



**TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DRESDEN**

Fakultät Informatik Institut für Software- und Multimediatechnikrichtung, Computergraphik und Visualisierung

Verteidigung der Bachelorarbeit

RGBD-Bild-Interpolation auf Android-Geräten für interaktive Remote-Visualisierung

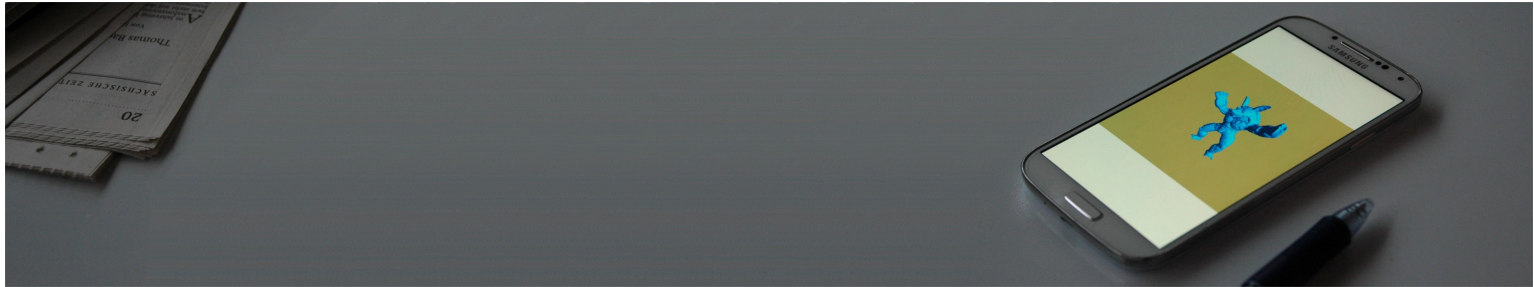
Christoph Klaus Träger

Dresden, 14.09.14



**DRESDEN
concept**
Exzellenz aus
Wissenschaft
und Kultur

Einleitung



Motivation

- Interaktive wissenschaftliche Visualisierungen sollen auch auf mobilen Endgeräten dargestellt werden können
- Dafür muss eine große Menge an Daten verarbeitet werden
- Aktuelle Handys und Tablets besitzen nicht die nötige Leistung
- Mittels einer Remote-Visualisierung soll das mobile Endgerät lediglich als Thin-Client fungieren
- Auf Grund netzwerkbedingter Latenzen treten negative Effekte bei Interaktion auf

Einleitung

Herausforderungen

- Löcher durch fehlende Bildinformationen
- Zusätzliche Geometrie bei der Rekonstruktion mit Hilfe eines Meshs
- Bestimmung der Kamerapositionen für mehrere Referenzbilder

Ziele und Anforderungen

- Entwicklung und Konzeption einer Anwendung zur Remote-Visualisierung für Android, die netzwerkbedingte Latenz maskiert
- Datenaufkommen zur Minimierung der Latenz möglichst gering halten
- Geringe Initialisierungsdauer für nutzerfreundliche Bedienung

Gliederung

Einleitung

Verwandte Arbeiten

Das Verfahren

Bildextrapolation

Bildkomposition

Evaluation

Fazit

Ausblick

Literaturverzeichnis

Verwandte Arbeiten

View Interpolation for Image Synthesis [CW93]

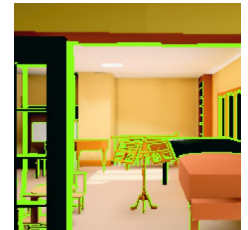
- Erzeugung neuer Kameransichten durch pixelweise Abbildung
- Füllen von Löchern durch Interpolation



[CW93]

Post-rendering 3D Warping [MMB97]

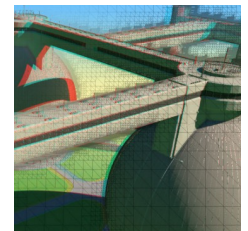
- Rekonstruktion der Szenenoberfläche im 3D-Raum
- Anwendung einer Heuristik für undefinierte Bildbereiche



[MMB97]

Adaptive Image-space Stereo View Synthesis [DRE+10]

- Ebenfalls Abbildung im Bildraum für die Berechnung des zweiten Sichtbildes für Stereoskopie

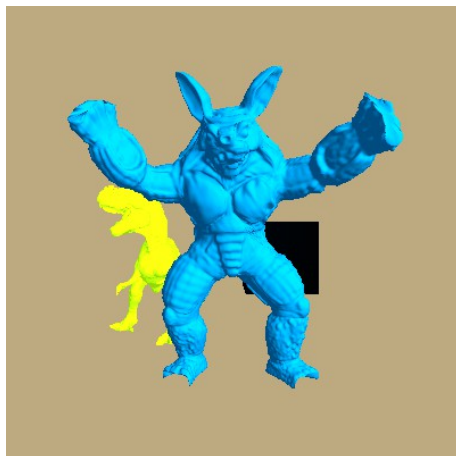


[DRE+10]

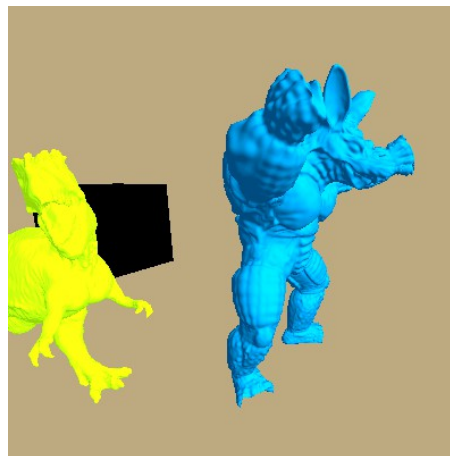
Das Verfahren

Idee

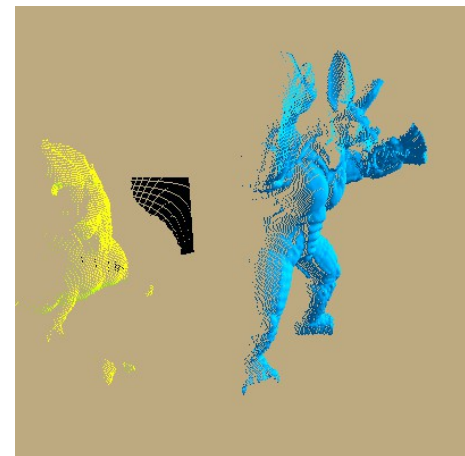
- Mobiler Thin-Client erhält vom Server Bildinformationen, vorrangig Farb- und Tiefendaten
- Maskierung der Latenz durch Erzeugung von Zwischenbildern auf Grundlage empfangener Referenzbilder
- Anwendung von Image-Based-Rendering



TU Dresden, 14.09.14



Bachelorarbeit Verteidigung



Folie 6 von 19

Das Verfahren

Bildextrapolation

- Erzeugung von Zwischenbildern auf Grundlage eines Referenzbildes
- Wiederherstellung der Oberflächenstruktur der Szene
- Undefinierte Bildbereiche durch Heuristik füllen

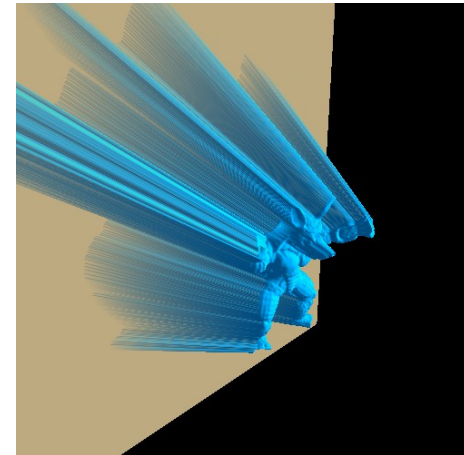
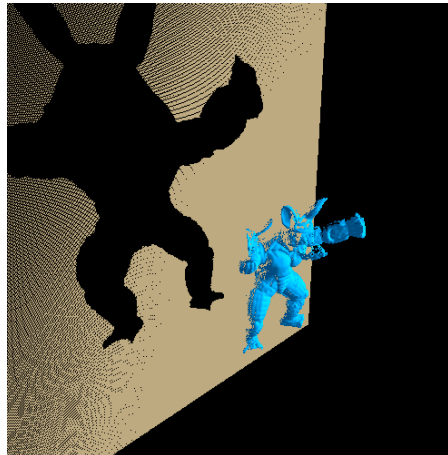
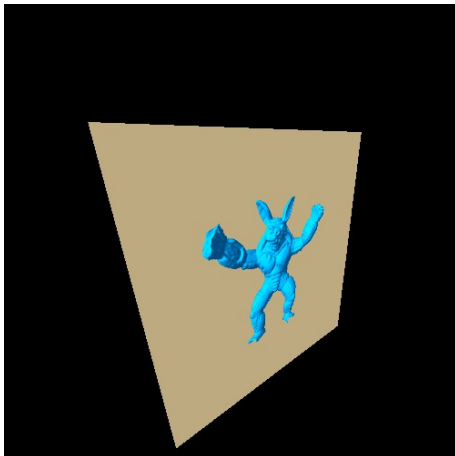
Bildkomposition

- Bildrekonstruktion wie bei Extrapolation
- Zusammenführung der Bildinformationen mehrerer Referenzbilder
- Wahl der Bildinformation auf Grund mehrerer Entscheidungskriterien

Bildextrapolation

- Rücktransformation der Bildpunkte in Objektraum
- Anschließend aufspannen eines regelmäßigen Meshs

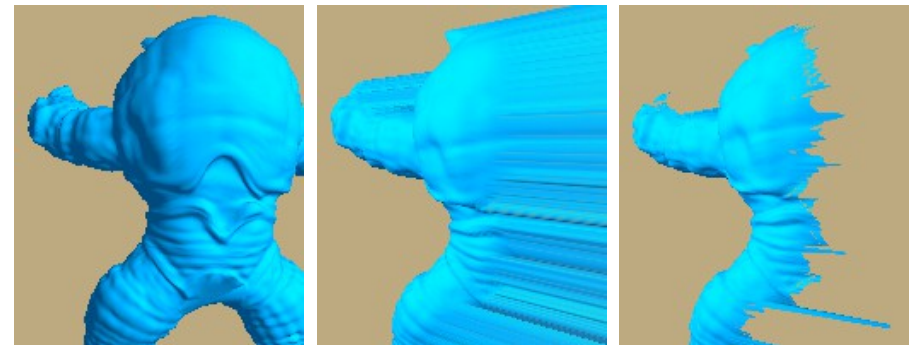
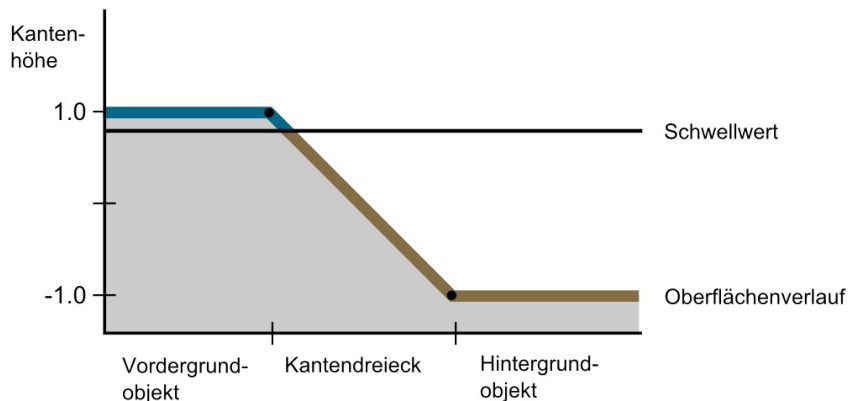
$$\underline{p}_{\text{inter}} = M_{\text{interProj}} \cdot M_{\text{interView}} \cdot M_{\text{refView}}^{-1} \cdot M_{\text{refProj}}^{-1} \cdot \underline{p}_{\text{ref}}$$



Bildextrapolation

Kantenverhalten

- Verdeckende Objekte werden durch Bild-Mesh an den Kanten verbunden
- Statt durch Oberflächennormale für jeden Bildpunkt wird Laplace-Operator zur Kantendetektion auf die Tiefendaten angewendet
- Anschließendes Flat-Shading als Heuristik für Kantendarstellung
- Vorzeichen des Laplace-Operator gibt Aufschluss darüber, ob Vordergrund oder Hintergrund



Bildkomposition

Problem

- Client benötigt Referenzbilder, die Bildinformationen für aktuelles Zwischenbild enthalten
- Bewegung der Orbit-Kamera ist nutzergesteuert und damit nicht vorhersehbar
- Vor allem bei Richtungswechseln fehlen Bildinformationen

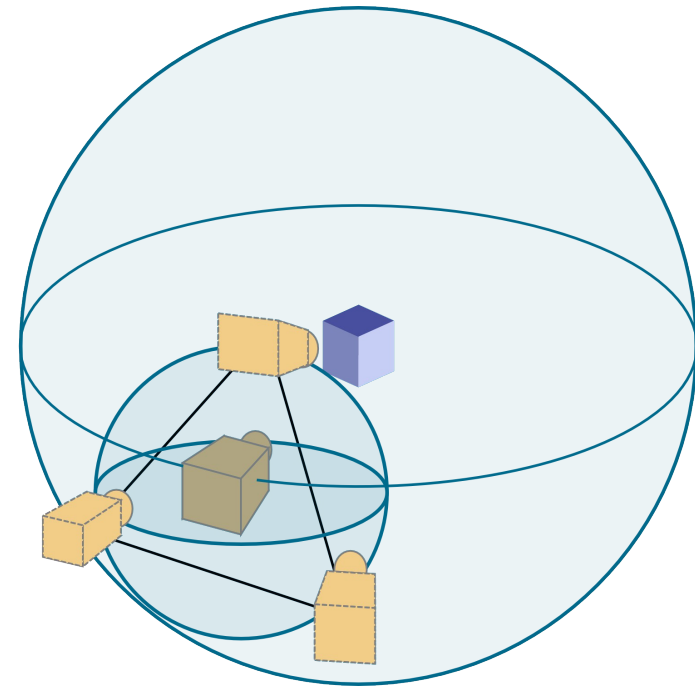
Lösung

- Referenzbilder aus der näheren Umgebung der aktuellen Kameraposition erzeugen

Das Verfahren - Bildkomposition

Bestimmung der Kamerapositionen

- Kamerapositionen der Referenzbilder spannen gleichseitiges Dreieck auf
- Positionskoordinaten liegen auf einer Umkugel mit aktueller Kameraposition als Mittelpunkt
- Zweite Umkugel durch Orbit-Kamera definiert
- Kamerapositionen der Referenzbilder liegen auf dem Schnittkreis



Das Verfahren - Bildkomposition

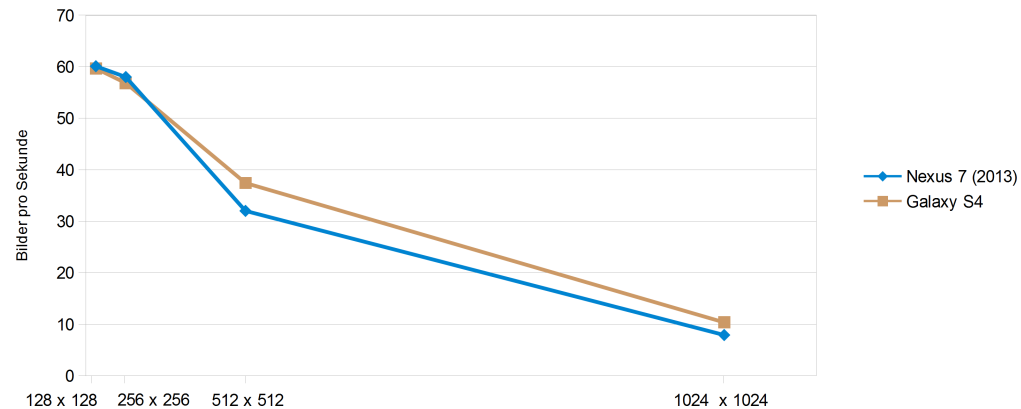
Komposition der Bildinformationen

- Referenzbildinformationen werden iterativ in das Zwischenbild übernommen
- Übernahme erfolgt auf Grund von drei Entscheidungskriterien
 - Objektkante
 - Transformierter Tiefenwert
 - Abtastung

Evaluation

Bildwiederholfrequenz

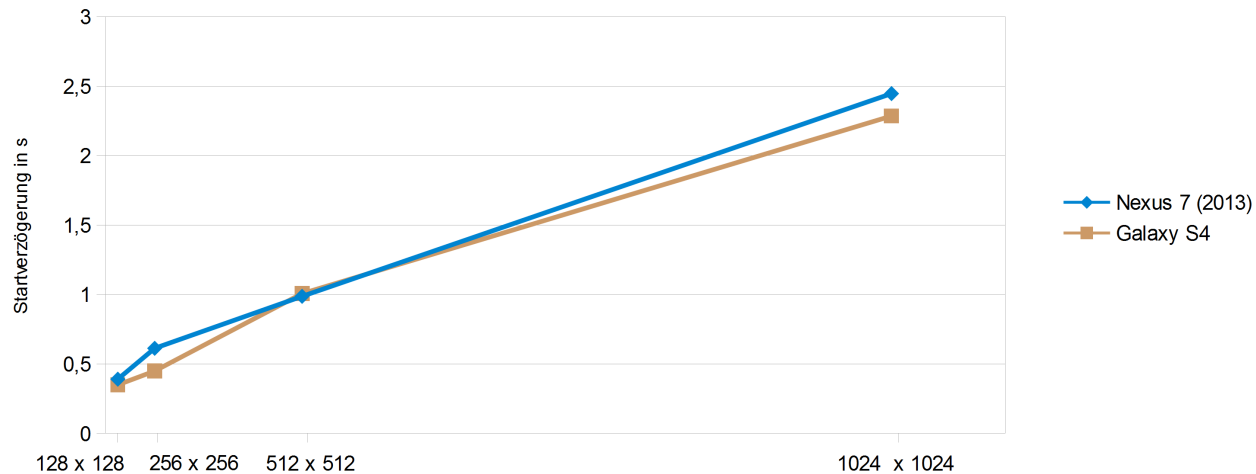
- Bildwiederholfrequenz sinkt in Abhängigkeit zur Auflösung
- Wahrnehmbares Ruckeln bei einer Auflösung von 1024x1024 Bildpunkten



Evaluation

Startverzögerung

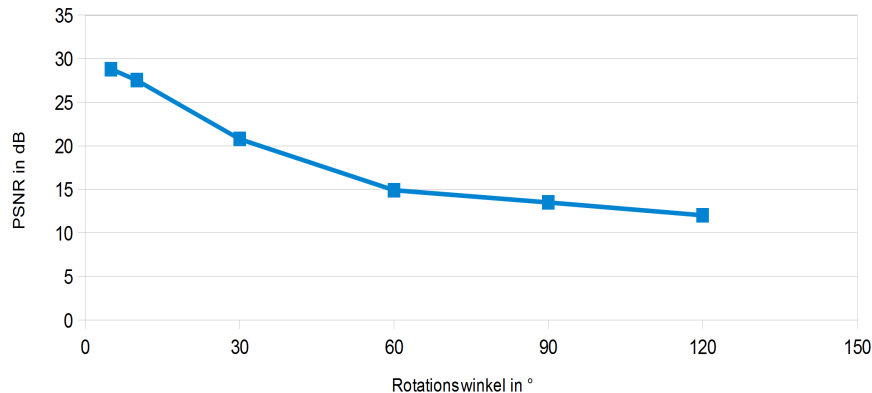
- Startverzögerung steigt linear mit zunehmender Auflösung
- Verantwortlich dafür ist hauptsächlich die Erzeugung des Meshs
- Ab 1024x1024 Pixeln wird wahrnehmbare Startverzögerung störend



Evaluation

Bildqualität mittels PSNR

- Je größer der Rotationswinkel zwischen Zwischenbild und Referenzbild, desto stärker die Abweichung von der Ground-Truth
- Abweichung wird durch die mittels Heuristik rekonstruierten Kanten verursacht
- Diese werden mit zunehmendem Rotationswinkel sichtbar



—■ Test-Client



0°



30°

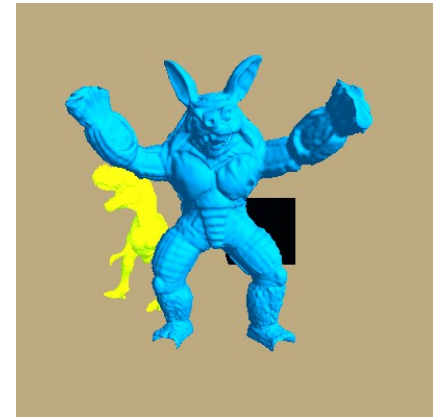


60°

Fazit

Ergebnisse

- Android-Anwendung erzeugt Zwischenbilder aus Referenzbildern vom Server
- Qualität der Zwischenbilder ist abhängig von der Beschaffenheit der Szene
- Nicht alle Kanten können korrekt erkannt werden, da Schwellwert für Laplace-Operator nicht dynamisch angepasst wird
- Auf Grund der hohen Initialisierungsdauer sowie der geringen Bildwiederholfrequenz wird eine Auflösung von 1024x1024 Pixeln und höher nicht empfohlen
- Die volle Auflösung des Nexus 7 (2013) wäre damit nicht nutzerfreundlich zu realisieren



Ausblick

Weiterführende Entwicklung

- Ausbau der Kommunikation zwischen Server und Client
- Automatisches Festlegen des Schwellenwerts für die Kantenerkennung

- Darstellung von spekularen Reflexionen
- Realisierung der Darstellung dynamischer Szenen



»Wissen schafft Brücken.«

Literaturverzeichnis

- [CW93] CHEN, Shenchang E. ; WILLIAMS, Lance: View Interpolation for Image Synthesis. In: Proceedings of the 20th Annual Conference on Computer Graphics and Interactive Techniques. New York, NY, USA : ACM, 1993 (SIGGRAPH '93). – ISBN 0-89791-601-8, 279-288
- [MMB97] MARK, William R. ; MCMILLAN, Leonard ; BISHOP, Gary: Post-rendering 3D Warping. In: Proceedings of the 1997 Symposium on Interactive 3D Graphics. New York, NY, USA : ACM, 1997 (I3D '97). – ISBN 0-89791-884-3, 7-ff.
- [DRE+10] DIDYK, Piotr ; RITSCHER, Tobias ; EISEMANN, Elmar ; MYSZKOWSKI, Karol ; SEIDEL, Hans-Peter: Adaptive Image-space Stereo View Synthesis. In: Vision, Modeling and Visualization Workshop. Siegen, Germany, 2010, S. 299-306
- [SC12] SHRIVAKSHAN, G. T. ; CHANDRASEKAR, C.: Comparison of various Edge Detection Techniques used in Image Processing. In: International Journal of Computer Science Issues (IJCSI) 9 (2012), Sep, Nr. 5, S. 269ff

Berechnung des w-Clip für Rücktransformation

$$z_{clip} = z_{eye} \cdot \frac{-(f+n)}{f-n} + \frac{-2fn}{f-n} \quad (3.4)$$

$$w_{clip} = -z_{eye} \quad (3.5)$$

$$w_{clip} = \frac{z_{clip}}{z_{ndc}} \quad (3.6)$$

$$w_{clip} = \frac{z_{eye} \cdot \frac{-(f+n)}{f-n} + \frac{-2fn}{f-n}}{z_{ndc}} \quad (3.4) \text{ und } (3.6)$$

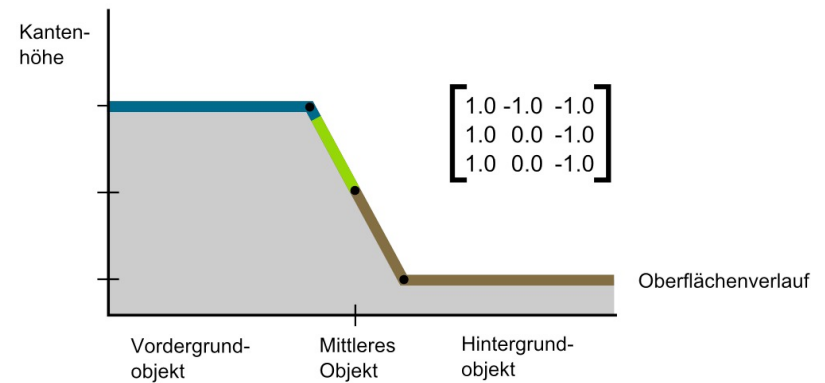
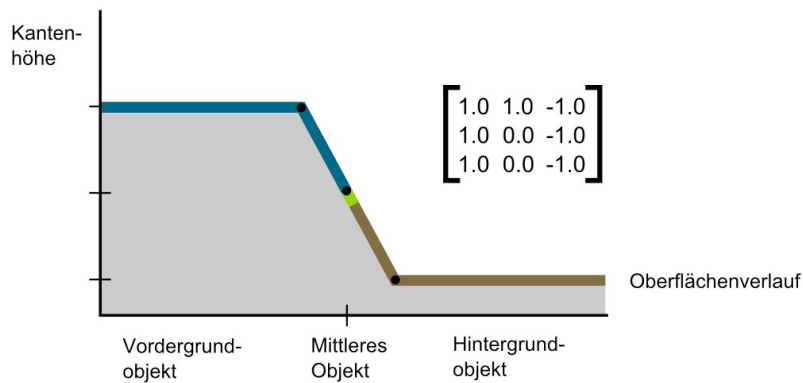
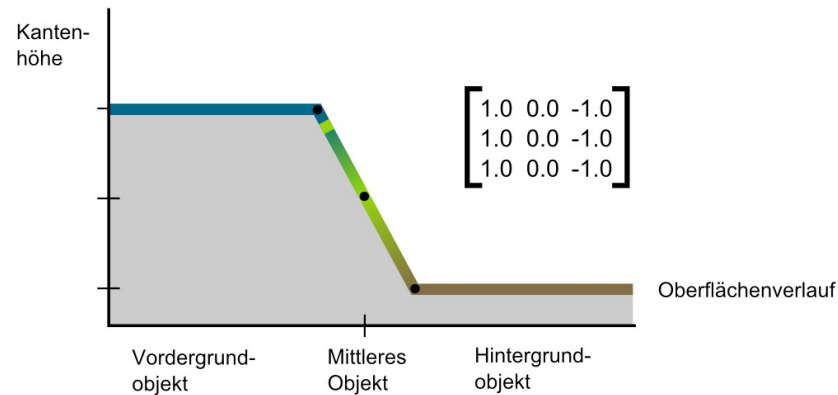
Berechnung des w-Clip für Rücktransformation

$$w_{clip} = -w_{clip} \cdot \frac{\frac{-(f+n)}{(f-n)}}{z_{ndc}} + \frac{\frac{-2fn}{(f-n)}}{z_{ndc}} \quad \text{und} \quad (3.5)$$

$$w_{clip} \cdot \left(\frac{z_{ndc}}{z_{ndc}} + \frac{\frac{-(f+n)}{(f-n)}}{z_{ndc}} \right) = \frac{\frac{-2fn}{(f-n)}}{z_{ndc}}$$

$$w_{clip} = \frac{\frac{-2fn}{(f-n)}}{z_{ndc} + \frac{-(f+n)}{(f-n)}} = \frac{-2fn}{z_{ndc} \cdot (f-n) - (f+n)} \quad (3.7)$$

Spezielles Heuristikverhalten



PSNR am Beispiel der JPEG-Kompression



Original



Q = 90%

PSNR =
45.12 dB



Q = 30%

PSNR =
34.51 dB



Q = 10%

PSNR =
29.50 dB