

Funktionsweise der 3D-Computergrafik, Bestandteile einer POV-Ray-Szene

Die Herangehensweise bei der Erstellung dreidimensionaler computergrafischer Darstellungen lässt sich gut mit der Aufnahme eines Fotos vergleichen: Im Raum befinden sich bestimmte Gegenstände, die fotografiert werden sollen, diese Gegenstände werden mit Lichtquellen beleuchtet. Zum Fotografieren kommt eine virtuelle Kamera zum Einsatz, die sich in einem Punkt des Raumes befindet und auf die zu fotografierenden Objekte ausgerichtet ist. Diese Vorgehensweise wird anhand der folgenden sehr einfachen Abbildung 2 deutlich. Um dieses Bild zu erzeugen, wurde in POV-Ray folgende Szenenbeschreibung eingegeben:

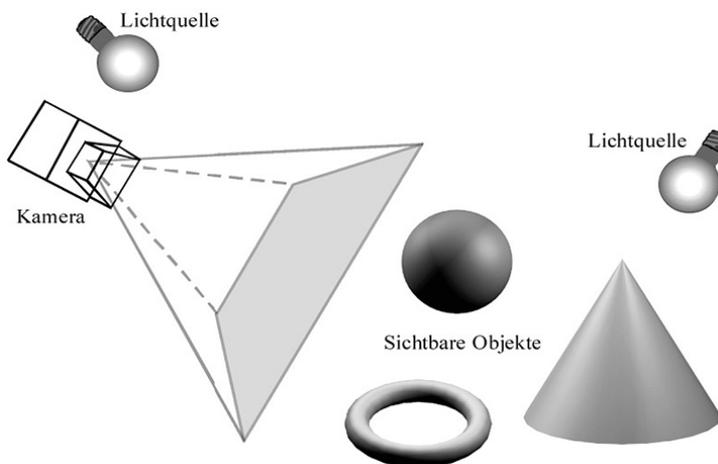


Abbildung 1

```
#include "colors.inc"
background {White}
camera {location < 0, 10, -20 >
    look_at <0, 0, 0>
    angle 10
}
light_source {<-70, 0, -50 > color White}
light_source {<80, 100, -50 > color White}
sphere { <1, 2, -1> 1 texture {pigment {color Blue} } }
```

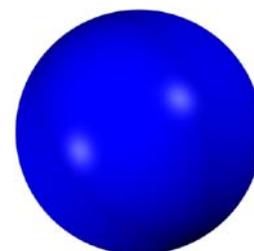


Abbildung 2

In diesem einfachen Beispiel sind bereits alle Elemente enthalten, die zur Erzeugung einer dreidimensionalen computergrafischen Darstellung notwendig sind:

- *Festlegung der Kamera:* Durch **location** werden die Koordinaten der Kamera, durch **look_at** die Koordinaten des Punktes, auf den die Kamera gerichtet ist, angegeben; **angle** gibt den Öffnungswinkel der Kamera in Grad an (bei größeren Öffnungswinkel wird ein größerer Bildausschnitt „fotografiert“).
- *Festlegung von Lichtquellen (light_source),* deren Positionen durch Koordinaten bestimmt sind. Lichtquellen selbst sind nicht sichtbar, sie werden indirekt durch die Beleuchtung der in der Szene vorhandenen Körper wahrgenommen. Auf der Kugel sind deutlich zwei helle Flecken erkennbar, die durch die beiden Lichtquellen verursacht werden.
- *Beschreibung sichtbarer Objekte.* Wichtigster Bestandteil jeder dreidimensionalen computergrafischen Darstellung sind die abgebildeten Körper. Im Gegensatz zu zweidimensionaler Computergrafik, wo Objekte wie auf einem Blatt Papier „gezeichnet“ werden, sind in der 3D-Computergrafik räumliche Gebilde im dreidimensionalen Raum zu beschreiben. Diese werden dann von der Software auf ein zweidimensionales Bild abgebildet (gerendert). In Abbildung 2 existiert nur ein einziger sichtbarer Körper, nämlich eine Kugel (**sphere**) mit den Mittelpunktskoordinaten (1;2;-1) und dem Radius 1. Durch die Anweisung **texture {pigment {color Blue}}** wird die Farbe der Kugel vorgegeben. Innerhalb der Anweisung **texture** kann das Aussehen von Oberflächen bestimmt werden.

Weiterhin wird durch **background** festgelegt, dass der Hintergrund des beschriebenen Bildes weiß ist; der Hintergrund hat aber keinen Einfluss auf die Beleuchtung der Körper. Schließlich ist der Befehl **#include "colors.inc"** erforderlich, damit POV-Ray die Farbangaben **Blue** und **White** interpretieren kann.

Abbildung 3 enthält zwar einige Objekte mehr als Abbildung 2, wurde aber auf dieselbe Weise (aus der nebenstehenden Szenenbeschreibung) in POV-Ray erzeugt.

```

#include "colors.inc"
background {White}
camera {location<0,4,-20>
    look_at<0,0,0> angle 10 }
light_source {<6,0,-50> color White}
light_source {<-60,300,300> color White}
box{<-1.65,-0.5,0> <-0.65,0.5,3>
texture {pigment{color Green}} }
sphere { < 0.1, 0.2, 0 > 0.5
texture {pigment{color Blue} } }
cone{<1,-1,0>, 0.5, <1,1,0>, 0.0
texture {pigment{color Red} } }
torus {0.9, 0.15
    translate <-0.7,-0.9,0>
    texture { pigment { color Gray }
        finish{reflection 0.3 } } }

```

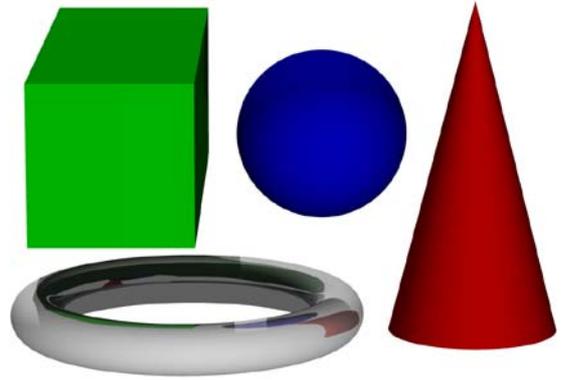


Abbildung 3

- Kopieren Sie die Datei Primitives.pov auf Ihre Festplatte und öffnen Sie diese Datei anschließend in POV-Ray (wenn Sie die Datei jetzt rendern, sollte ein Bild wie in Abbildung 3 entstehen). Fügen Sie jetzt eine zweite Kugel ein, welche die Spitze des Kegels überdeckt und geben Sie dieser Kugel (wie dem Kegel) eine rote Färbung. Verschieben und verändern Sie auch die anderen Körper in der Szene (nach Ihren eigenen Vorstellungen). Rendern Sie die Szene häufiger neu (Run-Button in POV-Ray anklicken), um sofort die Wirkungen Ihrer Veränderungen zu sehen.

Das räumliche Koordinatensystem in der Computergrafik

An den Beispielen wird deutlich, dass alle Positionsangaben durch räumliche Koordinaten gemacht werden müssen. Die Beschreibung von geometrischen Körpern (und anderen Objekten wie Kameras und Lichtquellen) durch Koordinaten ist gewissermaßen das A und O bei der Schaffung computergrafischer Darstellungen mithilfe eines Programms wie POV-Ray. Im Gegensatz zu der im Mathematikunterricht zumeist verwendeten Betrachtungsweise, bei der die z-Achse die „vertikale“ Achse ist, wird in der Computergrafik zumeist die y-Achse als vertikale Achse betrachtet (Abbildung 3). Zeigt die x-Achse nach links und die y-Achse nach oben, so ist in dem von POV-Ray verwendeten „linkshändigen“ Koordinatensystem die z-Achse nach hinten gerichtet.

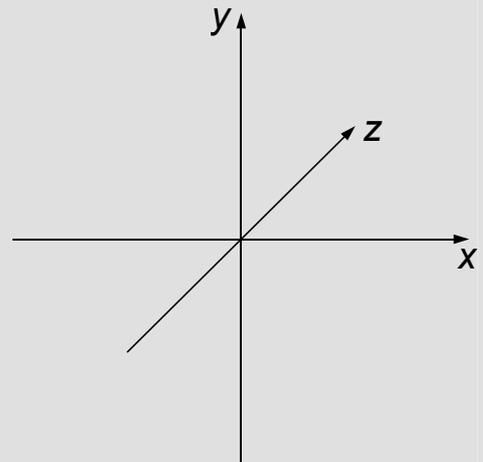


Abbildung 4

- In der Datei MenschAerger.pov ist bereits ein Spielbrett vorbereitet, das sich auf der Höhe $y = -1$ befindet. Konstruieren Sie durch Kegel (**cone**) und Kugeln (**sphere**) einige Spielfiguren eines Mensch-Ärgere-Dich-Nicht-Spiels, die auf dem Spielbrett stehen. Geben Sie den Spielfiguren unterschiedliche Farben. Benutzen Sie die zu Abbildung 3 gehörende Beschreibung, um Kegeln und Kugeln richtig zu beschreiben.

Hinweis: Achten Sie auf die richtige Eingabe von Klammern, Punkten und Kommas. Sie müssen in POV-Ray außerdem Groß- und Kleinschreibung beachten, ansonsten liefert das Programm statt eines Bildes nur eine Fehlermeldung.

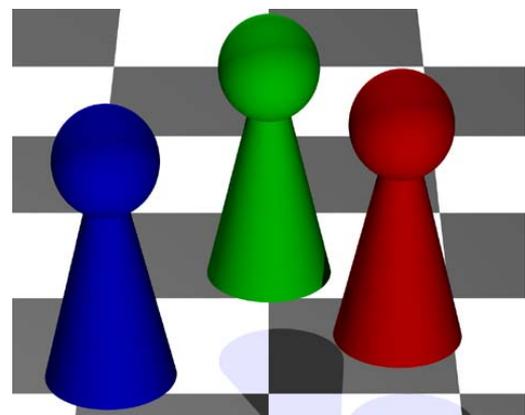


Abbildung 5

Abbildung 5 zeigt, wie eine Lösung der Aufgabe aussehen könnte.