

# Interaktive Computergrafik



**Prof. Dr. Frank Steinicke**  
Human-Computer Interaction  
Department of Computer Science  
University of Hamburg



# Interaktive Computergrafik

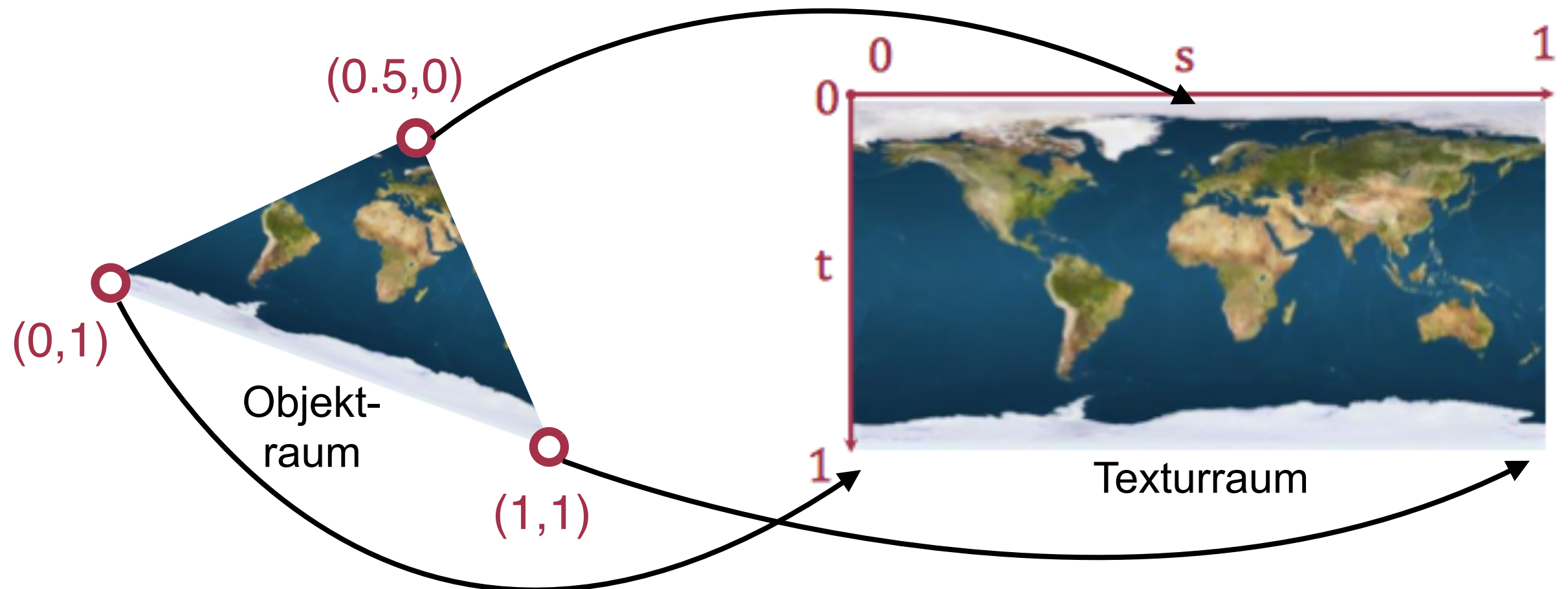
## Lektion 11

**Prof. Dr. Frank Steinicke**

Human-Computer Interaction, Universität Hamburg

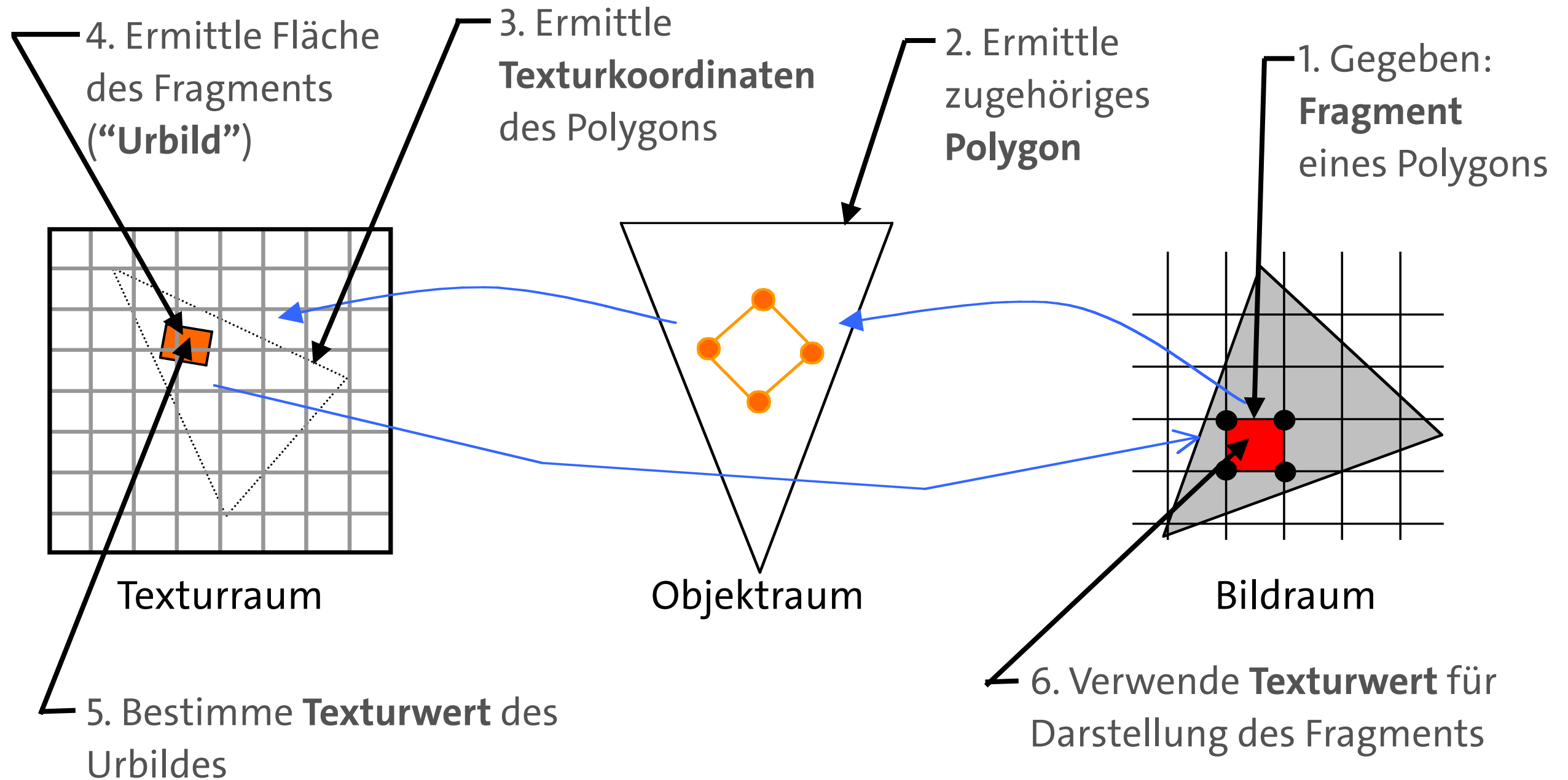
# 2D-Texturkoordinaten

- Eckpunkte werden für Texturierung um **Texturkoordinaten** erweitert:  $(s,t)$  in  $[0,1]$



# Texturabbildung

## Abbildungsvorgang



# Texturfilterung

## Verfahren

1. ***Nächster-Nachbar-Filterung*** (engl. ***Nearest Neighbor Filtering / Point Sampling***)
2. ***Bilineare Filterung*** (engl. ***Bilinear Filtering***)
3. ***MIP-Mapping***
4. ***Anisotropische Filterung*** (engl. ***Anisotropic Filtering***)



# Interaktive Computergrafik

## Lektion 11

### Texturfilterung

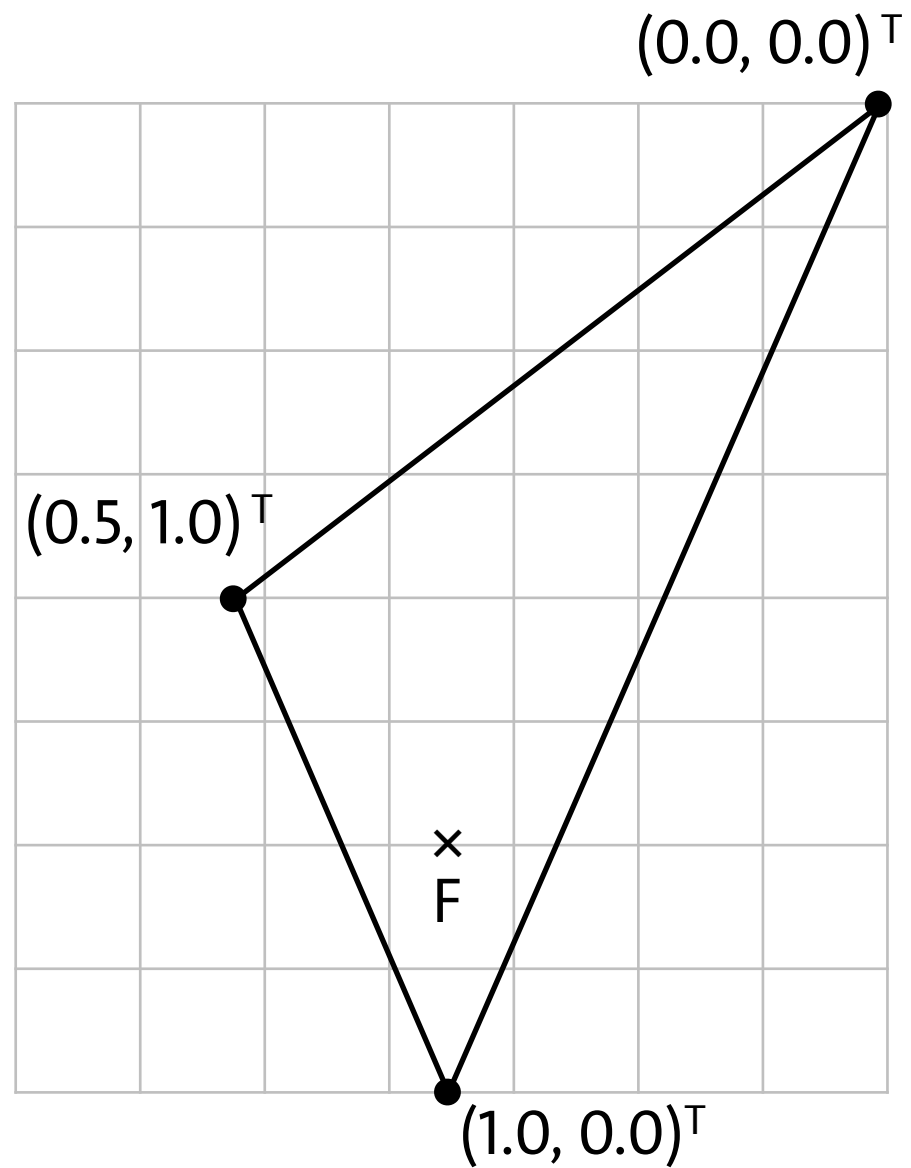
# Gruppenarbeit



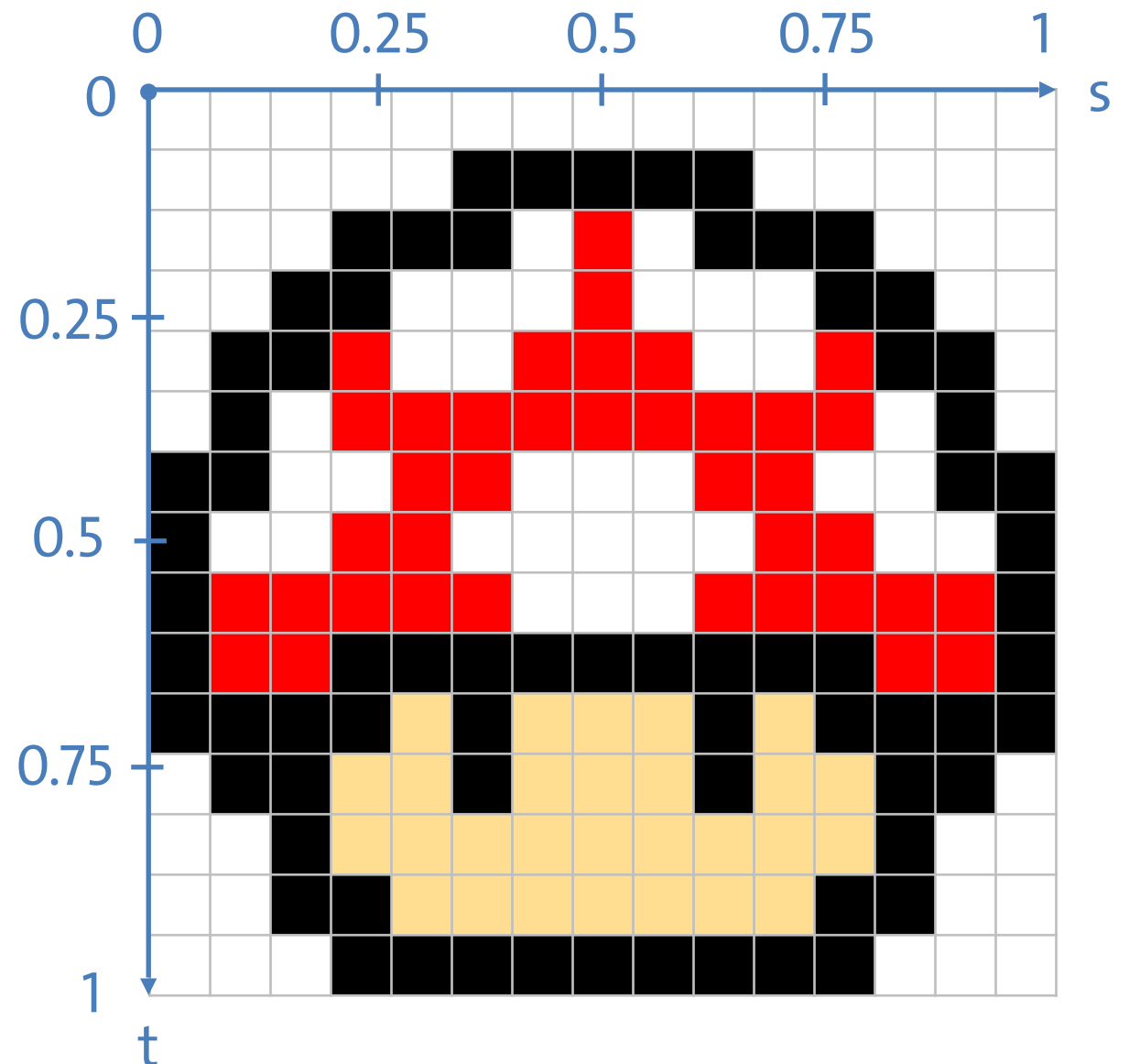
Bestimmen Sie den Texturwert für das Fragment F mit (a) Nächster-Nachbar-Filterung und (b) Bilinearer Filterung.

# Texturfilterung

## Beispiel



Bildraum

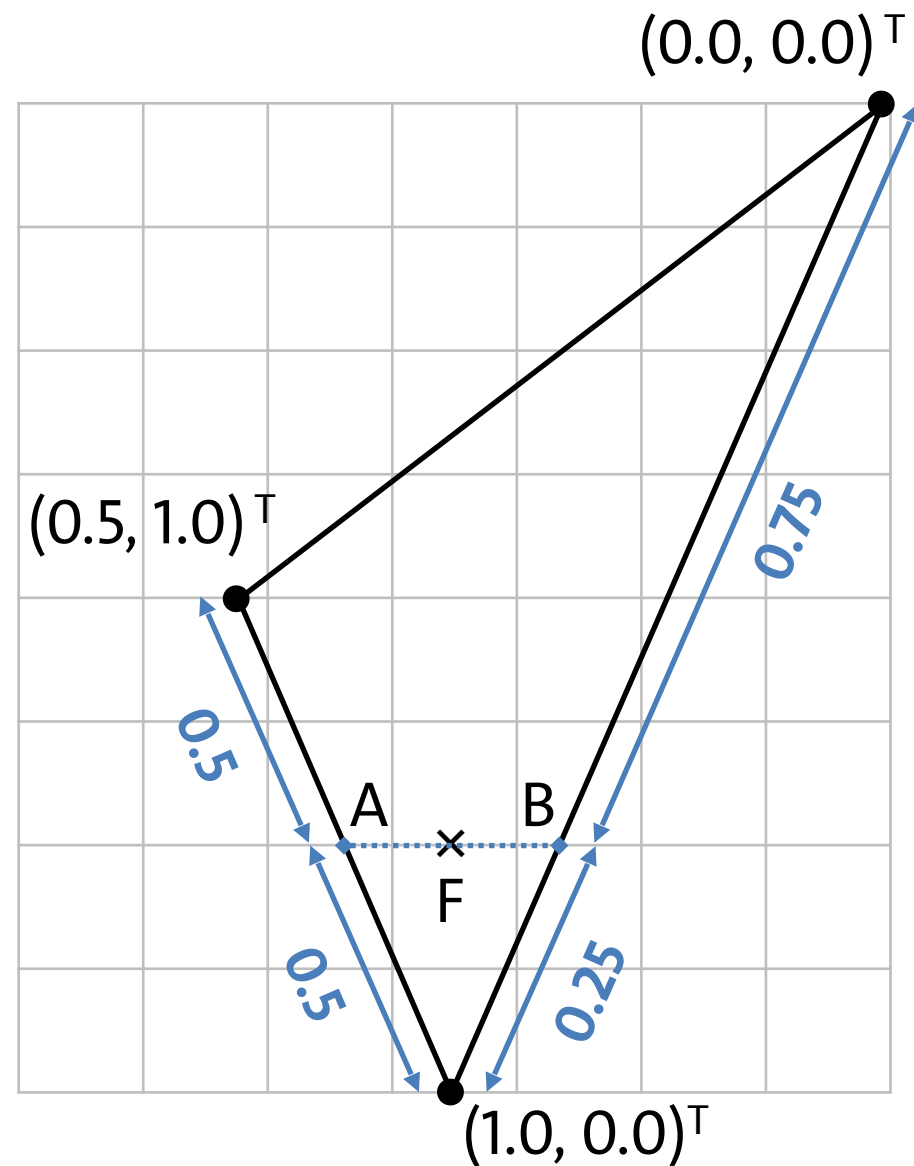


Texturraum



# Texturfilterung

## Beispiel - Texturkoordinaten



Bildraum

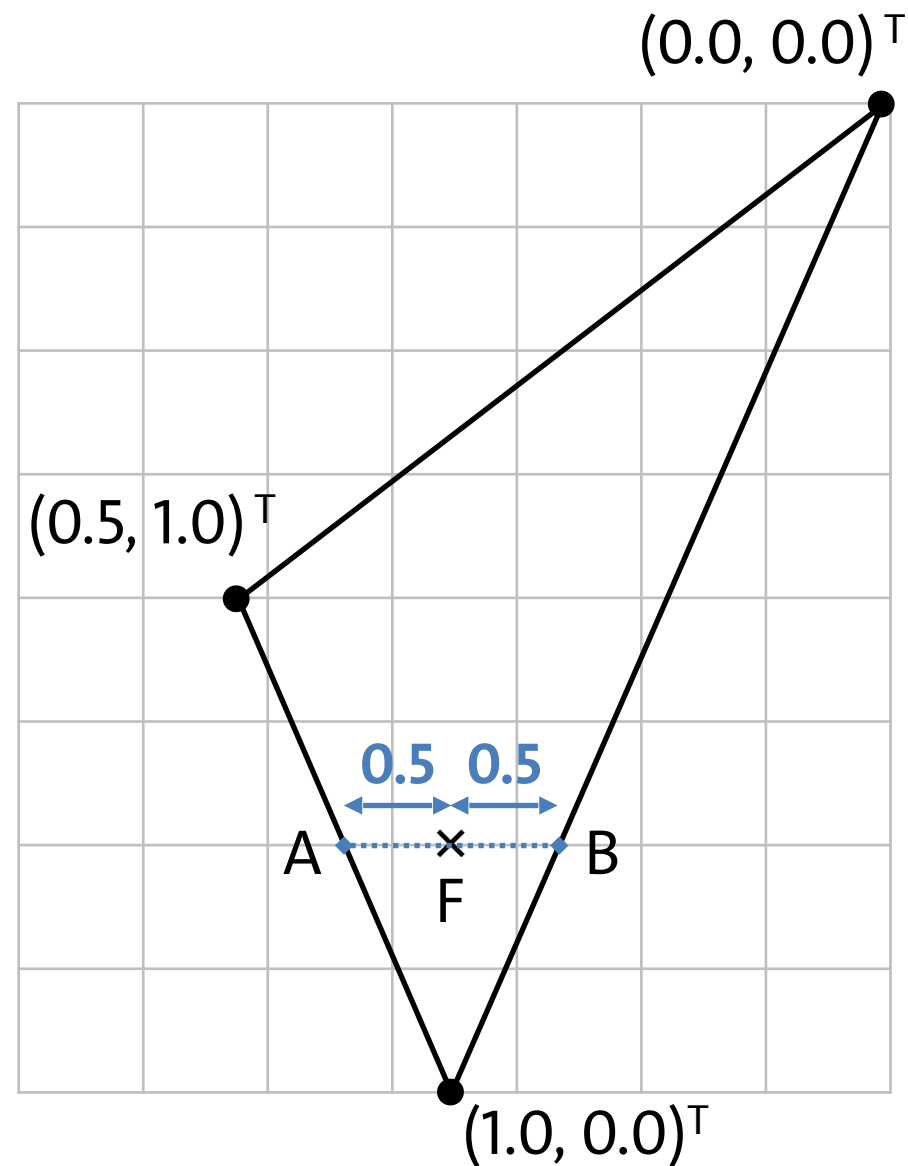
Schritt 1: Texturkoordinaten interpolieren

$$A = 0.5 \cdot (0.5, 1.0)^T + 0.5 \cdot (1.0, 0.0)^T \\ \Rightarrow A = (0.75, 0.5)^T$$

$$B = 0.25 \cdot (0.0, 0.0)^T + 0.75 \cdot (1.0, 0.0)^T \\ \Rightarrow B = (0.75, 0.0)^T$$

# Texturfilterung

## Beispiel - Texturkoordinaten



Bildraum

Schritt 1: Texturkoordinaten interpolieren

$$A = (0.75, 0.5)^T, B = (0.75, 0.0)^T$$

$$F = (s, t)$$

$$= 0.5 \cdot A + 0.5 \cdot B$$

$$= 0.5 \cdot (0.75, 0.5)^T + 0.5 \cdot (0.75, 0.0)^T$$

$$= (0.75, 0.25)^T$$

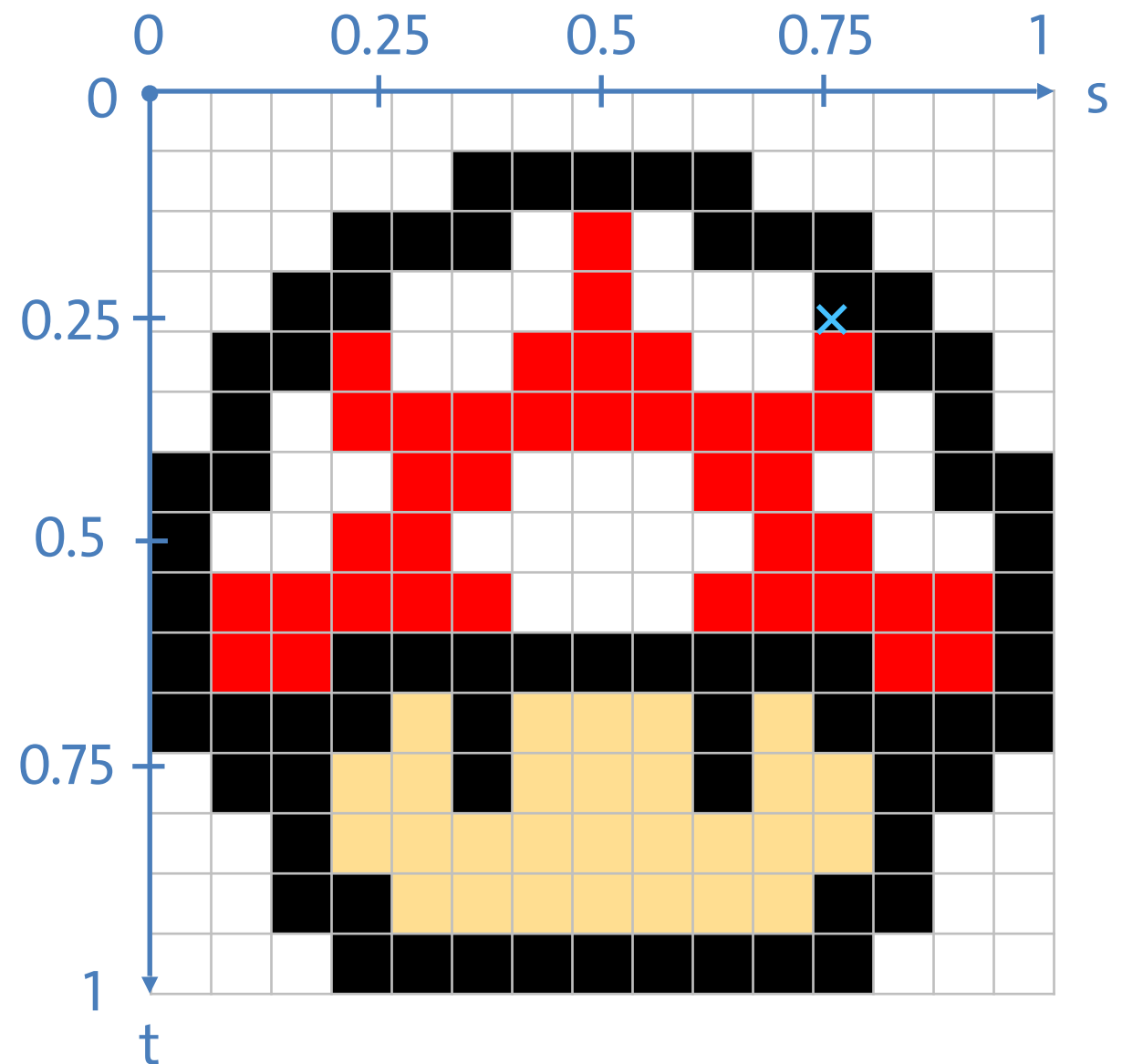
# Texturfilterung

## Beispiel - Lookup

Schritt 2: Benachbarte  
Texel ablesen

$$F = (s,t) = (0.75, 0.25)^T$$

Lookup in Texturraum bei  
Koordinate (s,t)



Texturraum

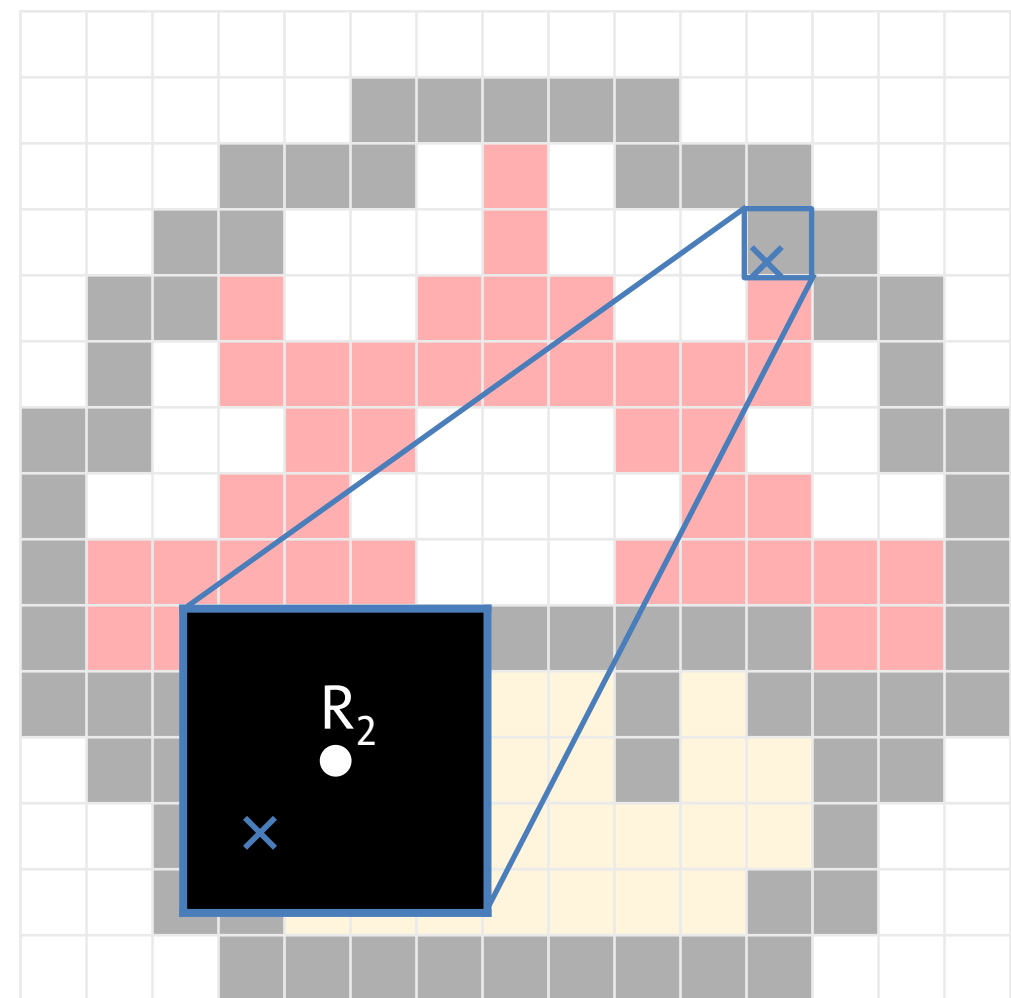
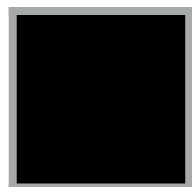
# Texturfilterung

## Beispiel - NN-Filterung

### Schritt 3a: Nächster-Nachbar-Filterung

Texel mit geringster Distanz zu Koordinate (s,t) bestimmen  $\rightarrow R_2$

Farbwert Fragment F  
 $= R_2 = (0.0, 0.0, 0.0)^T$



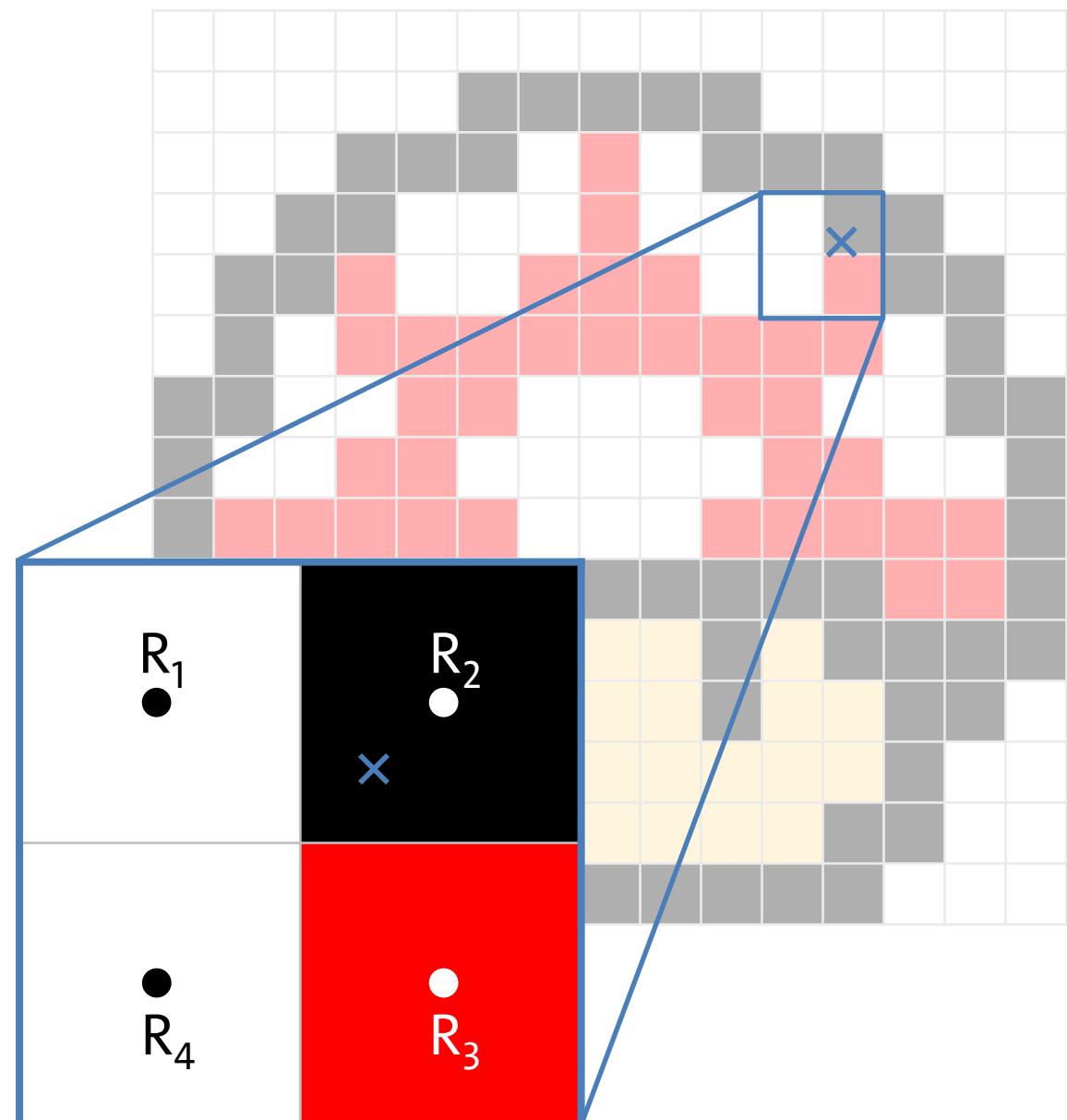
# Texturfilterung

## Beispiel - Bilineare Filterung

### Schritt 3b: Bilineare Filterung

Vier Texel mit geringster Distanz zu Koordinate (s,t) bestimmen  $\rightarrow R_1$  bis  $R_4$

Zunächst vertikal, dann horizontal interpolieren



# Texturfilterung

## Beispiel - Bilineare Filterung

### Schritt 3b: Bilineare Filterung

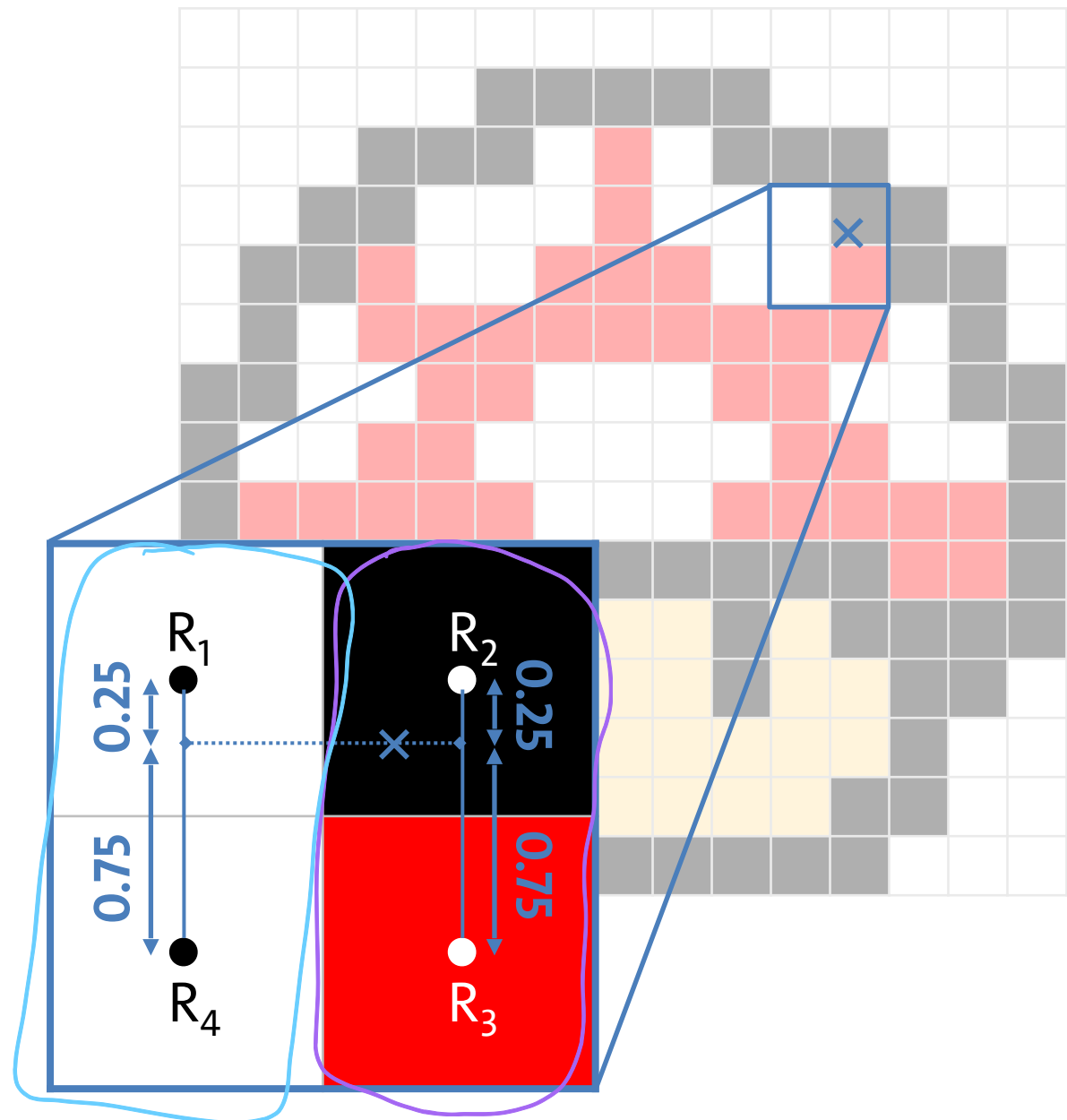
Vertikale Interpolation:

$$0.75 \cdot R_1 + 0.25 \cdot R_4$$

$= (1.0, 1.0, 1.0)^T$

$$0.75 \cdot R_2 + 0.25 \cdot R_3$$

$= (0.25, 0.0, 0.0)^T$



# Texturfilterung

## Beispiel - Bilineare Filterung

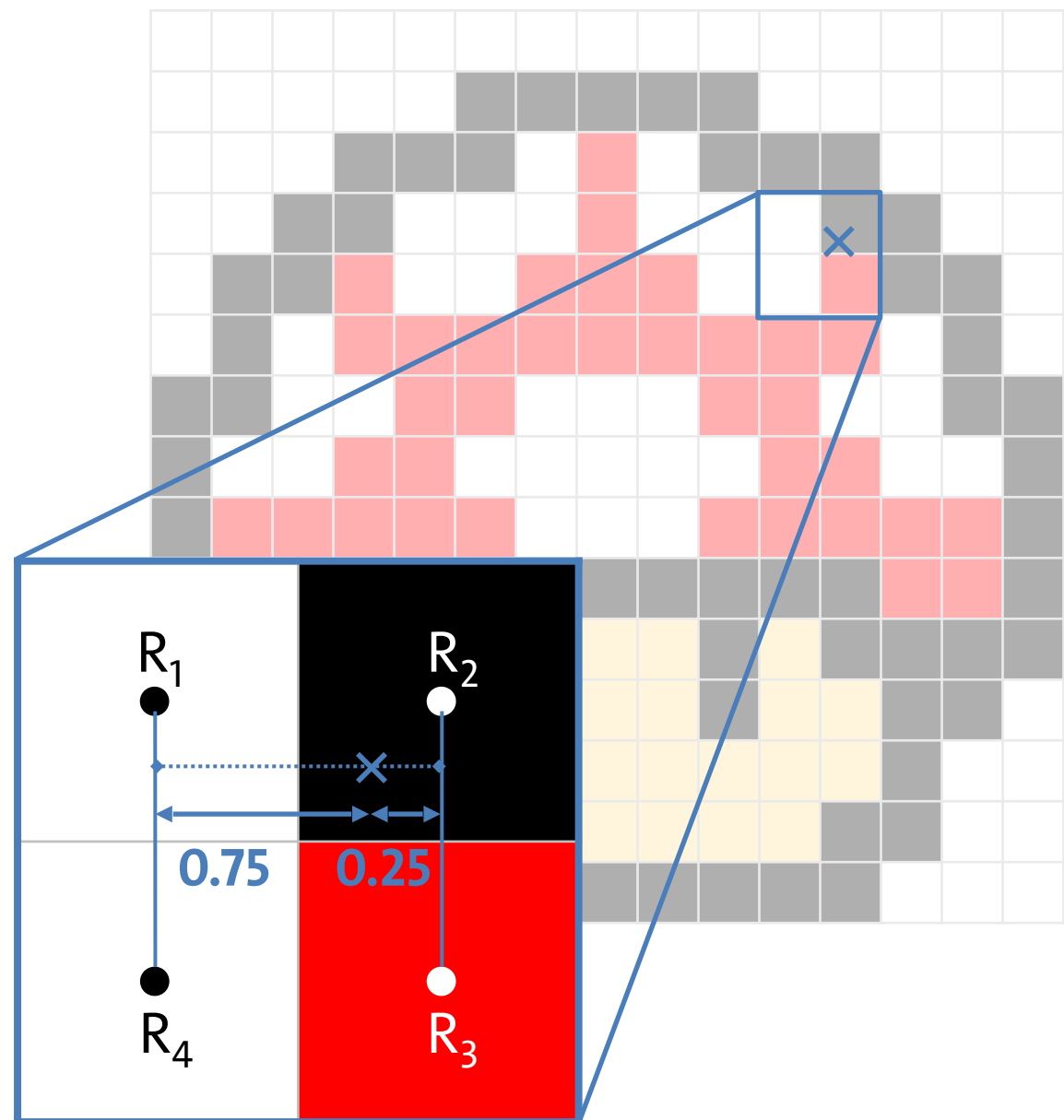
*Erst vertikal interpolieren, Interpolation als neue RxD für nächste Interpolation betrachten*

### Schritt 3b: Bilineare Filterung

Horizontale Interpolation:

Farbwert Fragment F

$$\begin{aligned} &= 0.25 \cdot (1.0, 1.0, 1.0)^T \\ &+ 0.75 \cdot (0.25, 0.0, 0.0)^T \\ &= (0.4375, 0.25, 0.25)^T \end{aligned}$$



# Texturfilterung

## Beispiel - Trilineare Filterung?

Zunächst jeweils bilineare Interpolation in zwei aufeinanderfolgenden MIP-Levels

Anschließend lineare Interpolation zwischen den jeweiligen Ergebnissen

