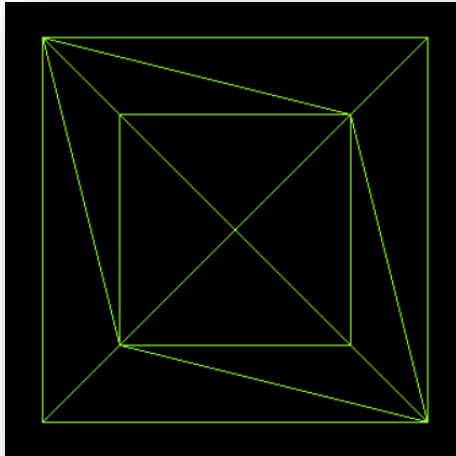




# 0. Grundlagen und Hintergrund der 3D-Programmierung

## 3D-Darstellung auf 2D?

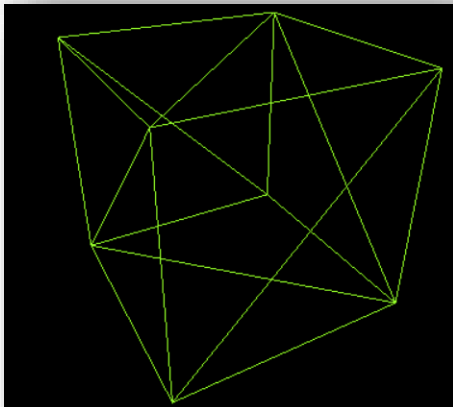
Unsere Bildschirme sind nur 2-dimensional (2D). Dennoch schaffen wir es, einen 3-dimensionalen Eindruck darzustellen, wie es auch auf Fotos der Fall ist. Damit können wir Körper, Gegenstände oder Landschaften realistisch wiedergeben.



Zeichnen wir auf einem Blatt Papier oder eben auf dem Bildschirm, stehen uns 2-dimensionale Koordinaten zur Verfügung. Sehen wir uns die Darstellung unten an, haben wir offensichtlich eine Figur aus 2 ineinander geschachtelte, Quadraten, deren Ecken über Linien verbunden sind.

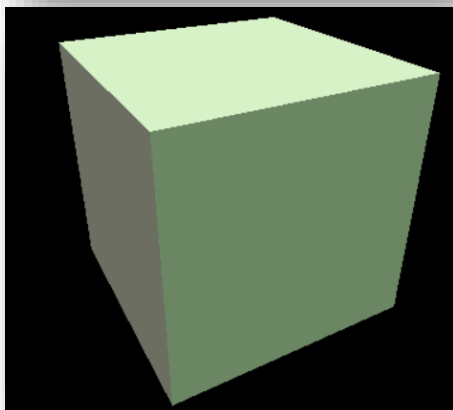
Je stärker man das Objekt dreht, desto eher kann man einen Würfel in dem Objekt erkennen.

Es lässt sich aber noch etwas viel Wichtigeres in der Darstellung erkennen: das Objekt ist anscheinend aus Dreiecken zusammengesetzt worden.



Leicht nach vorne geneigt und leicht gekippt, erkennen wir den Würfel nur anhand der vertrauten Umrisse und der durch die Verkleinerung der Flächen im Hintergrund sowie der perspektivisch verlaufenden Seiten.

Noch deutlicher wird die Erkennbarkeit, wenn man die Seiten des Würfels einfärbt, anstatt nur die Kanten zu zeigen.



Wir arbeiten also mit einer Abbildung eines 3-dimensionalen Gegenstandes auf eine 2-dimensionale Ebene.

Zum Glück müssen wir uns aber damit nicht(!) beschäftigen. Wir müssen (nur) das Objekt modellieren und ins rechte Licht rücken. Aber genau damit haben wir genug zu tun.

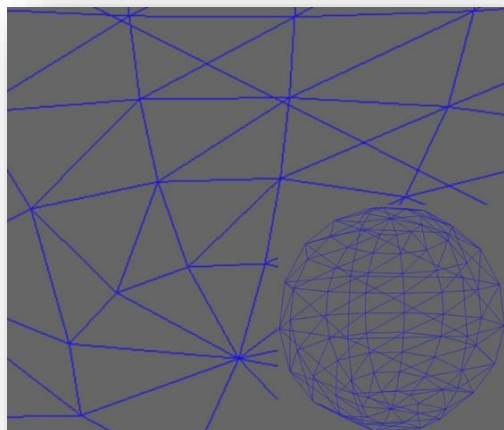
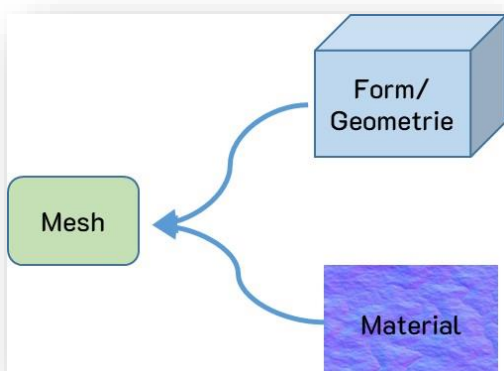


## 3D-Darstellung

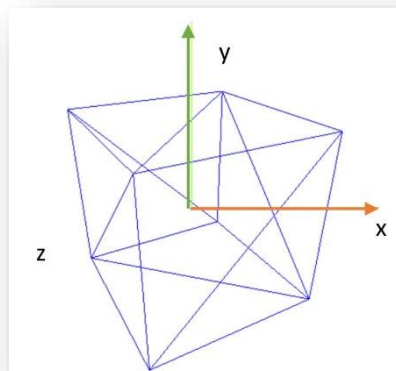
Dazu müssen wir uns mit der Geometrie des 3-dimensionalen Raumes befassen: Wir haben 3 Achsen: die x-Achse (Quer zur Sichtebene), die y-Achse (von unten nach oben zur Sichtebene) und die z-Achse (dem Betrachter entgegen). Die x- und die y-Achse sind in der nachfolgenden Grafik dargestellt, zusammen mit den Würfellinien.

Körper/Objekte werden über Geometrien erzeugt. Eine Geometrie setzt sich aus Ecken zusammen, die wiederum zu Flächen verbunden werden (dazu später mehr).

Ein Objekt besteht aus der Geometrie und seiner Oberfläche (siehe unten).



Ausschnitt gewählt).



Fasst man beides zusammen, wird das als Mesh<sup>1</sup> bezeichnet, also als Gittermodell. Die Oberfläche wird dabei als Material oder Textur bezeichnet.

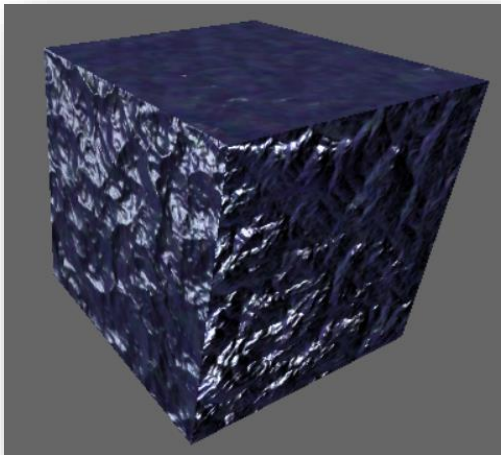
Was bedeutet nun aber Mesh genau? Ein Mesh besteht im Grunde nur aus einzelnen Punkten (Punkt = Vertex, Punkte = Vertices), die miteinander verbunden sind und dadurch Flächen bilden können. Eine Linie (Edge, Kante) entsteht durch die Verbindung zweier Vertices, eine Fläche (Face) durch die Verbindung von mindestens drei Vertices, die durch Kanten verbunden sind. Diese Modellierung kann man oben bei dem Gittermodell des Kubus (oben) gut sehen.

Damit wird aber auch klar, dass es keine perfekte Kugeloberfläche gibt, sondern dass eine Kugeloberfläche ebenfalls aus diesen Flächen zusammengesetzt wird. An dem links gezeigten Beispiel kann man erkennen, dass eben auch eine Kugeloberfläche aus diesen Flächendreiecken zusammengesetzt wird (in der Grafik ist in der rechten unteren Ecke die eigentliche Kugel zu sehen, zur Verdeutlichung der Flächendreiecke wurde ein

Erst durch die Texturen erhält ein Objekt sein charakteristisches Aussehen. Unten ist ein Beispiel gezeigt, in dem aus einem Bild einer Wasseroberfläche das Material als Oberfläche erzeugt wurde.

Grundsätzlich eignet sich jedes Bild / jede Grafik als Material für eine Oberfläche.

<sup>1</sup> [https://de.wikipedia.org/wiki/Gitter\\_\(Geometrie\)#Gittererzeugung](https://de.wikipedia.org/wiki/Gitter_(Geometrie)#Gittererzeugung)



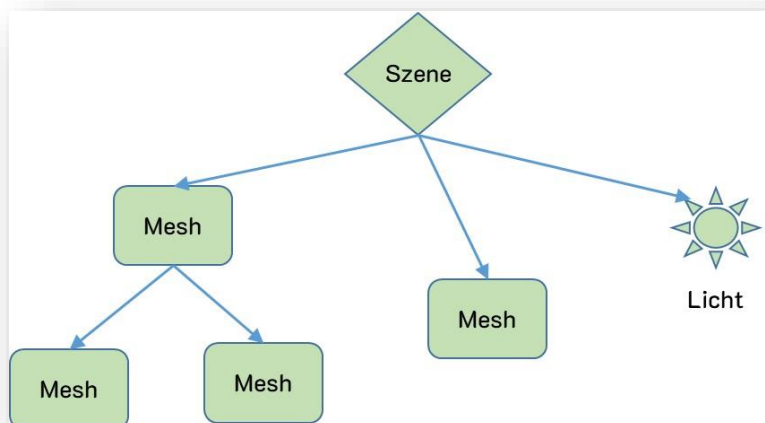
In dem links gezeigten Beispiel wurden zusätzlich 3 Lichtquellen hinzugefügt, um alle Seiten des Quaders unterschiedlich zu beleuchten. Auch dazu später mehr.

## Virtuelle Welt

Wie entsteht nun aber eine virtuelle Welt?

Eine virtuelle Welt wird als Szene bezeichnet. Eine Szene (scene) besteht aus den Objekten, Lichtquellen und Kameras. Die Szene dient dazu, alle darzustellenden Elemente wie auf einer Theaterbühne zu definieren. Unten ist ein Schema

einer solchen Szene könnte dargestellt, an dem man sehen kann, dass alle Teile quasi an dem Szeneknoten hängen. Man kann aber auch schon sehen, dass sich Objekte aus anderen Objekten zusammensetzen lassen. Auch die Lichtquellen werden in die Szene eingefügt. Lichtquellen können wie Scheinwerfer sein (eine räumlich begrenzte Leuchtweite), oder wie Tageslicht, das die gesamte Szene beleuchtet. Auch dazu später mehr.

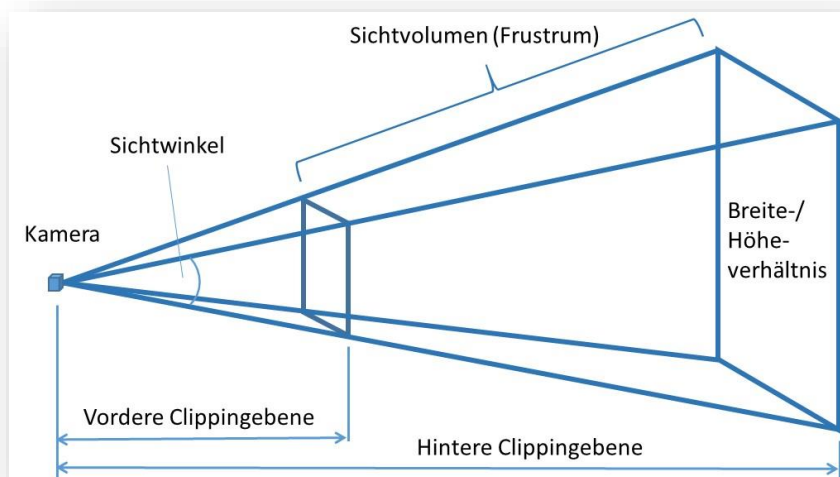


## Die Kamera

Dann kommt noch die Kamera dazu, mit der die virtuelle Welt ‚betrachtet‘ wird.

Eine Kamera ‚blickt‘ auf eine Szene und zeigt die Elemente der Szene. Dazu wird die Kamera auch nicht in die Szene eingefügt, sondern der Kamera wird mitgeteilt, welche Szene sie aufnehmen (betrachten) soll.

Auch stellt die Kamera nicht einfach alles dar, sondern liefert ein Bild der virtuellen Welt mit





## 3D-Programmierung

### Grundlagen und Hintergrund der 3D-Programmierung

einer klaren Begrenzung. Die Grafik oben zeigt die wesentlichen Elemente einer solchen Kamera. Als wichtigstes Unterscheidungsmerkmal zu einer realen Kamera schneidet (to clip) sie die Welt ab, die vor bzw. hinter den beiden Clippingebenen liegen. Dazu kann man den Sichtwinkel sowie das Breite-/Höheverhältnis (aspect ratio = Seitenverhältnis) einstellen.

#### Erzeugung des sichtbaren Bildes

Zu guter Letzt braucht es noch einen Renderer, der aus allen Elementen eine Darstellung für den Bildschirm generiert.

Der Renderer erzeugt aus allen Elementen mit dem Blick der Kamera das Bild auf dem Bildschirm. Er vollbringt die eigentliche Rechenleistung der Darstellung.

