

Interaktive Computergrafik



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



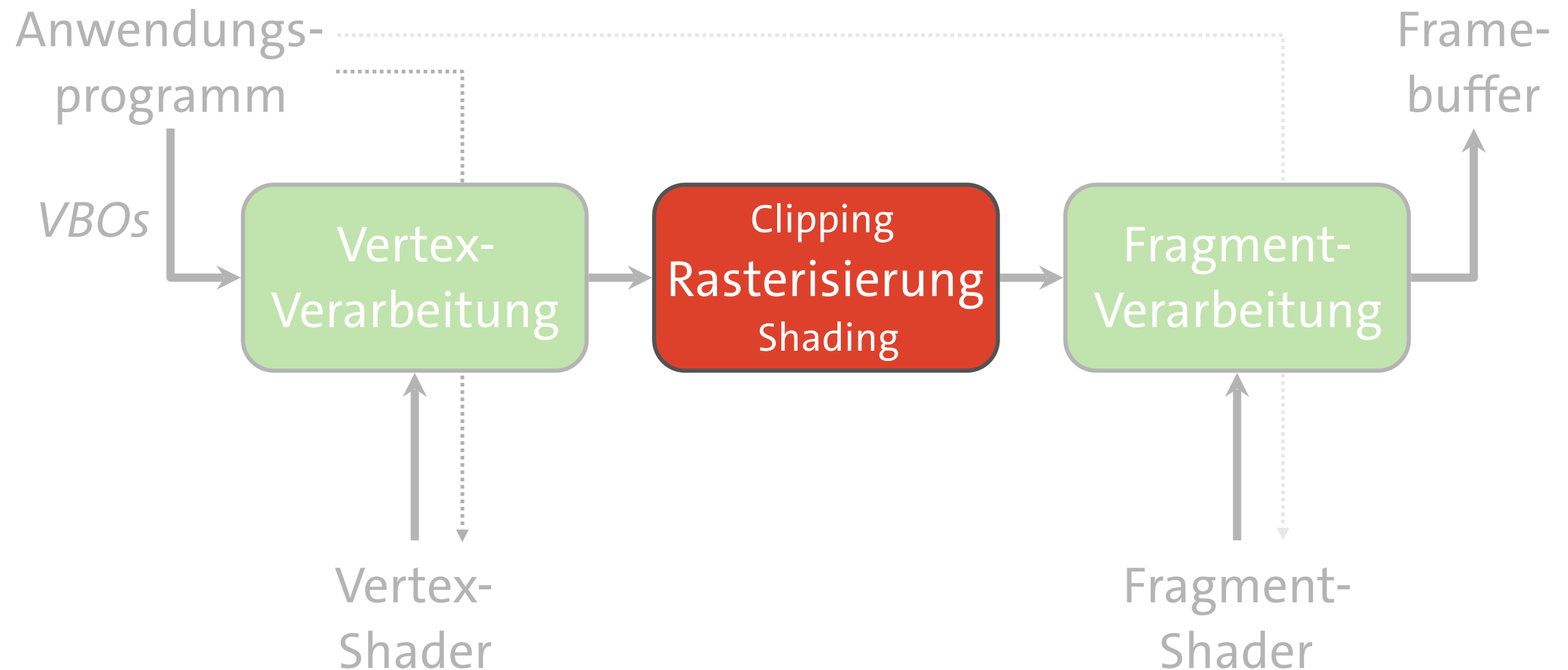
Interaktive Computergrafik

Lektion 9

Prof. Dr. Frank Steinicke

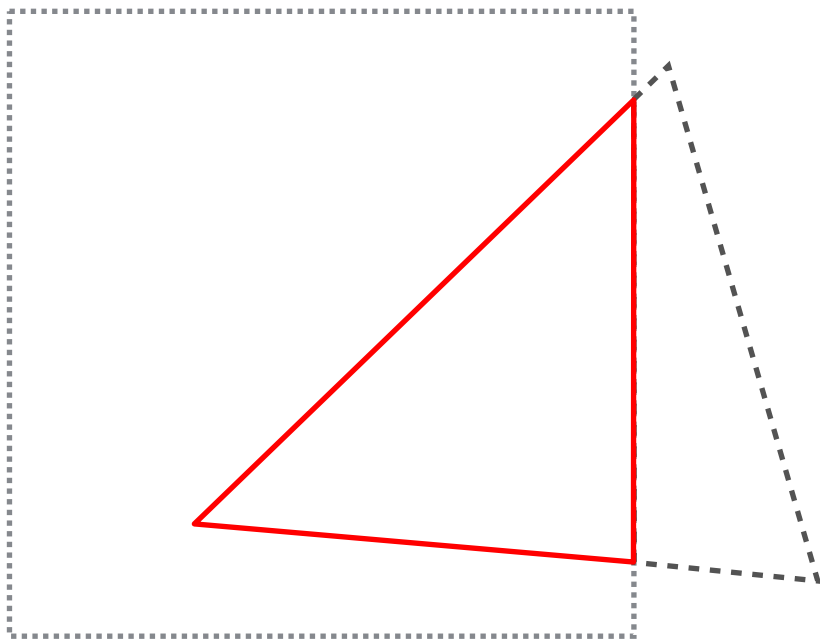
Human-Computer Interaction, Universität Hamburg

Einordnung



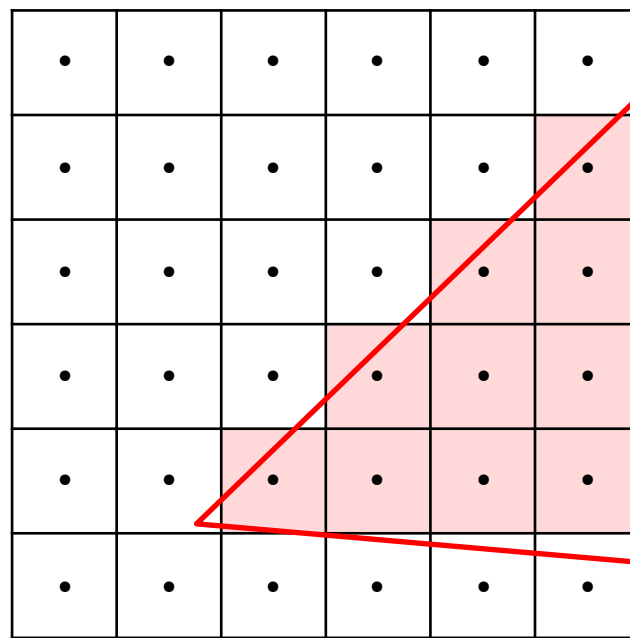
Einordnung

1. Clipping



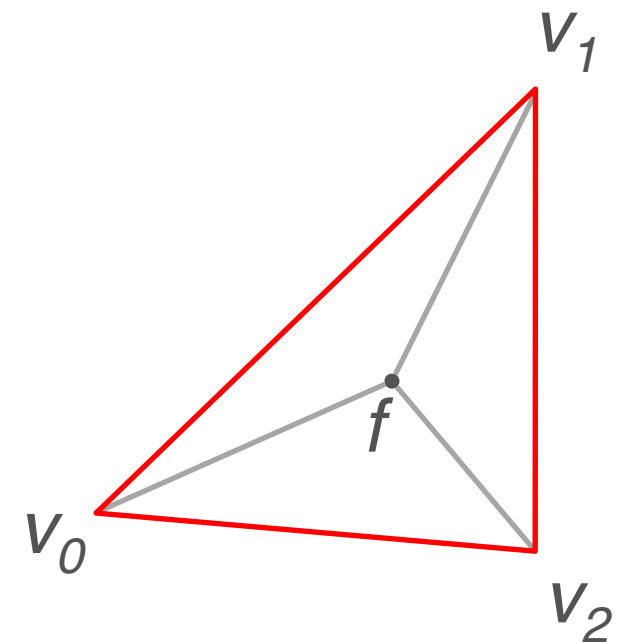
Abschneiden
nicht-sichtbarer
Polygonteile

2. Rasterisierung



**Bestimmung
abgedeckter
Pixel**

3. Shading



Interpolation der
Fragmentattribute
aus Eckpunkten

Rasterisierung WebGL

- **Built-In-Funktion** der Grafikpipeline
(→ nicht frei programmierbar)
- WebGL nur Spezifikation → Algorithmus zur Rasterisierung nicht vorgegeben
- Implementierung kann für jede Grafikkarte optimiert werden

Rasterisierung

Algorithmen

- Punkte
 - ↳ Färbung der abgedeckten Pixel
- Linien
 - ↳ **Bresenham-Algorithmus**
- Polygone
 - ↳ Scanline-Algorithmus

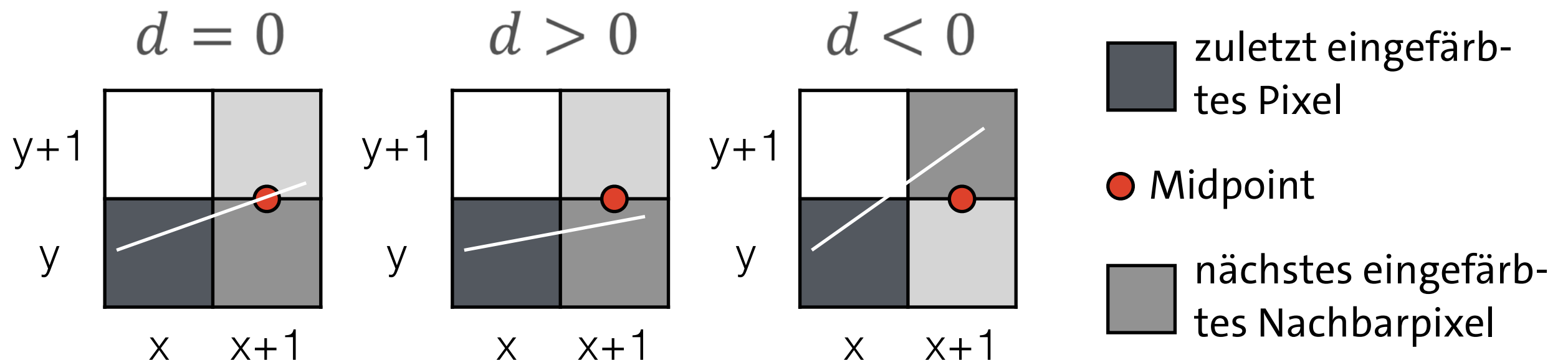
Rasterisierung

Bresenham - 1. Oktant ($0 < m < 1$)

$$F(x, y) = y - m * x - c$$

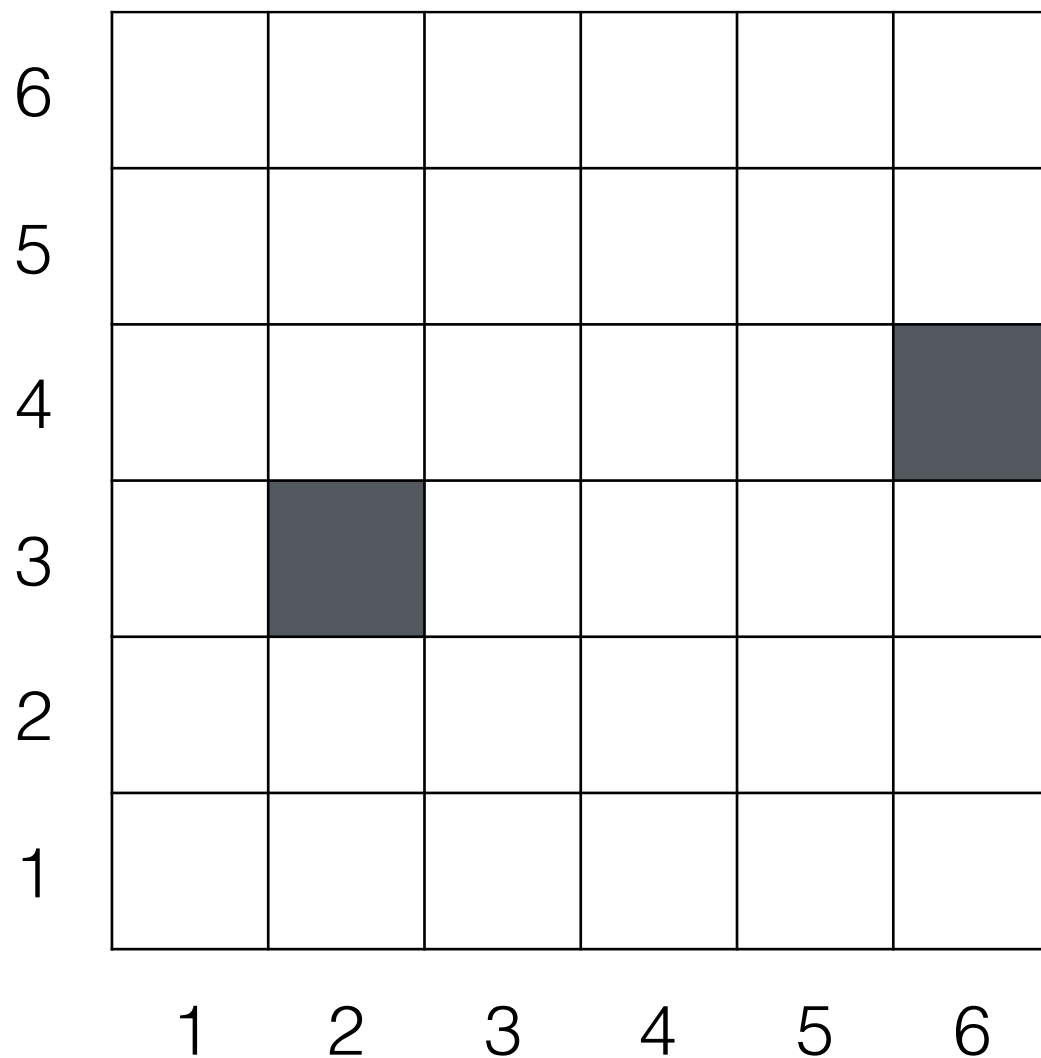
$$d = F(x + 1, y + 0.5)$$

$$= (y + 0.5) - m * (x + 1) - c$$



Bresenham

Beispiel 1



- Startpunkt:
 $(x_0, y_0) = (2, 3)$
- Endpunkt:
 $(x_1, y_1) = (6, 4)$

Diskussion



Wie lautet die implizite Funktion?

Bresenham

Beispiel 1

- Startpunkt: $(x_0, y_0) = (2, 3)$
- Endpunkt: $(x_1, y_1) = (6, 4)$
- $m = (y_1 - y_0) / (x_1 - x_0) = (4 - 3) / (6 - 2) = 0.25$
- $y = mx + c \implies c = y - mx = 3 - 0.25 * 2 = 2.5$
- $F(x, y) = y - mx - c = y - 0.25x - 2.5$

Diskussion

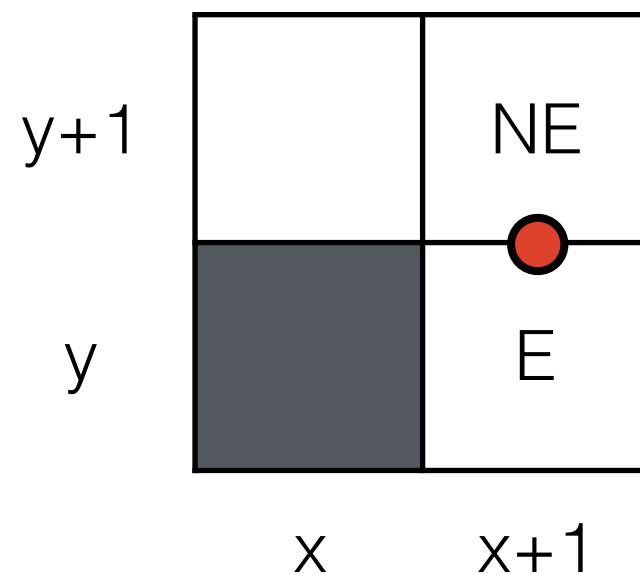


Wie lautet der nächste Midpoint, wenn (x, y) das zuletzt eingefärbte Pixel ist?

Bresenham

Beispiel 1

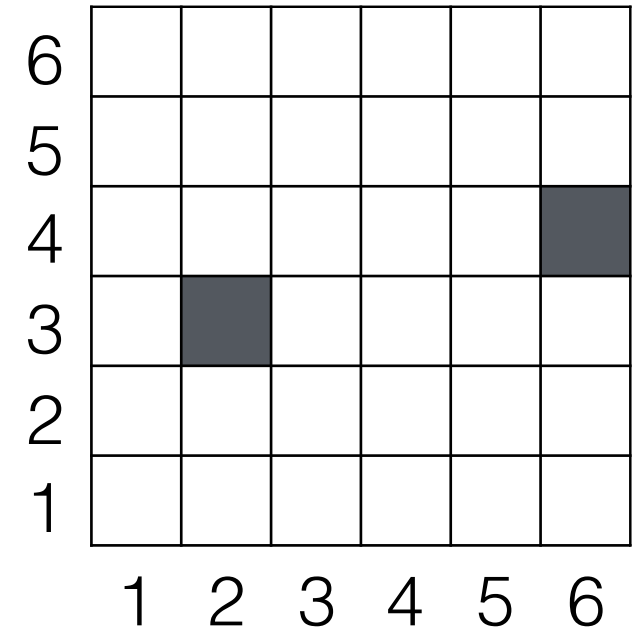
- $m = 0.25 \rightarrow 1.$ Oktant



- Midpoint: $F(x + 1, y + 0.5)$

Bresenham

Beispiel 1

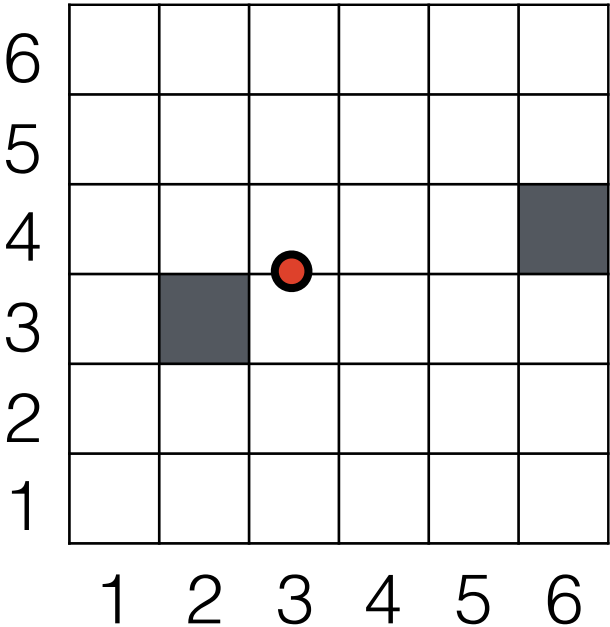


$$F(x_M, y_M) = F(x+1, y+0.5) = (y+0.5) - 0.25 \cdot (x+1) - 2.5$$

Runde	0	1	2	3
Letztes Pixel x	2			
Letztes Pixel y	3			
Midpoint x_M				
Midpoint y_M				
Variable d				

Bresenham

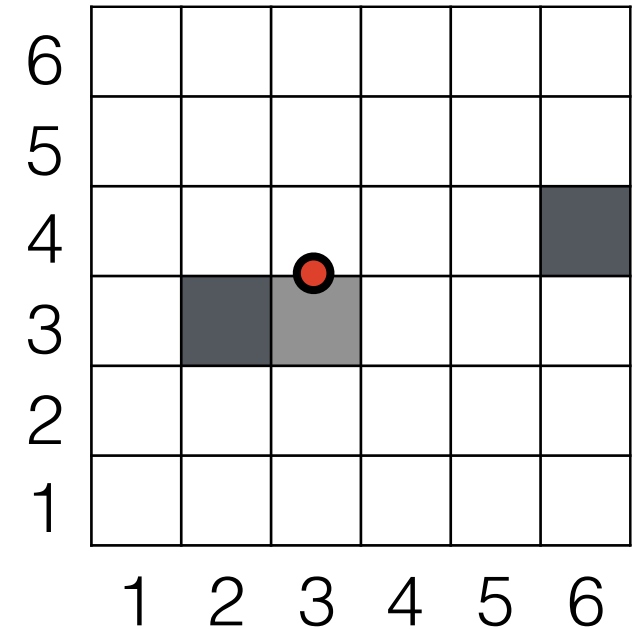
Beispiel 1



Runde	0	1	2	3
Letztes Pixel x	2			
Letztes Pixel y	3			
Midpoint x_M	3			
Midpoint y_M	3.5			
Variable d				

Bresenham

Beispiel 1

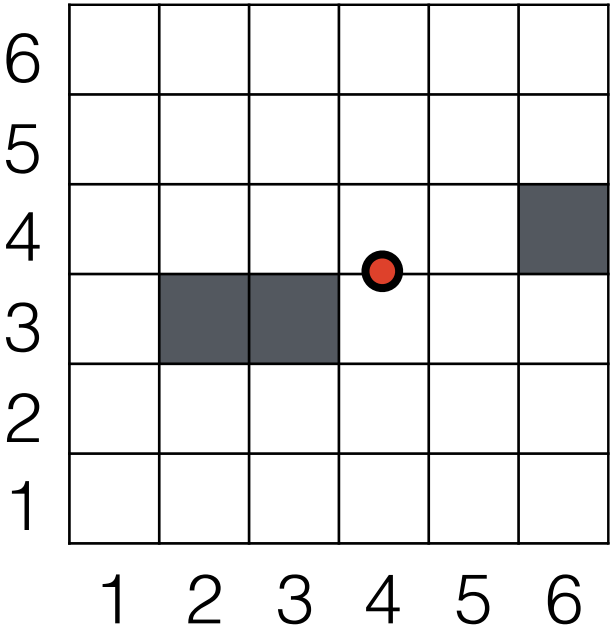


$$F(3, 3.5) = 3.5 - 0.25 \cdot 3 - 2.5 = 0.25 > 0$$

Runde	0	1	2	3
Letztes Pixel x	2	3		
Letztes Pixel y	3	3		
Midpoint x_M	3			
Midpoint y_M	3.5			
Variable d	0.25			

Bresenham

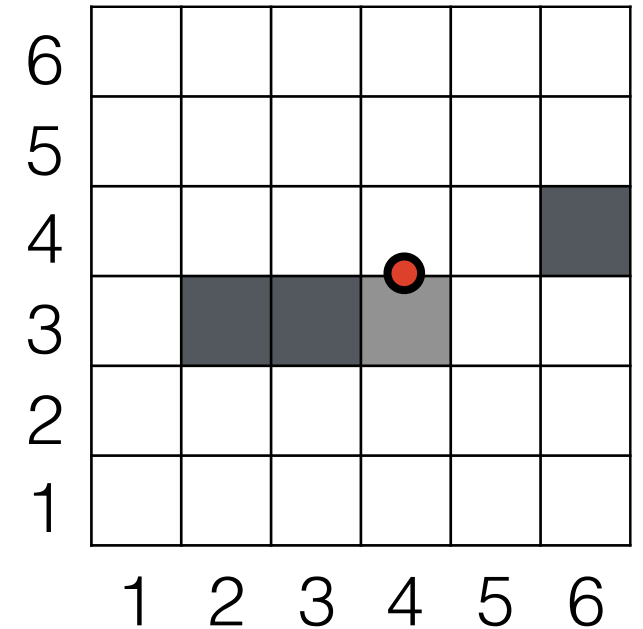
Beispiel 1



Runde	0	1	2	3
Letztes Pixel x	2	3		
Letztes Pixel y	3	3		
Midpoint x_M	3	4		
Midpoint y_M	3.5	3.5		
Variable d	0.25			

Bresenham

Beispiel 1

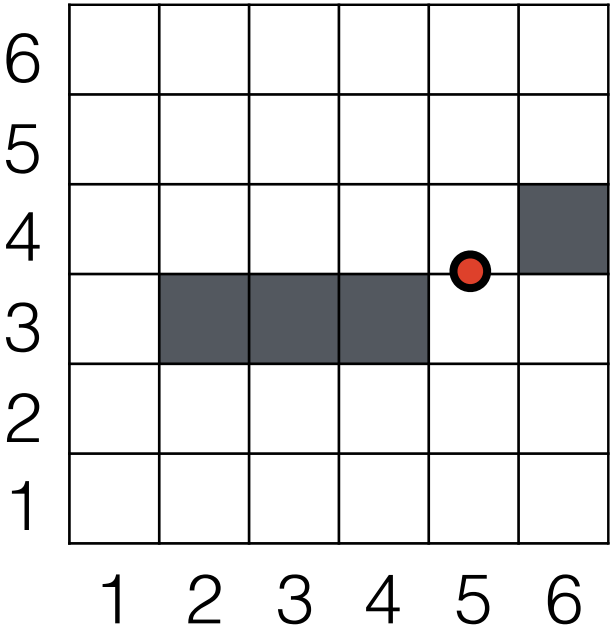


$$F(4, 3.5) = 3.5 - 0.25 \cdot 4 - 2.5 = 0$$

Runde	0	1	2	3
Letztes Pixel x	2	3	4	
Letztes Pixel y	3	3	3	
Midpoint x_M	3	4		
Midpoint y_M	3.5	3.5		
Variable d	0.25	0		

Bresenham

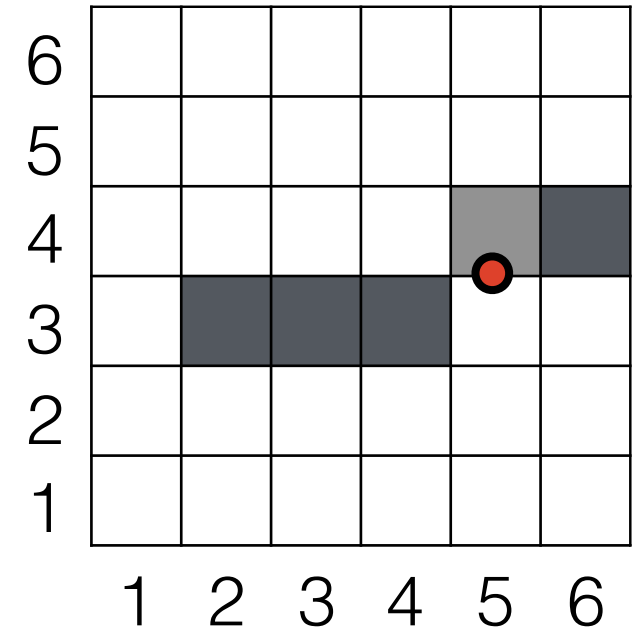
Beispiel 1



Runde	0	1	2	3
Letztes Pixel x	2	3	4	
Letztes Pixel y	3	3	3	
Midpoint x_M	3	4	5	
Midpoint y_M	3.5	3.5	3.5	
Variable d	0.25	0		

Bresenham

Beispiel 1

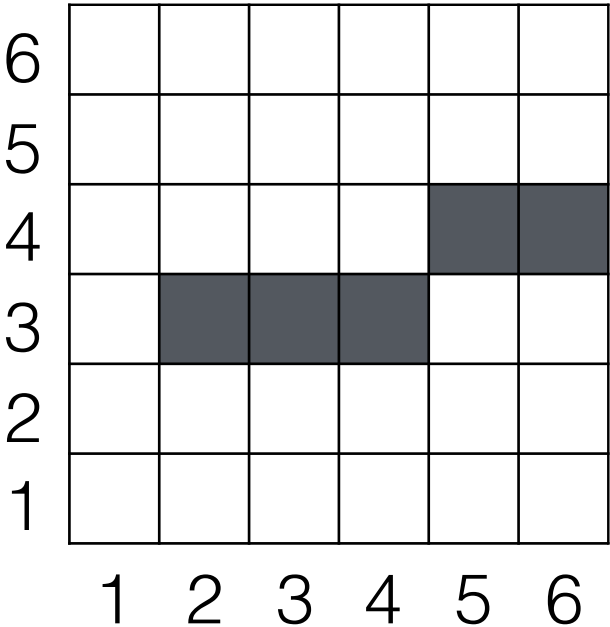


$$F(5, 3.5) = 3.5 - 0.25 \cdot 5 - 2.5 = -0.25 < 0$$

Runde	0	1	2	3
Letztes Pixel x	2	3	4	5
Letztes Pixel y	3	3	3	4
Midpoint x_M	3	4	5	
Midpoint y_M	3.5	3.5	3.5	
Variable d	0.25	0	-0.25	

Bresenham

Beispiel 1



Runde	0	1	2	3
Letztes Pixel x	2	3	4	5
Letztes Pixel y	3	3	3	4
Midpoint x_M	3	4	5	$x_1 \rightarrow$ Ende
Midpoint y_M	3.5	3.5	3.5	
Variable d	0.25	0	-0.25	

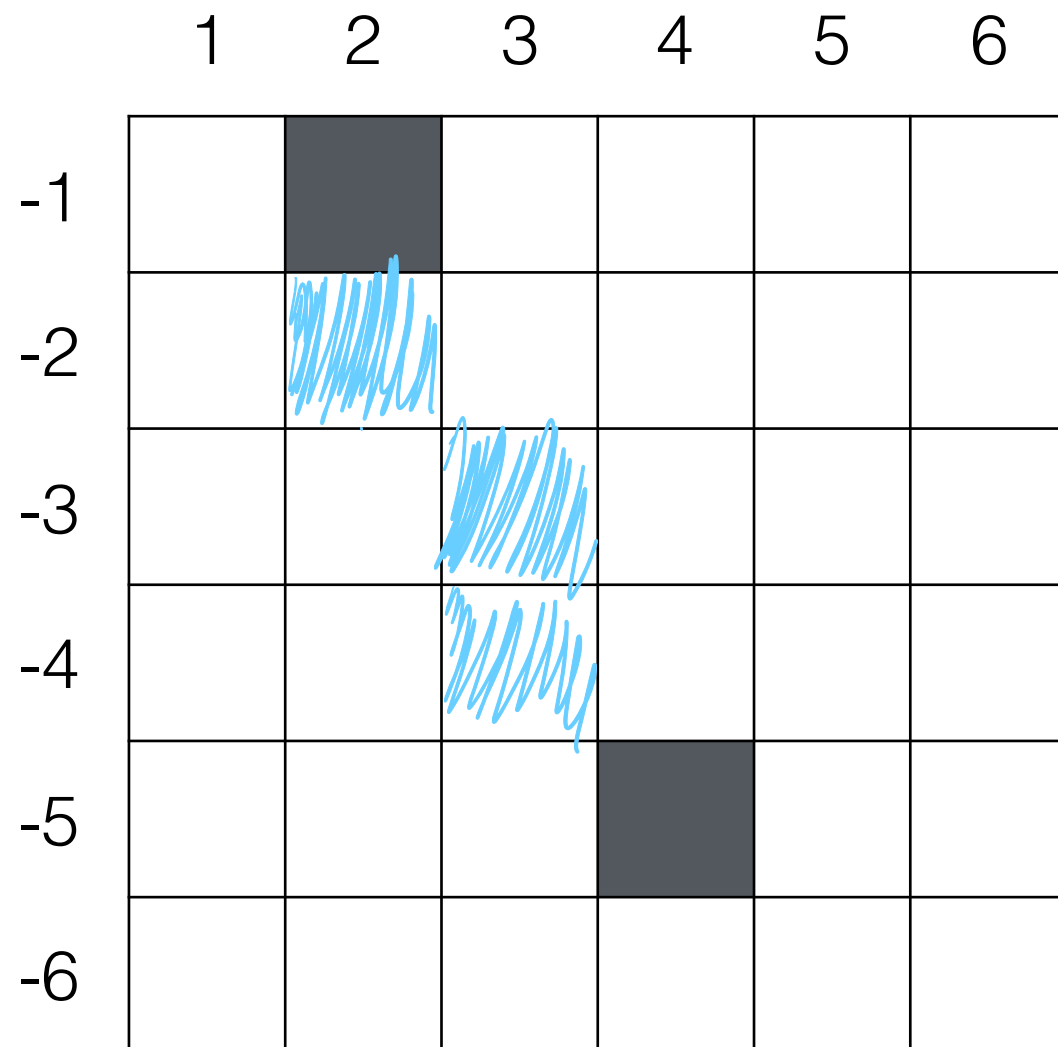
Gruppenarbeit



Rasterisieren Sie die folgende Linie mithilfe
des Bresenham-Algorithmus.

Bresenham

Beispiel 2



- Startpunkt:
 $(x_0, y_0) = (2, -1)$
- Endpunkt:
 $(x_1, y_1) = (4, -5)$

Bresenham

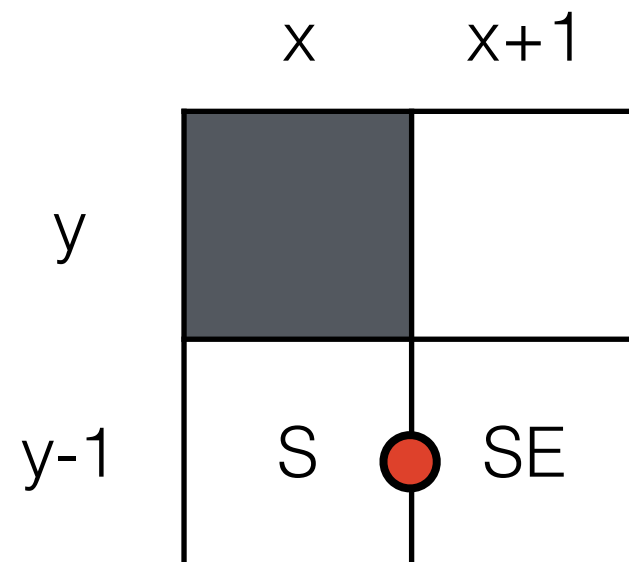
Beispiel 2

- Startpunkt: $(x_0, y_0) = (2, -1)$
- Endpunkt: $(x_1, y_1) = (4, -5)$
- $m = (y_1 - y_0) / (x_1 - x_0) = (-5 + 1) / (4 - 2) = -2$
- $y = mx + c \implies c = y - mx = -1 + 2 * 2 = 3$
- $F(x, y) = y - mx - c = y + 2x - 3$

Bresenham

Beispiel 2

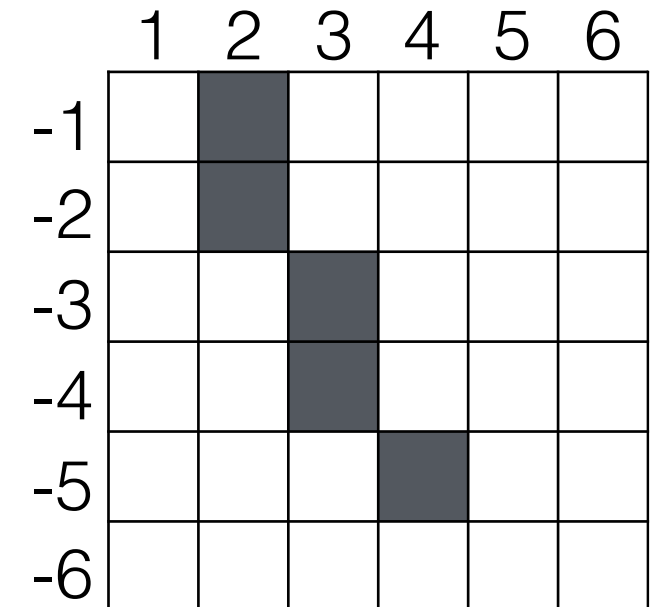
- $m = -2 \rightarrow 7.$ Oktant



- Midpoint: $F(x + 0.5, y - 1)$

Bresenham

Beispiel 2



$$F(x_M, y_M) = F(x+0.5, y-1) = (y-1) + 2 \cdot (x+0.5) - 3$$

Runde	0	1	2	3
Letztes Pixel x	2	2	3	3
Letztes Pixel y	-1	-2	-3	-4
Midpoint x_M	2.5	2.5	3.5	
Midpoint y_M	-2	-3	-4	$y_1 \rightarrow \text{Ende}$
Variable d	0	-1	0	

