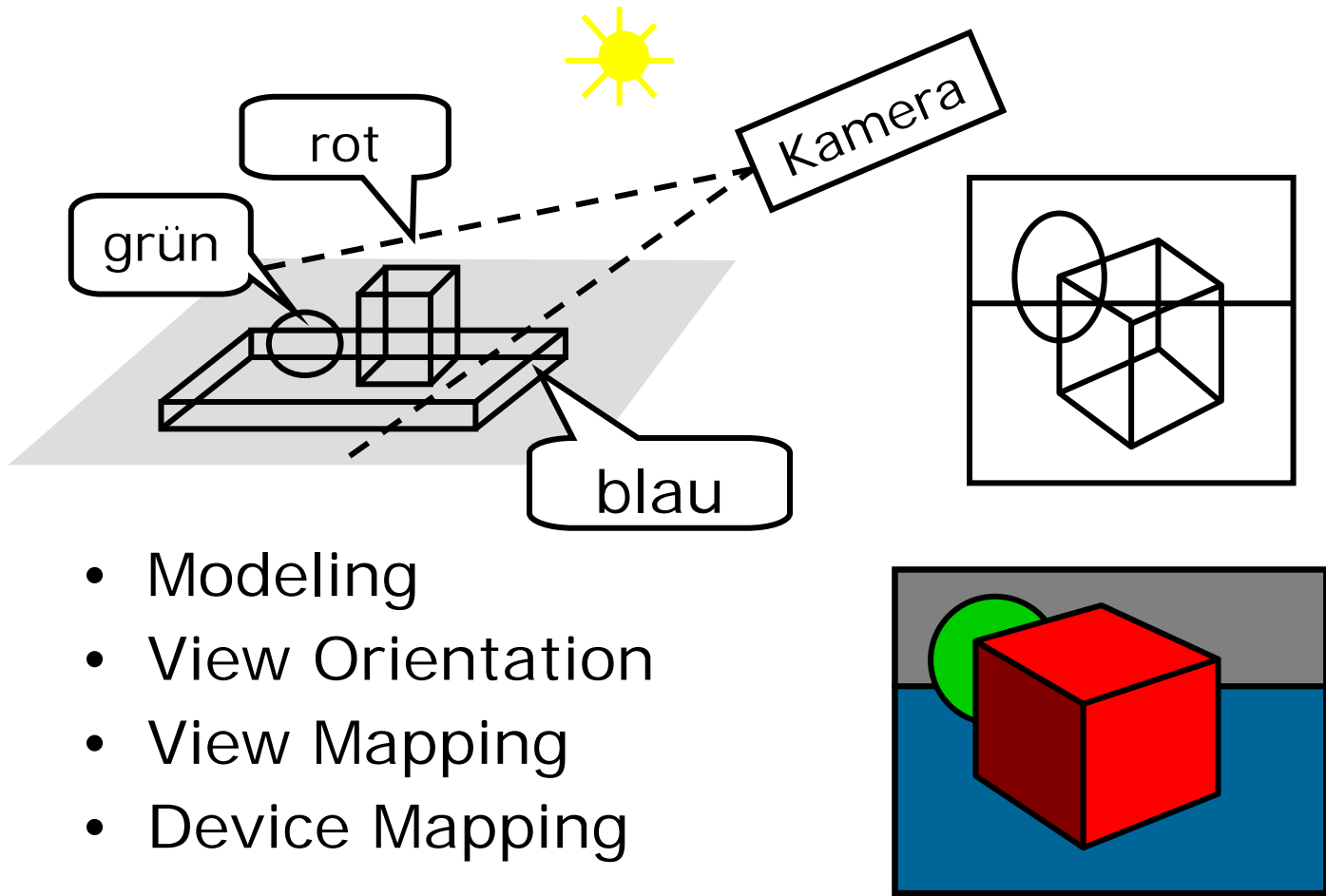


Computergrafik 2014

Oliver Vornberger

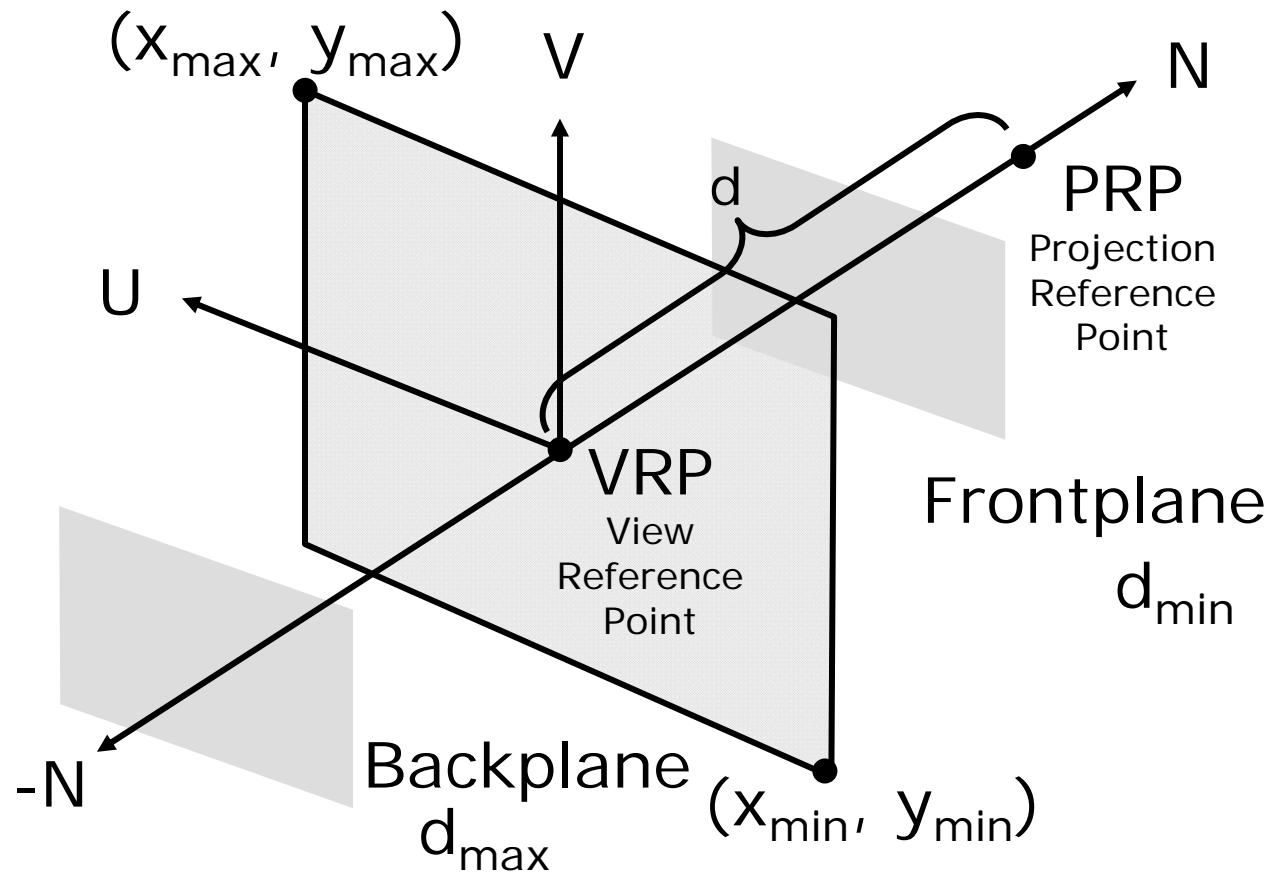
Kapitel 15:
Viewing Pipeline

Sequenz von Transformationen

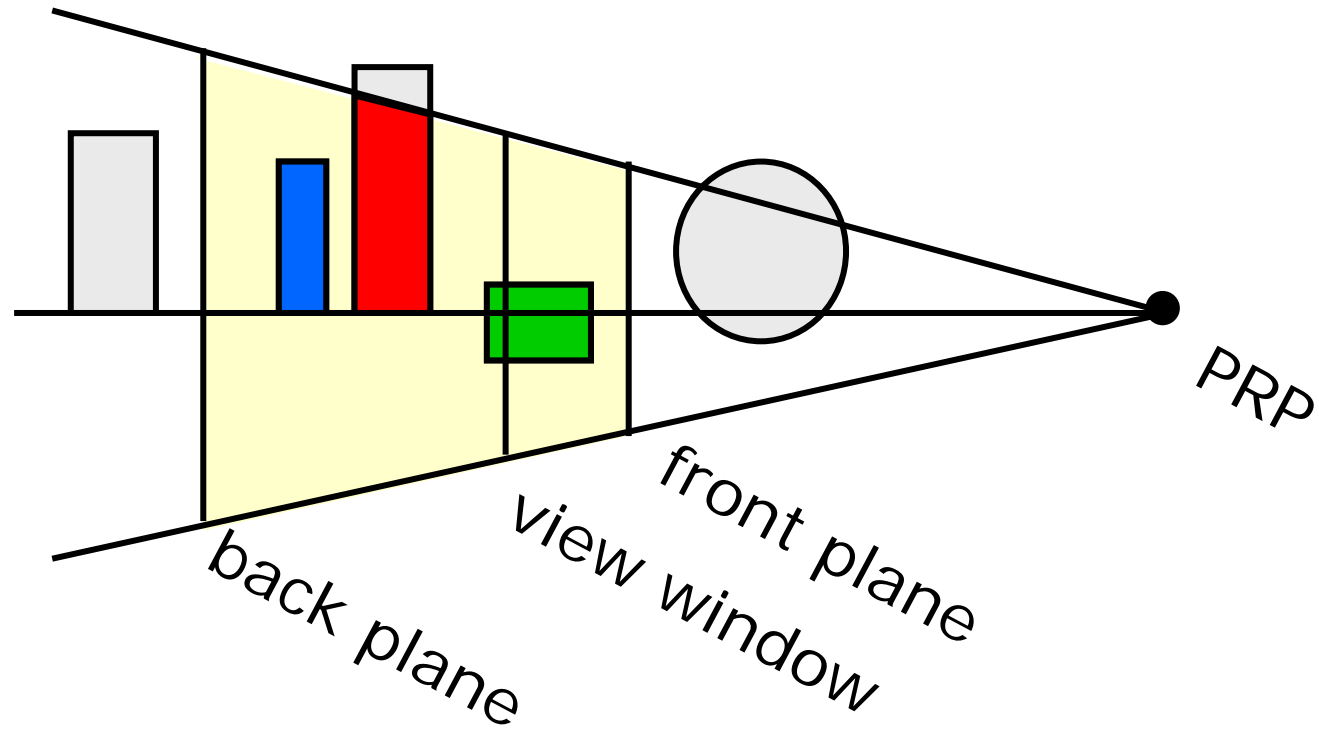


Die synthetische Kamera

View **R**eference **C**oordinate System



View Volume



erforderliche Informationen

- Objekte beschrieben in Modellkoordinaten, z.B. Mittelpunkt (0,0,0) und Kantenlänge 1
- Szene beschrieben durch Weltkoordinaten d.h. Objekte platziert durch Translation, Skalierung und Rotation
- Synthetische Kamera beschrieben durch U, V, N, VRP
 $d, x_{\max}, y_{\max}, x_{\min}, y_{\min}, d_{\min}, d_{\max}$
PRP Bildfläche Front Back

Viewing Pipeline

1.) Modeling: $MC \rightarrow WC$

beschreibe Szene in Weltkoordinaten

2.) View Orientation: $WC \rightarrow VRC$

überführe Szene in Kameraperspektive

3.) View Mapping: $VRC \rightarrow NPC$

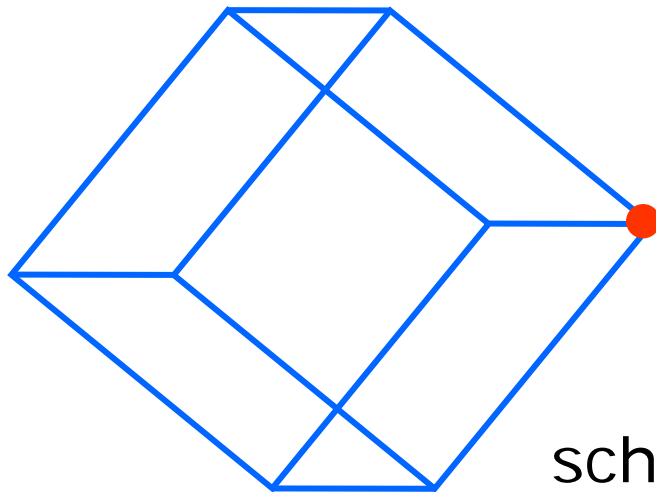
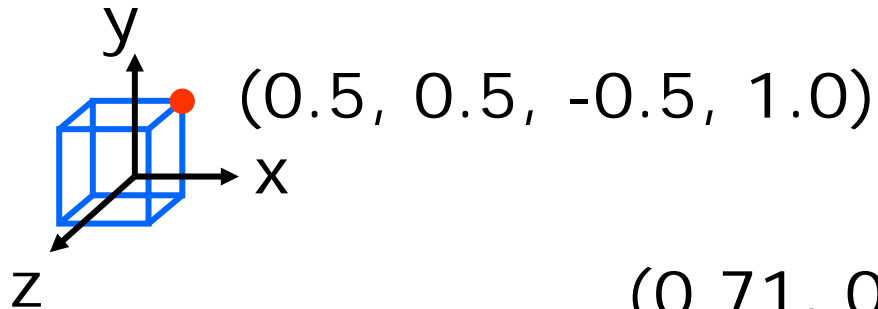
überführe Szene in Einheitswürfel

4.) Device Mapping: $NPC \rightarrow DC$

projiziere Szene auf Bildschirm

Modeling

Würfel mit Kantenlänge 1, Mittelpunkt $(0,0,0)$



$(0.71, 0.0, -0.5, 1.0)$

$(3.53, 0.0, -2.5, 1.0)$

$(3.53, 0.0, 17.5, 1.0)$

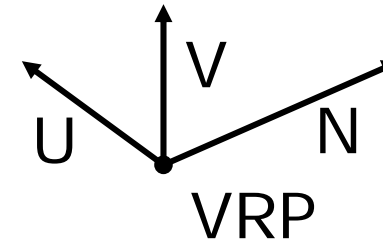
Drehe um 45°

Skaliere um Faktor 5

schiebe um 20 nach vorne

View Orientation

Gegeben sei die synthetische Kamera:

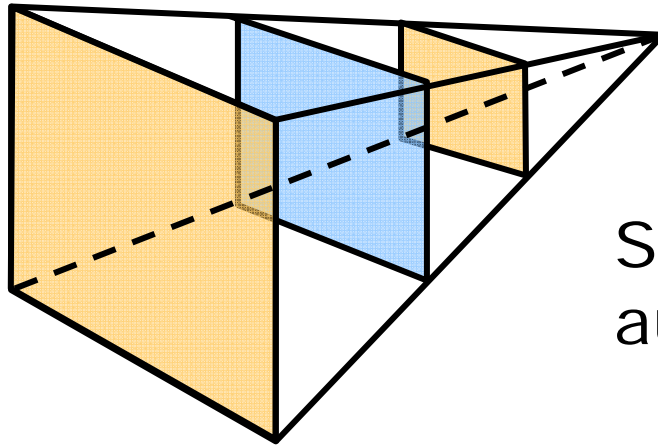


$$\text{Bilde } M := \begin{pmatrix} U_x & V_x & N_x & VRP_x \\ U_y & V_y & N_y & VRP_y \\ U_z & V_z & N_z & VRP_z \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

$$\text{Bilde } T := M^{-1}$$

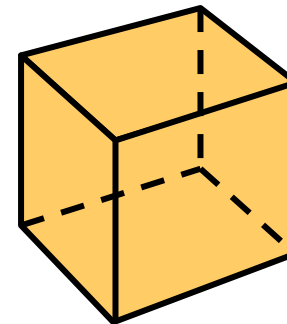
Transformiere jedes Objekt mit T

View Mapping

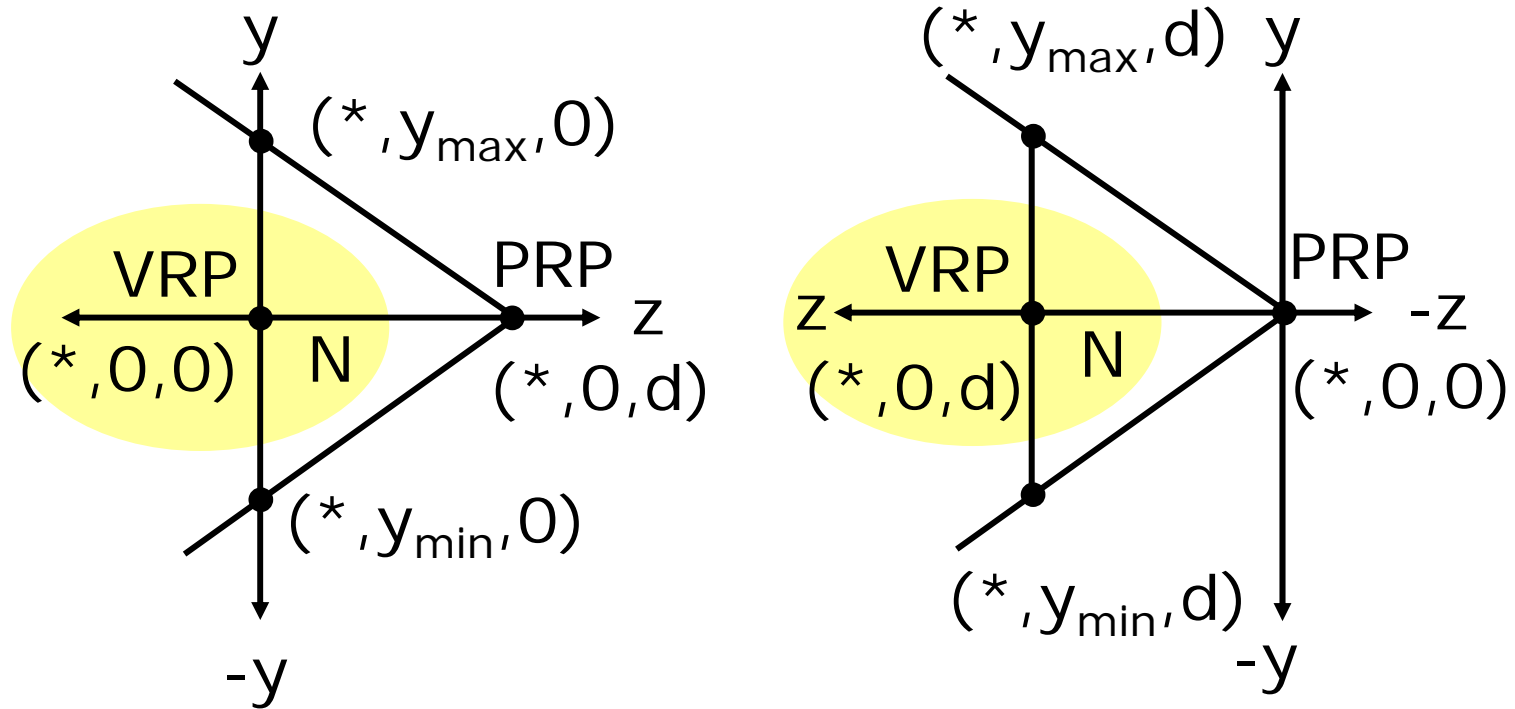


Szene ist beschrieben
aus Sicht der Kamera

Ziel:
Transformation in
den Einheitswürfel



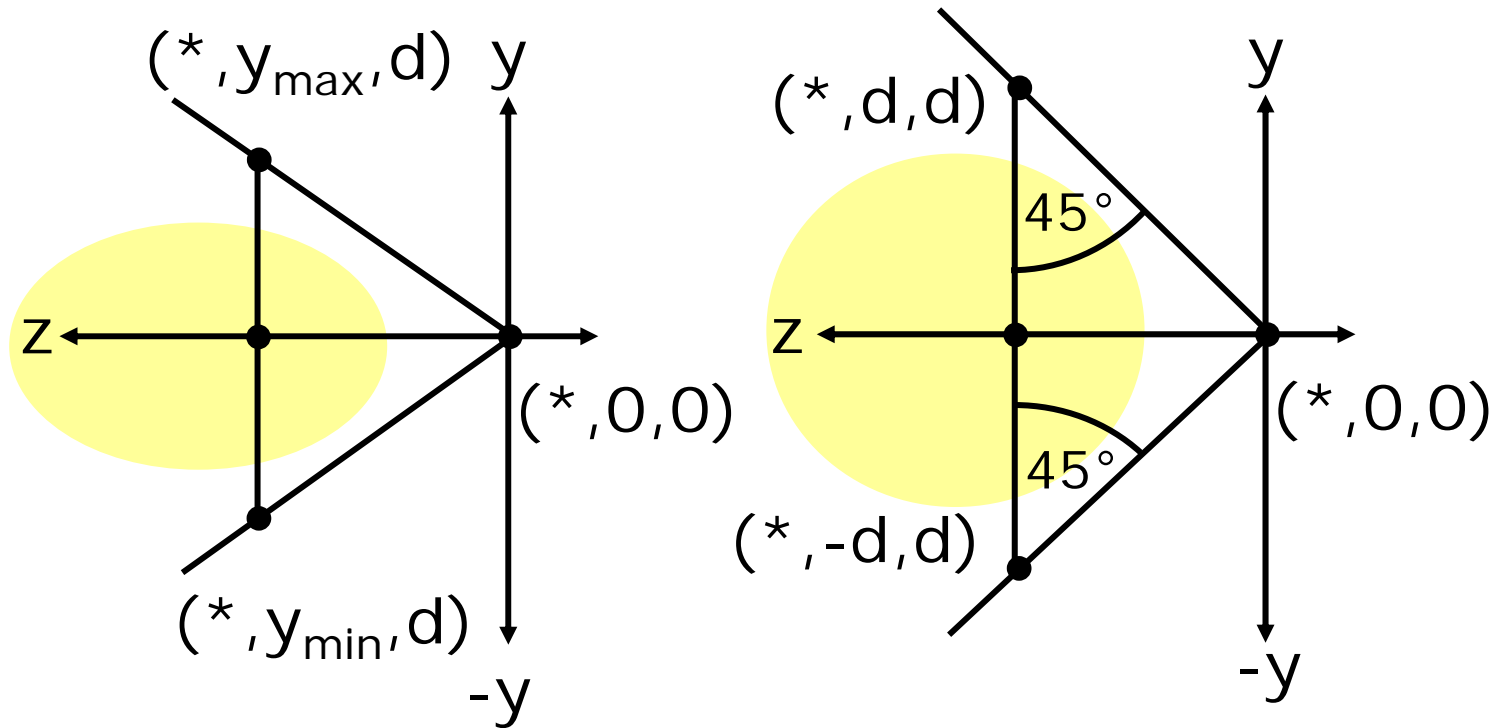
Auge in den Ursprung



schiebe PRP in Ursprung $z := z-d$

spiegel an x/y-Ebene $z := -z$

Symmetrischer Pyramidenstumpf



$$y' := k_1 \cdot y + k_2 \cdot z$$

$$z' := z$$

$$d := k_1 \cdot y_{\max} + k_2 \cdot d$$

$$-d := k_1 \cdot y_{\min} + k_2 \cdot d$$

Skalierungskoeffizienten

Lösung des Gleichungssystems liefert für y :

$$k_1 = \frac{2d}{y_{max} - y_{min}} \quad k_2 = -\frac{y_{max} + y_{min}}{y_{max} - y_{min}}$$

Analog für x -Werte:

$$k_3 = \frac{2d}{x_{max} - x_{min}} \quad k_4 = -\frac{x_{max} + x_{min}}{x_{max} - x_{min}}$$

Transformationsmatrix

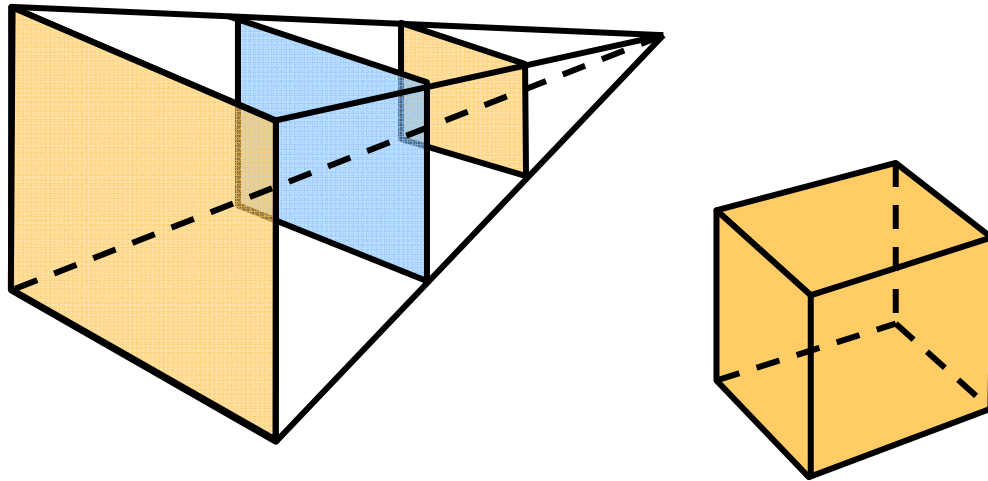
$$x' := k_3 \cdot x + k_4 \cdot z$$

$$y' := k_1 \cdot y + k_2 \cdot z$$

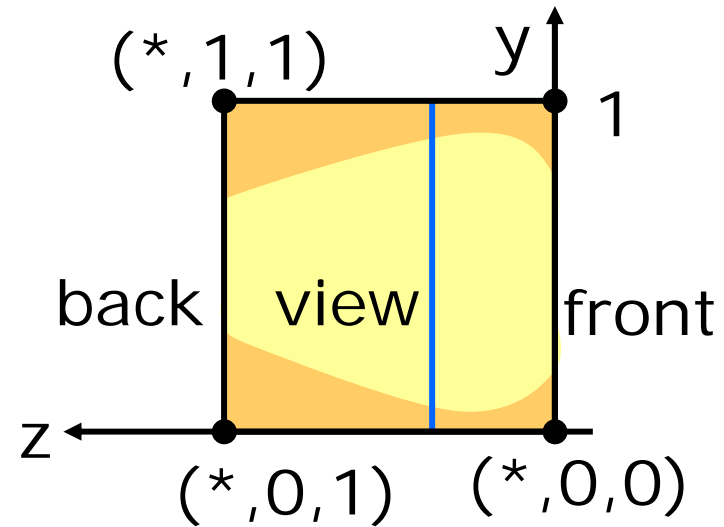
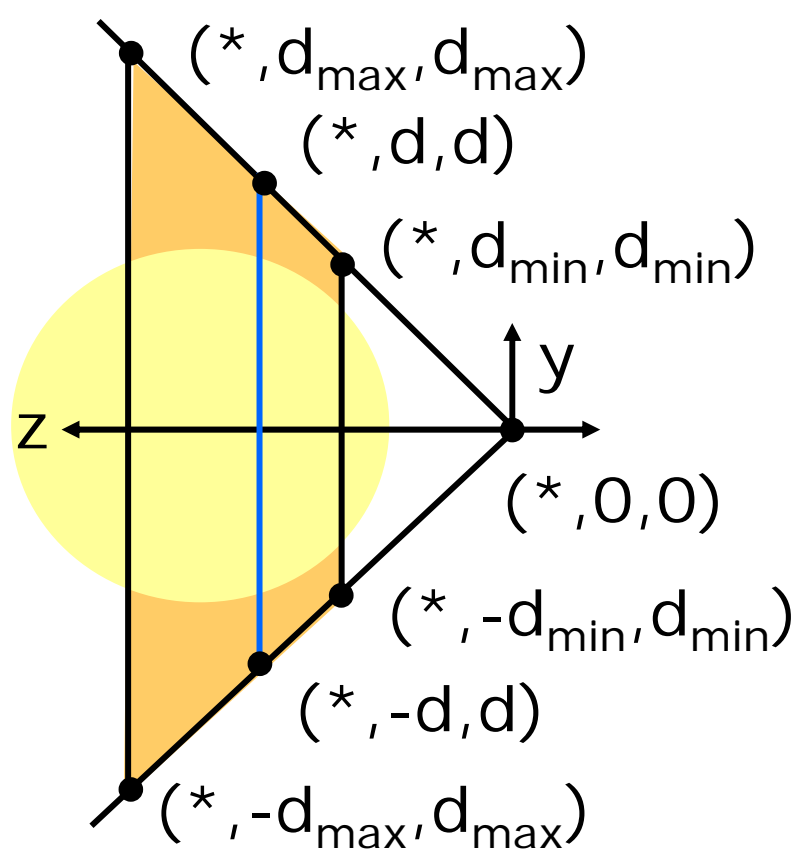
$$z' := z$$

$$\begin{pmatrix} \frac{2d}{x_{max} - x_{min}} & 0 & -\frac{x_{max} + x_{min}}{x_{max} - x_{min}} & 0 \\ 0 & \frac{2d}{y_{max} - y_{min}} & -\frac{y_{max} + y_{min}}{y_{max} - y_{min}} & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

Pyramide und Einheitswürfel



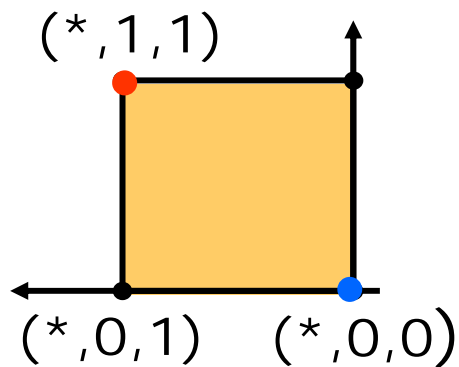
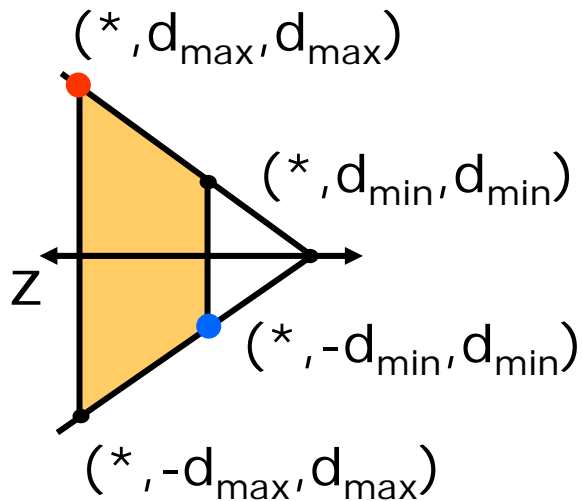
Überführung in Einheitswürfel



$$y' = k_1 + k_2 \cdot \frac{y}{z}$$

$$z' = k_3 + k_4 \cdot \frac{1}{z}$$

Gleichungssystem



$$y' = k_1 + k_2 \cdot \frac{y}{z}$$

$$z' = k_3 + k_4 \cdot \frac{1}{z}$$

$$1 = k_1 + k_2 \cdot \frac{d_{\max}}{d_{\max}}$$

$$0 = k_1 + k_2 \cdot \frac{-d_{\min}}{d_{\min}}$$

$$1 = k_3 + k_4 \cdot \frac{1}{d_{\max}}$$

$$0 = k_3 + k_4 \cdot \frac{1}{d_{\min}}$$

Skalierungskoeffizienten

Lösung des Gleichungssystems liefert

für y:

$$k_1 = \frac{1}{2} \quad k_2 = \frac{1}{2}$$

für z:

$$k_3 = \frac{d_{max}}{d_{max} - d_{min}} \quad k_4 = \frac{-d_{min} \cdot d_{max}}{d_{max} - d_{min}}$$

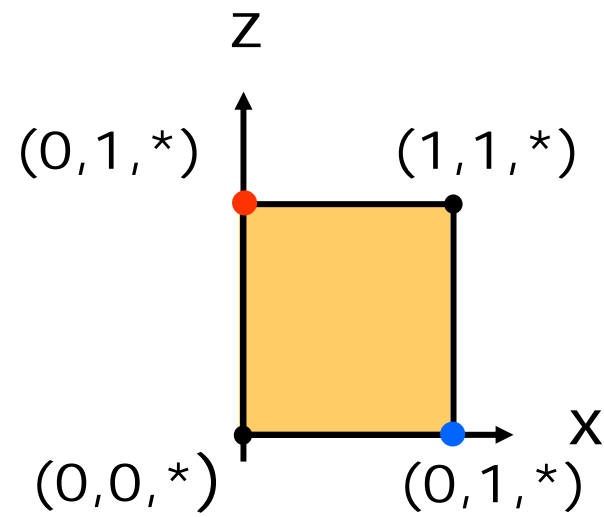
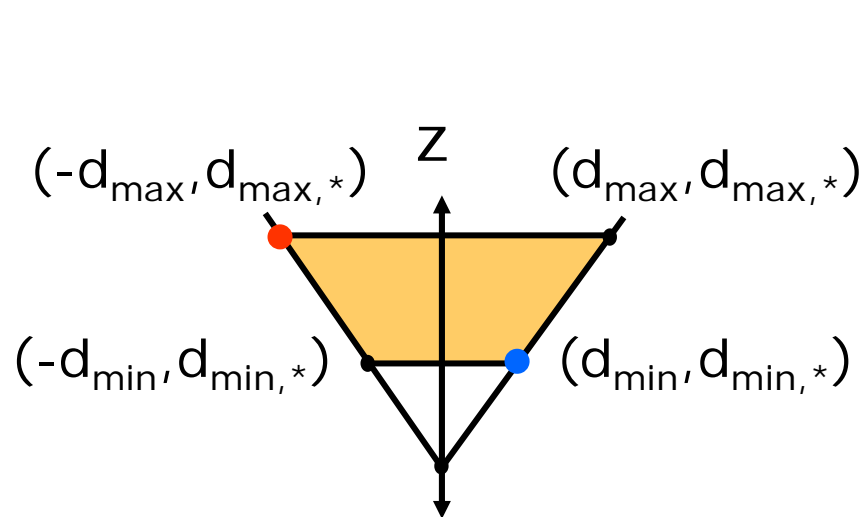
Skalierungskoeffizienten

Lösung des Gleichungssystems liefert

für x :

$$k_5 = \frac{1}{2}$$

$$k_6 = \frac{1}{2}$$



Vorbereitung der Matrix

geeignet für spätere Division durch z :

$$x' = \frac{1}{2} + \frac{1}{2} \cdot x/z = \left(\frac{1}{2} \cdot x + \frac{1}{2} \cdot z\right)/z$$

$$y' = \frac{1}{2} + \frac{1}{2} \cdot y/z = \left(\frac{1}{2} \cdot y + \frac{1}{2} \cdot z\right)/z$$

$$\begin{aligned} z' &= \frac{d_{max}}{d_{max} - d_{min}} + \frac{-d_{min} \cdot d_{max}}{d_{max} - d_{min}} \cdot \frac{1}{z} \\ &= \left(\frac{d_{max}}{d_{max} - d_{min}} \cdot z + \frac{-d_{min} \cdot d_{max}}{d_{max} - d_{min}} \right) / z \end{aligned}$$

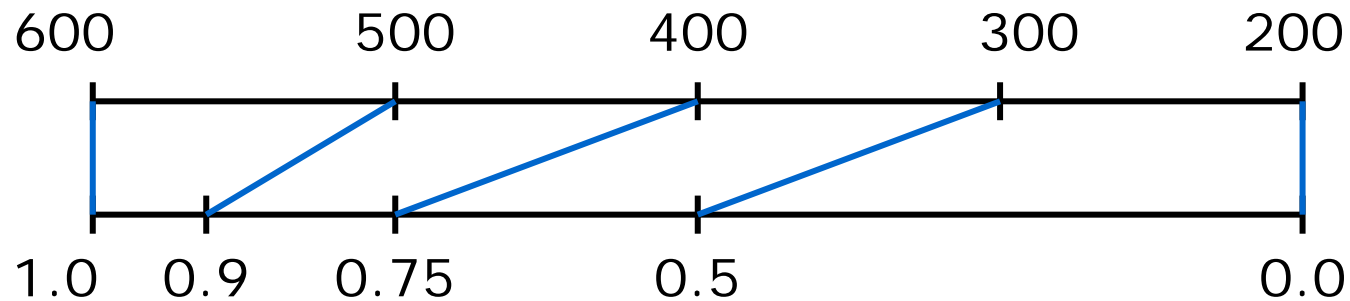
Transformationsmatrix

$$\begin{array}{ccc}
 x' := (k_6 \cdot x + k_5 \cdot z) / z & y' := (k_2 \cdot y + k_1 \cdot z) / z & z' := (k_3 \cdot z + k_4 \cdot 1) / z \\
 \underbrace{\quad} \underbrace{\quad} & \underbrace{\quad} \underbrace{\quad} & \underbrace{\quad} \underbrace{\quad} \\
 \frac{1}{2} \quad \frac{1}{2} & \frac{1}{2} \quad \frac{1}{2} & \frac{d_{max}}{d_{max} - d_{min}} \quad \frac{-d_{min} \cdot d_{max}}{d_{max} - d_{min}}
 \end{array}$$

$$\begin{pmatrix}
 \frac{1}{2} & 0 & \frac{1}{2} & 0 \\
 0 & \frac{1}{2} & \frac{1}{2} & 0 \\
 0 & 0 & \frac{d_{max}}{d_{max} - d_{min}} & \frac{-d_{min} \cdot d_{max}}{d_{max} - d_{min}} \\
 0 & 0 & 1 & 0
 \end{pmatrix}$$

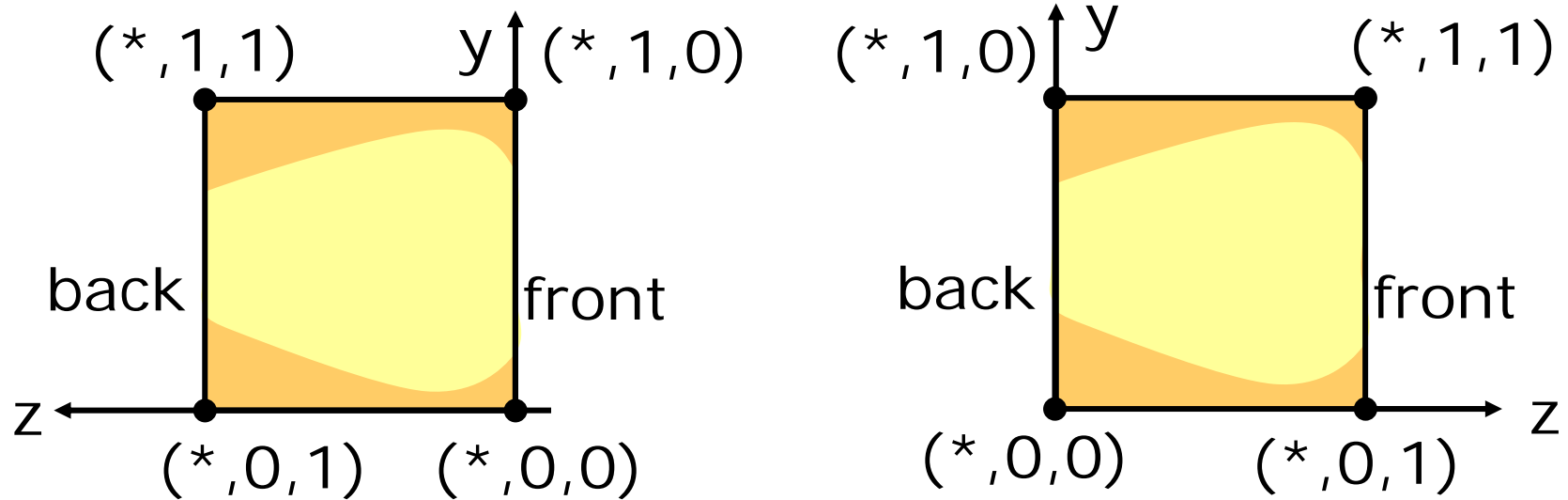
Obacht: Stauchung

$$z' := \frac{600}{600-200} + \frac{-200 \cdot 600}{600-200} \cdot \frac{1}{z} = 1.5 - \frac{300}{z}$$



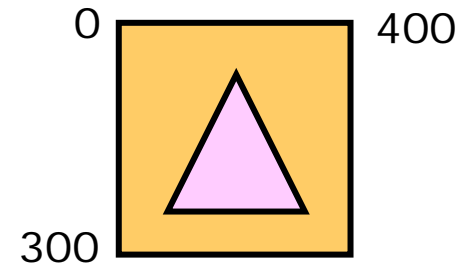
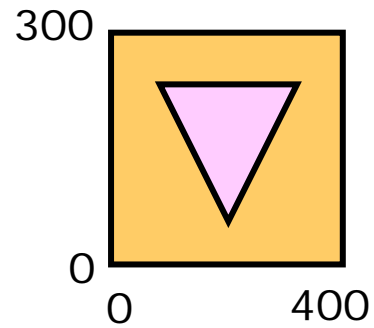
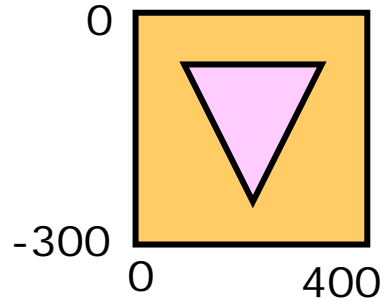
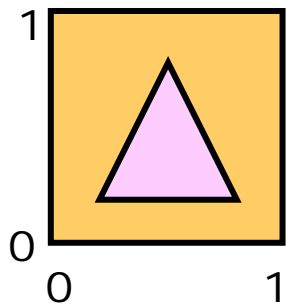
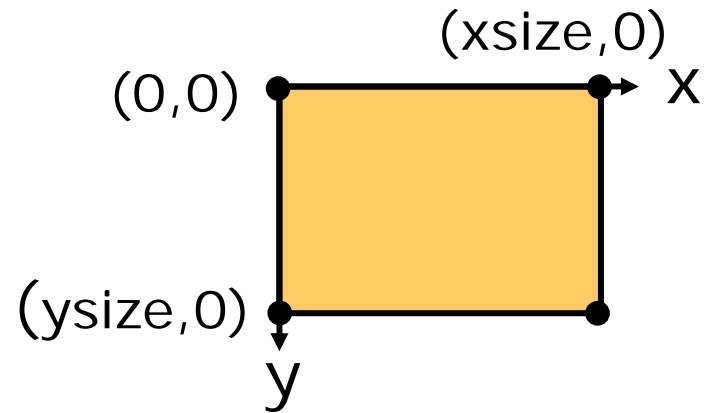
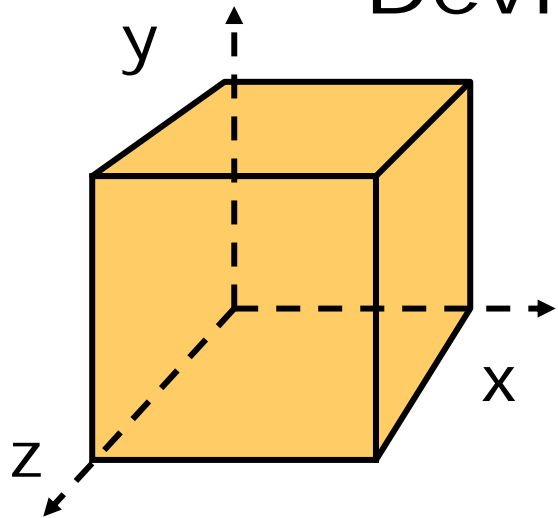
- Szene wird nichtlinear gestaucht
- Objekte drängeln sich an der back plane
- reicht für Sichtbarkeitsbestimmung aus.

linkshändig - rechtshändig

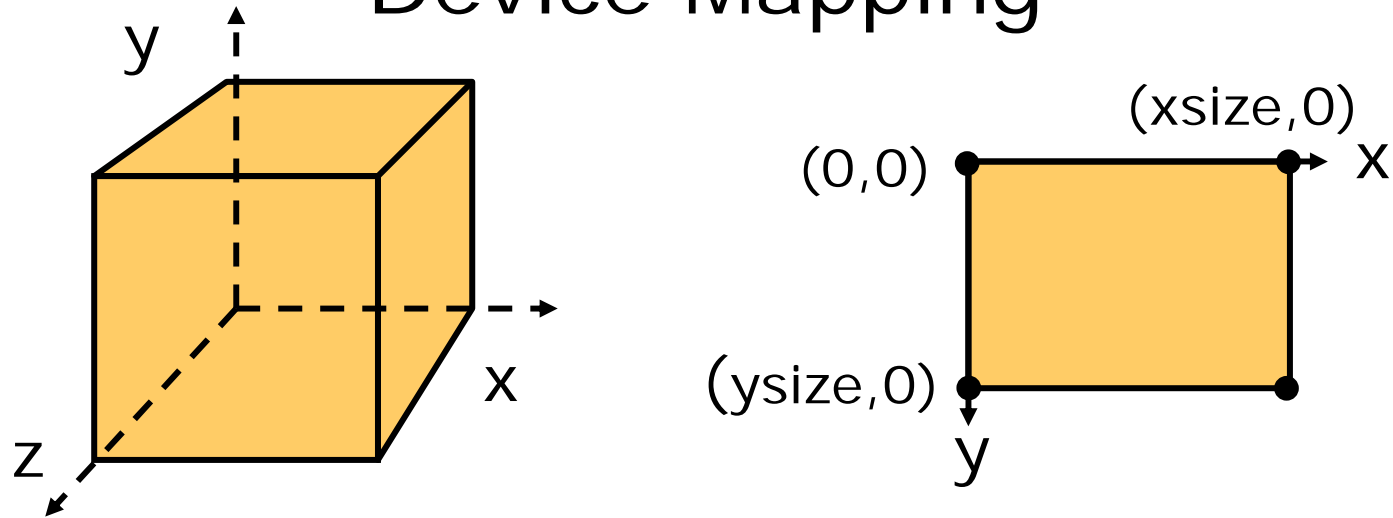


- spiegel an x/y-Ebene
- verschiebe back plane in x/y-Ebene

Device Mapping



Device Mapping

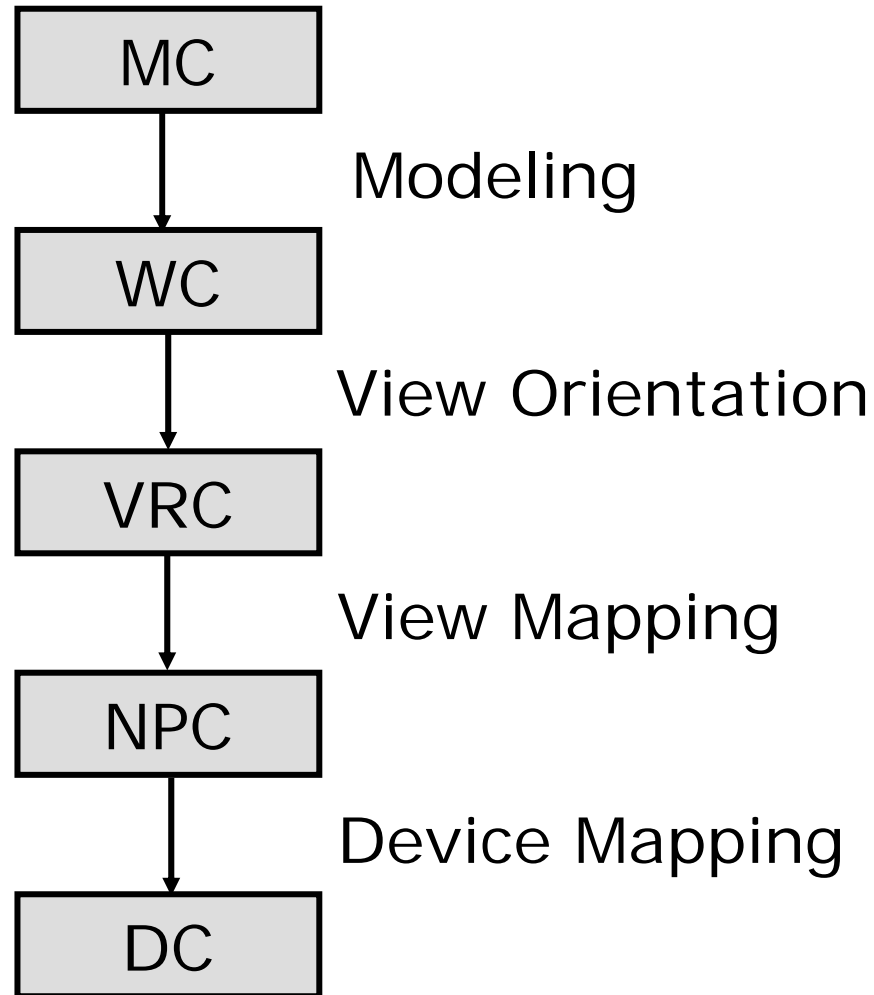


skalriere mit $(xsize, -ysize)$ und verschiebe um $+ysize$

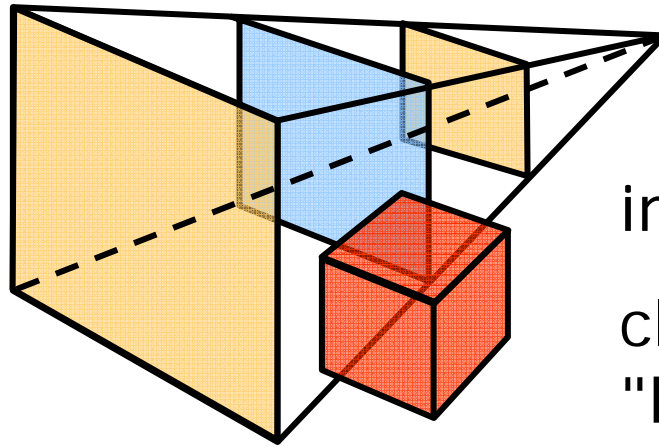
$$\begin{bmatrix} xsize & 0 & 0 & 0 \\ 0 & -ysize & 0 & ysize \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

z-Werte
merken !

Zusammenfassung Viewing Pipeline



Clipping



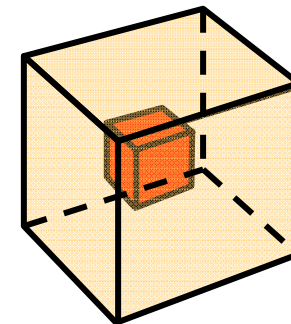
im WC:

clippen an sechs
"beliebigen" Flächen

im NPC:

clippen an sechs
"einfachen" Flächen

(6-Bit-Bereichscode)



Vergleich

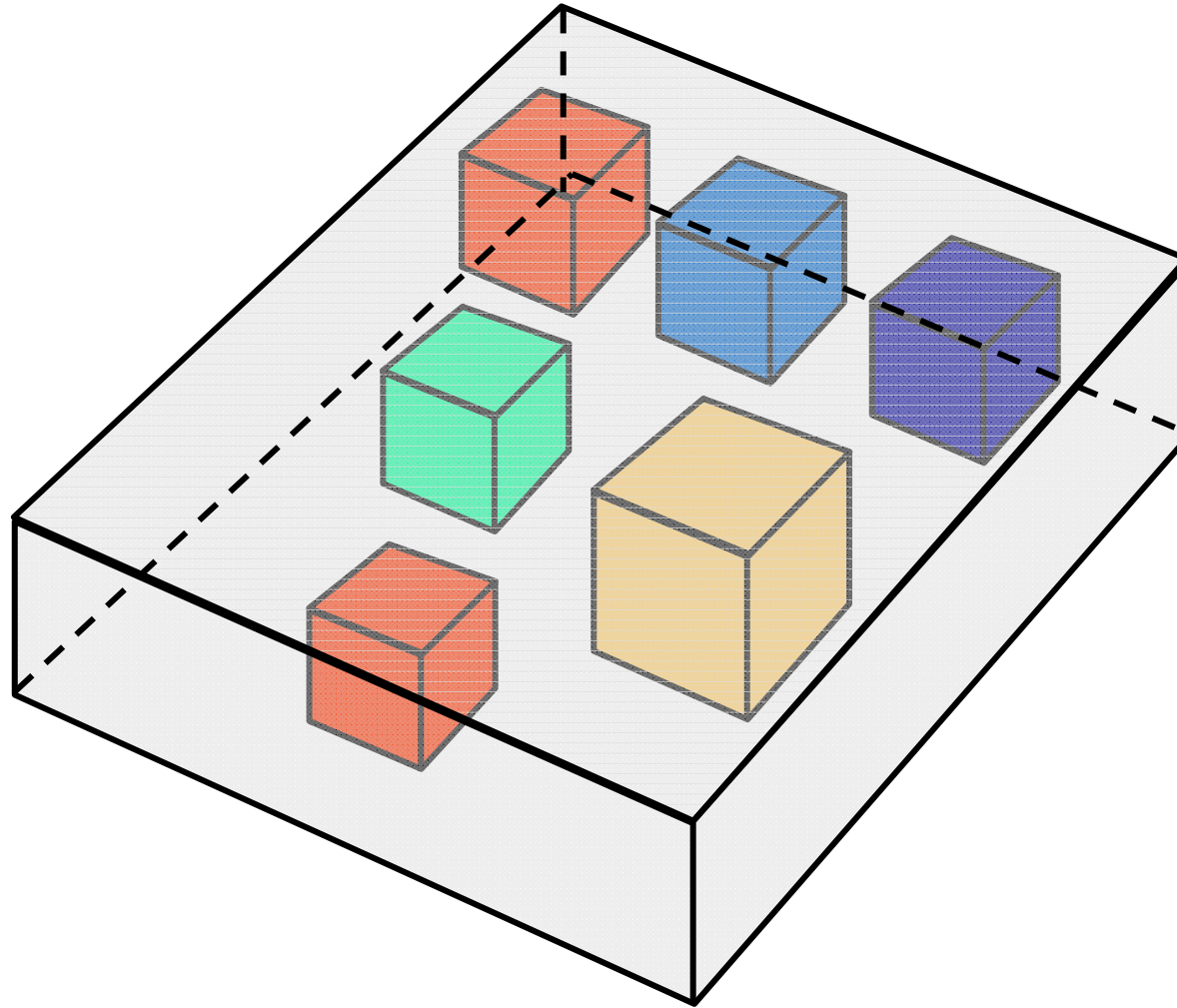
frühes Clipping:

- Clipping im WC schwierig
- + Transformation ins VPC und NPC mit reduzierter Szene

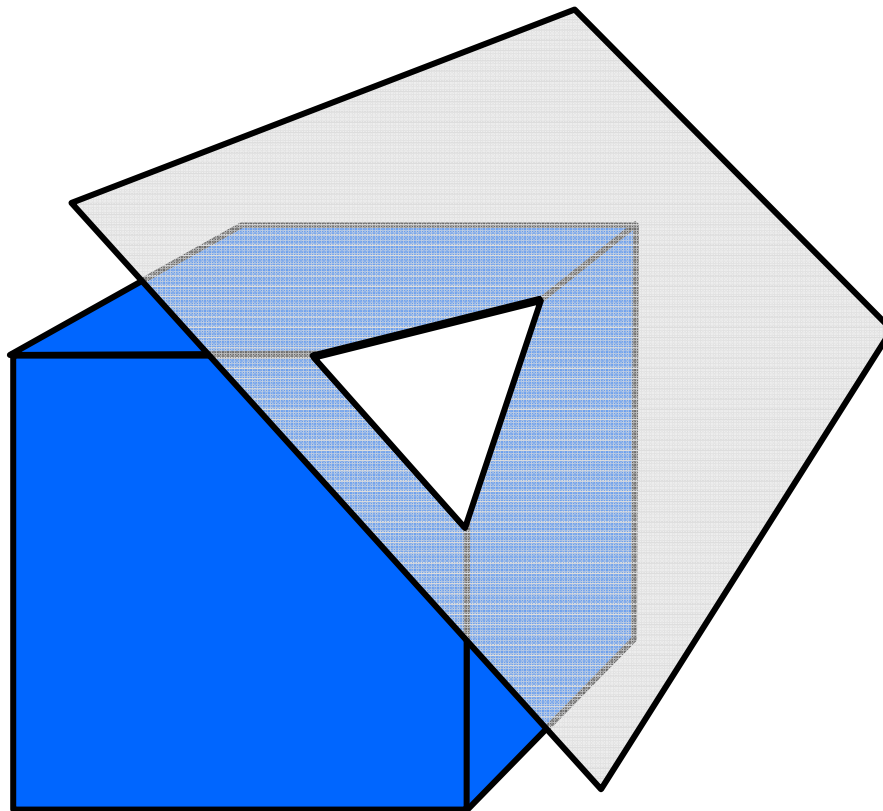
spätes Clipping:

- Transformation der kompletten Szene ins VPC und NPC
- + Clipping im NPC einfach

Umgebungsclipping



Probleme beim Clipping



Obacht:
Polyeder
zerfällt in
Polygone !