

Messen optischer Größen, Messen aus Bildern

Übersicht

Optische Strahlung, Sensorik

Geometrie, Photogrammetrie

- Kamerakalibrierung
- Stereo

Menschliche Wahrnehmung

- Neurophysiologie
- Kognitive Psychologie

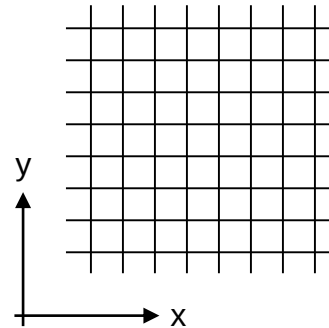


Digitale Bildanalyse

- Digitales Rasterbild, Kenngrößen
- Bildverarbeitungsoperationen, Segmentation
- Salient point detection + description

Das Digitale Rasterbild

2D Matrix



Bildkoordinaten (x,y)

“picture element” – pixel

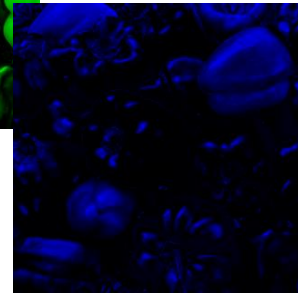
Raster Δx , Δy

“square pixels”: $\Delta x = \Delta y$

Monochrom: Grauwert / pixel



Farbe: (r,g,b) / pixel



Kenngrößen eines Digitalen Rasterbildes

- Räumliche Auflösung: Bezug $\Delta x \leftrightarrow$ Szene
- Radiometrische Auflösung: Bit / pixel
- Farbe: diverse Farbmodelle: RGB, IHS, CIE, ...
- Nachbarschaft 4-, 6-, 8-Nachbarschaft

Räumliche Auflösung (1)

Bezug zur Szene herstellen! Z.B.: $\Delta x \sim 1\text{mm}$



Räumliche Auflösung (2)

Abtasttheorem beachten!

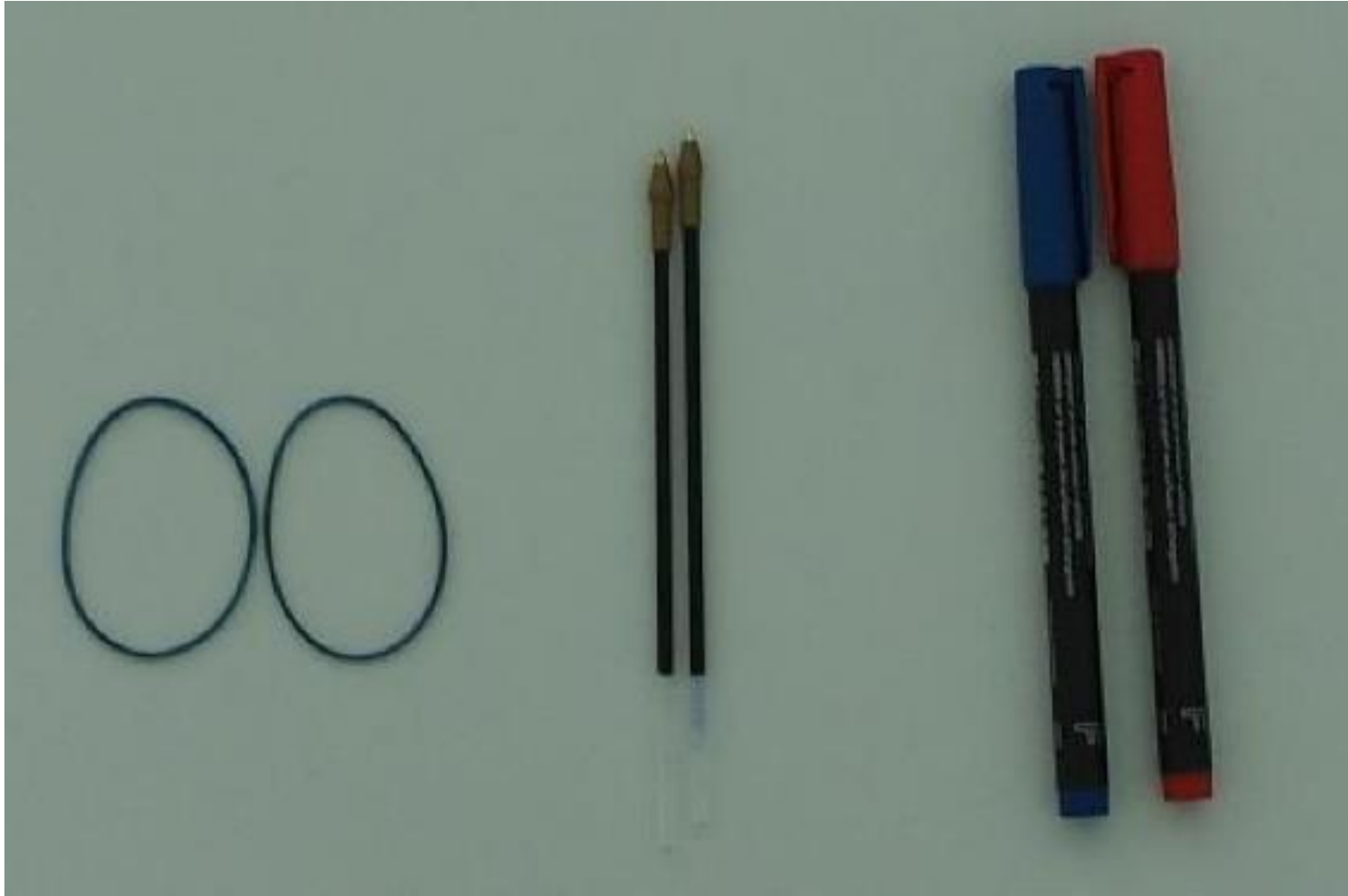
Bezug zwischen kleinstem Detail in der Szene und
Abtastung der Szene im Raster Δx

„kleinstes Detail“ $\leftrightarrow$ „maximale Ortsfrequenz“ μ_0

$$\text{Shannon: } \Delta x < \frac{1}{2\mu_0}$$

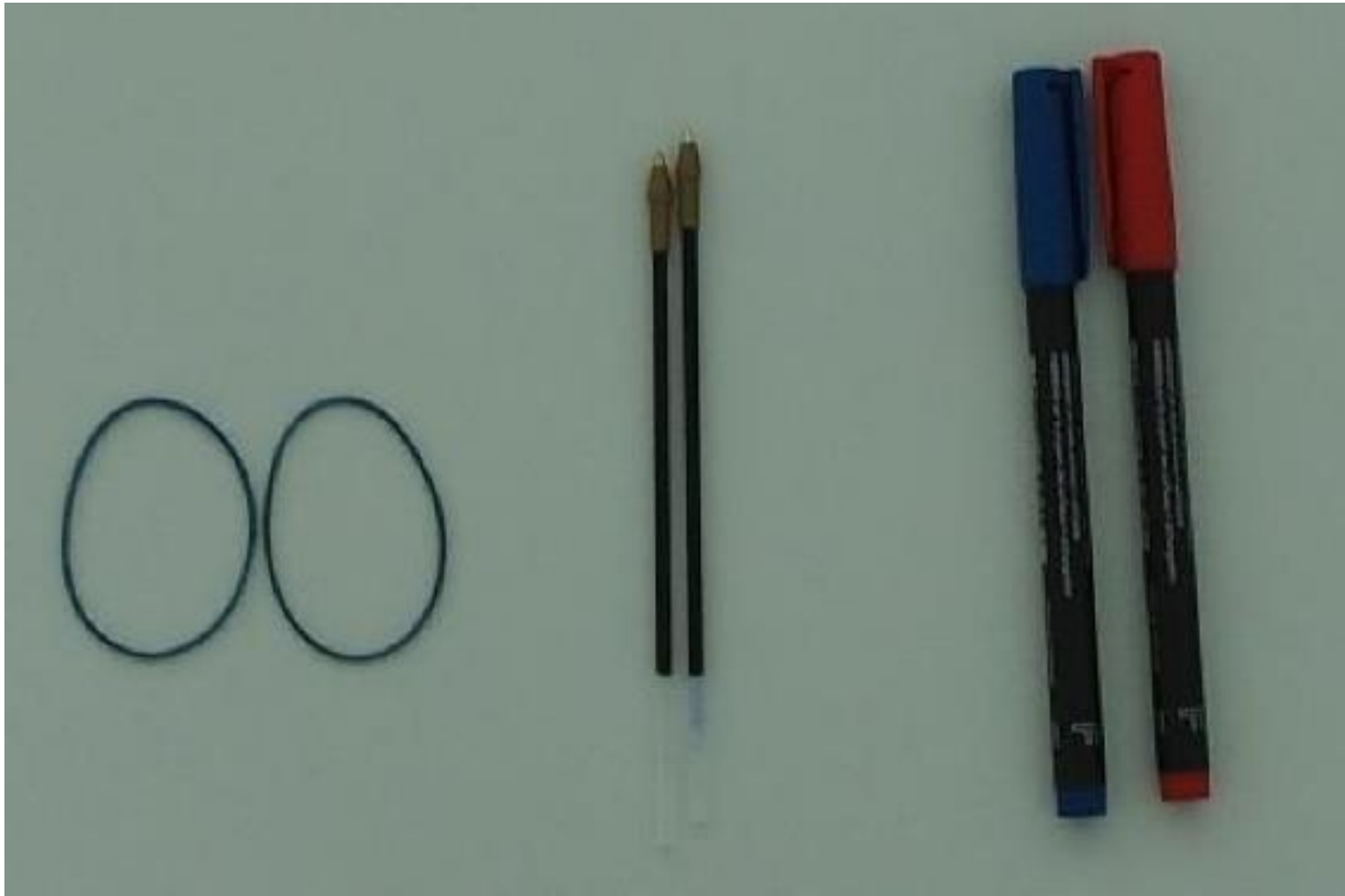
Räumliche Auflösung – Beispiel

$$\Delta x \sim 0.5\text{mm}$$



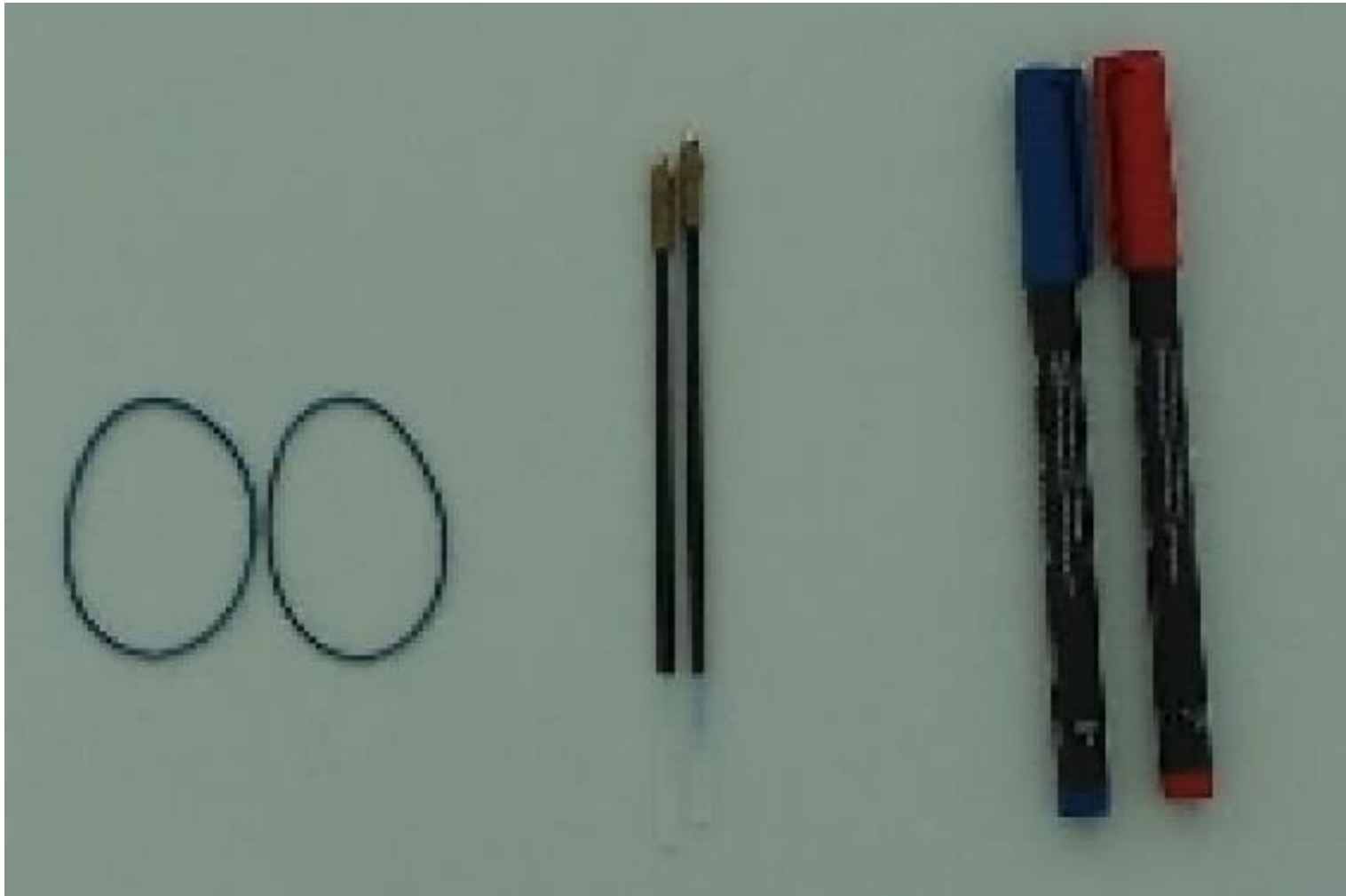
Räumliche Auflösung – Beispiel

$$\Delta x \sim 1\text{mm}$$



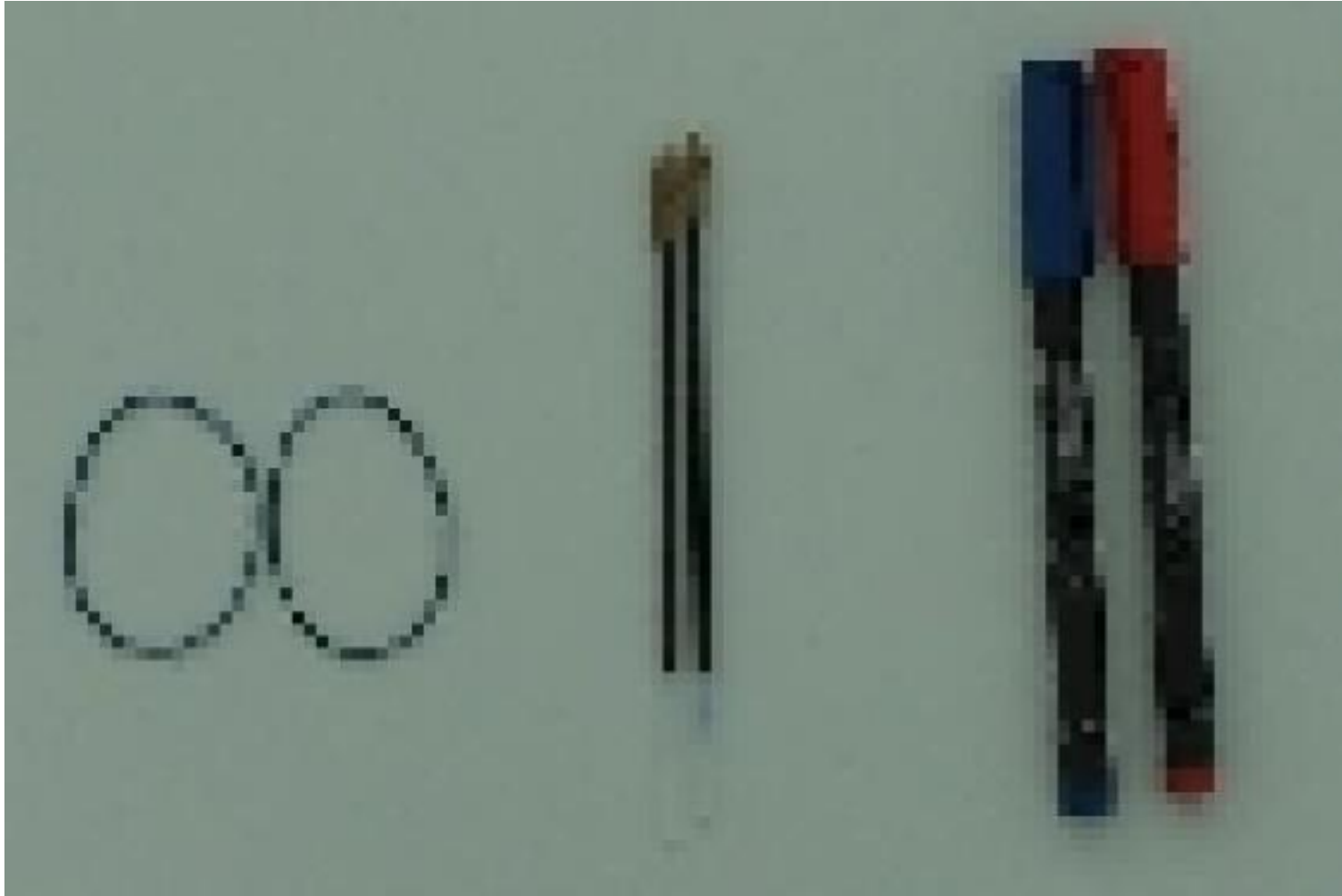
Räumliche Auflösung – Beispiel

$$\Delta x \sim 2\text{mm}$$



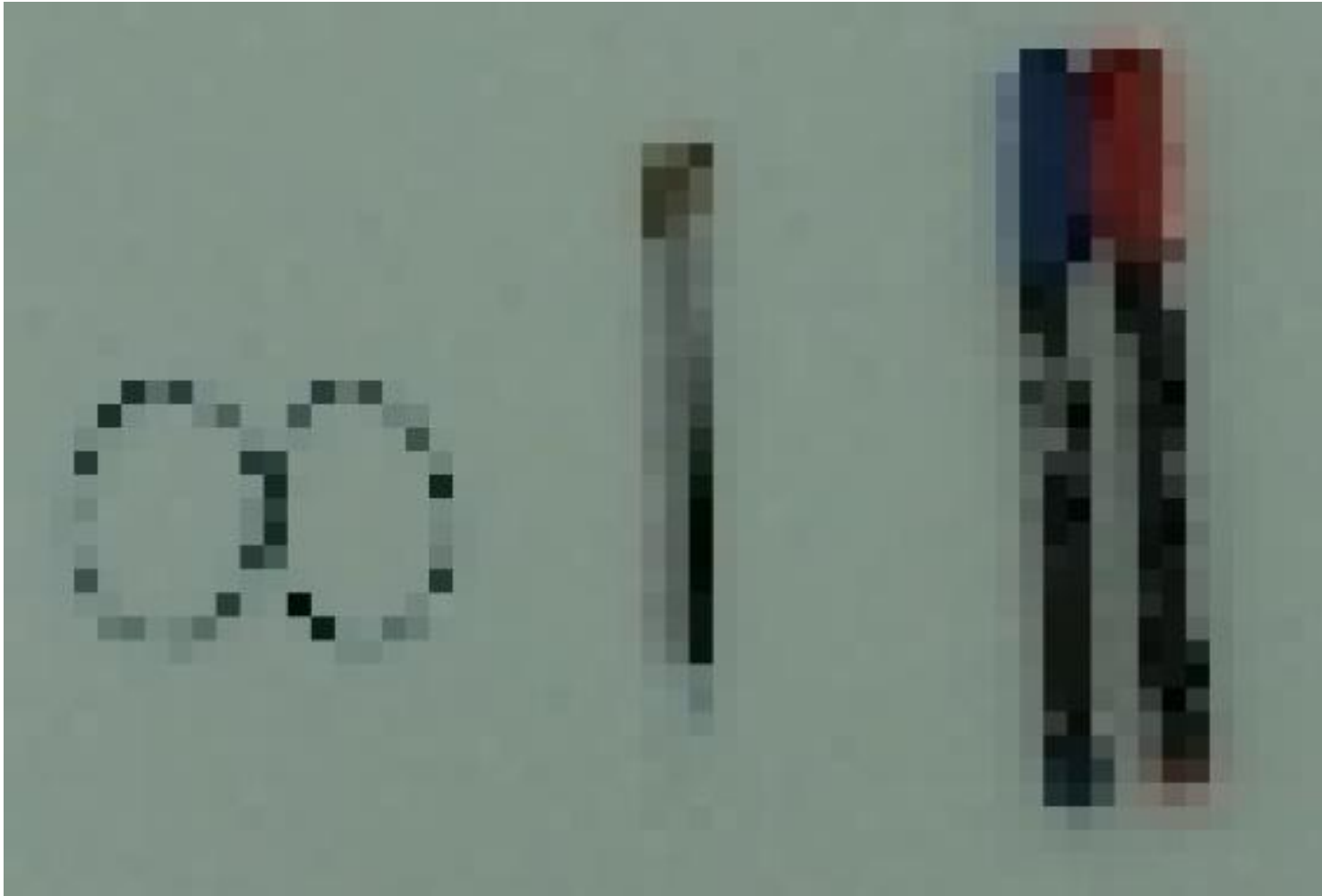
Räumliche Auflösung – Beispiel

$$\Delta x \sim 4\text{mm}$$



Räumliche Auflösung – Beispiel

$$\Delta x \sim 8\text{mm}$$



Räumliche Auflösung – Beispiel

$\Delta x \sim 16\text{mm}$



Radiometrische Auflösung (1)

Bit/pixel, typisch: 8 bit/pixel $\rightarrow$ 256 Grauwerte

8 bit/Farbe $\rightarrow$ 256^3 Farben

1 bit/pixel $\rightarrow$ Binärbild



8bit/pixel



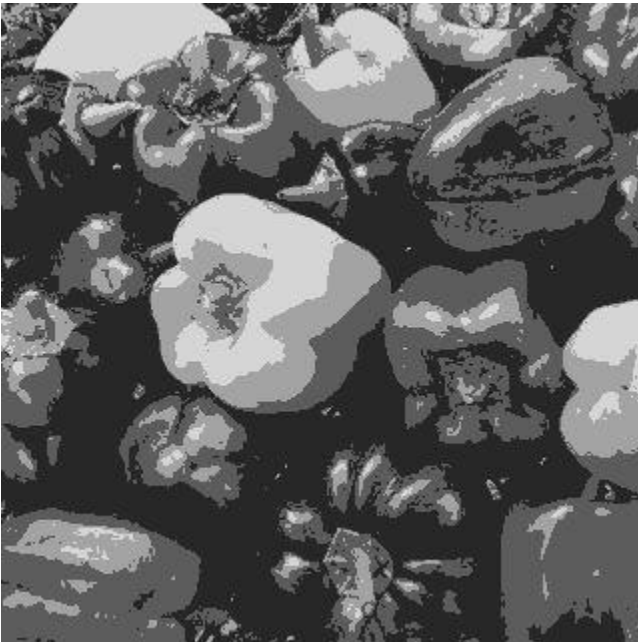
4 bit/pixel

Radiometrische Auflösung (2)

Bit/pixel, typisch: 8 bit/pixel $\rightarrow$ 256 Grauwerte

8 bit/Farbe $\rightarrow$ 2^{24} Farben

1 bit/pixel $\rightarrow$ Binärbild



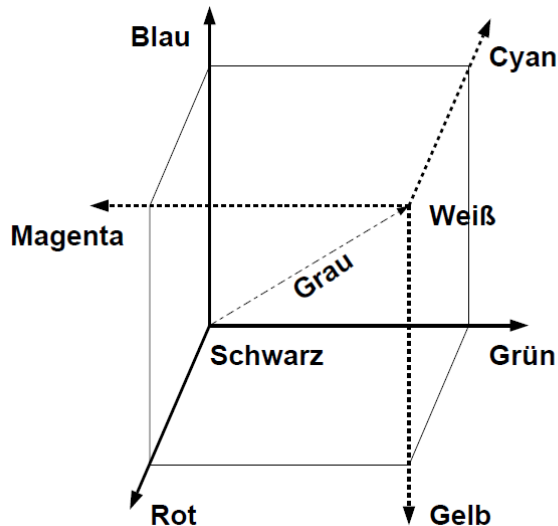
2bit/pixel



1 bit/pixel

Farbe (1): RGB

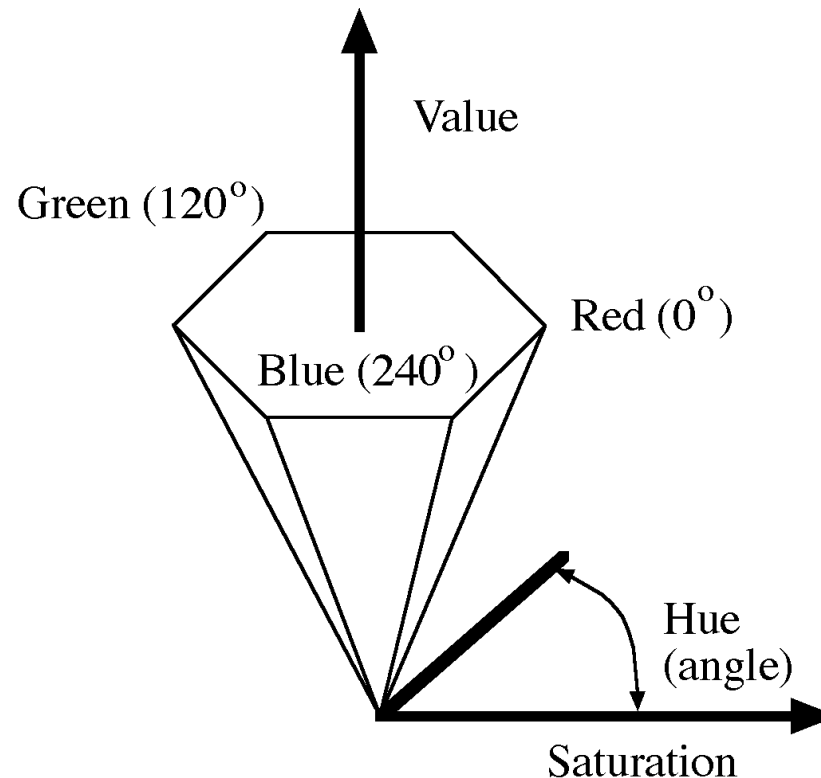
Additives (Monitor) / subtraktives (Buchdruck) *RGB-Modell*:
Farbwürfel, lineares Modell



Additives			Subtraktives RGB-Modell				Ergebnis
rot	grün	blau	cyan	gelb	magenta	(schwarz)	Ergebnis
0	0	0	0	0	0	1	schwarz
			1	1	1	–	(schwarz)
1	0	0	0	1	1	0	rot
0	1	0	1	1	0	0	grün
0	0	1	1	0	1	0	blau
1	1	0	0	1	0	0	gelb
1	0	1	0	0	1	0	magenta
0	1	1	1	0	0	0	cyan
1	1	1	0	0	0	0	weiß

Farbe (1): HSV

Hue, Saturation, Value – “HSV hexcone” – 6-seitige *Pyramide*
Nichtlineares Modell



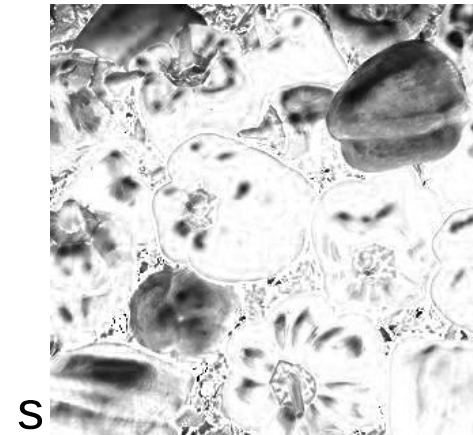
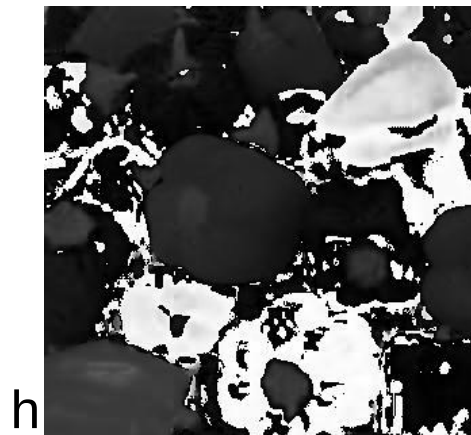
Farbe – Beispiel



RGB:



HSV:



Farbe – Beispiel

Matlab:

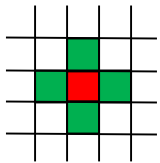
```
>> RGB=imread('peppers.jpg');  
>> imwrite(RGB(:,:,1),'peppers_red.jpg');  
>> imwrite(RGB(:,:,2),'peppers_green.jpg');  
>> imwrite(RGB(:,:,3),'peppers_blue.jpg');  
>> HSV=rgb2hsv(RGB);  
>> imwrite(HSV(:,:,1),'peppers_hue.jpg');  
>> imwrite(HSV(:,:,2),'peppers_sat.jpg');  
>> imwrite(HSV(:,:,3),'peppers_val.jpg');
```

Visit Earl F. Glynn's Computerlab:

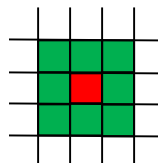
<http://www.efg2.com/Lab/>

Nachbarschaft

Direkte Nachbarn eines **Pixels**
im quadratischen Raster



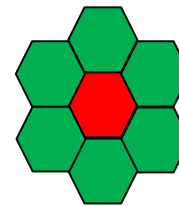
4-Nachbarschaft



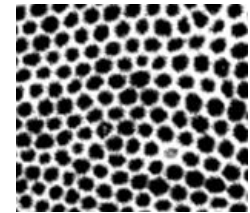
8-Nachbarschaft

Pixel

im hexagonalen Raster

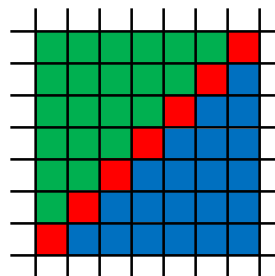


6-Nachbarschaft



Vgl.: Fovea!

Nachbarschaft definiert *Zusammenhang* (von Linien/Regionen)
Vordergrund/Hintergrund! z.B: Linie trennt den Hintergrund

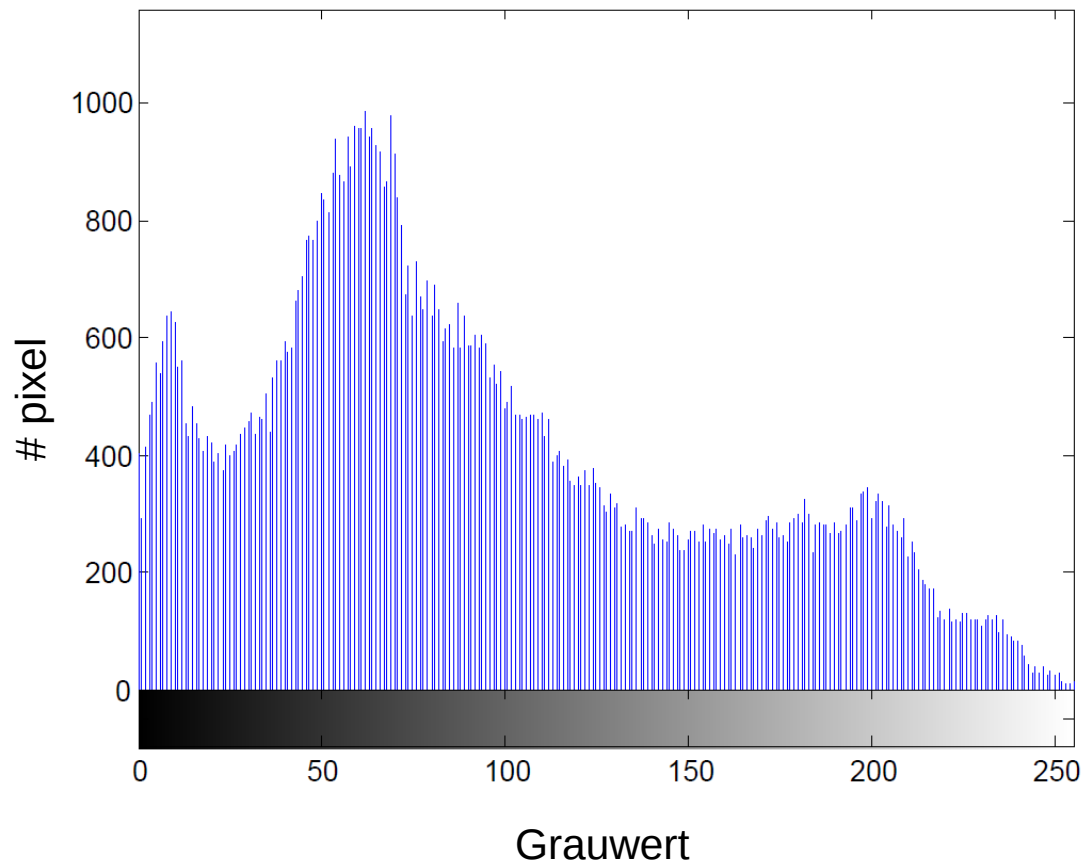


■ ... 8-Nachbarschaft

■, ■ ... 4-Nachbarschaft

Erster Schritt der Bildanalyse: das Histogramm

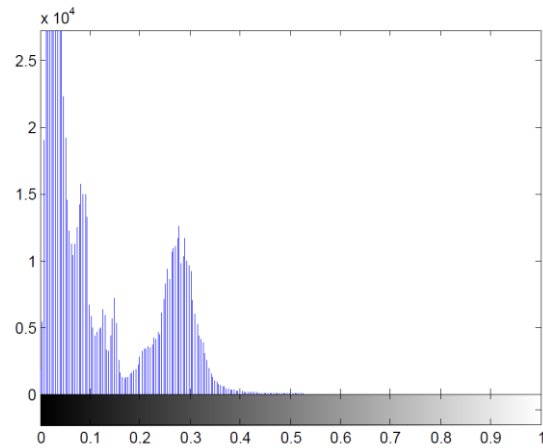
Grauwertstatistik: Grauwert/Häufigkeit, z.B.:



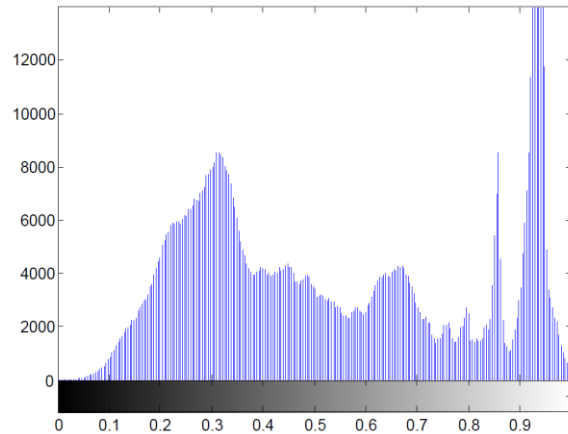
```
>> IM=imread(8bpp.jpg');  
>> imhist(IM);
```

Histogramm-Analyse: Belichtung

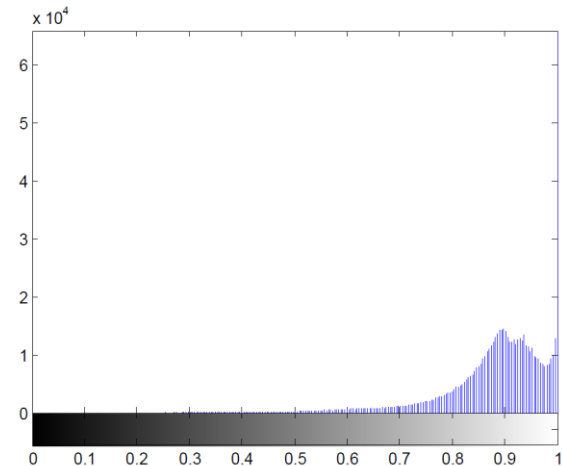
unterbelichtet



korrekt belichtet



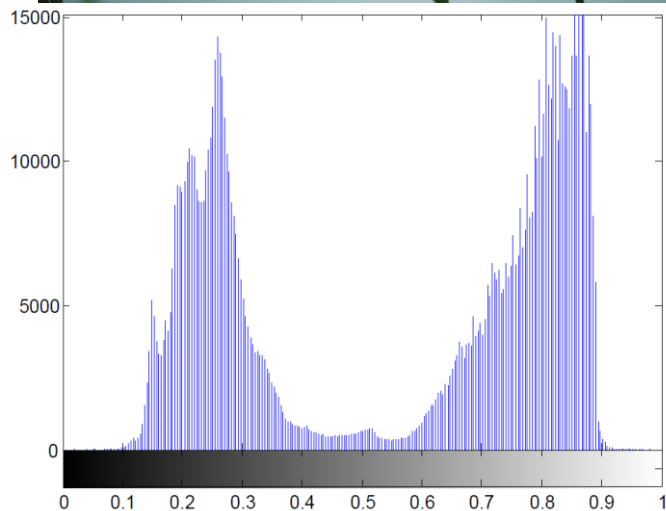
überbelichtet



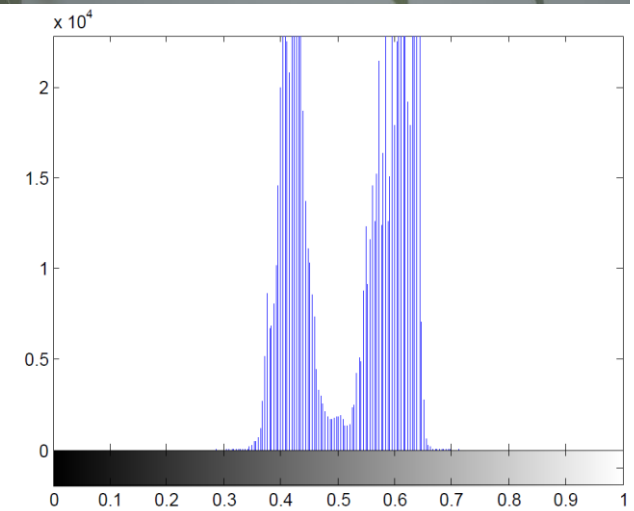
HSV value $v \in [0,1]$

Histogramm-Analyse: Kontrast

kontrastreich

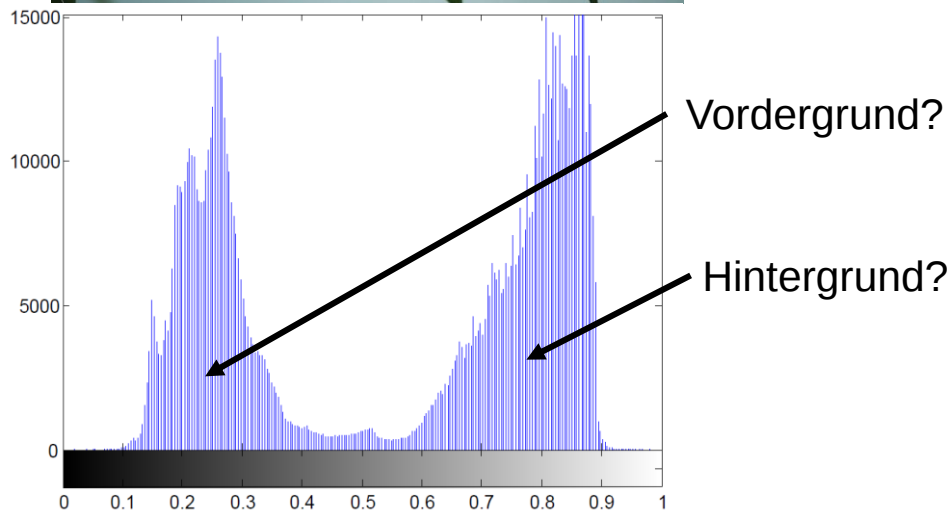


kontrastarm

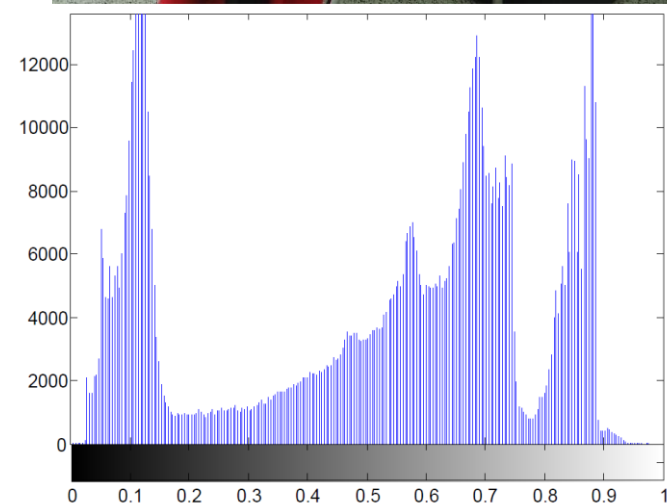


Histogramm-Analyse: Modi

Bimodales Histogramm



Multimodales Histogramm

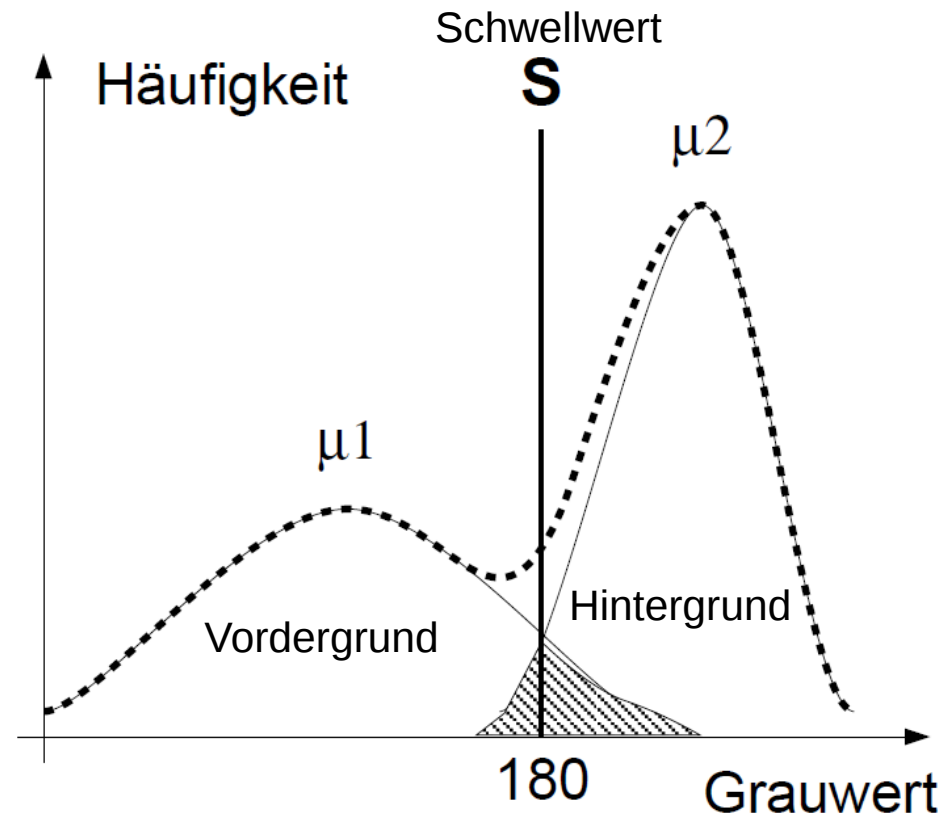


Modi $\rightarrow$ Normalverteilungen $\rightarrow$ Schwellwert

Originalbild

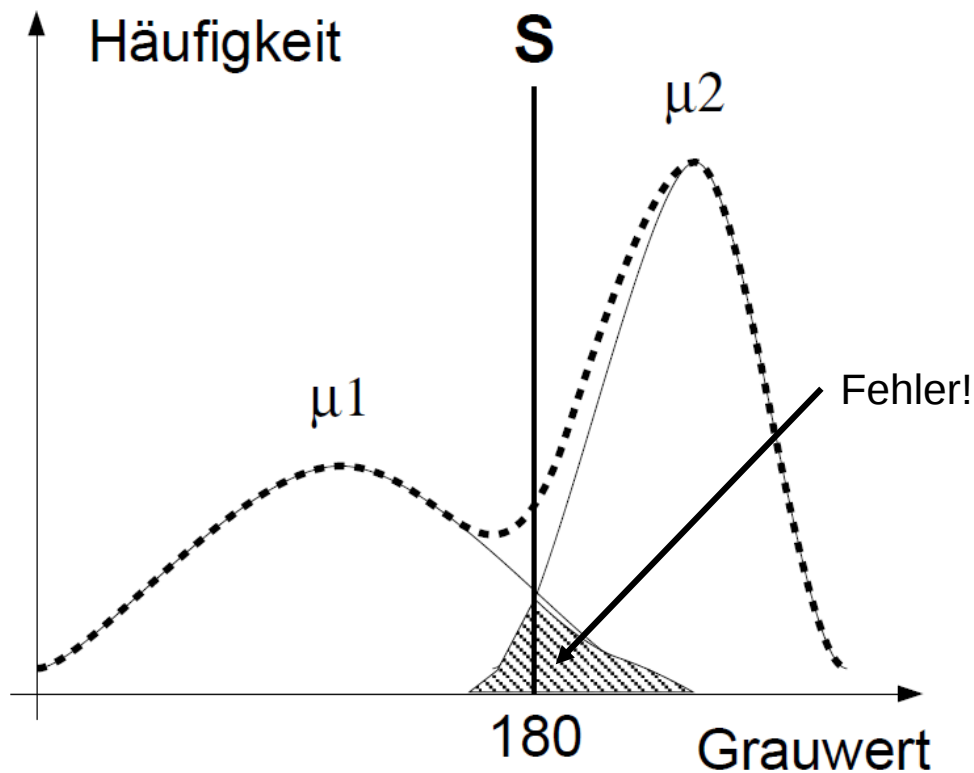


Histogramm-Analyse



Modi $\rightarrow$ Normalverteilungen $\rightarrow$ Schwellwert

Histogramm-Analyse



Binärbild



Messen optischer Größen, Messen aus Bildern

Übersicht

Optische Strahlung, Sensorik

Geometrie, Photogrammetrie

- Kamerakalibrierung
- Stereo

Menschliche Wahrnehmung

- Neurophysiologie
- Kognitive Psychologie

Digitale Bildanalyse

- Digitales Rasterbild, Kenngrößen
- Bildverarbeitungsoperationen, Segmentation
- Salient point detection + description

