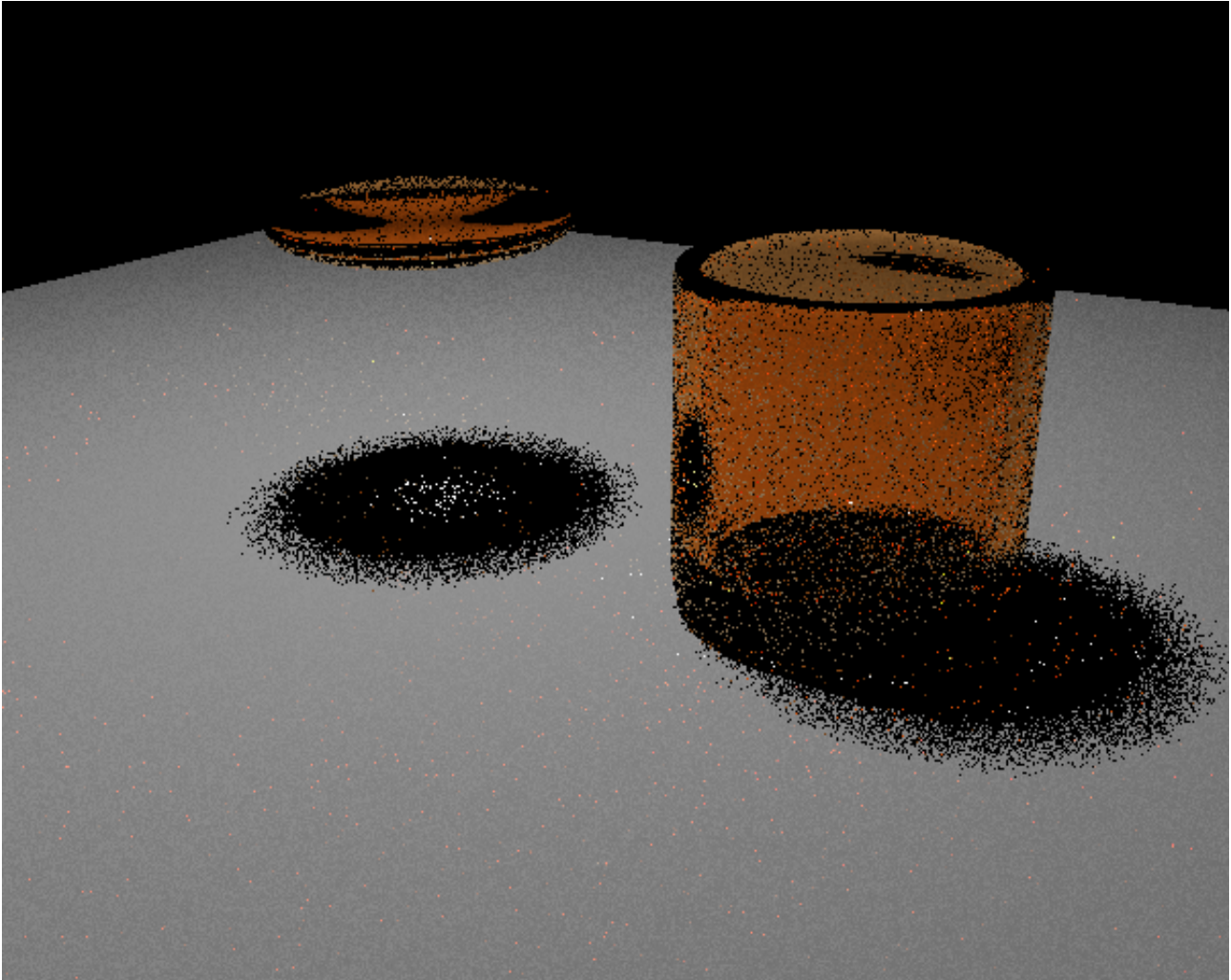
Jetzt mal Möglichkeiten, was die Kamera sehen kann:

1.: Die Kamera sieht am zu rendernden Pixel eine Lichtquelle, dann ist der gerenderte Pixel = Helligkeit Lichtquelle.

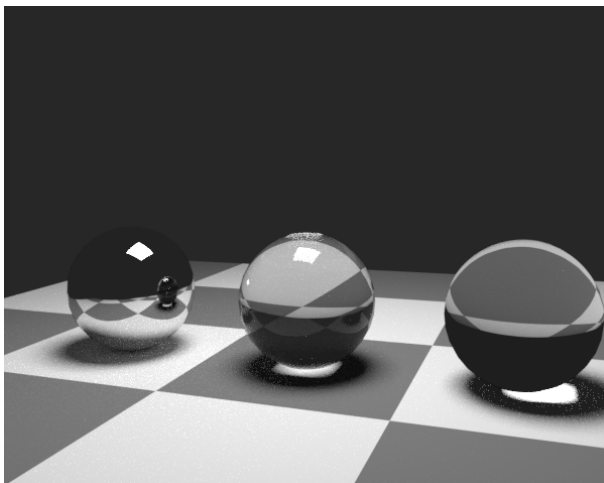
Sieht die Kamera eine diffuse Oberfläche, dann ist die Helligkeit vom Pixel abhängig davon wo sich die Oberfläche in der Szene befindet. Der Suchstrahl, den die Kamera gesendet hat wird an der diffusen Oberfläche in eine zufällige Richtung reflektiert (Erstreflektion) und trifft danach optimalerweise das Licht. (Er kann natürlich auch erst eine andere Oberfläche treffen und trifft dann das Licht oder er kann auch nie das Licht treffen und bleibt damit schwarz).

Beispiel: Licht = 100%, diffuse Oberfläche = 70% => Helligkeit Pixel = 70%

Jetzt das Raytracing bei Caustics: Zunächst einmal muss man sich dessen bewusst sein, dass Caustics im Schatten von Glaskörpern entstehen. Also theoretisch auch hinter Glasscheiben. Das heisst für den Raytracer dann schon mal, dass die Kamera am zu berechnenden Punkt entweder einen schwarzen Pixel aufnimmt (was ja logisch ist, weil der Punkt ja im Schatten der Lichtquelle liegt) oder einen sehr hellen Pixel (was dann heissen würde, dass der Suchstrahl den Weg durch das Glas genommen hat und anschliessend das Licht getroffen hat. Im Beispielfeld sieht man die obere Szene mit einem Photon pro Pixel berechnet.



Man erkennt deutlich, dass einige Pixel weiss und sehr viel mehr Pixel schwarz sind. Das liegt daran, dass die Licht-Trefferquote von Suchstrahlen, die ein brechendes Material (Glas aber auch Spiegelnde Materialien) passiert haben sehr viel geringer ist als bei diffusen Materialien. Diese Strahlen heissen dann übrigens Transmission-Rays.



Caustics in Blender/Cycles:

Erzeug man in Blender eine Lichtquelle, eine Diffuse Oberfläche und ein 3d-objekt, welches

A: Glass (mitte)

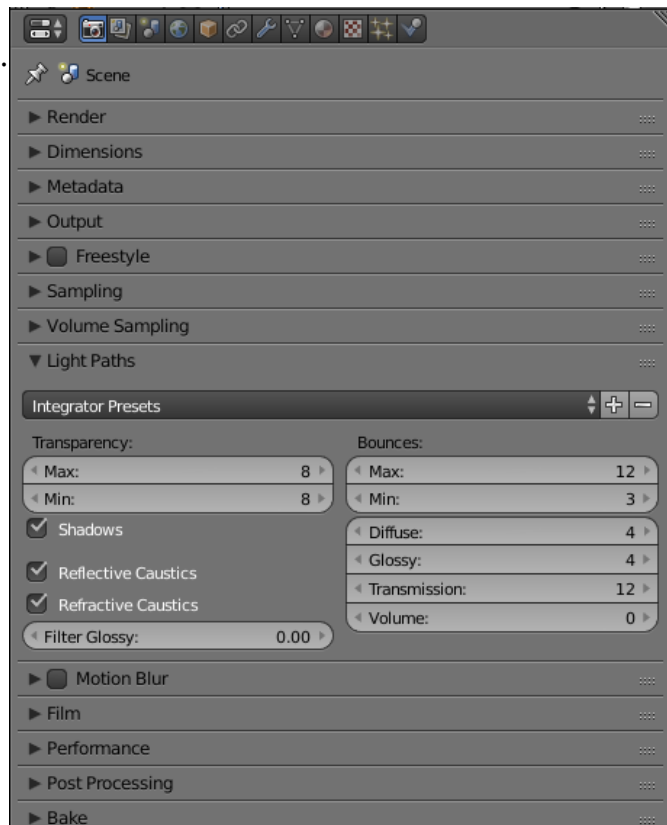
B: Refraktion (rechts)

C: Glossy (links)

Datei03 - Beispiel Caustics.blend

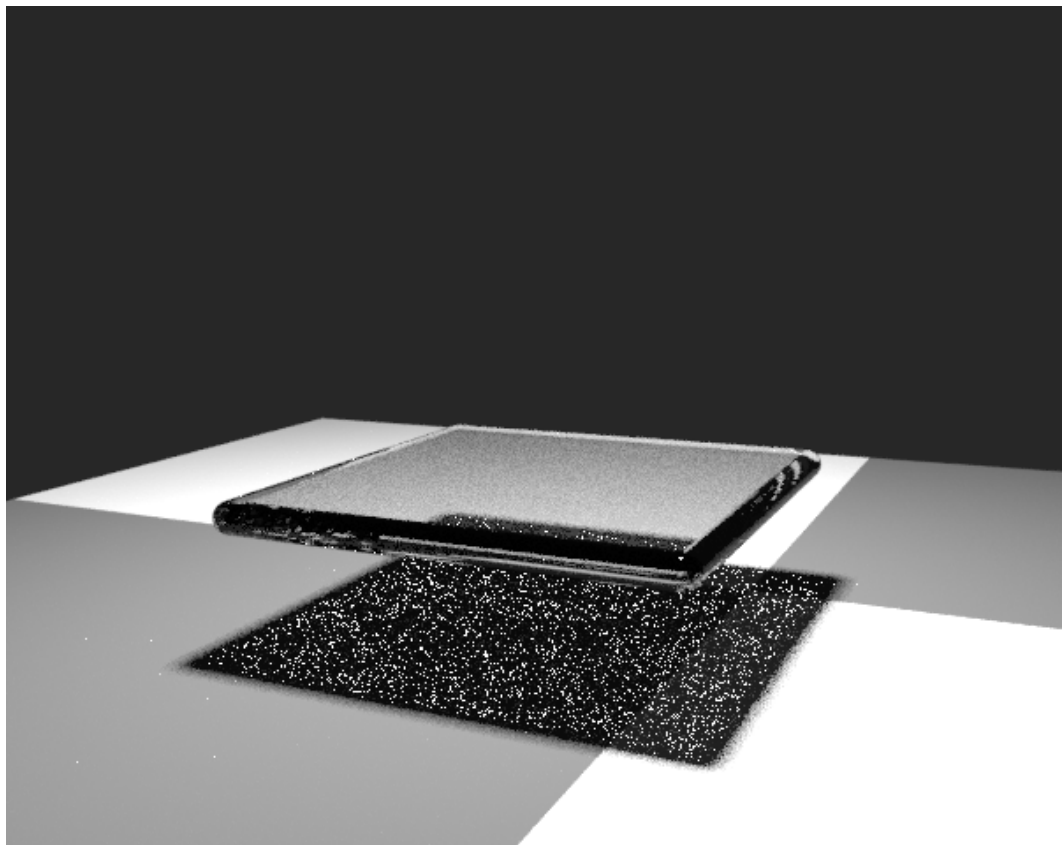
als Shader hat, dann werden Caustics berechnet.

Der Vorteil dieser Caustics ist, dass das Bild am Ende physikalisch korrekt berechnet wurde. Der Nachteil liegt auf der Hand: Das Berechnen dauert wesentlich länger, wenn das Ergebnis rauschfrei werden soll. Caustics werden per default immer berechnet, wenn in Blender einer der genannten Shader benutzt wird. Ist das nicht gewünscht weil zu viele Fireflies (zufällig verteilte helle Pixel) beim Rendern entstehen, können die Caustics in den Rendersetting einfach deaktiviert werden.



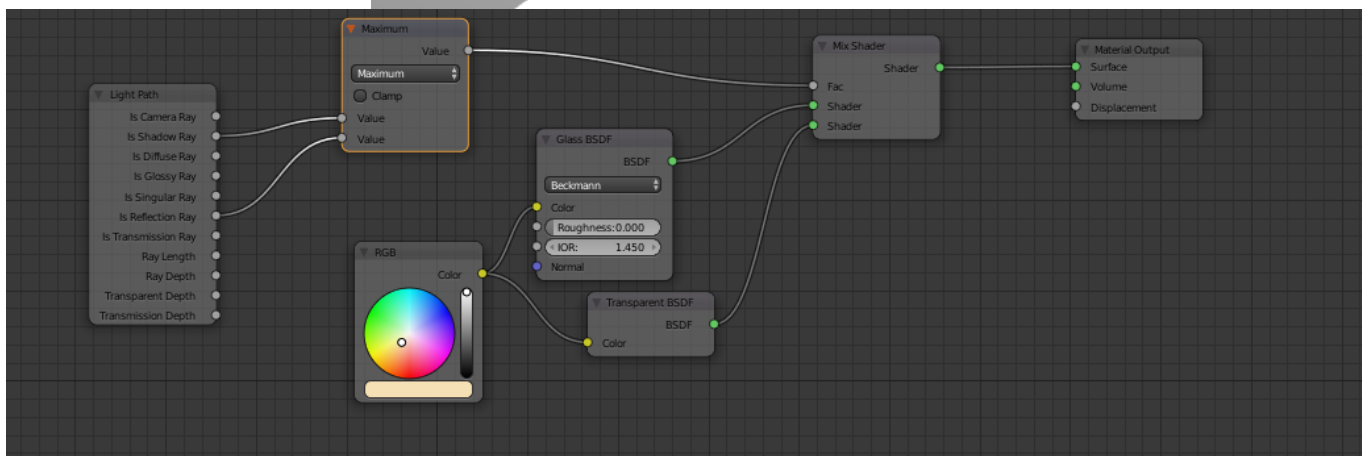
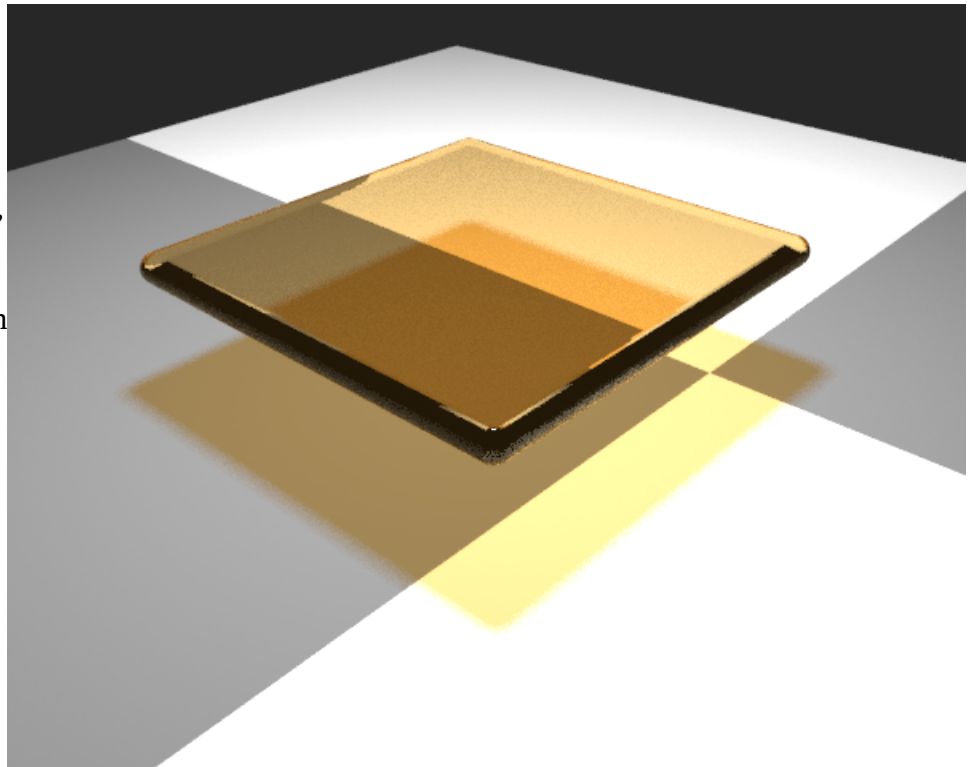
Ist das Glasmaterial allerdings sehr Dünn und die Materialstärke ist gleichbleibend machen Caustics wenig Sinn, während man auf das durchdringende Licht aber trotzdem nicht verzichten will. Ein Beispiel wäre eine einfache Glasscheibe. Die folgenden Beispiele wurden mit 16 Samples gerendert. Das heißt, dass pro Pixel 16 Suchstrahlen in die Szene geschossen wurden.

Datei 05
- Glas-Shader



Datei 06

- kurze Erläuterung:
Der Schatten des
Materials hat bei diesem
Nodeaufbau die Farbe
des Transparent-Shaders,
die Oberfläche des
Objektes wird jedoch so
gerendert als wäre sie ein
Glas.



BTW lassen sich mit der Methode auch Objekte erstellen, die für die Kamera zwar sichtbar sind, aber für keinen Schatten werfen. (Datei 07)