

Grundlagen von Formen

Für Anfänger ist es schwer, die vielen Programme und Dateierendungen zu überblicken, die im FabLab benutzt werden. Daher habe ich eine kurze Übersicht zusammengestellt.

Quellen:

Geometrisches Modellieren - Eine kurze Einführung
Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Reinhardt (UniBwMünchen)

Vergleich von Dateiformaten für 3D-Modelle
CEDIFA Arbeitsbericht 7; 13.05.2014
Heckner Heiko, Marco Wirth

<http://www-lehre.inf.uos.de/~cg/2006/skript/skript.html>
und Wikipedia

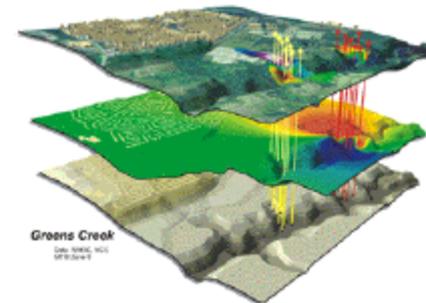
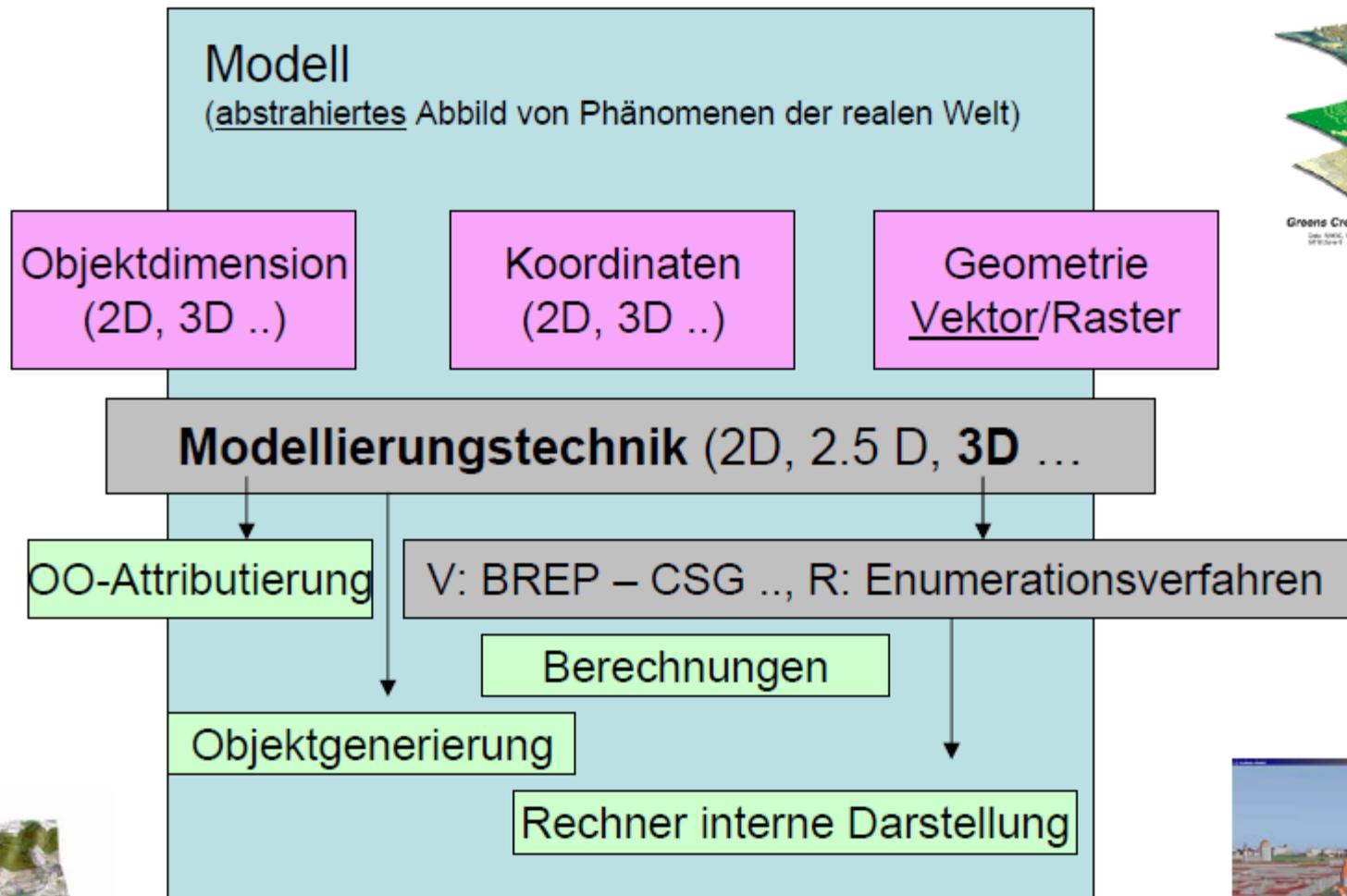
Quelle: CS Stand: 06.04.18 Status: freigegeben

Grundlagen von Formen

Inhaltsangabe

- Punkt
- Pixel
- Linie / Vektor
- Strecke / Kante
- Kurve – Bezierkurve
- Fläche – Bezierfläche
- UV-Mapping (2D-Polygonnetz)
- Volumenelement (Würfel, Kugel, Zylinder, Kegel)
- Modellklassen (Kanten, Flächen, Volumen)
- NURBS (Non-Uniform Rational B-Spline, T-Spline)
- MESH (3D-Polygonnetz)
- Modellierungsgrundsätze (b-rep, CSG, Voxel)
- VOXEL

Geometrische Modellierung



Anwendungen in CAD, GIS etc.

Grundlagen von Formen: Punkt

Ein **Punkt** (als Raumpunkt) ist ein grundlegendes Element der Geometrie. Anschaulich stellt man sich darunter ein Objekt ohne jede Ausdehnung vor.

Die Lage eines Punktes kann mit Koordinaten beschrieben werden (2- bzw. 3-dimensional, n-dimensional)

Manon Baukhage: „Der Punkt. Zugegeben, er macht nicht viel her - so klein wie er sich gibt. Tatsächlich aber gehört er zu den großen Rätseln der Welt“

Ein Punkt kann sich bewegen!

Die Strömungsgeschwindigkeit ist die Ortsveränderung des einzelnen Punktes (Ortes) $\vec{x}=(x,y,z)$ entlang seiner Bahnlinie.

Merke: in Blender gibt es keine Punkte, sondern nur **Ecken** (Vertex) !!!

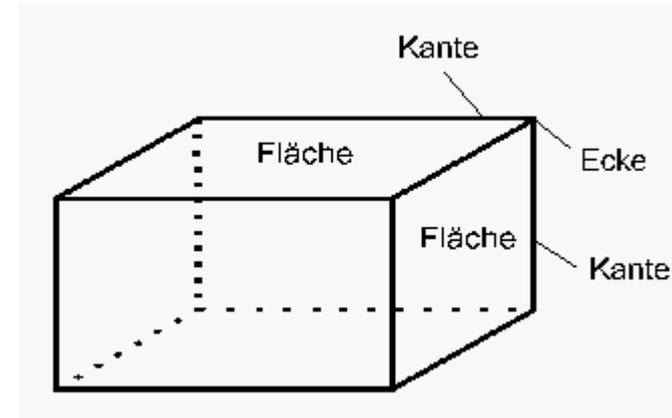
Grundlagen von Formen: Pixel

- **Pixel** (Bildpunkt, Bildzelle oder Bildelement) werden die einzelnen Farbwerte einer digitalen Rastergrafik bezeichnet sowie die zur Erfassung oder Darstellung eines Farbwerts nötigen Flächenelemente bei einem Bildsensor beziehungsweise Bildschirm mit Rasteransteuerung.
- Pixel ist ein Kunstwort aus den Abkürzungen der englischen Wörter picture und element (abgekürzt px).
- Oft werden Pixel als rechteckig oder quadratisch betrachtet. Dies ist jedoch eine nicht allgemeingültige Modellvorstellung. Im Sinne der digitalen Signalverarbeitung ist ein Pixel ein diskreter Abtastwert.
- Technischer Begriff, der die Möglichkeiten bei der Umwandlung von Bildinhalten beschreibt (Bildauflösung, Farbtiefe, Pixeldichte, usw.)

Grundlagen von Formen: Linie-Gerade-Strecke-Vektor

- Linie ist ein Begriff aus der Kunst. Dort sind Linien das Konstruktionsmittel von Skizzen und Zeichnungen.
- Eine **gerade Linie** oder kurz **Gerade** ist ein Element der Geometrie. Die kürzeste Verbindung zweier Punkte ist im euklidischen Raum gerade und wird als **Strecke** bezeichnet. Eine gerade, unendlich lange, unendlich dünne und in beide Richtungen unbegrenzte Linie nennt man eine **Linie** sind das Konstruktionsmittel der Skizzen und Zeichnungen.
- **Strecke**: kürzeste Verbindung zwischen 2 Punkten. Wird beschrieben durch die Koordinaten der Punkte (auf der Fläche oder im Raum). Reihenfolge hat keine Bedeutung.
- **Gerichtete Strecke (Vektor)**: Anfangspunkt zeigt auf Endpunkt => Reihenfolge hat eine Bedeutung.

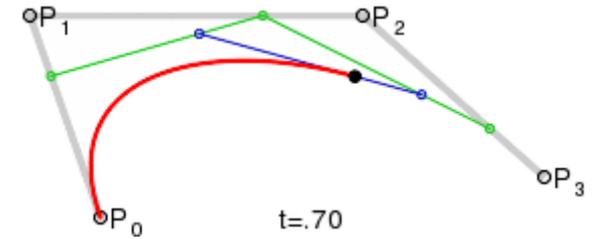
Grundlagen von Formen: Seite-Kante



Eine Strecke heißt:

- **Seite** – wenn die beiden Endpunkte die aneinander benachbarten Eckpunkte eines Vielecks sind
- **Kante** – wenn die beiden Endpunkte benachbarte Eckpunkte eines Polyeders sind

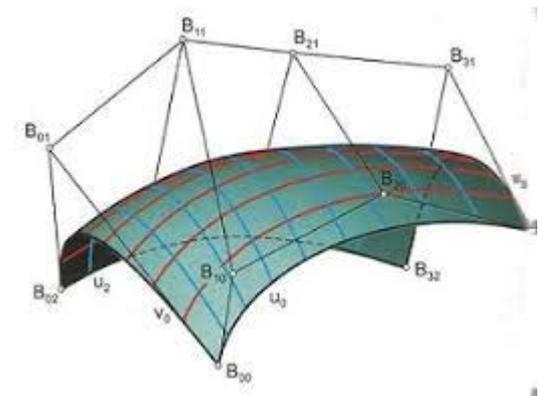
Grundlagen von Formen: Kurve - Bezierkurve



- In der Mathematik ist eine Kurve (von lat. *curvus* „gebogen, gekrümmt“) ein eindimensionales Objekt.
- Eindimensional bedeutet dabei informell, dass man sich auf der Kurve nur in einer Richtung (bzw. der Gegenrichtung) bewegen kann.
- Linie, die ein Körper beschreibt, der sich in einer nicht gerade verlaufenden Bewegung befindet.
- Bézierkurve [be'zje...] ist eine parametrisch modellierte Kurve, die ein wichtiges Werkzeug bei der Beschreibung von Freiformkurven und -flächen darstellt.
- Einfach dargestellt, kann auf jeden Punkt einer Kurve eine Tangente gelegt werden und diese mathematisch beschrieben werden. Nimmt man den nächsten Punkt und dessen Tangente kann hieraus eine Krümmung einer Kurve beschrieben werden.

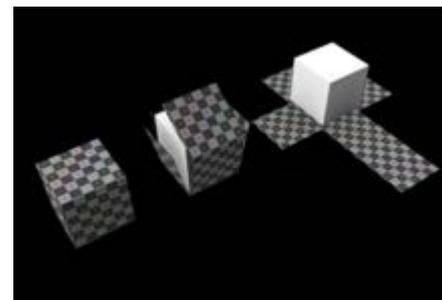
Grundlagen von Formen: Fläche - Bezierfläche

- Eine Fläche im anschaulichen Sinn ist eine zweidimensionale Teilmenge des dreidimensionalen Raumes, beispielsweise eine Ebene, eine zweidimensionale geometrische Figur oder die Begrenzungsfläche eines dreidimensionalen Körpers. Eine Fläche kann somit sowohl flach als auch gekrümmt sein.
- Eine Bezier-Fläche wird zwischen mehreren Bézier-Kurven aufgespannt.

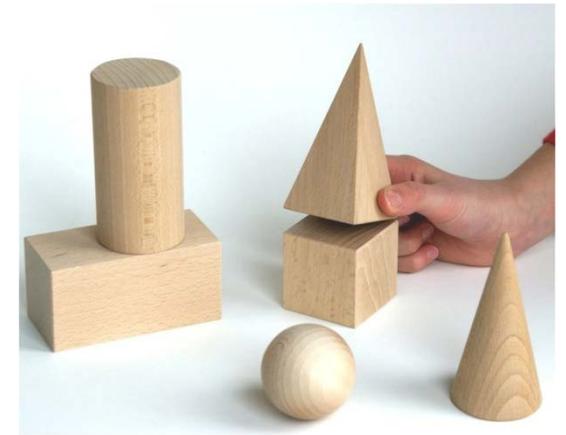


Grundlagen von Formen: UV-Mapping

- UV-Mapping ist der geometrische Modellierungsprozess der Herstellung eines 2D-Bilds, welches ein 3D-Modell repräsentiert.
- Das UV-Koordinaten-System wird bei der Texturierung von Polygonobjekten genutzt, wobei u und v die Texturkoordinaten beschreiben. Die Buchstaben u und v für die Koordinaten sind willkürlich gewählt und haben keine sprachliche Bedeutung.
- UV-Texturierung erlaubt es dem Anwender, Polygone, die ein 3D-Modell darstellen, mit einem Bild zu texturieren. Dieses Bild wird UV Texture Map genannt, aber es ist eigentlich nur ein einfaches Bild.



Grundlagen von Formen: Volumenelemente

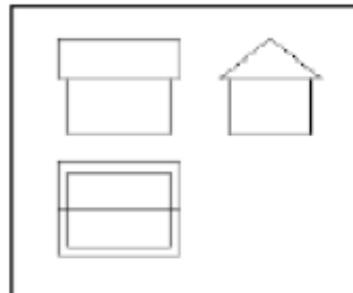


- Allgemein bezeichnet ein Volumenelement einen (zumeist kleinen) Ausschnitt aus einem Raum (Volumen), aus dem man sich den gesamten Raum zusammengesetzt vorstellen kann. Speziell wird in der Infinitesimalrechnung ein unendlich kleiner (infinitesimaler) Ausschnitt als Volumenelement (auch Volumenform) dV bezeichnet.
- Im grafischen Bereich sind Volumenelemente Grundformen wie Würfel, Kugel, Kegel, usw., aus welchen sich komplexere Formen mit Hilfe von Booleschen Operationen wie Vereinigung und Differenz aufbauen lassen.

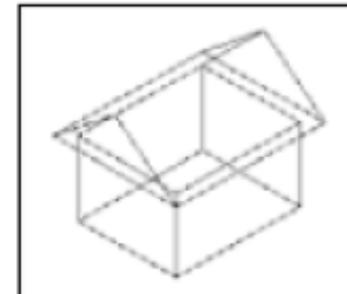
Modellklassen

2D Modell und verschiedene Arten von 3D Modellen

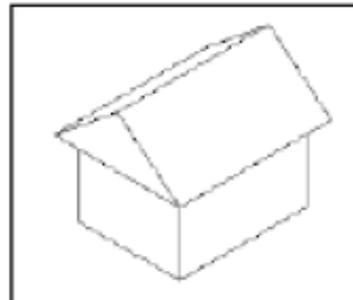
2D-Modell



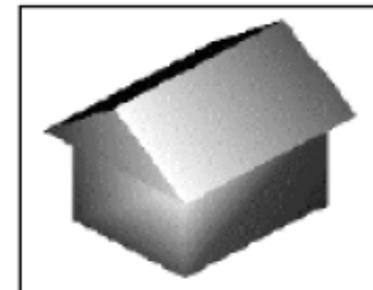
Linien-/Kanten-/Drahtmodell



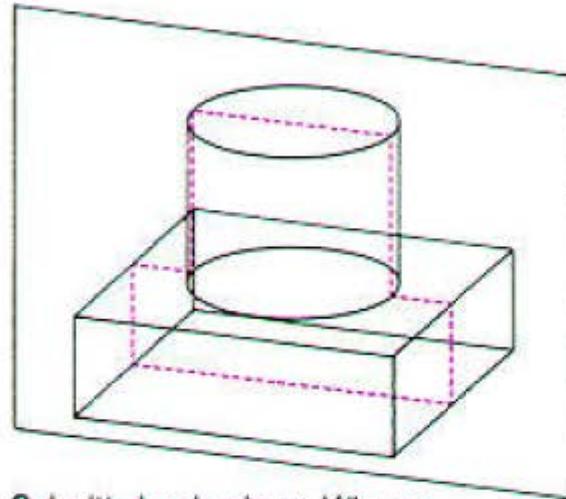
(Ober-)Flächenmodell



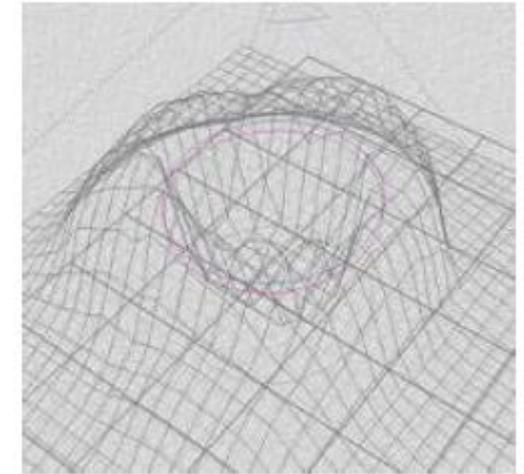
Volumenmodell



Kanten, Flächen, Volumen

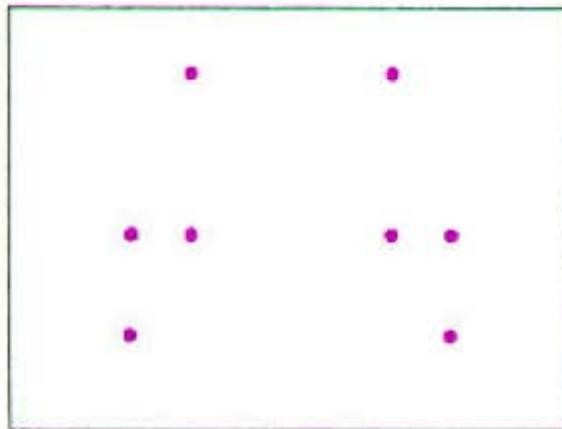


Schnitt durch einen Körper

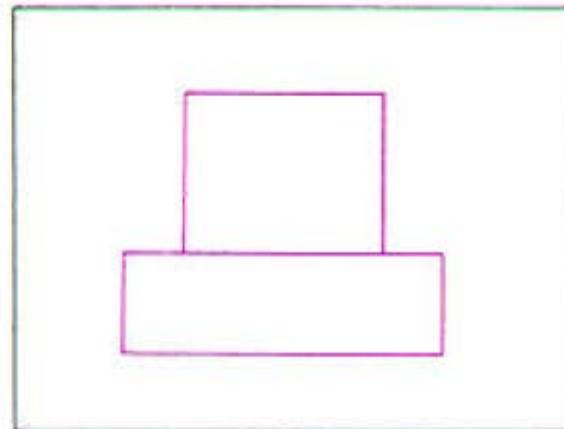


Drahtgittermodell

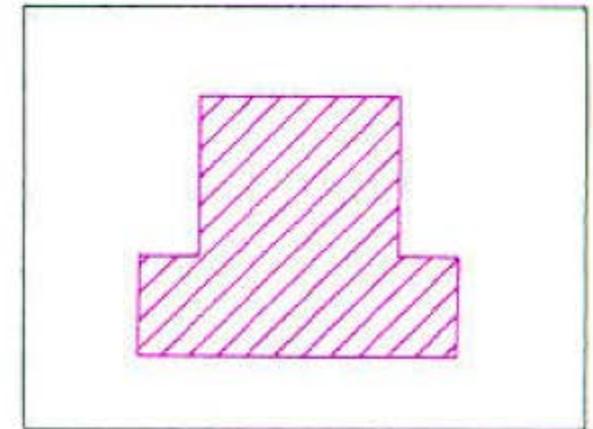
Ergebnis des Schnittes beim:



Kantenmodell



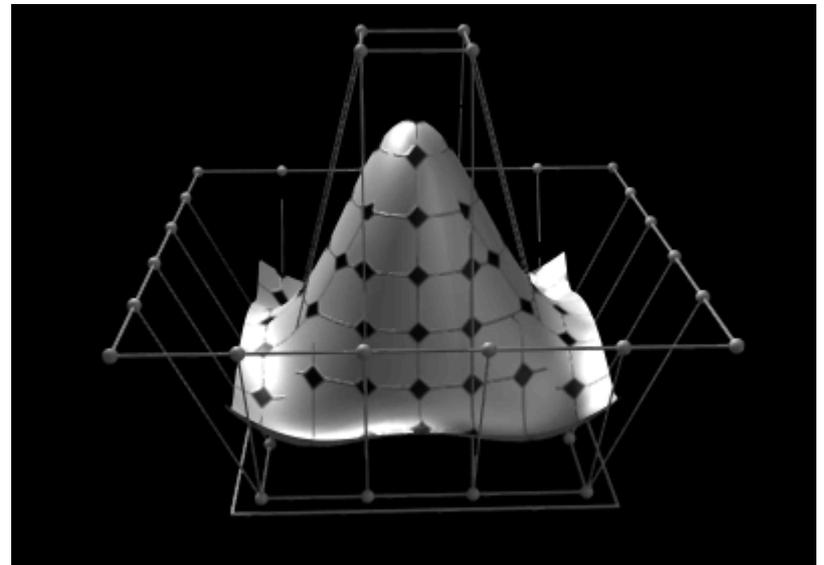
Flächenmodell



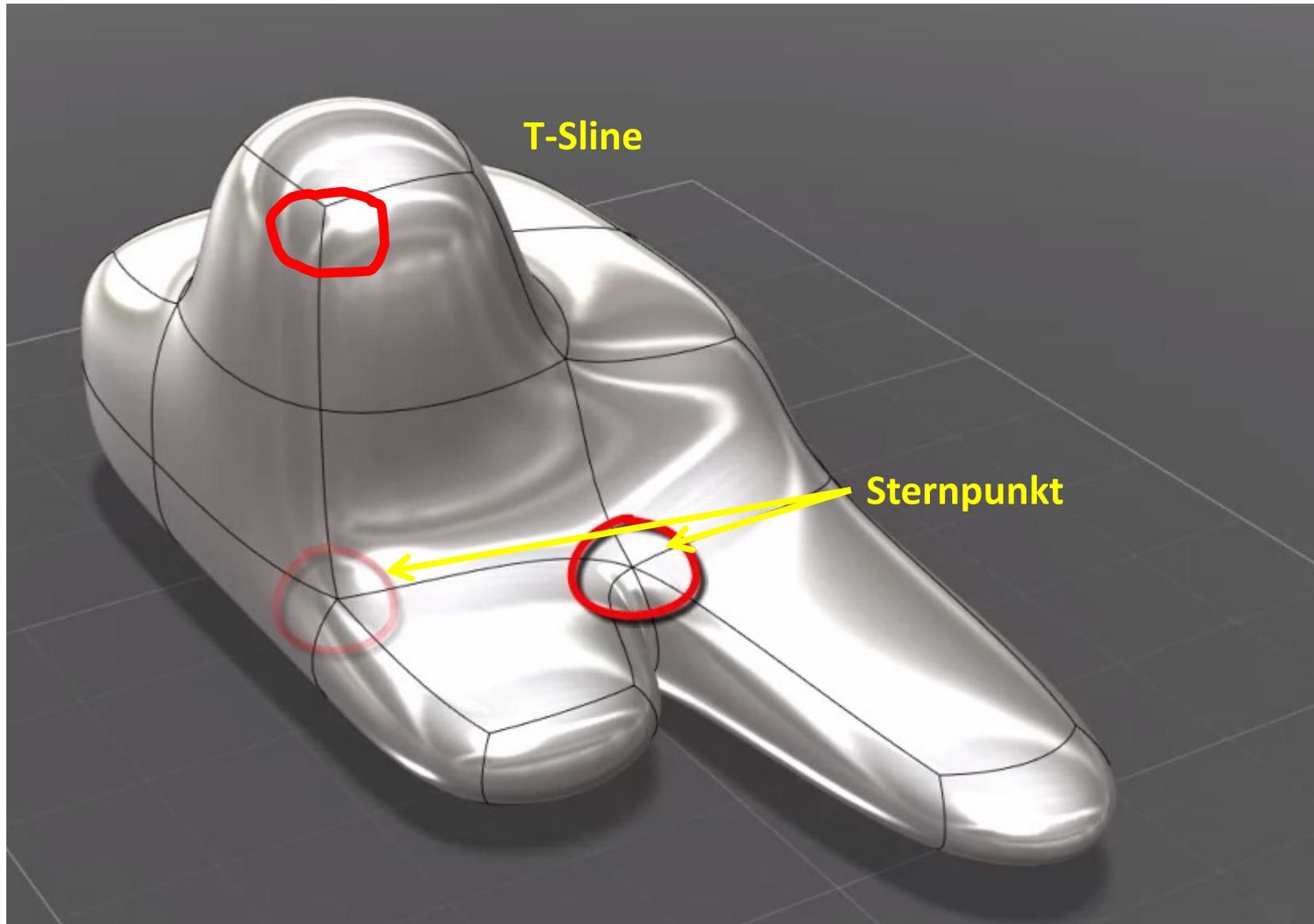
Volumenmodell

•Grundlagen von Formen: NURBS (Non-Uniform Rational B-Spline)

- Non-uniform rational B-Splines (deutsch: nicht-uniforme rationale B-Splines, kurz NURBS) sind mathematisch definierte Kurven oder Flächen, die im Computergrafik-Bereich, beispielsweise im CGI oder CAD, zur Modellierung beliebiger Formen verwendet werden. Ein NURBS kann jeden beliebigen nicht-verzweigenden stetigen Linienzug darstellen.
- Die Flächenrückführung ist Teil des so genannten Reverse-engineering-Prozesses. Dazu gehört die Digitalisierung, die Filterung der gemessenen Punkte, die Umwandlung der Punktwolken in Polygonflächen und schließlich die eigentliche Flächenrückführung.

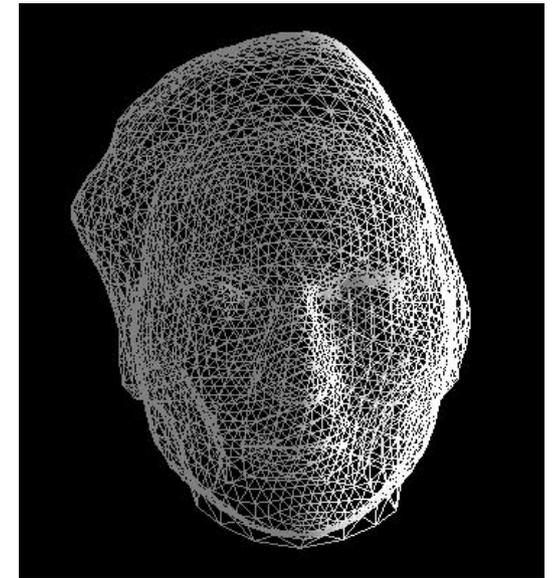


Stern- und T-Punkten (t-Spline)



Bearbeitung: T-Punkte verhalten sich wie normale Punkte. bei Sternpunkten kann es zu Verzerrungen kommen. Sternpunkte bestimmen auch, wie ein T-Spline in B-Rep konvertiert wird. Ein T-Spline wird beim Konvertieren in B-Rep an jedem Sternpunkt in separate Flächen geteilt.

Grundlagen von Formen: MESH



- Mesh ist ein Polygonnetz (meist Dreiecksnetz).
- Es gibt generell zwei Methoden, um ein Meshing aus einer 3D-Bilddatei zu erstellen:

Oberflächenbasierte Methode:

Die Mehrheit der bislang verwendeten Methoden arbeiten traditionellerweise mit CAD-Anwendungen, indem ein Zwischenschritt eingebaut wird, bei dem eine Oberflächenrekonstruktion durchgeführt wird, die von traditionellen CAD-basierten Meshing-Algorithmen gefolgt ist.

Bildbasierte Methode

Dies ist eine direktere Methode zur Mesh-Erstellung, da geometrische Detektion und Mesh-Erstellungsphasen in einem Ablauf kombiniert werden, was zu robusteren und genaueren Resultaten als Meshing von Oberflächendaten führt

3D Modellierung – grundsätzliche Beschreibungsansätze

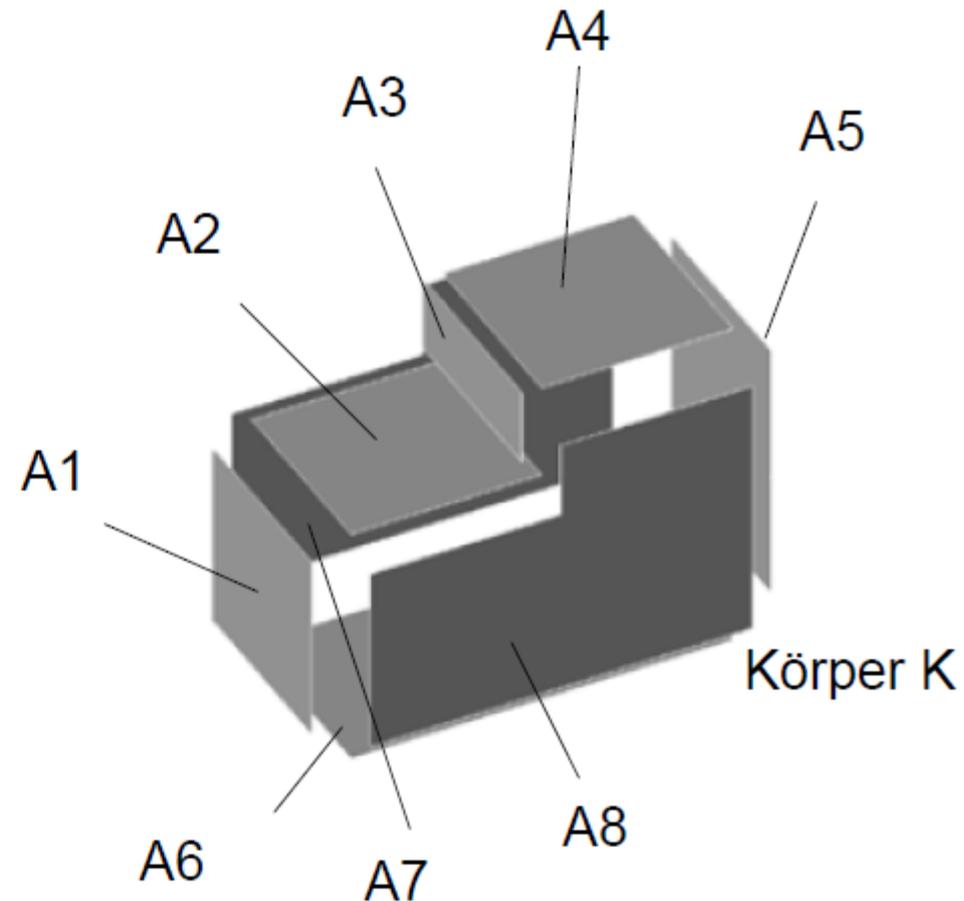
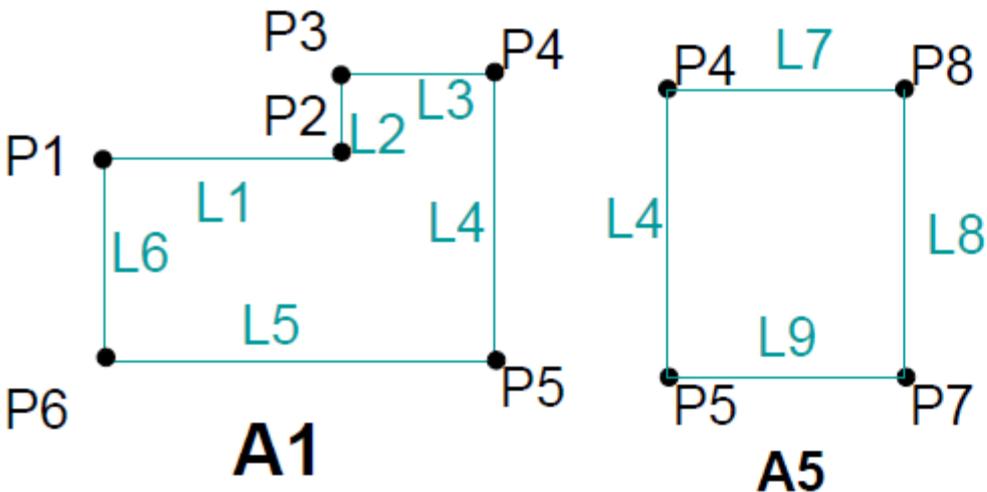
- **Boundary Representation (kurz: brep):**
 - Darstellungsform eines Flächen- oder Volumenmodells, Objekt wird durch die begrenzenden Oberflächen beschrieben.
- **Constructive Solid Geometry (kurz: CSG):**
 - Darstellungsform eines (Flächen-) oder Volumenmodells, Objekt wird durch Grundkörper beschrieben (Quader, Kugeln, Tetraeder etc.)
- **Enumerationsverfahren:**
 - Darstellungsform eines Volumenmodells, Objekt wird durch Voxelstrukturen beschrieben

Boundary representation

- Beschreibung durch Randflächen, Beispiel: Körper K

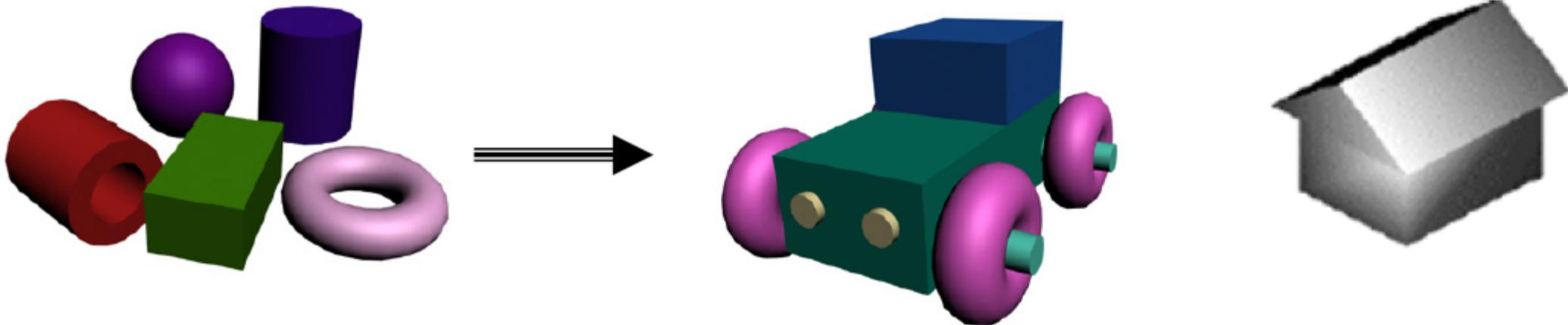
$K \rightarrow A1, A2, A3, A4, A5, A6, A7, A8$

Beispielhaft 2 Flächen:



CSG – Constructive Solid Geometry

- Modellierung mit räumlichen Primitiven (Kugeln, Zylinder, Quader, Tetraeder ...)

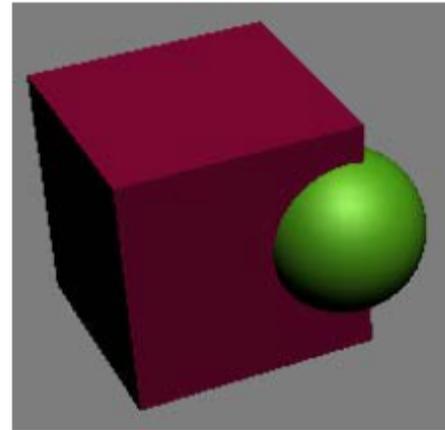
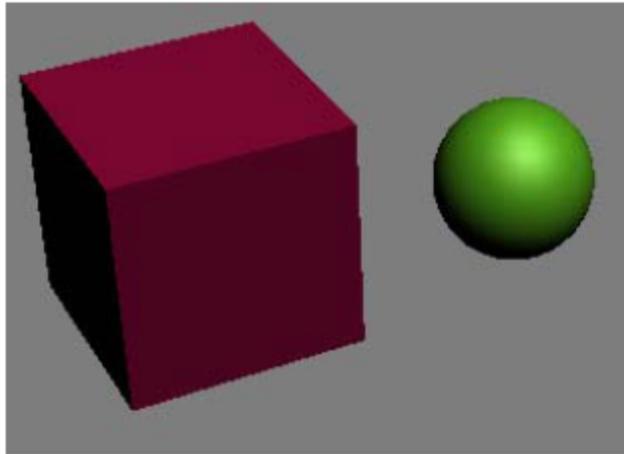


Größenanpassung durch Parametrisierung

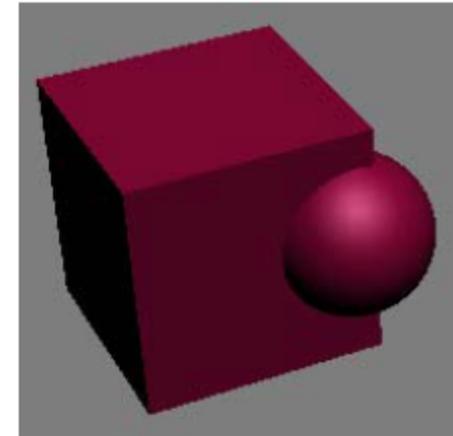
Constructiv Solid Geometry

- Vorteil: Boolsche Algebra mit Körpern

2 Körper zusammen bringen



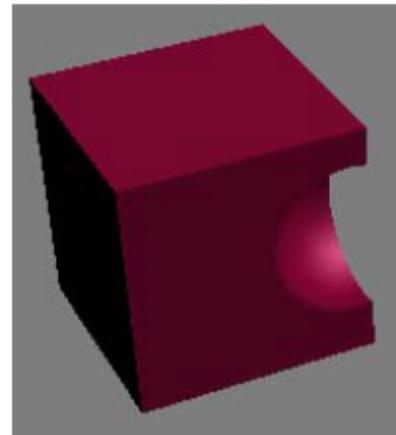
Vereinigung



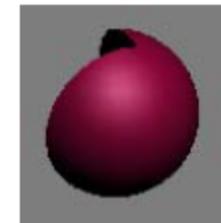
Schnitt



$A - B$



$B - A$



Grundlagen von Formen: VOXEL

- Voxel (zusammengesetzt aus dem englischen volume vox und el von elements) bezeichnet in der Computergrafik einen Gitterpunkt („Bild“punkt, Datenelement) in einem dreidimensionalen Gitter.
- Es ist das dreidimensionale Äquivalent eines Pixels, somit hat ein Voxel keine bestimmte Form. Man spricht hier auch vom isotropen Voxel oder „Volumenpixel“. Häufig handelt es sich bei den in Voxelgittern enthaltenen Daten um Farbwerte, die mit den Mitteln der Volumengrafik zur Visualisierung bestimmt sind.
- Anwendungen findet diese Form der Datenrepräsentation vor allem in den bildgebenden Verfahren der Medizin, hier können die diskreten Werte als Dichte (Knochen, Fettgewebe) aufgefasst werden und entsprechend visualisiert werden.

