Teil 1: Modellierung

Objekte
und ihre Beschreibung

Einleitung

Computergraphik: 3D sehr wichtig

- photo-realistic rendering
- Computer-Animation, Modellierung
- Visualisierung, Virtual Reality

Ansatz:

- per **rendering** wird eine **3D-Szene** dargestellt

Frage: **Beschreibung** der Szene**?**

3D Szene – Inhalt

Virtuelle Welt:

- Objekte als Abbild wirklicher Objekte: Architektur, Objekte des tägl. Lebens, …
- Oberflächen: eben, uneben, fraktal
- Volumensobjekte: innere Struktur
- real-3D objects: Fraktale wie Wolken, …

Aber wie beschreiben?

3D Szene – Beschreibung

Modellierung:

- Virtuelle 3D Welt – soll dargestellt werden
- Szene-Beschreibung (Graph-Form)
- Teile:
  - Objekte – 0D, **1D**, **2D**, 3D
  - Objekt-Attribute
  - Transformationen
  - Beleuchtung
  - Kamera

In der Szene: Objekte

Einfache Objekte

- **Primitiva**: Punkt (0D), Liniensegment (1D), Bézier-Kurve (1D), Dreieck (2D), Patch (2D), Voxel (3D), …

Komplexe Objekte: z.B.:

- **Sammel-Objekte**: Poly-Linie (1D), Mesh (2D), Volumsdatensatz (3D), …
- **Transformierte Objekte**: sweeps, …
- **Kombinierte Objekte**: CSG, …

Objekte – Überblick

Basis: Punkte, Liniensegmente, etc.

Diskrete Approximation: meshes

Erweiterung: terrains, fraktale Gebirge

Modellierung durch sweeps

Modellierung durch soft objects

Modellierung: Partikelsysteme

Basis: Punkte im 3D

Start im 3D: Punkt:

- Darstellung: vektoriell $\rightarrow \mathbf{x} = (x_1, x_2, x_3)^T$

Unterschied Punkt $\Leftrightarrow$ Vektor

- Vektor = translationsinvariant
- Vektor = (End-)Punkt **q** – (Start-)Punkt **p**
  $= \mathbf{q} - \mathbf{p} = (q_1 - p_1, q_2 - p_2, q_3 - p_3)^T$
  $= \mathbf{v} = (v_1, v_2, v_3)^T$
- Liniensegment: durch p und q
  oder p und v gegeben

WH (CGR3): Meshes

Basis:

- Dreieck, Viereck
- Infos: Eckpunkte, Normale(n), Nachbarn

Sehr oft in Verwendung: Meshes:

- Liste von Dreiecken bzw. Δ-strips
- BRep (WH): Punkte $\rightarrow$ Kanten $\rightarrow$ Flächen
- Winged-Edge DS (WH): Kante++

Aspekte: Speicherplatz, Berechnungen

Datenstruktur: Δ-strip

13 Punkte:
11 Dreiecke

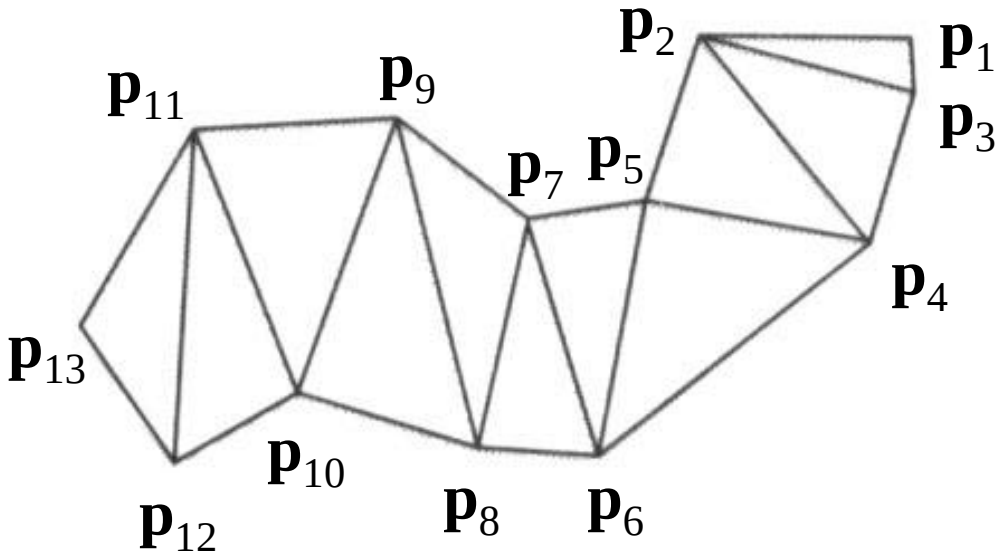


Figure 10-6
A triangle strip formed with 11 triangles connecting 13 vertices.

Quadrilateral Mesh

5*4 Punkte:
12 Vierecke!

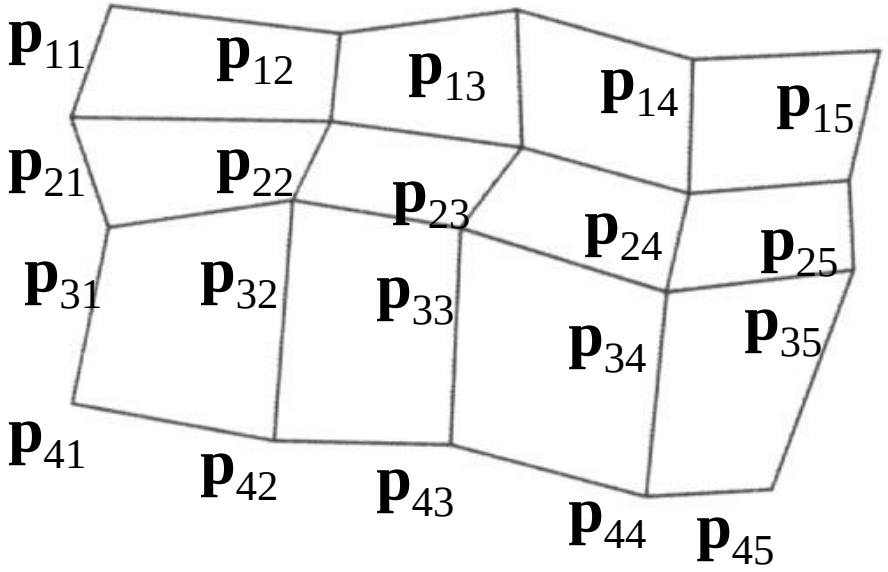


Figure 10-7
A quadrilateral mesh containing 12 quadrilaterals constructed from a 5 by 4 input vertex array.

BRep: Beispiel

Mesh:

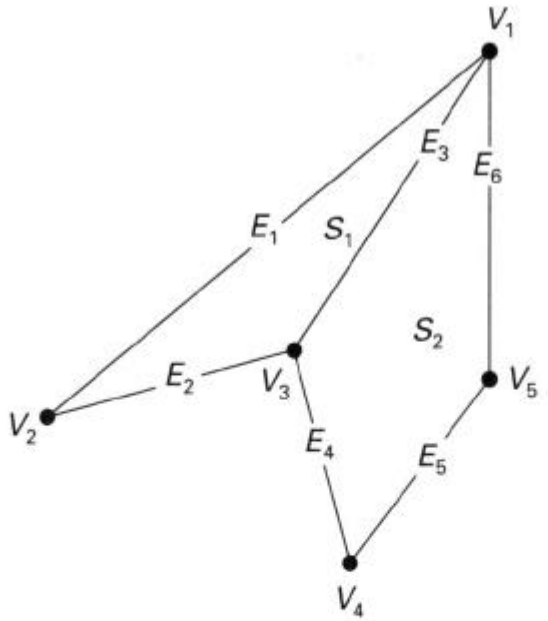
- Dreieck S_1
- Viereck S_2

6 Kanten:

- 1 gemeinsam

5 Eckpunkte

- 2 gemeinsam



VERTEX TABLE	
V_1:	x_1, y_1, z_1
V_2:	x_2, y_2, z_2
V_3:	x_3, y_3, z_3
V_4:	x_4, y_4, z_4
V_5:	x_5, y_5, z_5

EDGE TABLE	
E_1:	V_1, V_2
E_2:	V_2, V_3
E_3:	V_3, V_1
E_4:	V_3, V_4
E_5:	V_4, V_5
E_6:	V_5, V_1

POLYGON-SURFACE TABLE	
S_1:	E_1, E_2, E_3
S_2:	E_3, E_4, E_5, E_6

Objekte – Überblick

Basis: Punkte, Liniensegmente, etc.

Diskrete Approximation: meshes

Erweiterung: terrains, fraktale Gebirge

Modellierung durch sweeps

Modellierung durch soft objects

Modellierung: Partikelsysteme

Terrains

Definition:

- Basis-Gitter (2D),
  pro Gitter-Punkt: 1 Höhenwert

Mögliche Erweiterung:

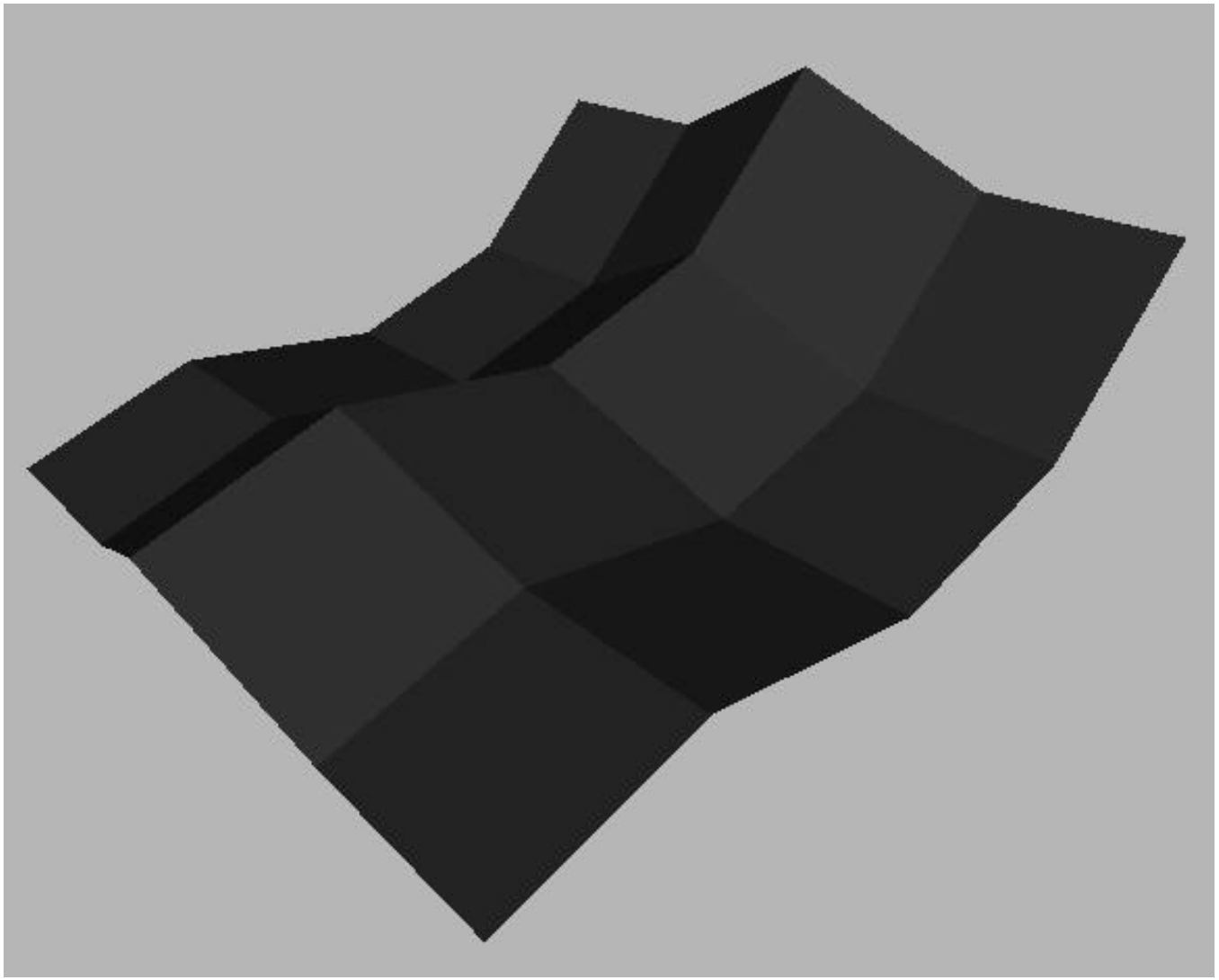
- Farbinformationen
- Texturen

VRML-Beispiel: terrain (1)

```
geometry ElevationGrid {
        xDimension 5
        zDimension 5
        xSpacing 2
        zSpacing 2
        height [ 2, 2, 3, 2, 2,
                 1, 1, 2, 1, 1,
                 1, 1, 2, 1, 1,
                 2, 2, 3, 2, 2,
                 2, 2, 3, 2, 2   ]
}
```

VRML-Beispiel: terrain (2)

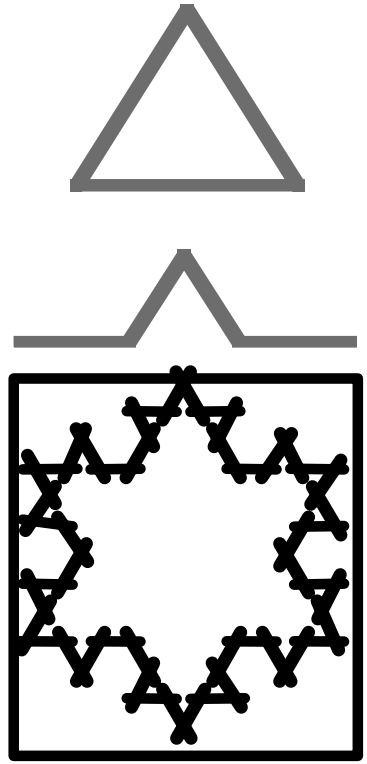
5*5 Terrain



Fraktale Gebirge (1)

1D-Beispiel: Koch-Kurve

- Initiator: Startpolygon
- Generator: Ersetzungsregel



Fraktales Gebirge:

- Generator + Zufallszahlen
- Initiator: 1 Dreieck oder 2
- Generator:
  jede Kante i. d. Mitte teilen,
  Mittelpunkt per Zufallszahl verschieben

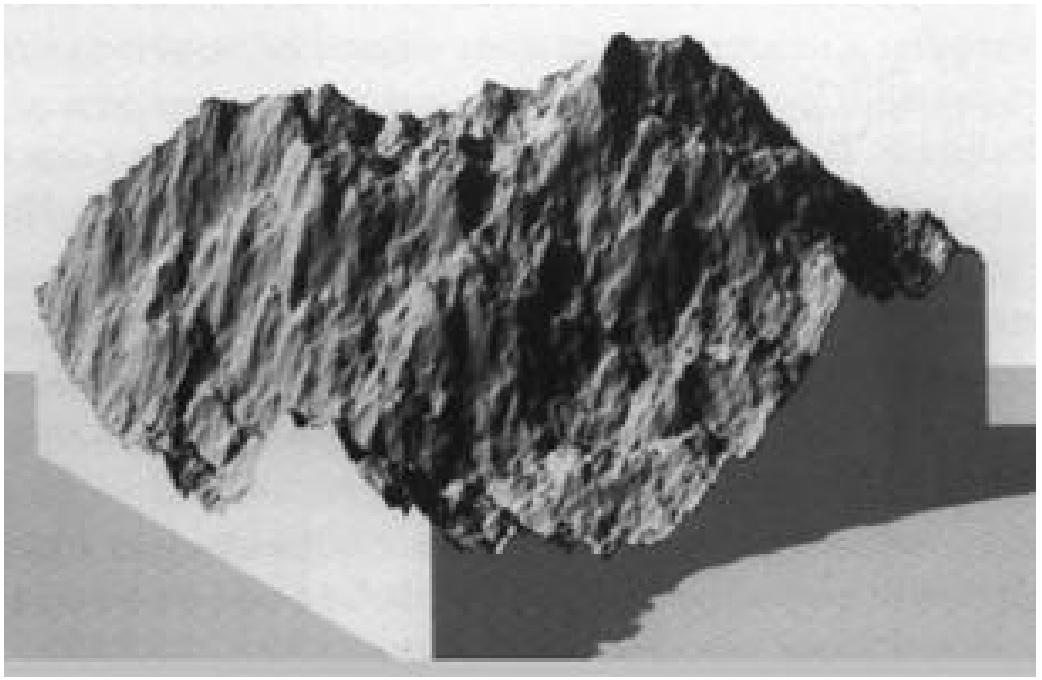
Fraktales Gebirge (2)

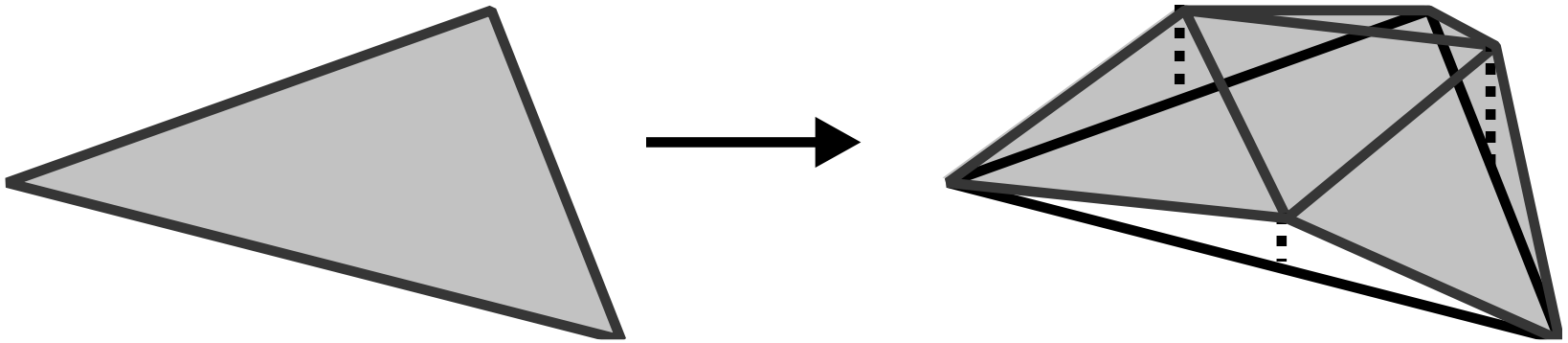
Pro Schritt:

- 1 Dreieck → 4 Dreiecke

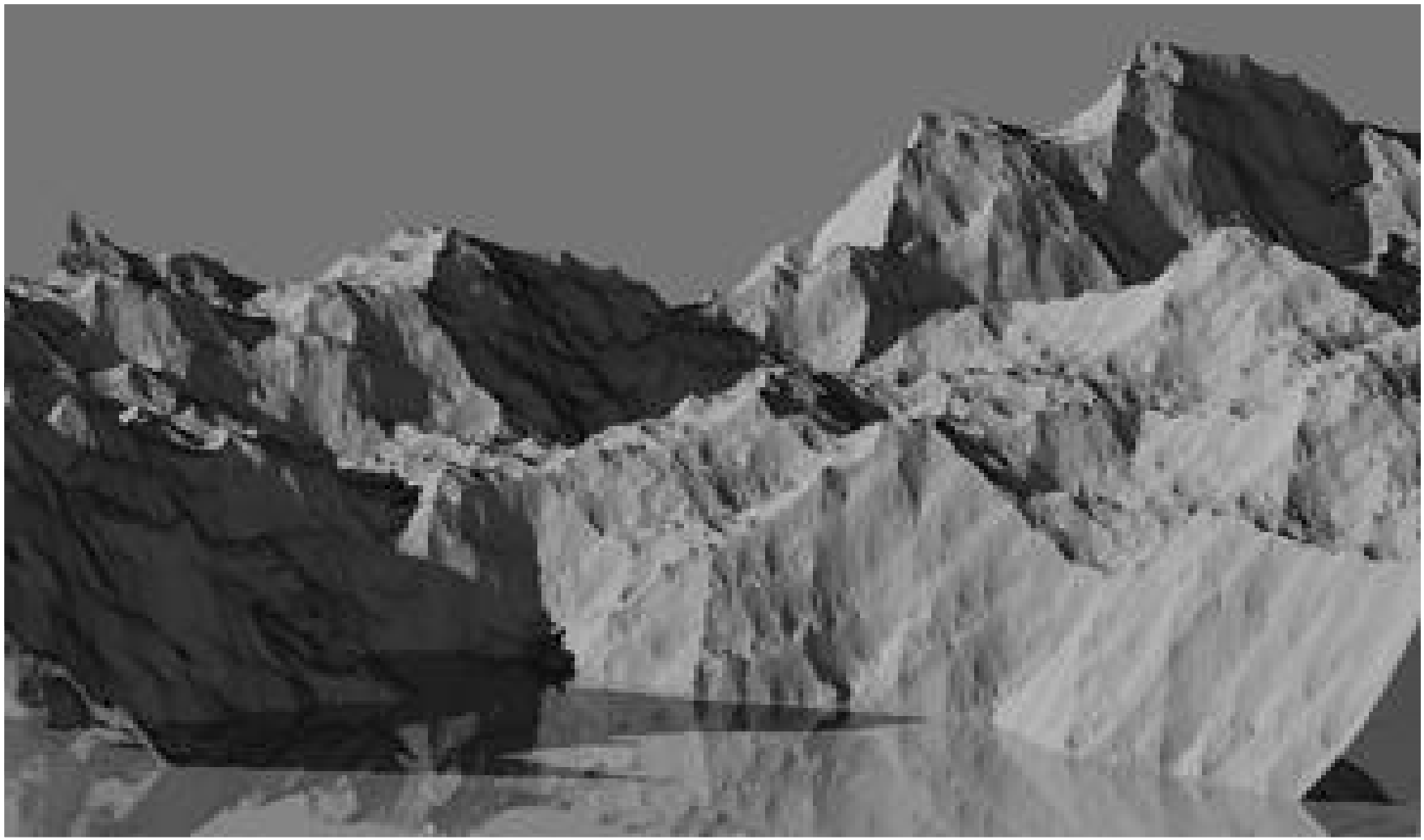
Stopp wenn:

- Unterteilung fein genug





Beispiel: Fraktales Gebirge



Objekte – Überblick

Basis: Punkte, Liniensegmente, etc.

Diskrete Approximation: meshes

Erweiterung: terrains, fraktale Gebirge

Modellierung durch sweeps

Modellierung durch soft objects

Modellierung: Partikelsysteme

Sweeps

Idee:

- 2D Kontur + Transformation

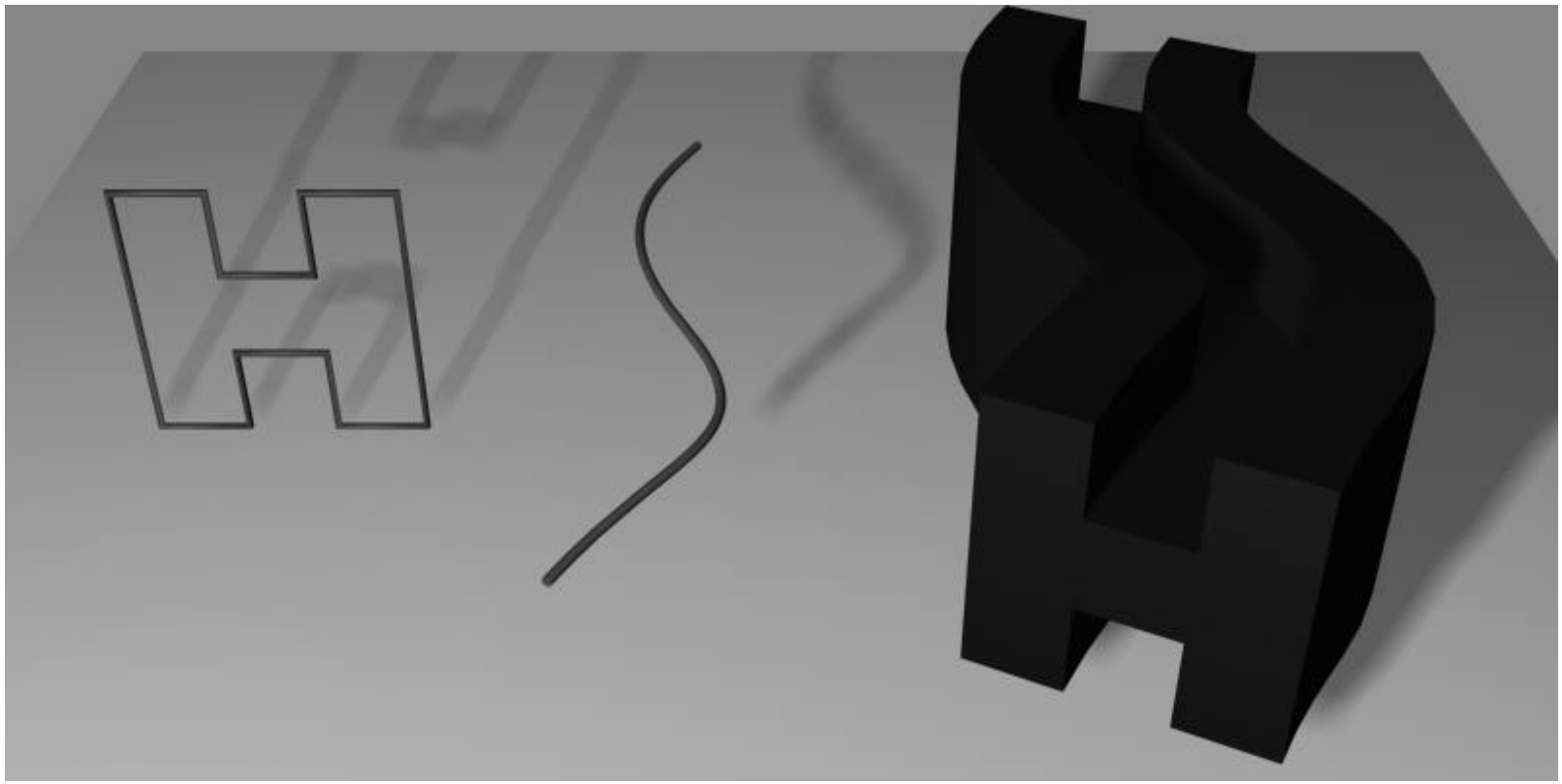
Formen:

- translational sweep
- rotational sweep
- conical sweep
- spherical sweep
- general cylinder

Translational Sweep

Definition:

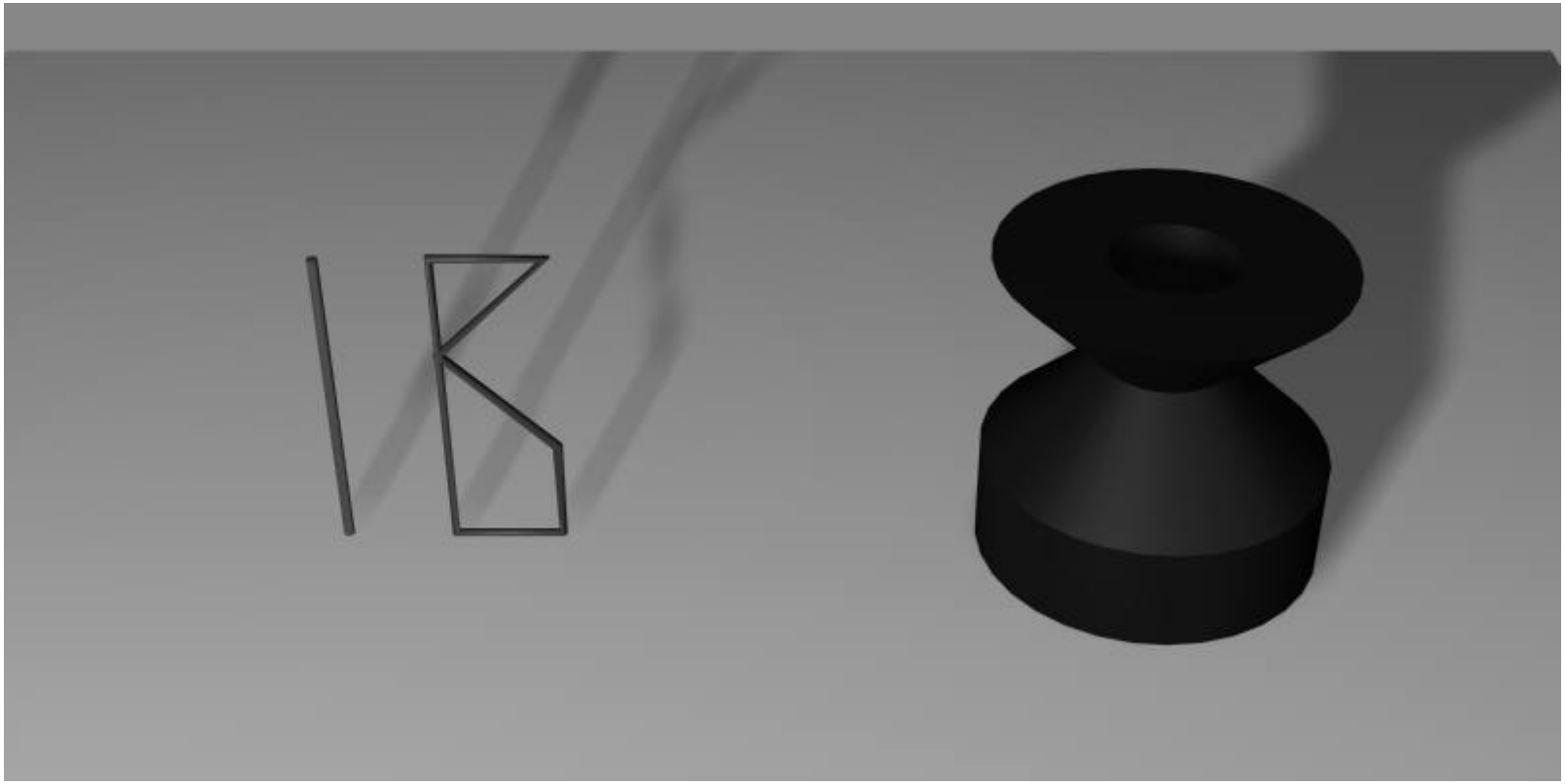
- 2D-Kontur + Translation entlang Pfad



Rotational Sweep

Definition:

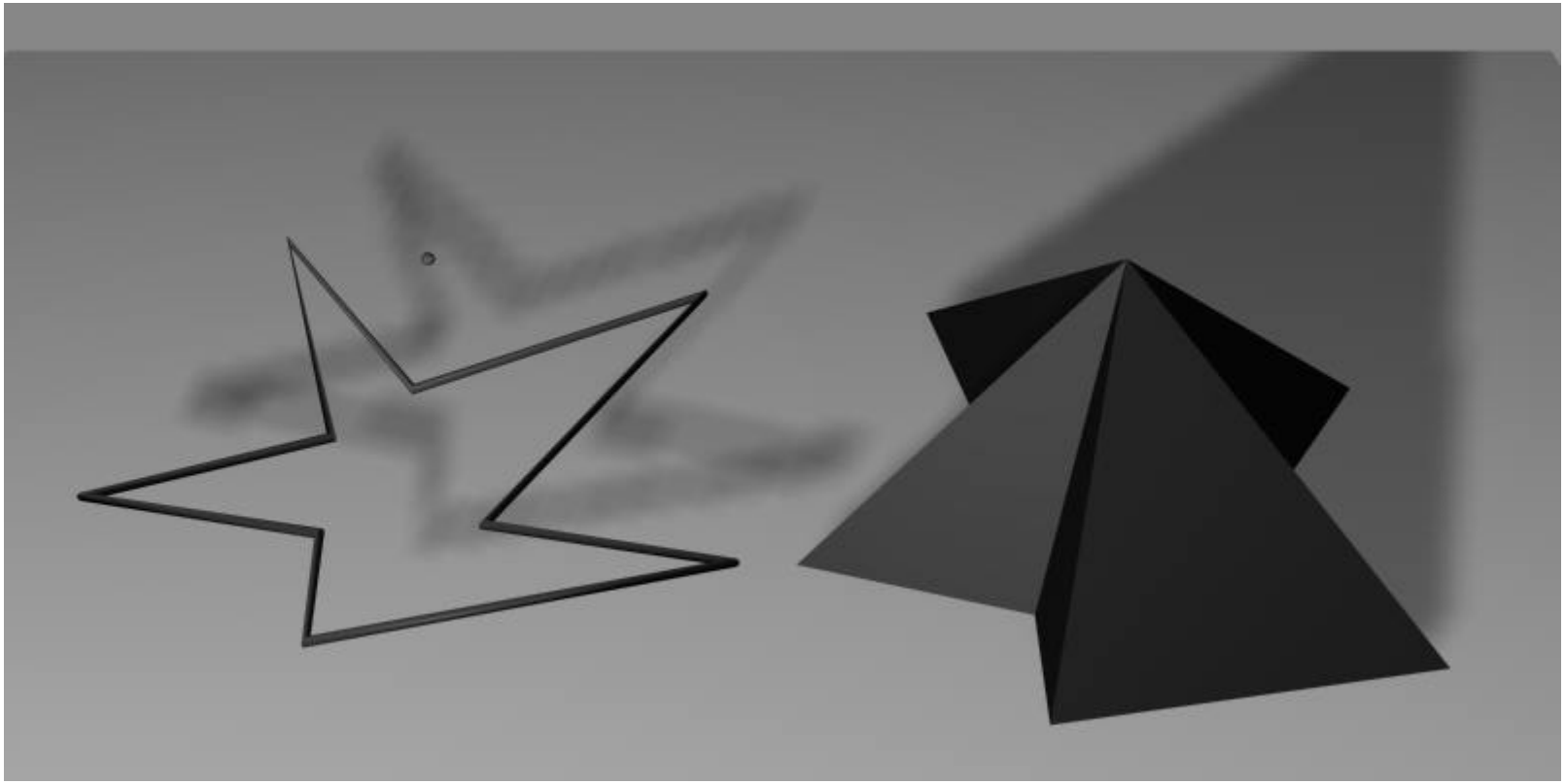
- 2D-Kontur + Rotation um Achse



Conical Sweep

Definition:

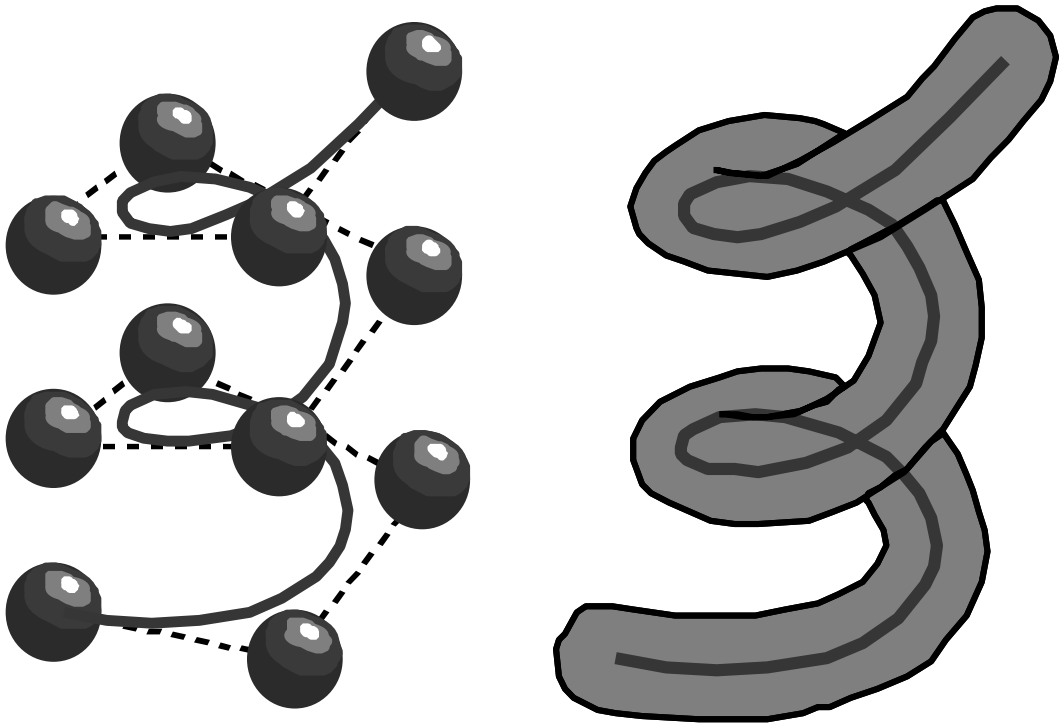
- 2D-Kontur + Verjüngung zu Punkt hin



Spherical Sweep

Definition:

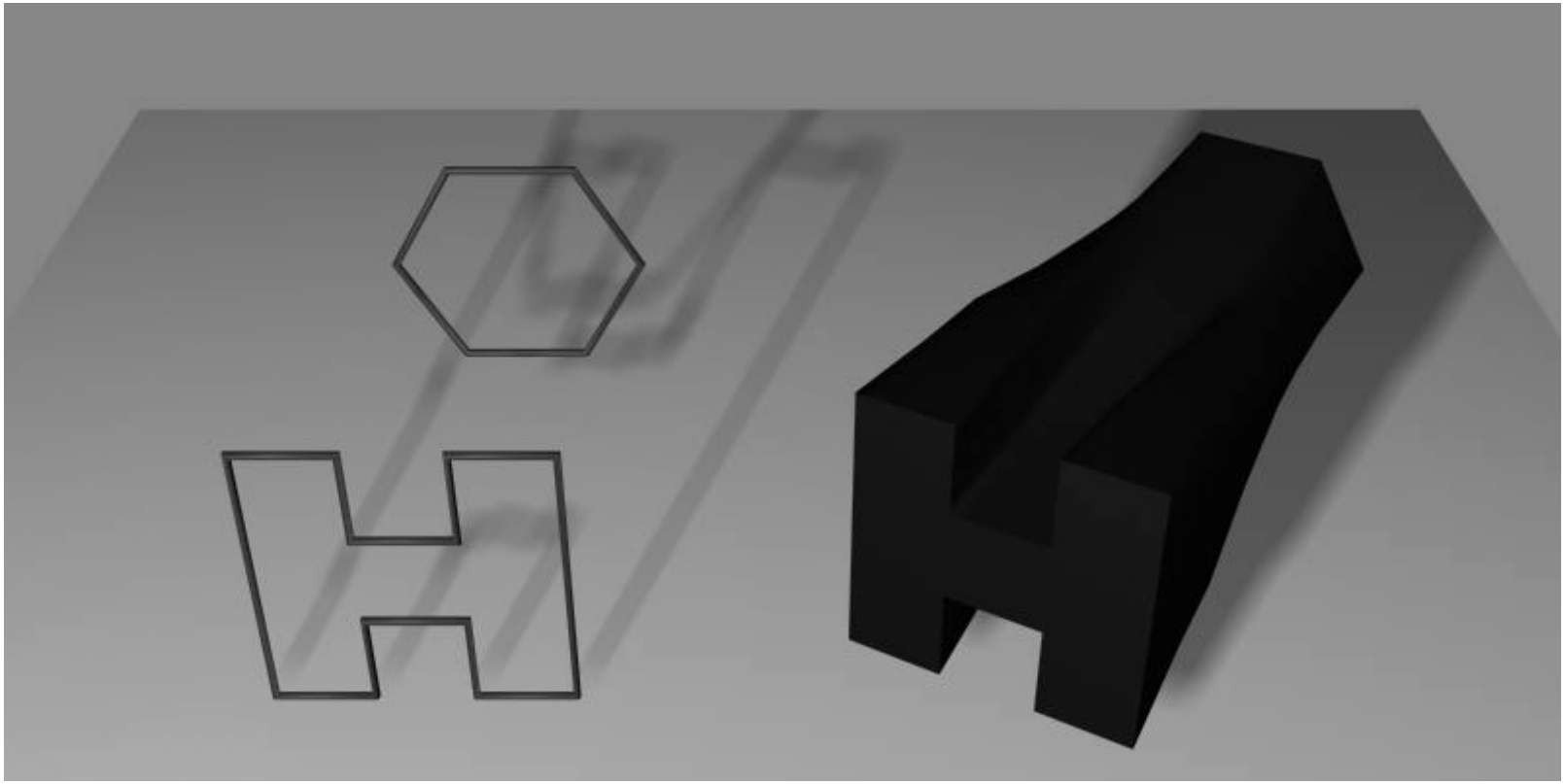
- Kugel (o.Ä.) + sweep entlang Pfad



General Cylinder

Definition:

- 2 2D-Konturen + Verbindung dazwischen



Sweeps – Repräsenation

Idee = nur Modellierung —

Analytische Form:

- abhängig von Defintion (evtl. nicht-trivial)
- abhängig von notwendigen Operationen

Approximation:

- Mesh = tesselation = Zerteilung in kleine Flächenteile $\rightarrow$ Approximation durch Δ

Objekte – Überblick

Basis: Punkte, Liniensegmente, etc.

Diskrete Approximation: meshes

Erweiterung: terrains, fraktale Gebirge

Modellierung durch sweeps

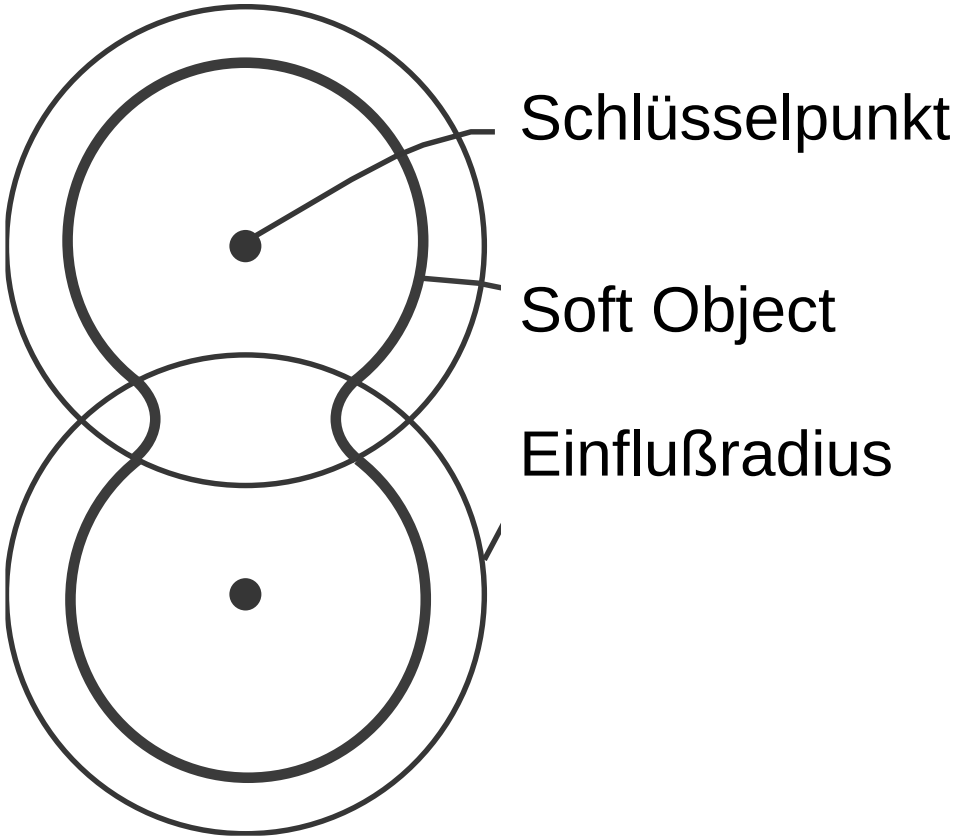
Modellierung durch soft objects

Modellierung: Partikelsysteme

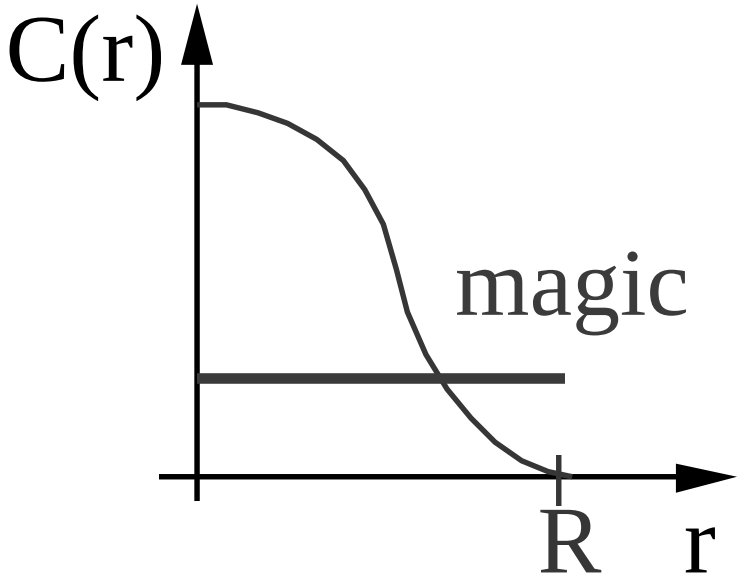
Soft Objects (1)

Definition:

- Schlüsselpunkte, Einflußfunktion sowie Iso-Wert
  $\rightarrow$ Iso-Fläche

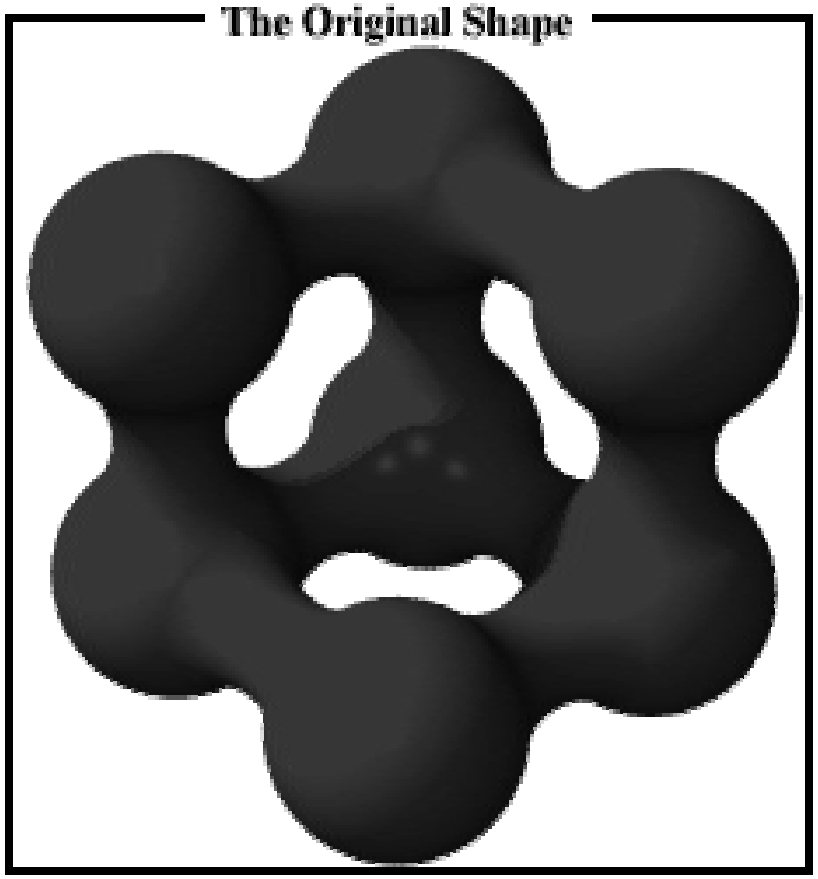


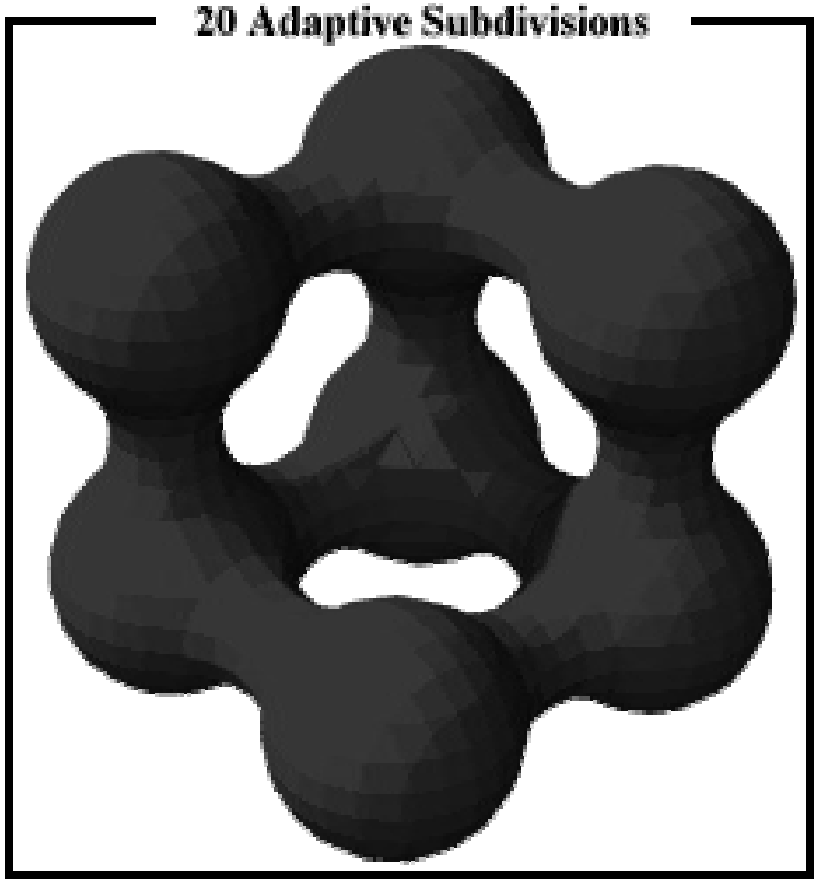
Soft Objects (2)



Einfluß-Funktion fällt mit Entfernung r
Iso-Wert magic **definiert Objekt**

Beispiel: Soft Objects





Repräsentation? Analytisch? Dreiecke?

Objekte – Überblick

Basis: Punkte, Liniensegmente, etc.

Diskrete Approximation: meshes

Erweiterung: terrains, fraktale Gebirge

Modellierung durch sweeps

Modellierung durch soft objects

Modellierung: Partikelsysteme

Partikelsysteme (1)

Definition:

- Meist große Menge von Punkten
- charakteristisches Aussehen pro Partikel
- Verhalten von Partikel

Anwendungen:

- Feuer, Rauch, etc.
- Partikel-sweeps: natürliche Objekte

Partikelsysteme (2)

Pro Partikel:

- Eigenschaften:
  - Geometrische Repräsentation (einfach!)
  - Farbe, Transparenz
- Bewegung:
  - Richtung, Geschwindigkeit
  - Lebensdauer

Global:

- Anwendung von Zufallszahlen

Partikelsysteme: Ablauf

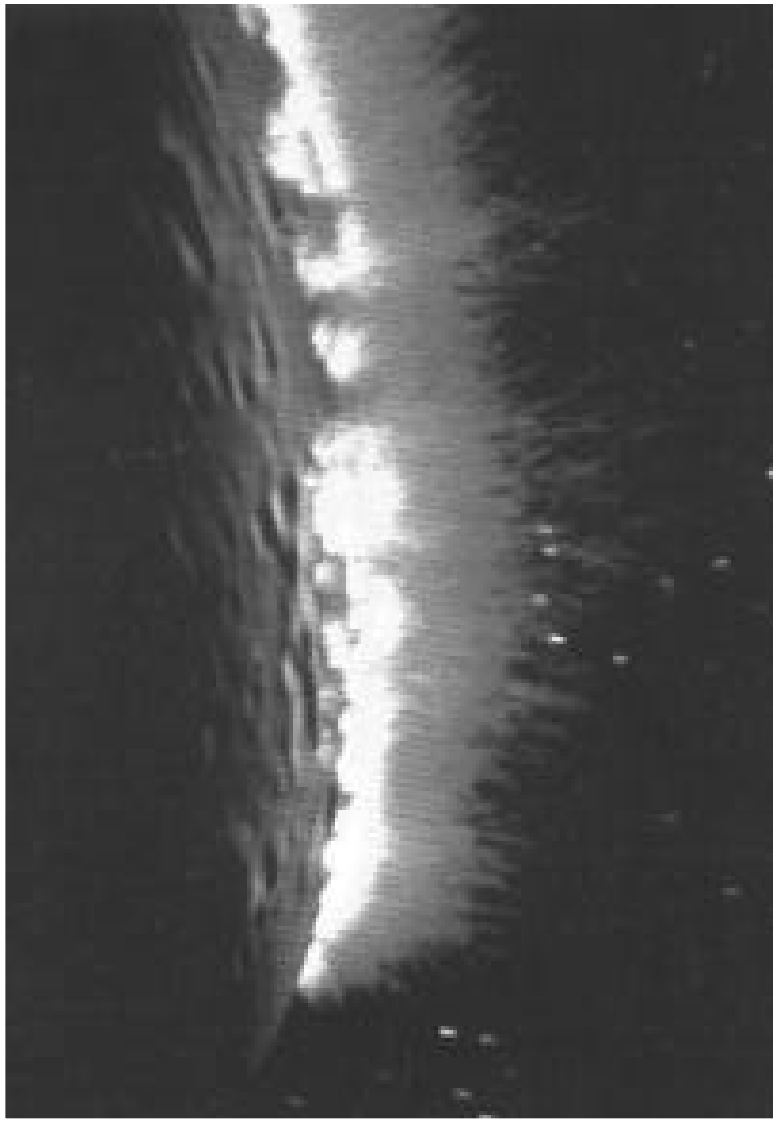
Pseudo-Code:

- Wenn Lebensdauer abgelaufen: löschen,
- Sonst Partikeldaten auf neuen Stand.
- Evtl. neue Partikel erzeugen
- Alle aktuellen Partikel darstellen

Auch hierarchisch möglich:

- Wald-System $\rightarrow$ Baum-System $\rightarrow$ Blätter

Beispiel: Partikelsysteme



WH (CGR3): CSG

Per boolschen Operationen: Primitiva → komplexe Objekte:

- logisches UND_2: Durchschnitt
- logisches $ODER_2$: Vereinigung
- $MINUS_2$: „Wegschneiden“