

# Ground-Truth-Renderer für Partikelbasierte Daten

Josef Schulz

Technische Universität Dresden

July 14, 2015

Ziel der Arbeit:

- Entwicklung eines CPU-Renderers für Partikeldaten
- basierend auf dem Emissions- und Absorptionsmodell
- Unterstützung von beliebig vielen Punkt und Richtungslichtquellen
- Beschränkung auf Kugelglyphen
- Genauigkeit wird Geschwindigkeit übergeordnet
- liefert Ground-Truth-Bilder

Kugelglyphen werden mit Methoden der Volumendarstellung visualisiert:

- physikalische Plausibilität des Modells
- weitestgehend Analytische Lösung
- kompakte und geschlossene Gleichung
- Ground-Truth

Unterstützte Effekte:

- Transparenz
- globaler Schattenwurf

Grundlagen

Rendergleichung  
EA Modell

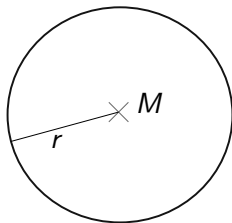
Resultate

# Was ist Partikel

Ein Partikel ist ein:

- beliebiges geometrisches Objekt
- es wird durch eine Menge von Attributen beschrieben
- die Position ist ein obligatorisch Attribut

Parametrisierung eines kugelförmigen Partikels:



- $M$  - Position
- $r$  - Radius
- $I_C$  - Farbe
- $\Theta_{MAX}$  - maximaler Opazitätswert

Visualisierung mit Methoden der direkten Volumendarstellung

Interpretation der Partikel als Gas gefüllte Kugeln

- Transparenzeffekte
- Kugelform wird erhalten
- globale Schatten aufgrund von Lichtabschwächung

- Optical Models for Direct Volume Rendering  
~Nelson Max [12]
  - Definition des EA-Modells
  - Einfache Streuung
  - Schatten
  - Mehrfach Streuung
- Visualization of Particle-based Data with Transparency and Ambient Occlusion  
~Joachim Staib, Sebastian Grottel und Stefan Gumhold [14]
  - Analytische Lösung der Rendergleichung
  - Ambiente Verdeckung

Emissions- und Absorptionsmodell von Nelson Max [12]:

$$I = I_A + I_E \quad (1)$$

$$I = I_B \cdot T'(0, D) + \int_0^D g(s) \cdot T'(s, D) ds \quad (2)$$

Abschwächung:  $T'(t_n, t_f) = \exp(-\int_{t_n}^{t_f} \tau(t) dt)$ ;

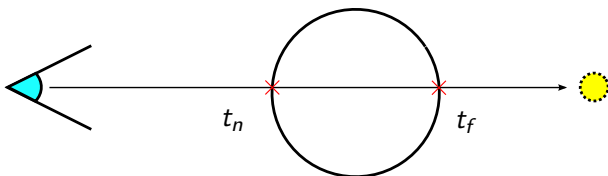
$\tau$  wird als Transferfunktion bezeichnet

$I_B$  Hintergrundbeleuchtung

$g(s)$  Quellterm



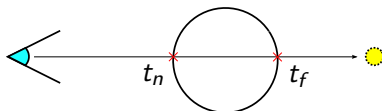
Emissions- und Absorptionsmodell nach [14]:



$$I = I_B \cdot T'(t_n, t_f) + \int_{t_n}^{t_f} g(s) \cdot T'(s, t_f) ds \quad (3)$$

Der Quellterm wird auf  $g(s) = \lambda \kappa \cdot I_C$  gesetzt und die Transferfunktion als  $\tau(t) = \sigma(\nu(t)) = \lambda \kappa$

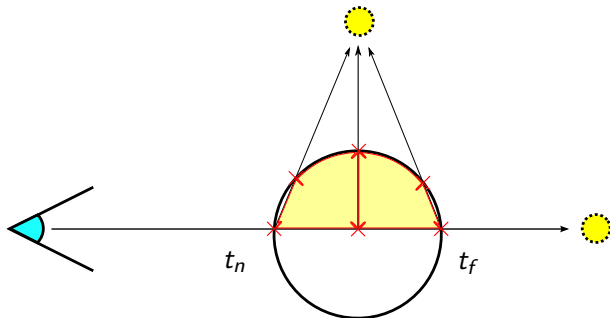
$$I = I_B \cdot T'(t_n, t_f) + \int_{t_n}^{t_f} g(s) \cdot T'(s, t_f) ds$$



$$T'(t_n, t_f) = \exp\left(-\int_{t_n}^{t_f} \tau(t) dt\right) = \exp(-\lambda \kappa \cdot (t_f - t_n)) \quad (4)$$

$$\Theta(t_n, t_f) = 1 - T'(t_n, t_f) \quad (5)$$

$$I = I_B \cdot T'(t_n, t_f) + I_C \cdot \Theta(t_n, t_f) \quad (6)$$



In dieser Arbeit wird die Menge der Transferfunktionen auf Lineare beschränkt und es wird angenommen, dass die Dichte innerhalb des Volumens konstant ist.





Marco Ament, Filip Sadlo, and Daniel Weiskopf.

Ambient volume scattering.

*IEEE Trans. Vis. Comput. Graph.*, 19(12):2936–2945, 2013.



James F. Blinn.

Models of light reflection for computer synthesized pictures.

*SIGGRAPH Comput. Graph.*, 11(2):192–198, July 1977.



James F. Blinn.

Light reflection functions for simulation of clouds and dusty surfaces.

*SIGGRAPH Comput. Graph.*, 16(3):21–29, July 1982.



S. Grottel, M. Krone, C. Muller, G. Reina, and T. Ertl.

Megamol—a prototyping framework for particle-based visualization.

*Visualization and Computer Graphics, IEEE Transactions on*, 21(2):201–214, Feb 2015.



Martin Huber.

Warum ist denn  $\exp(x^2)$  nicht elementar integrierbar?

Technical report, Universität Zürich, 1996.



Daniel Jönsson, Joel Kronander, Timo Ropinski, and Anders Ynnerman.

Historygrams: Enabling Interactive Global Illumination in Direct Volume Rendering using Photon Mapping.

*IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics (TVCG)*, 18(12):2364–2371, 2012.



Daniel Jönsson, Erik Sundén, Anders Ynnerman, and Timo Ropinski.

A Survey of Volumetric Illumination Techniques for Interactive Volume Rendering.

*Computer Graphics Forum*, 33(1):27–51, 2014.



Moon-Ryul Jung, Hyunwoo Park, and Doowon Paik.

An analytical ray casting of volume data.

In *Pacific Conference on Computer Graphics and Applications*, pages 79–86. IEEE Computer Society, 1998.



James T. Kajiya.

The rendering equation.

*SIGGRAPH Comput. Graph.*, 20(4):143–150, August 1986.



Joe Kniss, Simon Premoze, Charles D. Hansen, Peter Shirley, and Allen McPherson.

A model for volume lighting and modeling.

*IEEE Trans. Vis. Comput. Graph.*, 9(2):150–162, 2003.



Thomas Kroes, Frits H. Post, and Charl P. Botha.

Exposure render: an interactive photo-realistic volume rendering framework.

*PLoS ONE*, 7(7), 07 2012.

10.1371/journal.pone.0038586.



Nelson Max.

Optical models for direct volume rendering.

*IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics*, 1(2):99–108, June 1995.



Mathias Schott, Vincent Pegoraro, Charles Hansen, Kévin Boulanger, and Kadi Bouatouch.



A Directional Occlusion Shading Model for Interactive Direct Volume Rendering.

*Computer Graphics Forum*, 2009.



Joachim Staib, Sebastian Grottel, and Stefan Gumhold.  
Visualization of Particle-based Data with Transparency and Ambient Occlusion.

*Computer Graphics Forum*, 34(3):151–160, 2015.



Zhou Wang, Alan C. Bovik, Hamid R. Sheikh, and Eero P. Simoncelli.

Image quality assessment: From error visibility to structural similarity.

*IEEE TRANSACTIONS ON IMAGE PROCESSING*,  
13(4):600–612, 2004.