

Computergrafik

Computergrafik

Übung: Besprechung 2. Übungsblatt

Prof. Dr.-Ing. Carsten Dachsbacher
Lehrstuhl für Computergrafik
Karlsruher Institut für Technologie



Organisatorisches



- ▶ Anmeldefrist auf den 5.12. verlängert

3. Übungsblatt

Transformationen

▶ Homogene Koordinaten

- ▶ Erlauben es uns, affine Abbildungen (und mehr) als Matrixmultiplikation zu schreiben

▶ Beispiel: Homogene Koordinaten in 2D

▶ Transformation des Punktes $\begin{pmatrix} 1 \\ 0 \end{pmatrix}$

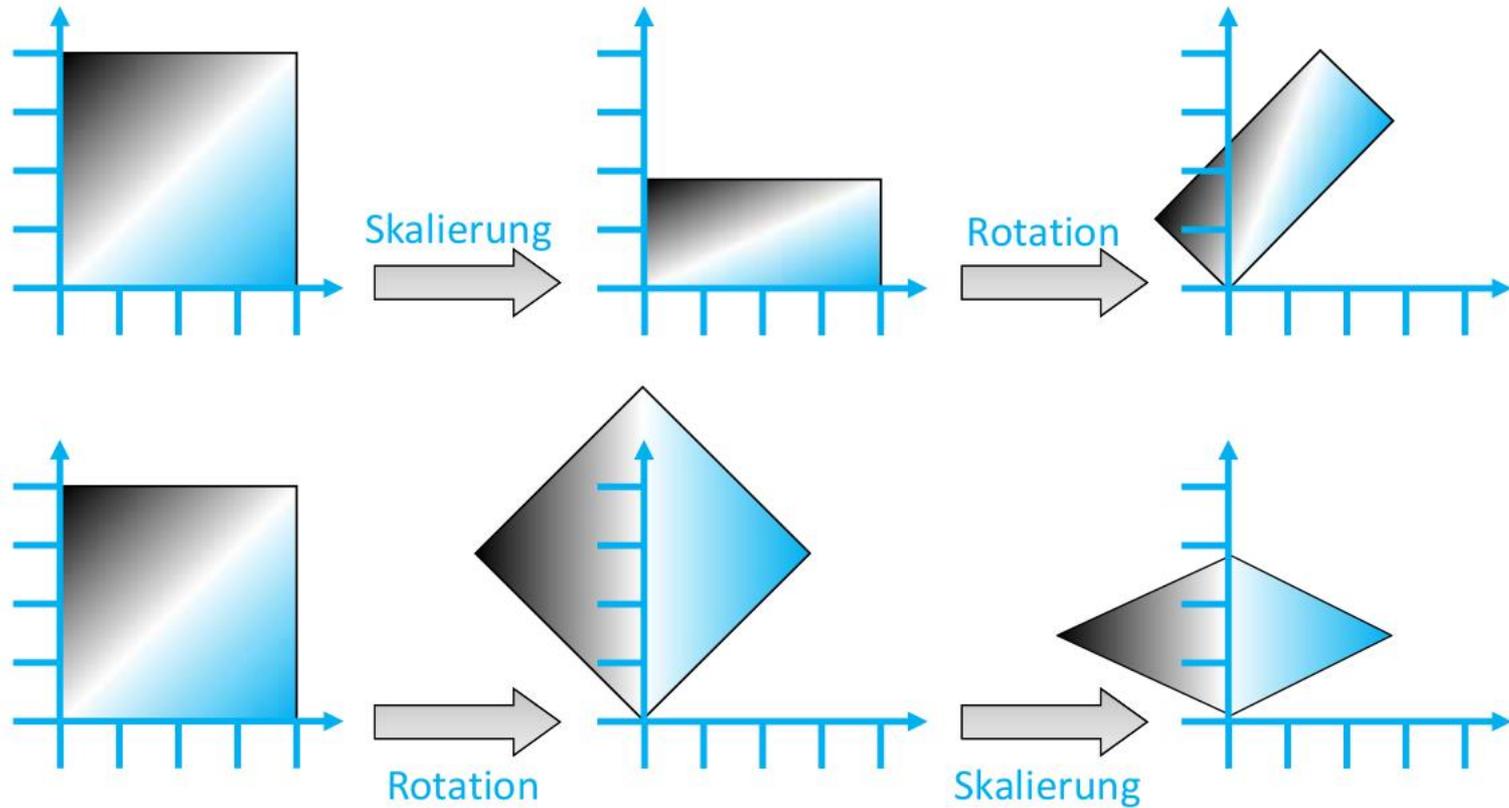
- ▶
$$\begin{pmatrix} 0 & -1 & 1 \\ 1 & 0 & 2 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} * \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \\ \mathbf{1} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 \\ 3 \\ 1 \end{pmatrix}$$

▶ Transformation der Richtung $\begin{pmatrix} 1 \\ 0 \end{pmatrix}$

- ▶
$$\begin{pmatrix} 0 & -1 & 1 \\ 1 & 0 & 2 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} * \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \\ \mathbf{0} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \end{pmatrix}$$

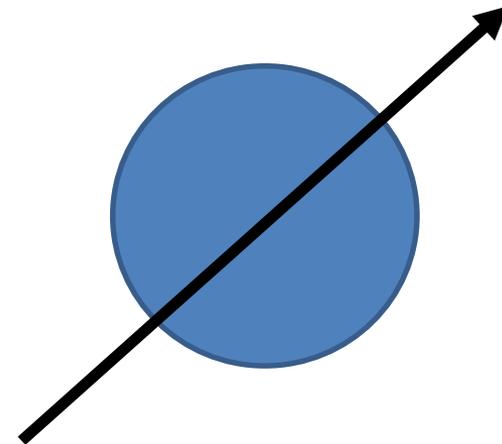
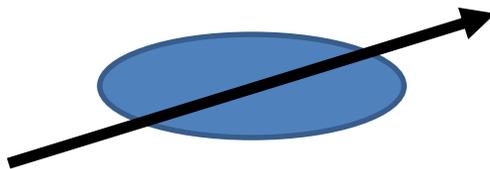
Transformationen

- ▶ Transformationen sind i.A. nicht kommutativ!

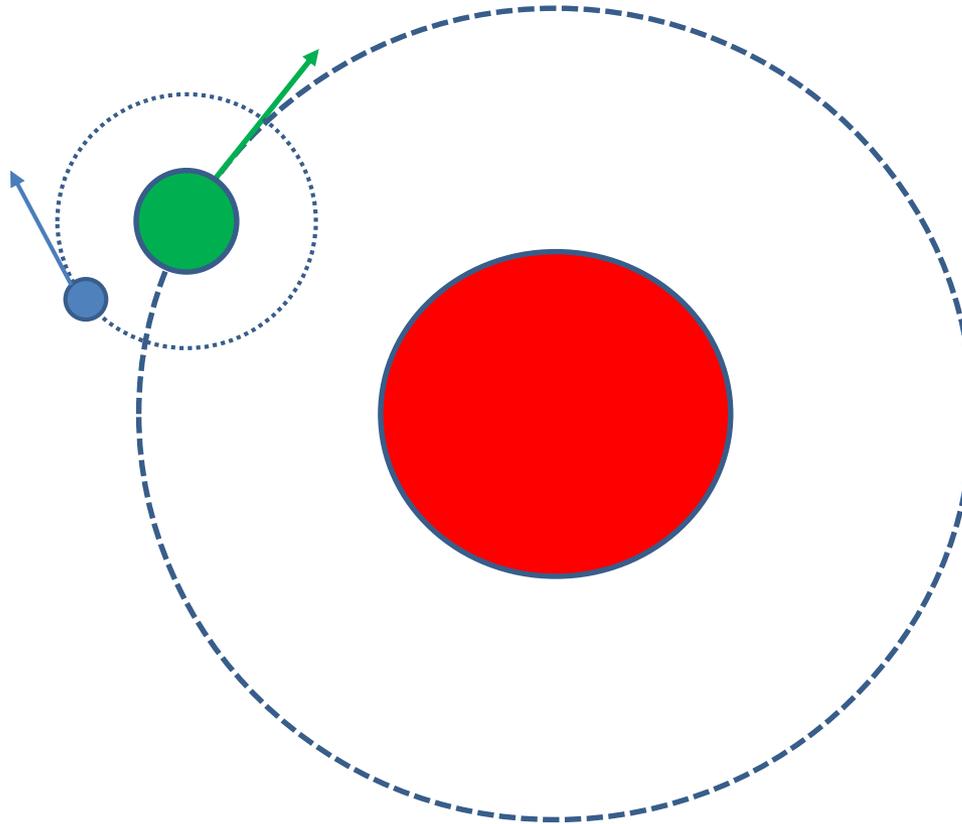


Transformationen

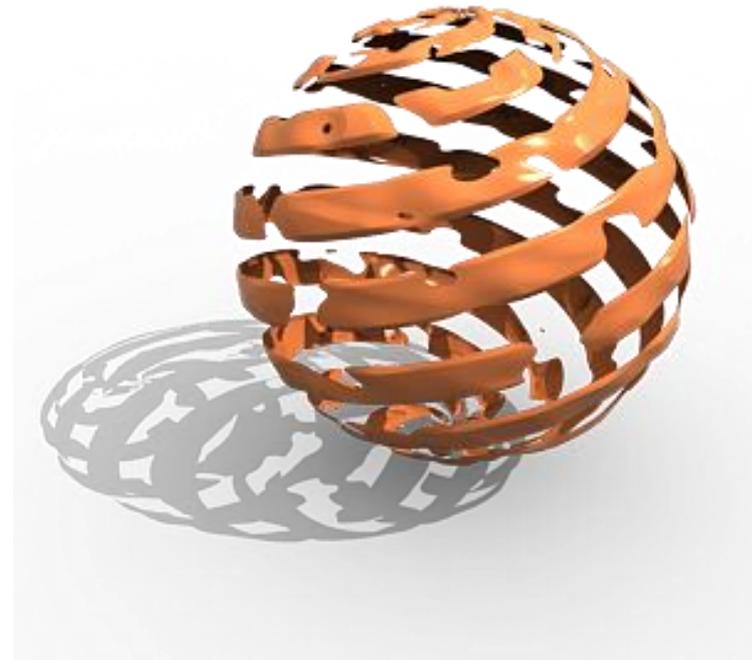
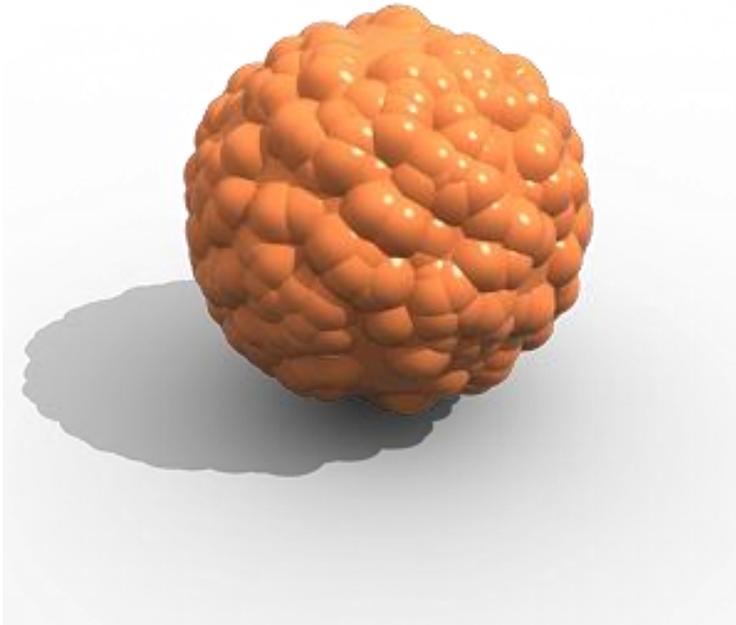
- ▶ Strahlschnitt mit transformierten Objekten
 - ▶ Wie schneide ich eine verzernte Kugel?
 - ▶ Transformation des Strahls in Objektkoordinaten



- ▶ Hierarchisches Modellieren
 - ▶ Kind-Knoten werden relativ zum Vater-Koordinatensystem transformiert.
 - ▶ Die gesamte Welttransformation erhält man durch rekursives Akkumulieren der lokalen Transformationen.

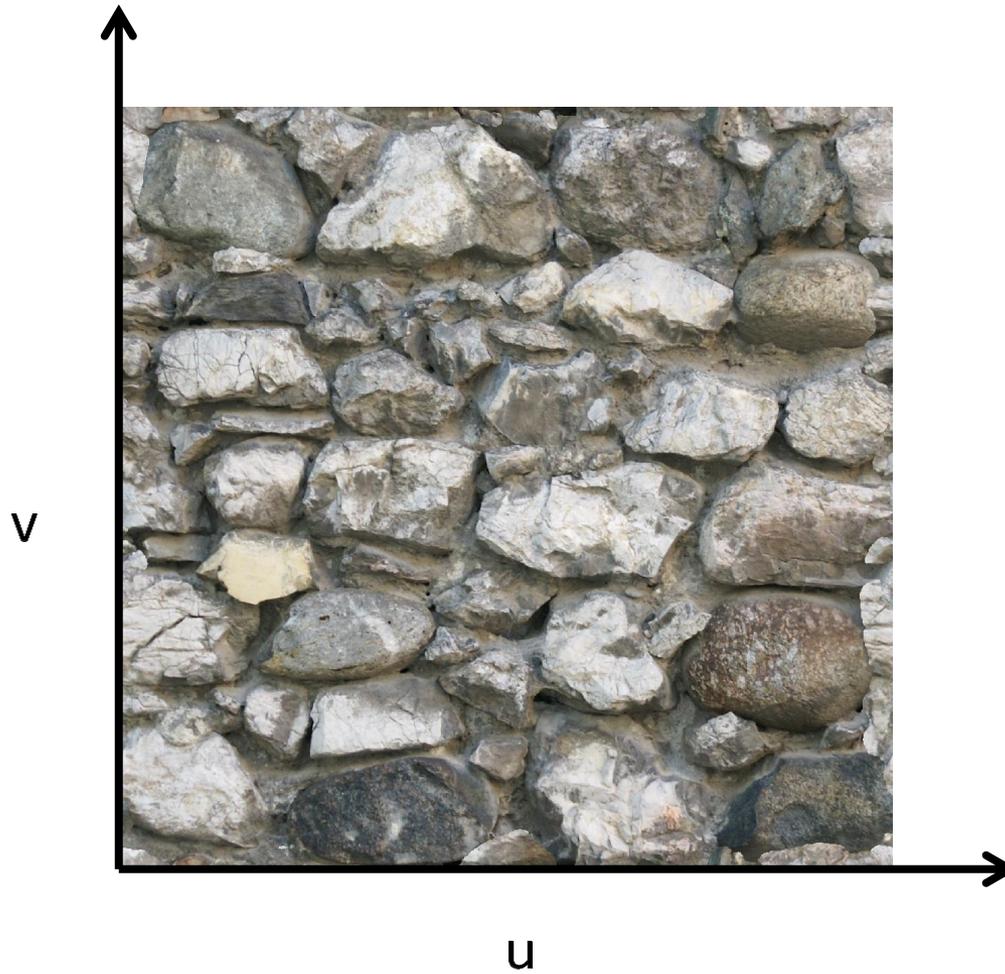


- ▶ Ermöglicht, Objekten viel Oberflächendetail hinzuzufügen
 - ▶ Variation der Materialeigenschaften (Farbe, Spekularität)
 - ▶ Variation der Geometrischen Eigenschaften (Normale, Ableitungen, ...)
- ▶ Vergleichsweise günstig und flexibel
- ▶ Einfach zu filtern



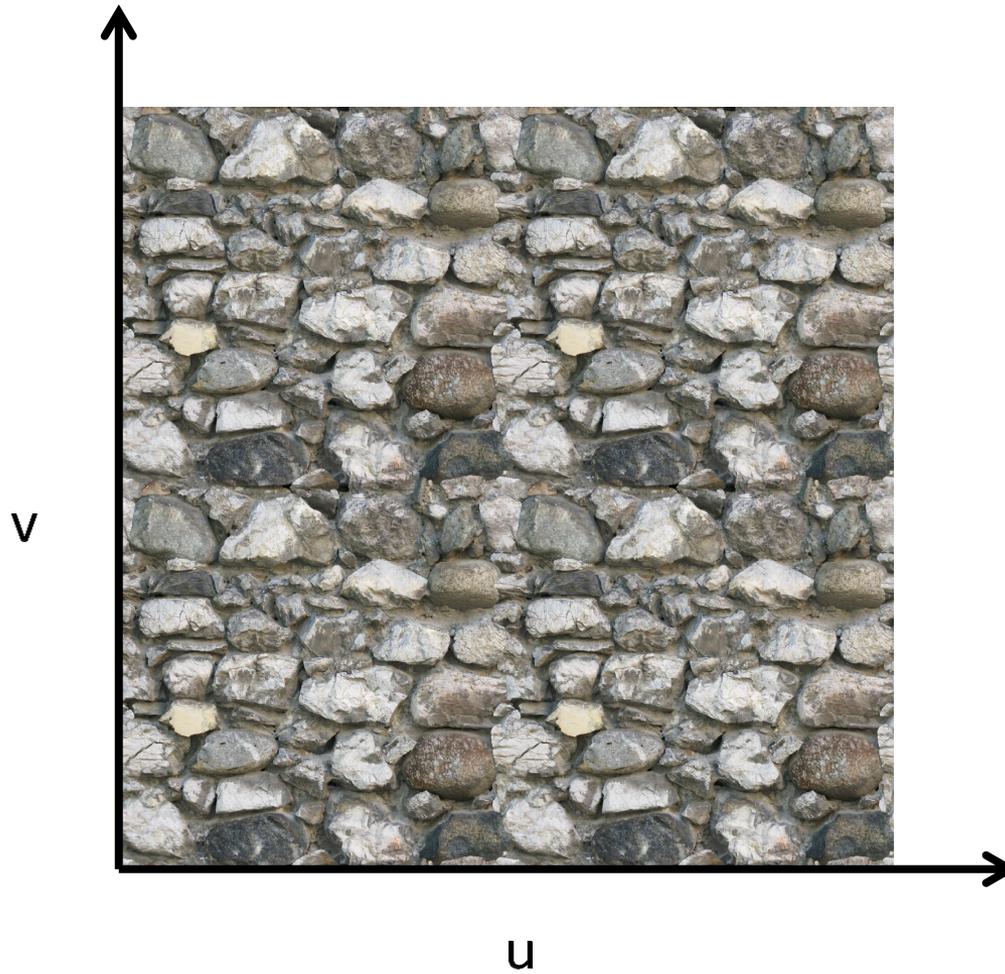
Repeating / Clamping

- ▶ Wie auf Textur zugreifen, wenn Texturkoordinaten nicht in $[0, 1]$?



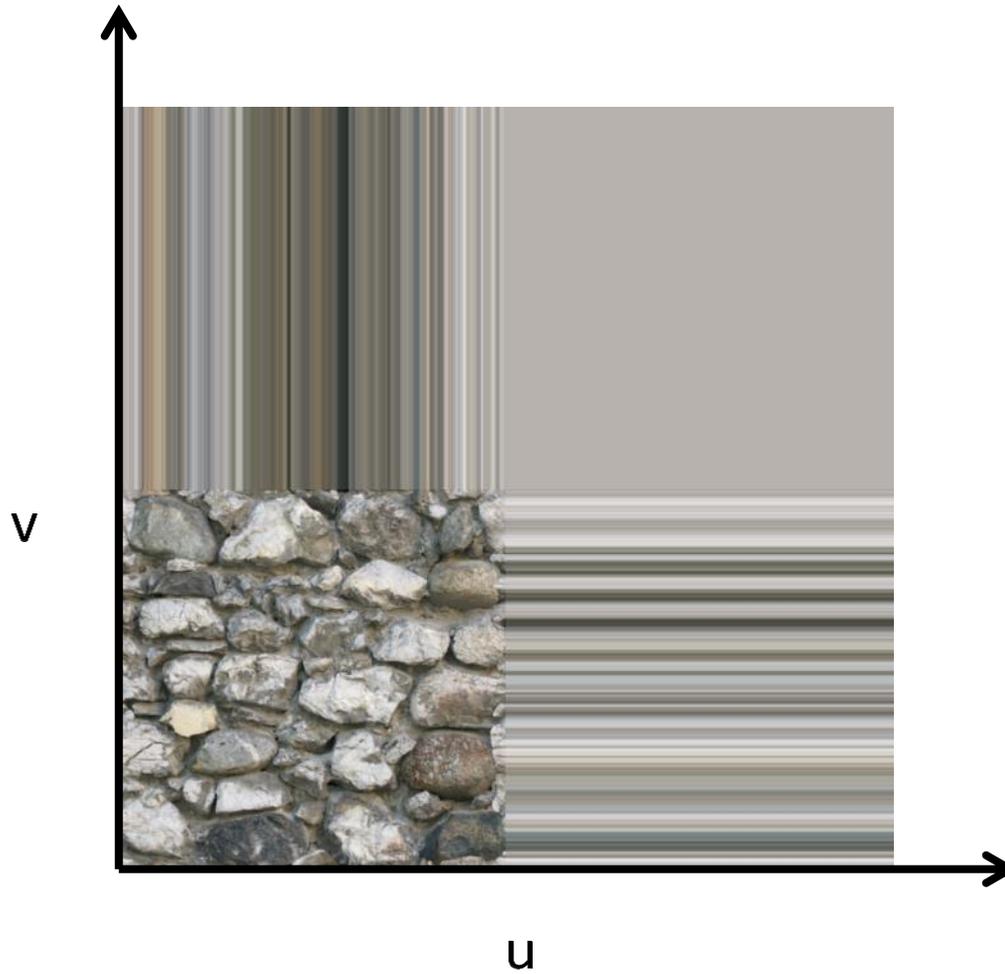
Repeating

- ▶ Wie auf Textur zugreifen, wenn Texturkoordinaten nicht in $[0, 1]$?



Clamping

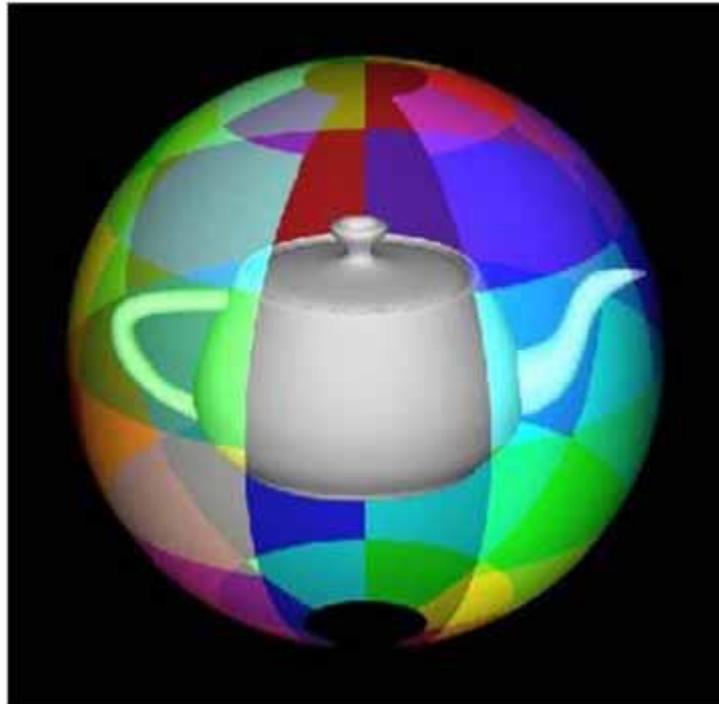
- ▶ Wie auf Textur zugreifen, wenn Texturkoordinaten nicht in $[0, 1]$?

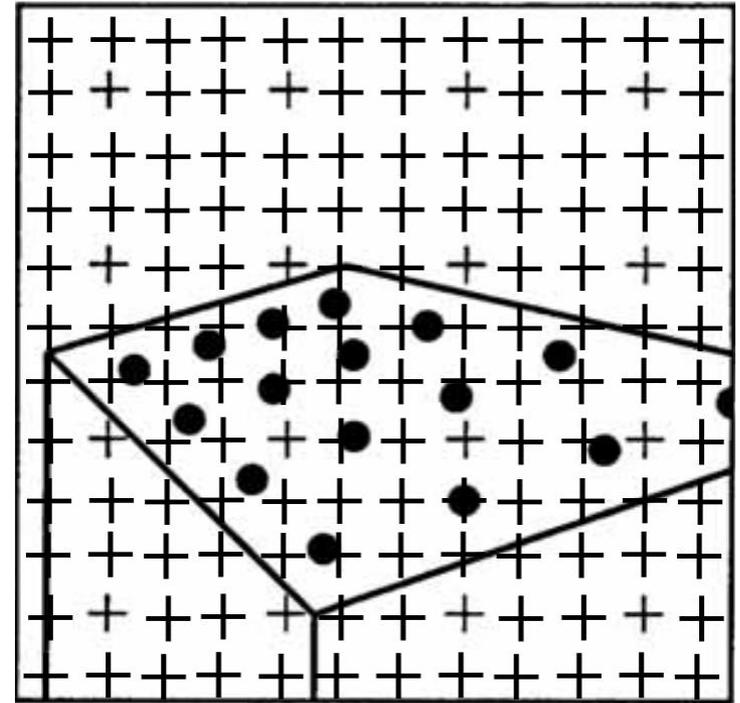
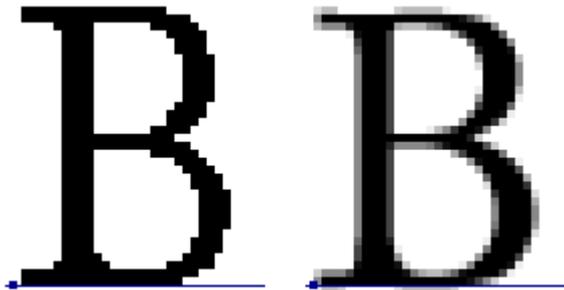


Sphärische Parametrisierung

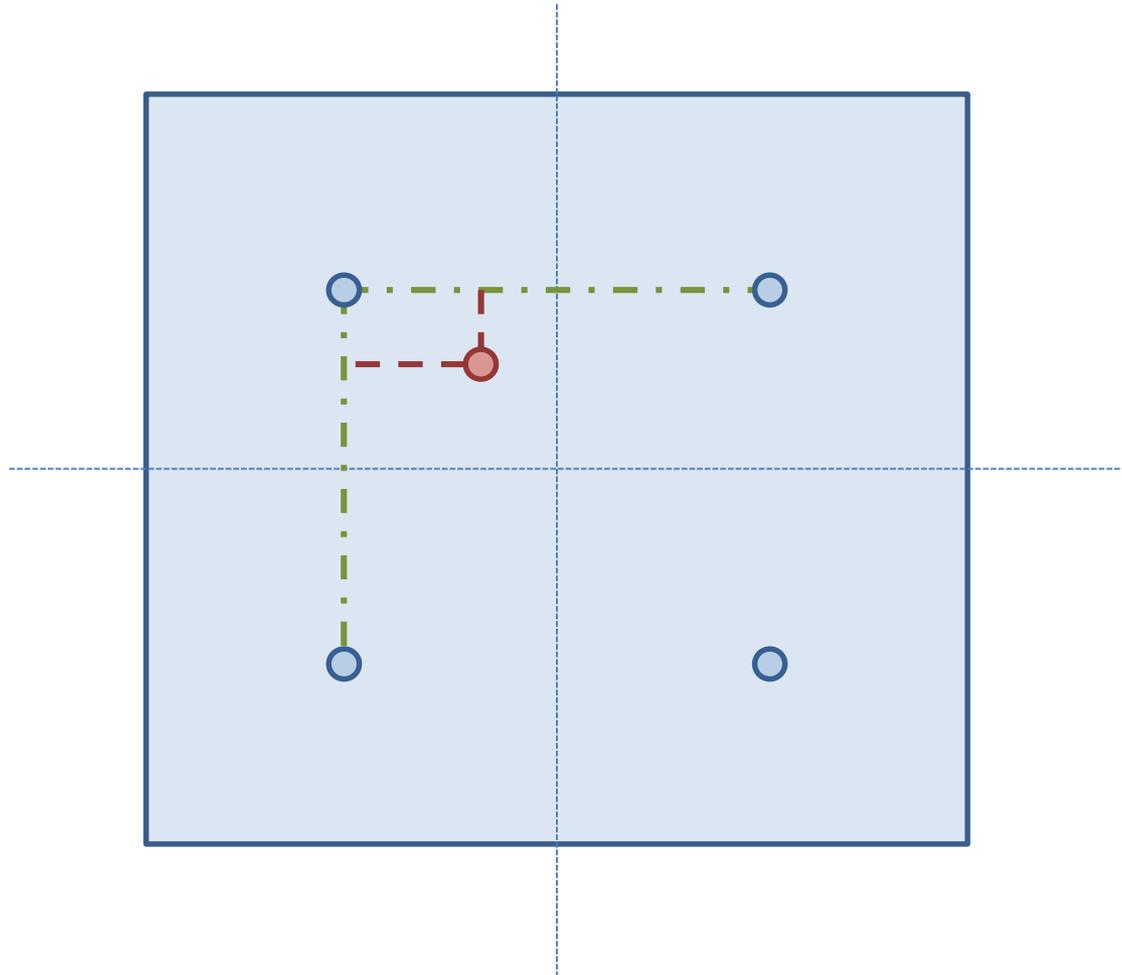
- ▶ Basiert auf Kugelkoordinaten (r, φ, θ) . Der Radius wird dabei ignoriert.

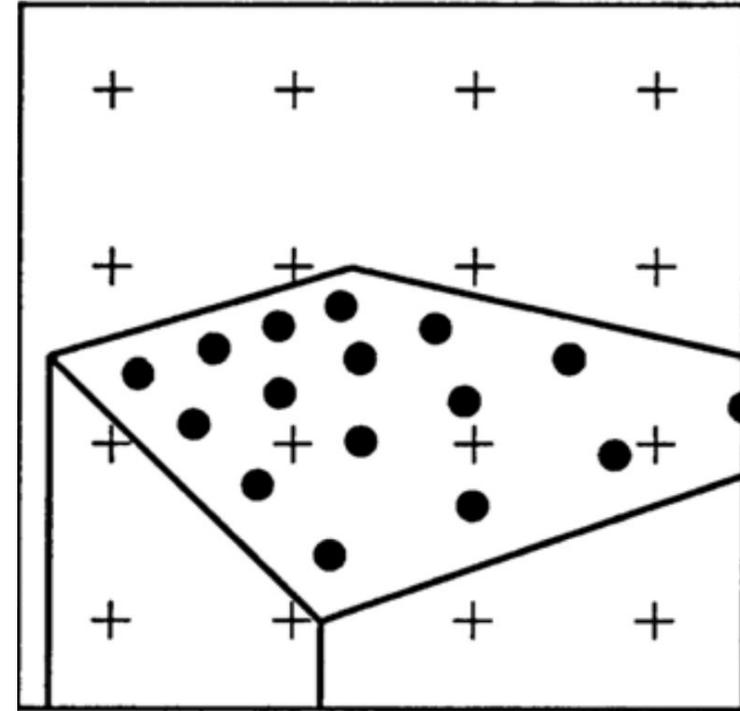
$$\begin{pmatrix} u \\ v \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \varphi/(2\pi) \\ \theta/\pi \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} (\text{atan2}(-d.z, d.x) + \pi)/(2\pi) \\ (\text{asin}(d.y))/\pi \end{pmatrix}$$





- ▶ Sampling diskretisiert kontinuierliches Signal
- ▶ Rekonstruktion um kontinuierliches Signal wieder herzustellen
- ▶ Mögliche Rekonstruktionen: bilineare/kubische/sinc Interpolation



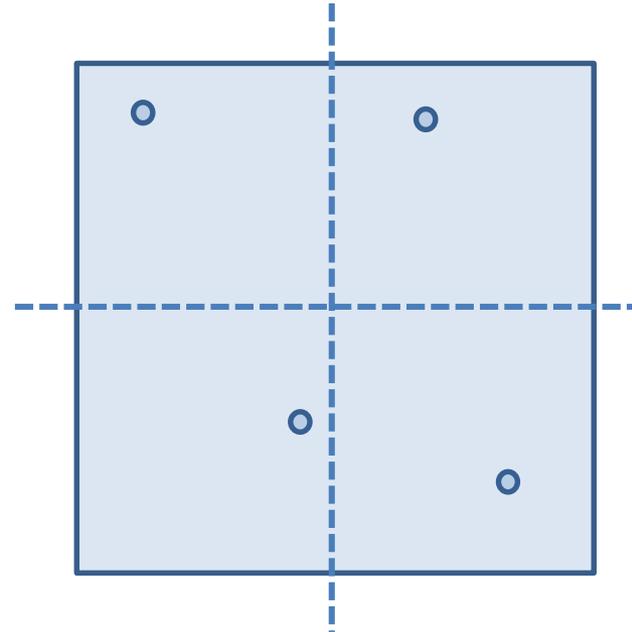
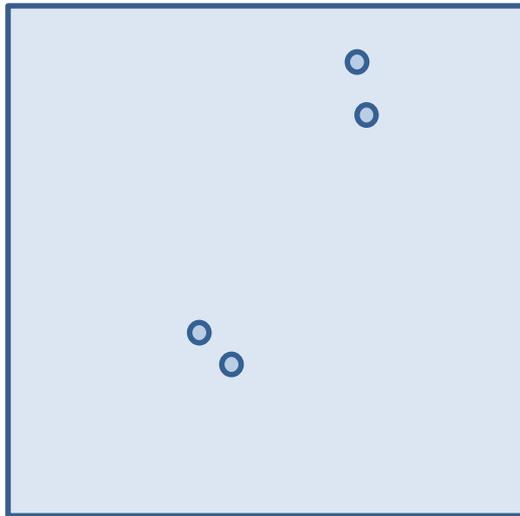


- ▶ Kann verringert werden durch Filterung
 - ▶ Überabtastung (Supersampling)
 - ▶ Vorfilterung (falls möglich, MipMapping)

Stratified Supersampling

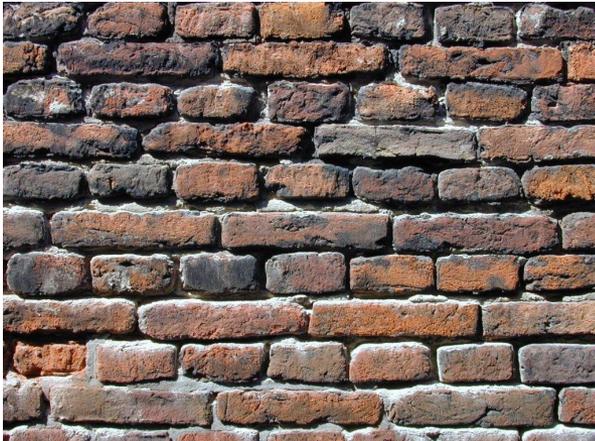
▶ „Stratified“?

- ▶ Strahlen durch zufällige Subpixelpositionen, aber
- ▶ Möglichst gleichmäßig verteilt (keine „Klumpen“)



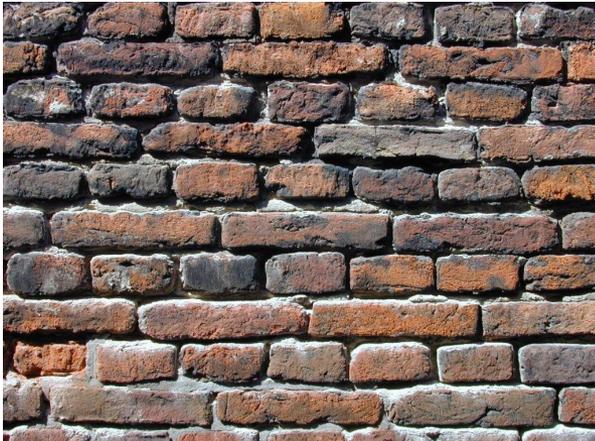
Mip Mapping

- ▶ Vorberechnete Detailstufen für Texturen
 - ▶ Hilft gegen Aliasing bei Verkleinerung
 - ▶ Schnell, da Vorbereitung
 - ▶ Hardwarebeschleunigung möglich
 - ▶ Speichereffizient (+ 1/3)



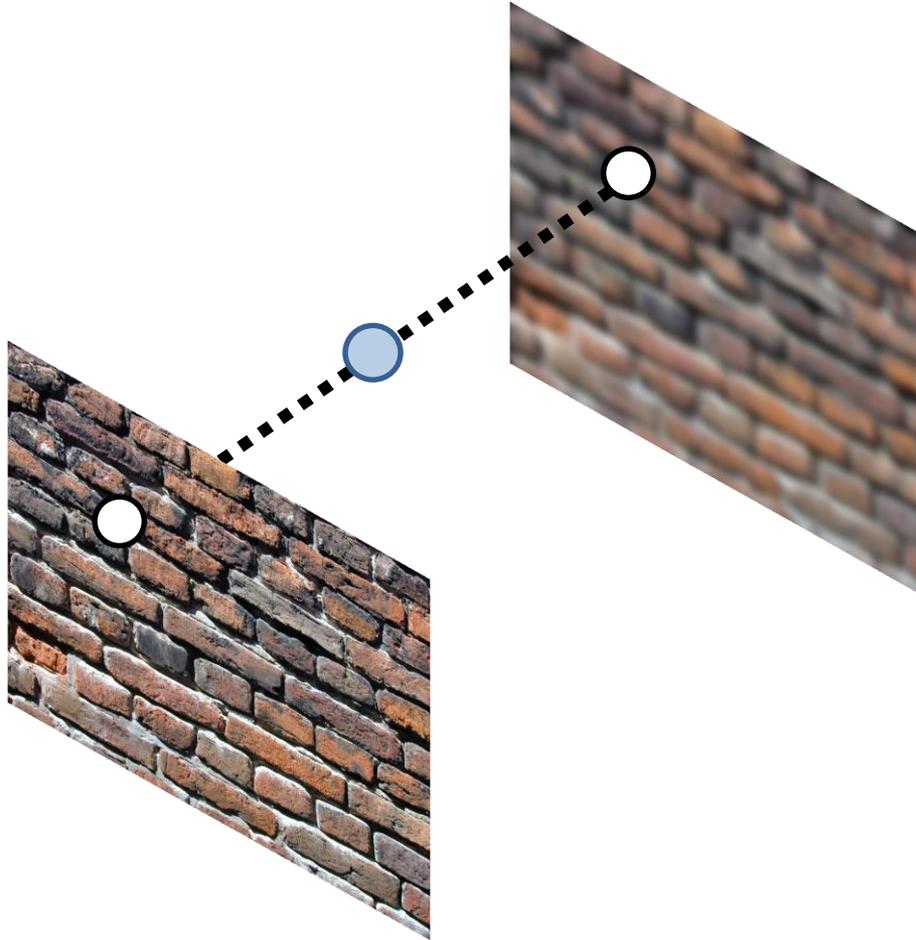
Mip Mapping

- ▶ Iterativ Seitenlängen halbieren bis nur noch eine 1x1 Textur übrig bleibt
- ▶ In jedem Schritt einen 2x2 Texel-Block Filtern (mitteln)
- ▶ Hinweis: Eine Textur muss nicht quadratisch sein!
- ▶ Annahme: Jede Seitenlänge ist eine Zweierpotenz.



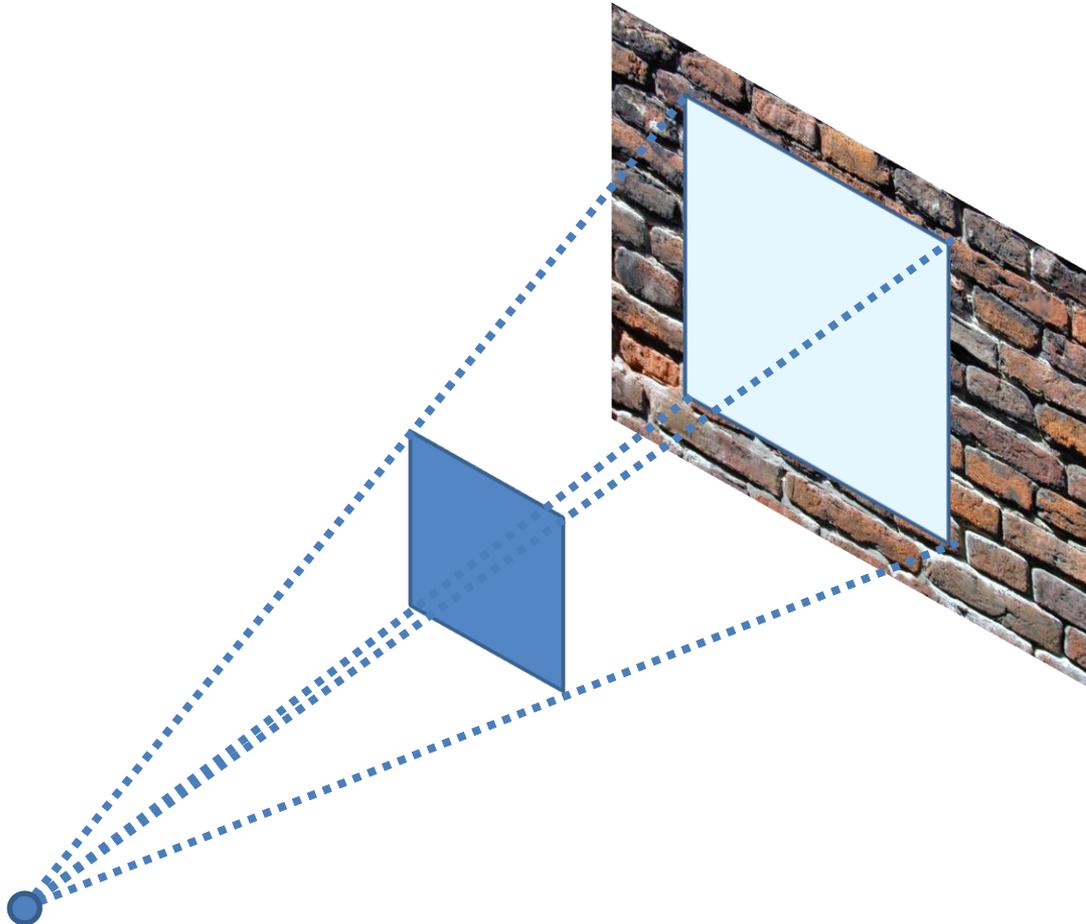
Mip Mapping

▶ Trilineare Interpolation



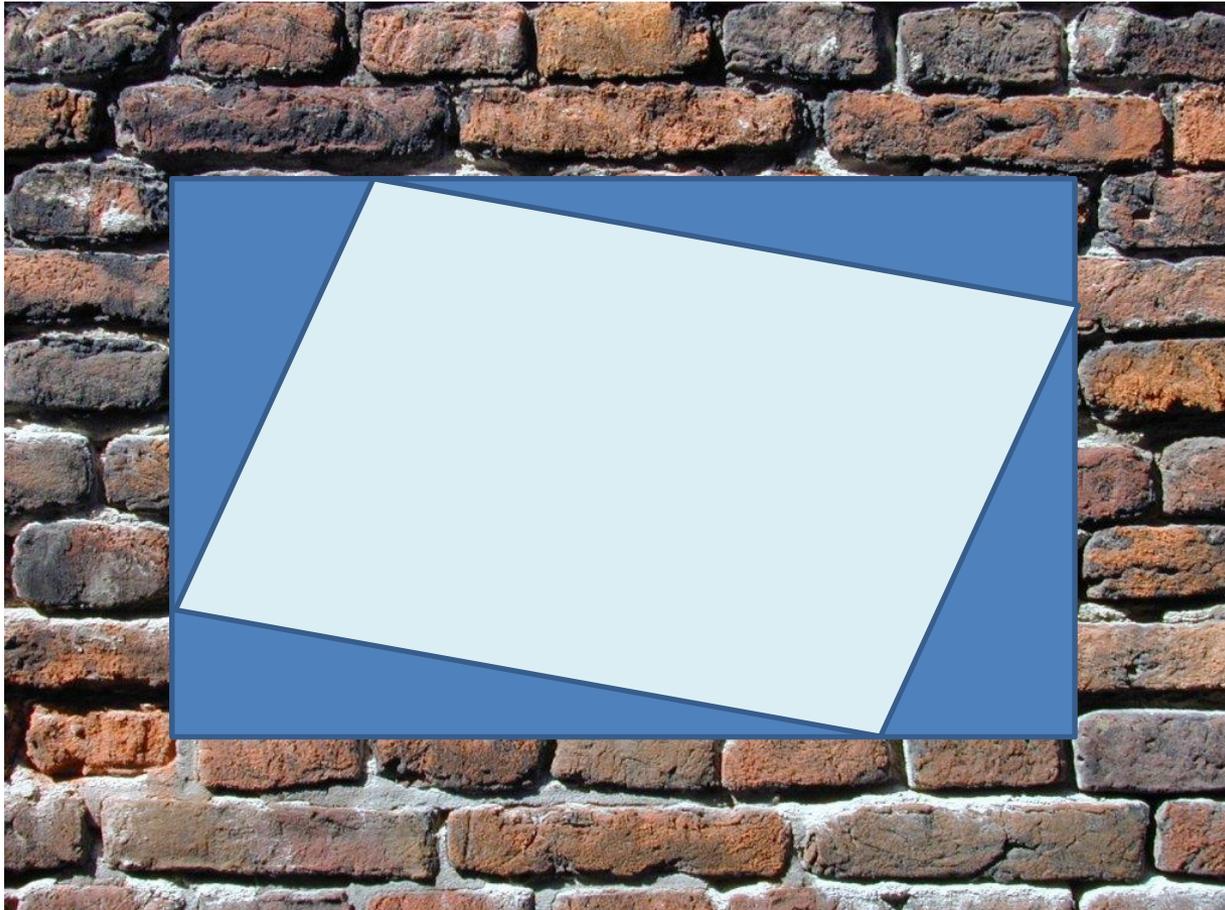
Mip Mapping

- ▶ Wie wählt man die richtigen Stufen aus?
 - ▶ Größe des Pixel-Footprint soll ungefähr einem Texel in der Mipmap-Stufe entsprechen.
 - ▶ Dazu: Pixel-Footprint auf Tangentialebene bestimmen.



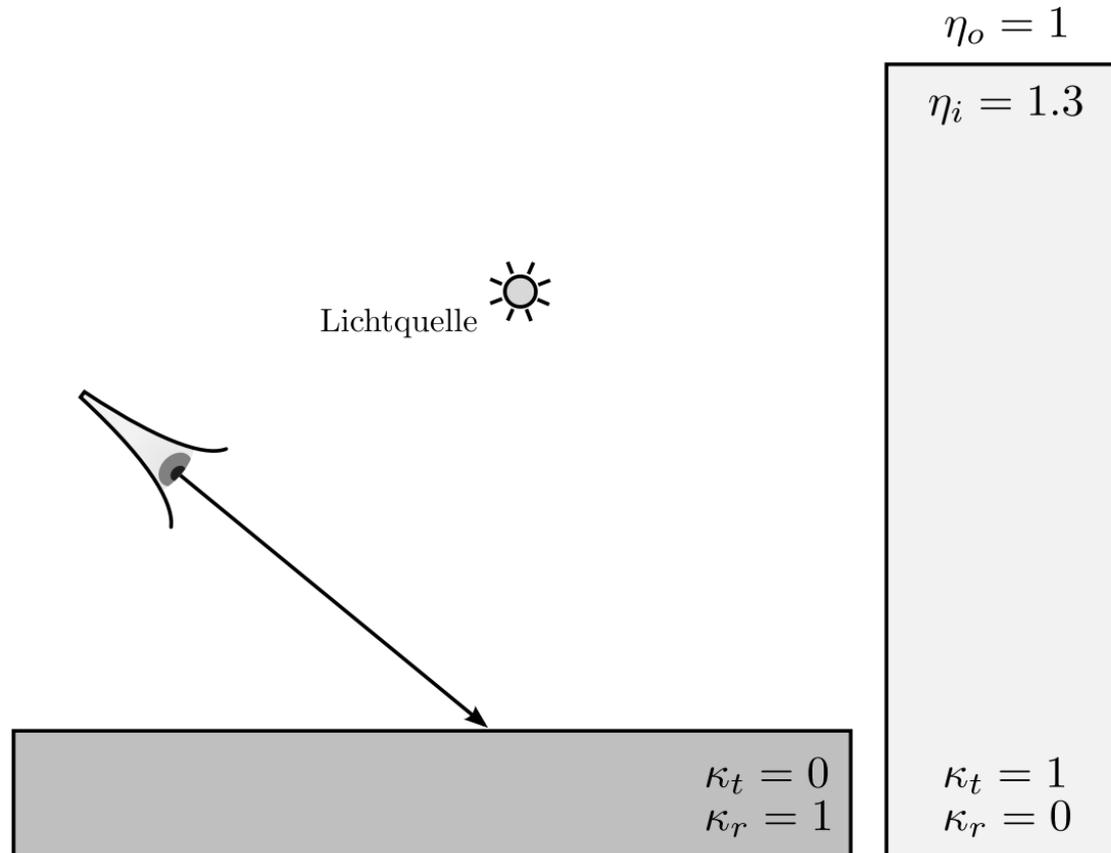
Mip Mapping

- ▶ Der Pixel-Footprint muss kein Quadrat sein
 - ▶ ⇒ maximale Seitenlänge der AABB im Texturraum nutzen

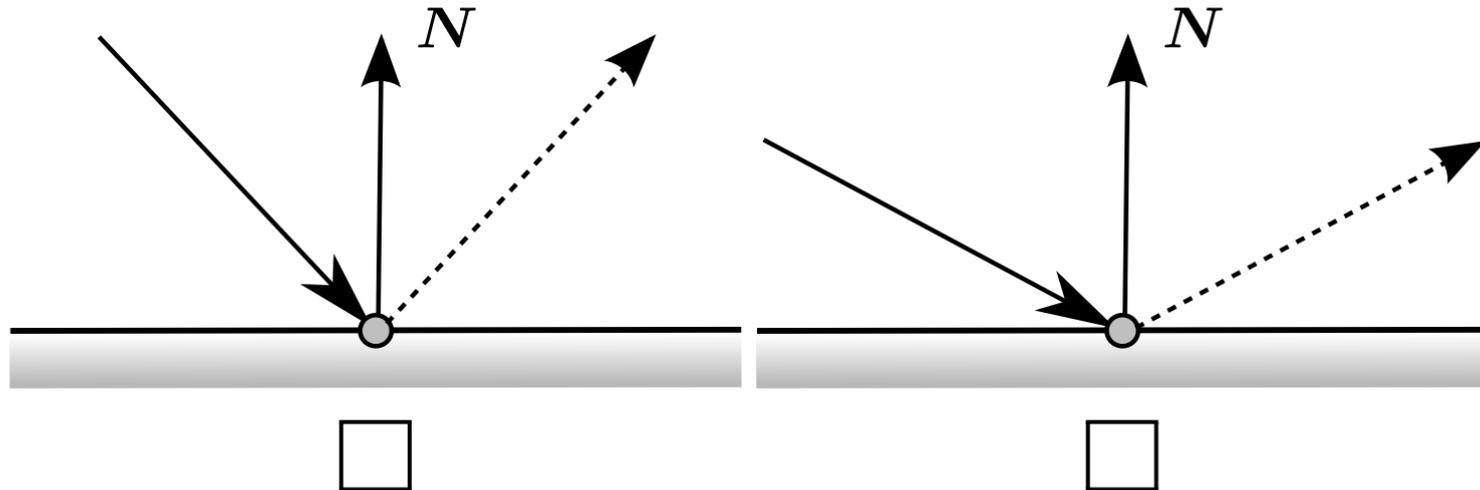


Theorie 2. Blatt

Zeichnen Sie in der folgenden Grafik für den eingezeichneten Primärstrahl alle Sekundärstrahlen ein, die beim Whitted-Style-Raytracing erzeugt werden (auch die Strahlen, die keine in der Grafik sichtbaren Objekte treffen). Die dunklere Box soll, wie ein perfekter Spiegel, sämtliches Licht *reflektieren*. Die hellere Box soll, wie perfektes Glas, sämtliches Licht *transmittieren*. Der Brechungsindex der helleren Box ist mit η_i gegeben, die Brechzahl des umgebenden Mediums ist η_o .



Die folgenden Skizzen zeigen zwei Lichtstrahlen mit unterschiedlichem Einfallswinkel die an einer *spekularen Glasoberfläche* reflektiert werden (der Vektor N ist die Normale der Oberfläche). Kreuzen Sie den Fall an, in dem ein größerer Teil des einfallenden Lichts reflektiert wird!



Wie nennt man das physikalische Gesetz oder Prinzip, welches den Zusammenhang zwischen Einfallswinkel und Reflektivität beschreibt?

Wie nennt man das physikalische Gesetz oder Prinzip, welches die Richtungsänderung eines Lichtstrahls beim Übergang in ein anderes Medium beschreibt?

Welche Bedingung muss gelten, damit beim Übergang eines Lichtstrahls von einem Medium mit Brechungsindex η_0 in ein Medium mit Brechungsindex η_1 Totalreflexion auftreten kann?