

Prozedurale Techniken in der Echtzeit-3D- Computergrafik

Lernziele:

- Techniken der Computergrafik als prozedural/nichtprozedural einordnen können
- Möglichkeiten und Grenzen prozeduraler Techniken grob einschätzen können
- eine Kernmethode prozeduraler Techniken kennen (Labor/Übung: ... als Basis für eigene Anwendungen benutzen können)

Gliederung

- Definition
- Anwendungen
- Stärken und Schwächen
- Methodenmix
- Beispiel: Noise
- Zusammenfassung

Definition

Prozedurale Technik:

Ein Aspekt eines Modells oder eines Effekts
wird per Algorithmus bestimmt,
nicht (direkt) durch explizit vorgegebene Daten.

Anwendungen

explizite Daten

prozedural

geometr.
Modellierung

Polygonmodelle,
Punktwolken

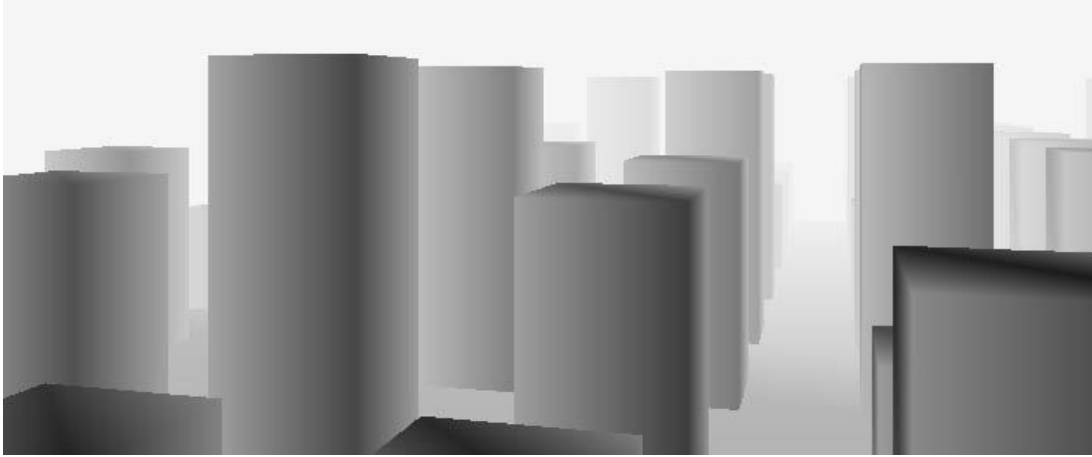
Stadtgenerator,
zellulärer
Automat

Texturierung,
Shading

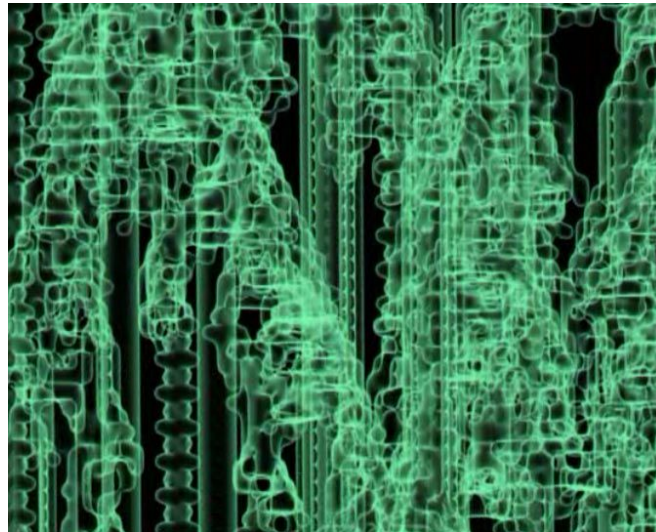
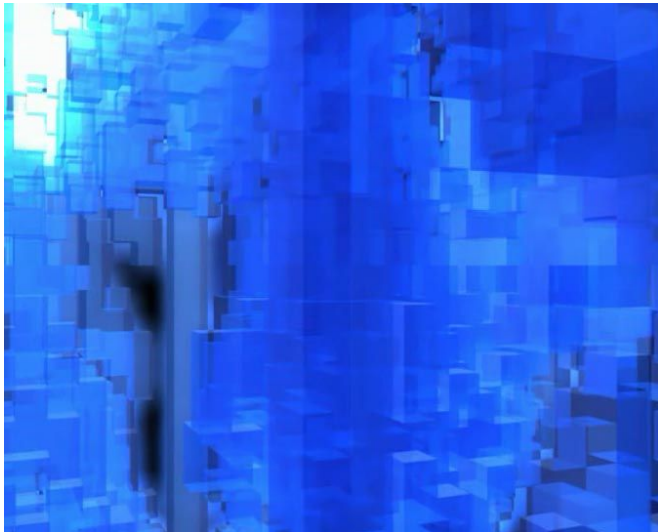
Animation

Rendering

Anwendungen



Stadtgenerator (studentische Arbeit 3. Semester)



Zellulärer Automat (Cinema-4D-Plugin)

Anwendungen

explizite Daten

prozedural

geometr.
Modellierung

Polygonmodelle,
Punktwolken

Stadtgenerator,
zellulärer
Automat

Texturierung,
Shading

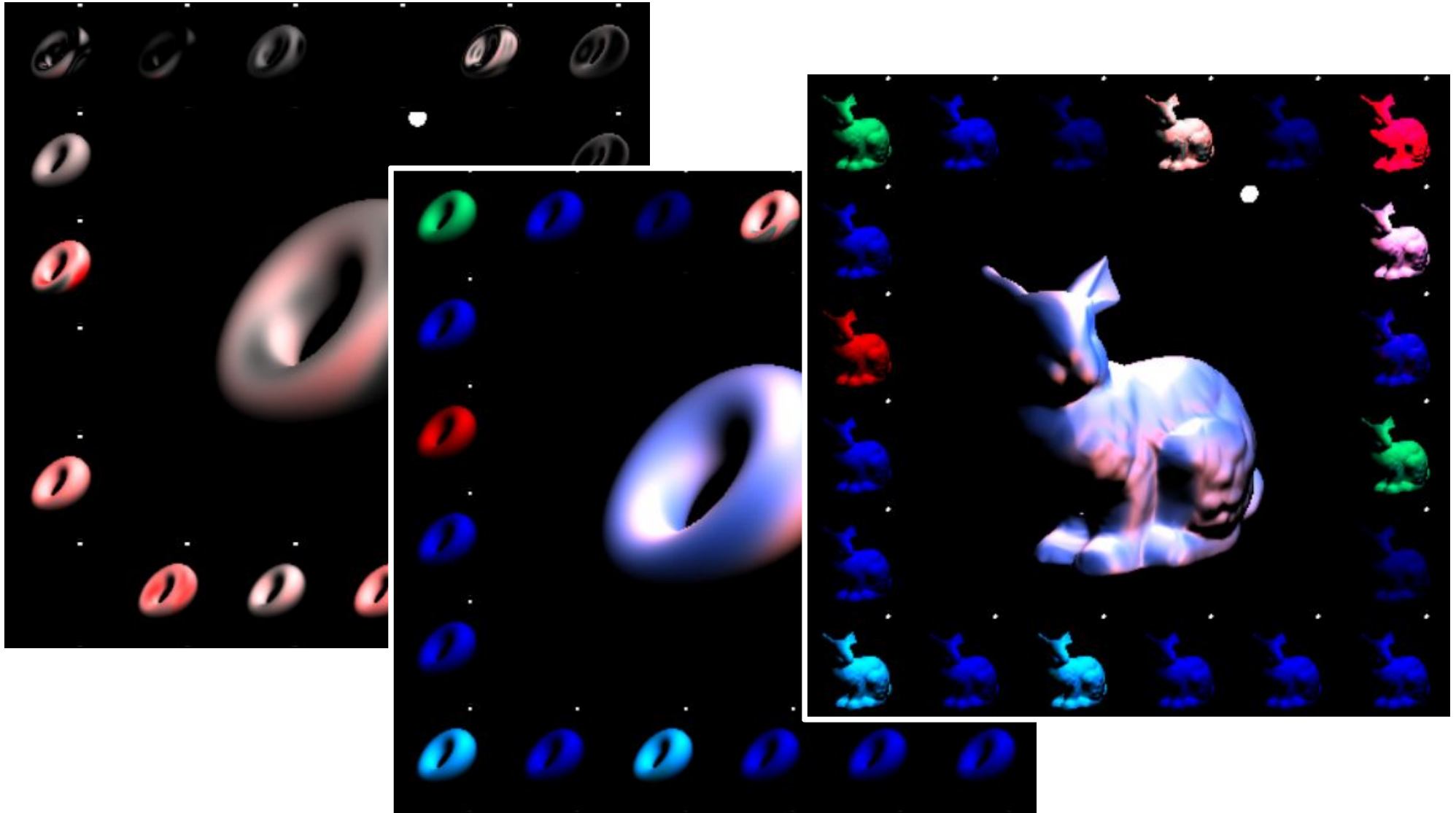
Bitmap-Texturen

Phong-Modell,
volumetrisches
Holz, genetische
Materialien

Animation

Rendering

Anwendungen



Genetische Materialien (Eurographics 2003)

Anwendungen

explizite Daten

prozedural

geometr.
Modellierung

Polygonmodelle,
Punktwolken

Stadtgenerator,
zellulärer
Automat

Texturierung,
Shading

Bitmap-Texturen

Phong-Modell,
volumetrisches
Holz, genetische
Materialien

Animation

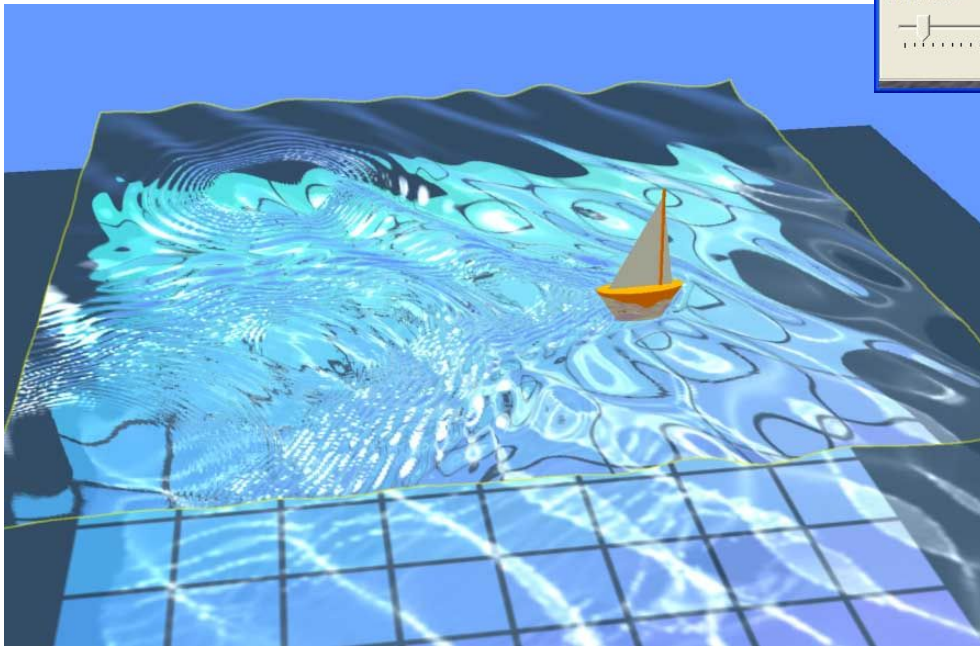
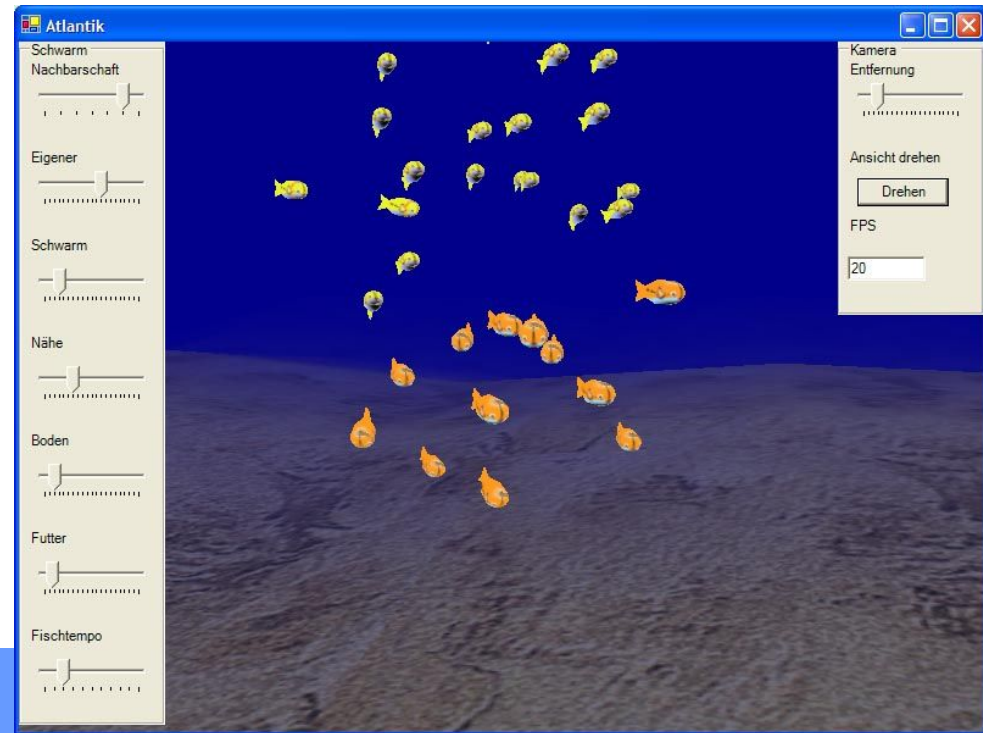
Motion Capture

Billard (Physik),
Schwarm
(Verhalten)

Rendering

Anwendungen

Verhaltens-Simulation
(studentische
Arbeit 4. Semester)



Physikalisch
korrekte
Wasserwellen
(WSCG 2003)

Anwendungen

explizite Daten

prozedural

geometr.
Modellierung

Polygonmodelle,
Punktwolken

Stadtgenerator,
zellulärer
Automat

Texturierung,
Shading

Bitmap-Texturen

Phong-Modell,
volumetrisches
Holz, genetische
Materialien

Animation

Motion Capture

Billard (Physik),
Schwarm
(Verhalten)

Rendering

Image-Based
Rendering,
HDR Lighting

klassische
Rendering-
Verfahren

Stärken und Schwächen

Kriterium

explizite Daten

prozedural

[illegible][illegible][illegible]

Methodenmix

Trend:

Prozedurale Techniken und explizite Daten bestmöglich verbinden.

Das ist kein radikal neuer Gedanke,
siehe Spline-Flächen und Keyframes.

Neu ist eher:

Daten aus Messungen oder Eingaben extrahieren,
für Echtzeitanwendungen komprimieren und
vorverarbeiten

Methodenmix

explizite Daten

prozedural

geometr.
Modellierung

Polygonmodelle,
Punktwolken

Straße per Pixel-
shader; Splines auf
Subdivision Surfaces

Stadtgenerator,
zellulärer
Automat

Texturierung,
Shading

Bitmap-Texturen

Phong-Modell,
volumetrisches
Holz, genetische
Materialien

Animation

Motion Capture

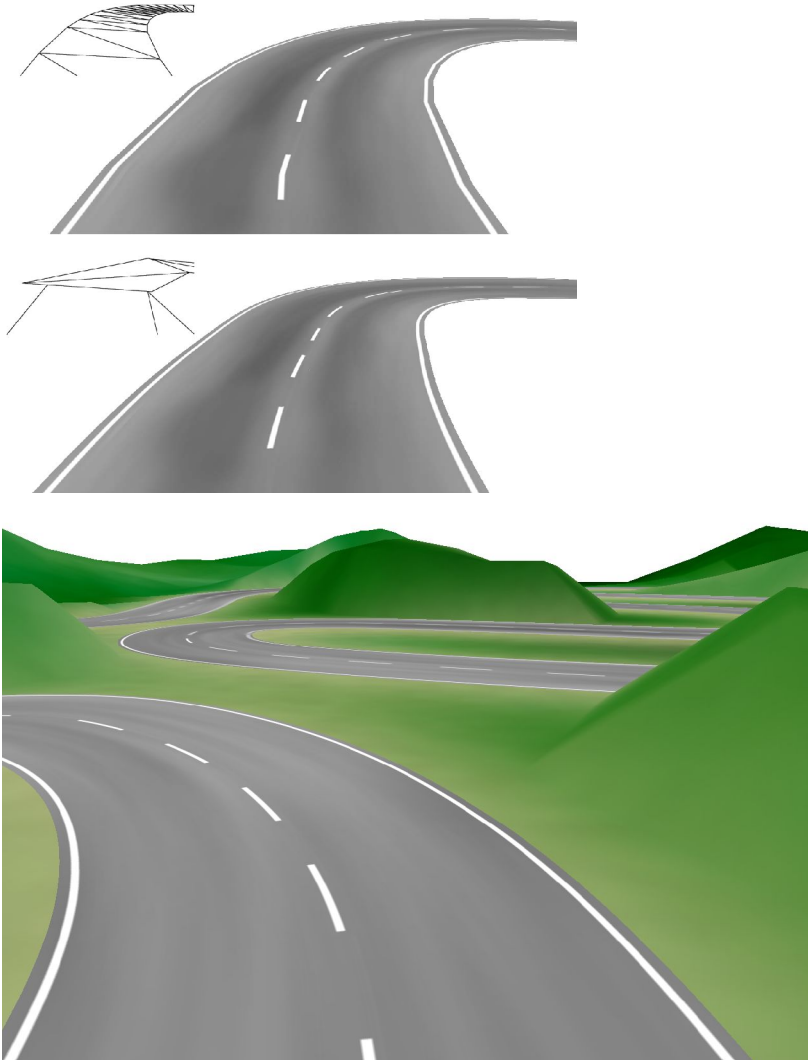
Billard (Physik),
Schwarm
(Verhalten)

Rendering

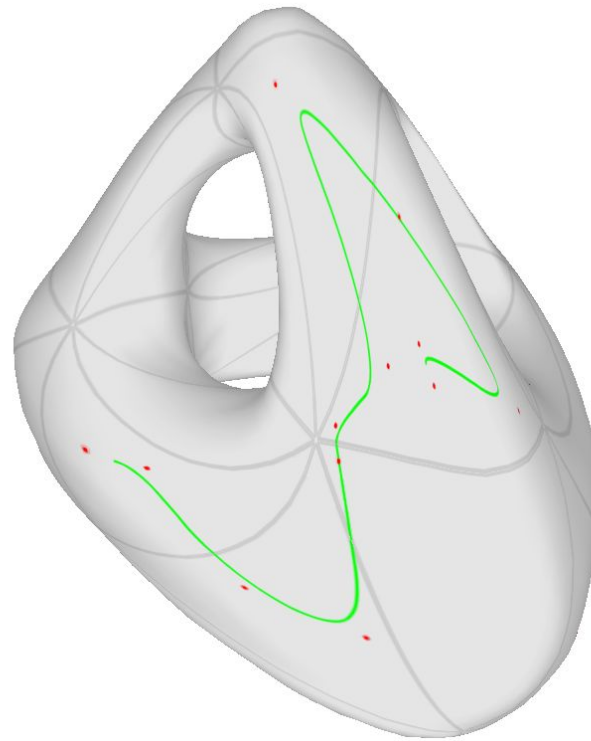
Image-Based
Rendering,
HDR Lighting

klassische
Rendering-
Verfahren

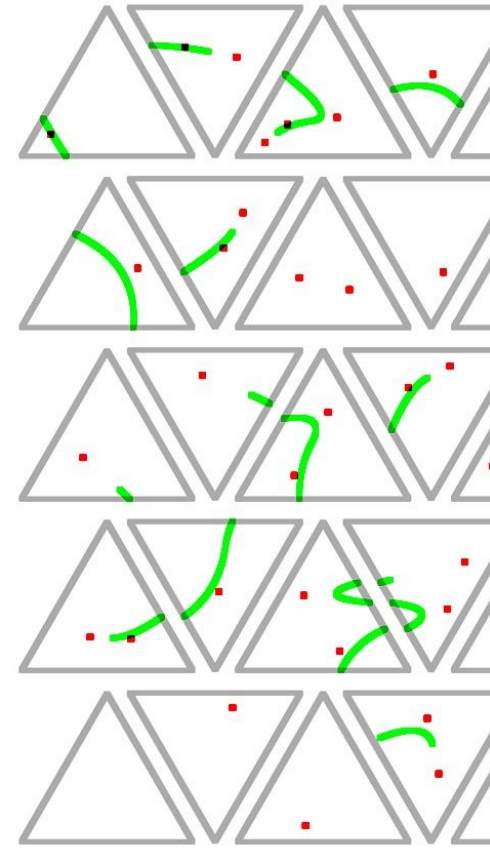
Methodenmix



Prozedurale Straßen
(WSCG 2005)



Kurven auf
Subdivision Surfaces
(SIBGRAPI 2003)



Methodenmix

explizite Daten

prozedural

geometr.
Modellierung

Polygonmodelle,
Punktwolken

Straße per Pixel-
shader; Splines auf
Subdivision Surfaces

Stadtgenerator,
zellulärer
Automat

Texturierung,
Shading

Bitmap-Texturen

scharfe Texturen per
Pixelshader

Phong-Modell,
volumetrisches
Holz, genetische
Materialien

Animation

Motion Capture

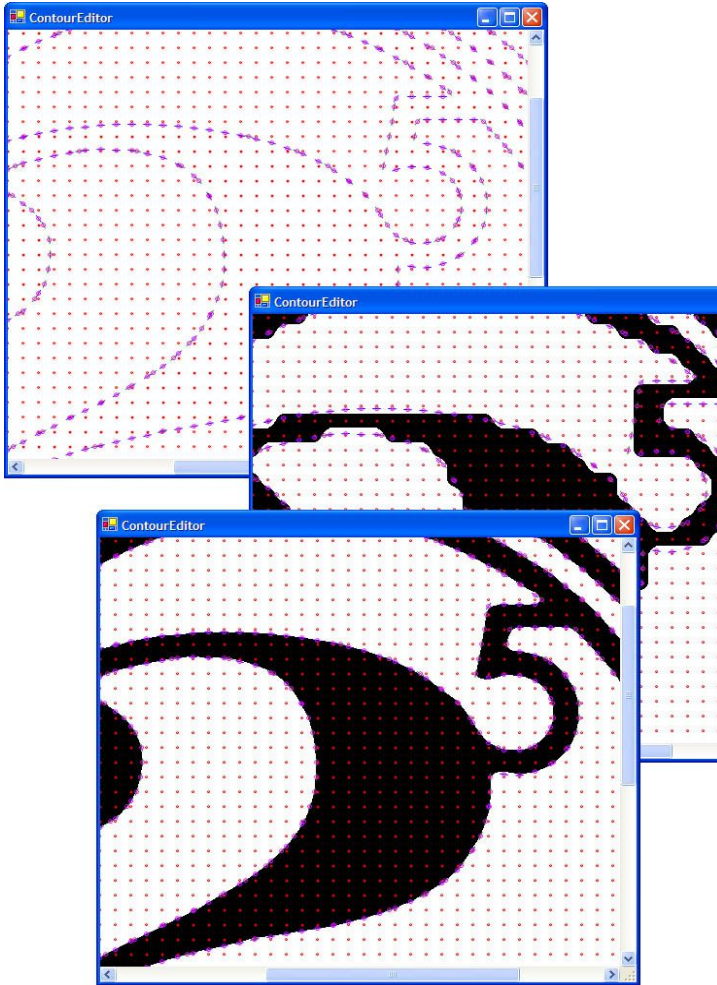
Billard (Physik),
Schwarm
(Verhalten)

Rendering

Image-Based
Rendering,
HDR Lighting

klassische
Rendering-
Verfahren

Methodenmix



Scharfe Texturen
per Pixelshader
(SIGGRAPH 2005)



Methodenmix

explizite Daten

prozedural

geometr.
Modellierung

Polygonmodelle,
Punktwolken

Straße per Pixel-
shader; Splines auf
Subdivision Surfaces

Stadtgenerator,
zellulärer
Automat

Texturierung,
Shading

Bitmap-Texturen

scharfe Texturen per
Pixelshader

Phong-Modell,
volumetrisches
Holz, genetische
Materialien

Animation

Motion Capture

Keyframing,
Motion Graphs

Billard (Physik),
Schwarm
(Verhalten)

Rendering

Image-Based
Rendering,
HDR Lighting

Precomputed
Radiance Transfer

klassische
Rendering-
Verfahren

Beispiel: Noise

Wesentlich für die meisten prozeduralen Techniken:

Wie erzeugt man »Zufall«?

(Noise = Rauschen in Ton oder Bild)

Hier und heute als Beispiel:

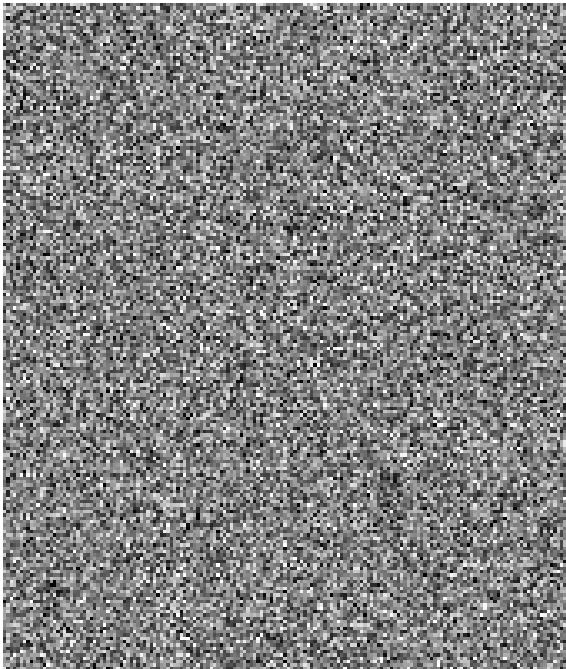
Wolkenmuster in Echtzeit
auf der Grafikkarte

Implementierung:

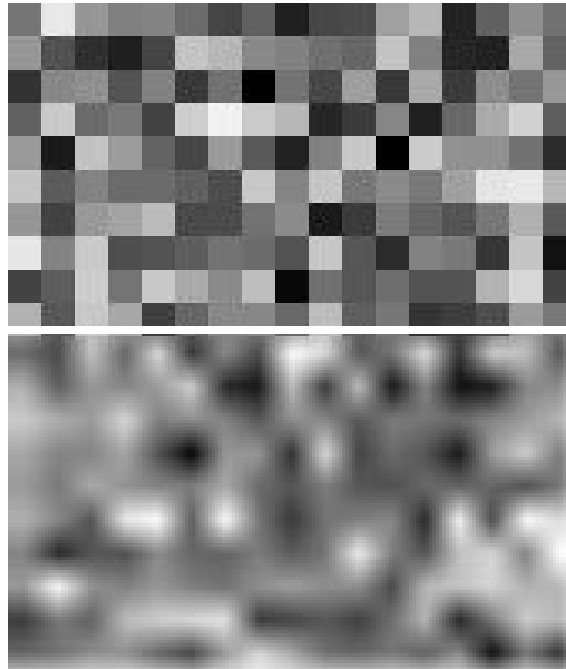
Pixel-Shader entwickelt
mit Nvidia FX Composer

Beispiel: Noise

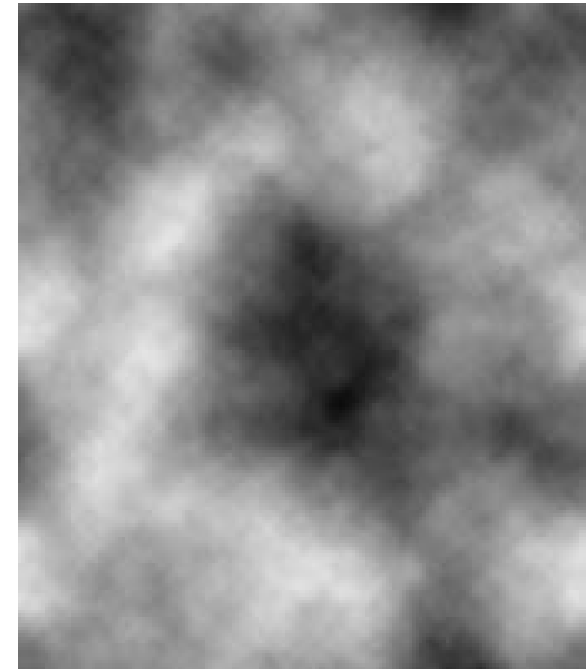
Was ist das beste Zufallsmuster?



Salz & Pfeffer:
unkorrelierte
Pixel



Zufallstextur,
unten: bilinear
interpoliert



beschränkte
Bandbreite,
isotrop

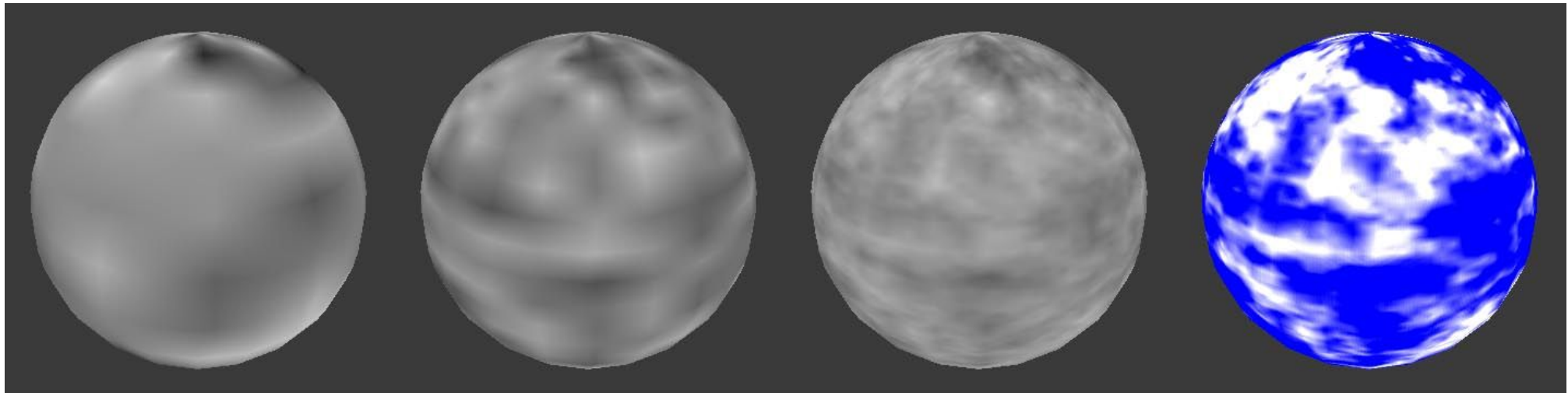
Beispiel: Noise

Einer der vielen Wege zum Ziel:

- addiere verschieden skalierte Versionen einer blockartigen Zufallstextur
- Skalierungen ungefähr in Zweipotenzen (Oktaven), aber nicht exakt: unregelmäßiger
- steuere Spektrum des Rauschens durch Gewichtung der verschiedenen Oktaven

Beispiel: Noise

Demo mit Nvidia FX Composer



Grundtextur

2 Oktaven

4 Oktaven

Farbe skaliert

Zusammenfassung

- prozedurale Techniken:
Berechnung statt expliziter Daten
- in allen Teilgebieten der Computergrafik zu finden
- Rechenaufwand heute beherrschbar, meist **in Echtzeit** realisierbar
- parametrisierbar
- Auflösung und Ausdehnung unendlich
- wirken oft künstlich oder steril
- Suche nach effizienter und effektiver Kombination prozeduraler Techniken mit expliziten Daten

Weiterführende Literatur

Das Standardwerk zu prozeduralen Techniken:

D. S. Ebert u.a., Texturing and Modeling:
A Procedural Approach, Third Edition,
Academic Press, 2002

Realistische prozedurale Wolken in Echtzeit:

J. Laeuchli, Volumetric Clouds, in: ShaderX3, Hrsg.
W. Engel, Charles River Media 2004, S. 611-616

Ken Perlin über Noise in Echtzeit:

K. Perlin, Implementing Improved Perlin Noise,
in: GPU Gems, Hrsg. R. Fernando, Addison-Wesley
2004, S. 73-85

Skript und Material im Netz

<http://www.L7H.cn/current/prozedural.zip>