

# Digitale Bildverarbeitung (DBV)

Prof. Dr.-Ing. Heinz-Jürgen Przybilla

Labor für Photogrammetrie

Email: [heinz-juergen.przybilla@hs-bochum.de](mailto:heinz-juergen.przybilla@hs-bochum.de)

Tel. 0234-32-10517

Sprechstunde: Montags 13 – 14 Uhr  
und nach Vereinbarung



# Bildvorverarbeitung - Punktoperationen -

# Bildpunktoperationen



- Zu den einfachsten ikonischen Operationen gehören die Bildpunktoperationen.
- Hierbei handelt es sich um Funktionen, die Grauwerte oder Farben von Bildern/ Bildbereichen Pixel für Pixel nach verschiedenen Zielkriterien modifizieren.
- Alle Bildpunkte werden isoliert betrachtet.
- Das Ergebnis ist wieder ein Bild.

# Histogramm



- Grundlage für Bildpunktoperationen sind Histogramme.
- Histogramme sind Bildstatistiken, die die absolute oder relative Häufigkeit der einzelnen Grauwerte darstellen.
- Sie ermöglichen die Beurteilung von Bildern, z. B. bzgl. der Qualität der Belichtung.

# Histogramm



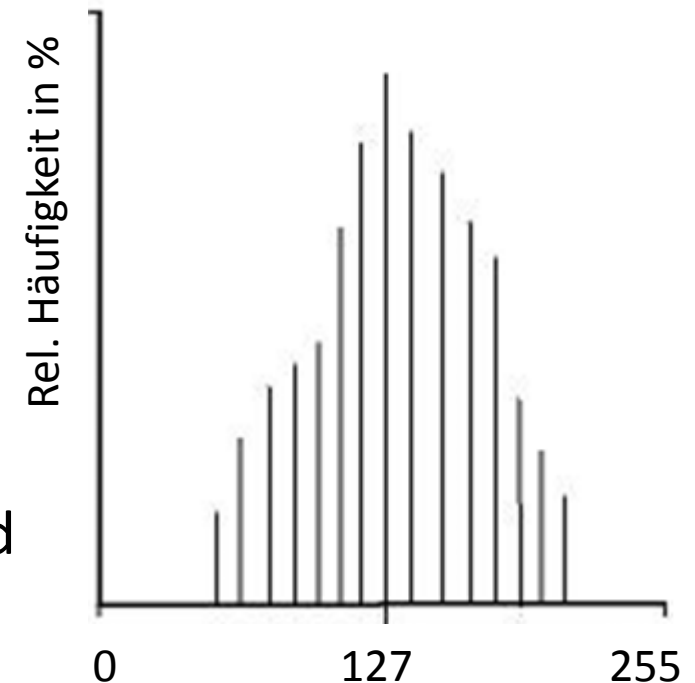
- Histogramm

$$h(g) = \frac{h_g}{m * n}$$

mit:

G=0, F-1 (F=Anzahl der Grauwerte)

$h_g$  = Häufigkeit des Grauwertes im Bild



Bedeutung: Darstellung der relativen Häufigkeit der einzelnen Grauwerte

# Histogramm



- Der minimale und maximale Grauwert geben Auskunft über den Kontrast im Bild.
- Der Mittelwert ist ein Maß für die mittlere Helligkeit.

# Bildpunktoperationen



- Bei der Anwendung von Bildpunktoperationen werden die Grauwerte eines Bildes über eine Zuordnungsfunktion verändert.
- Ist die Punktoperation unabhängig von der Position in der Bildmatrix, so handelt es sich um eine homogene Punktoperation.

# Bildpunktoperationen



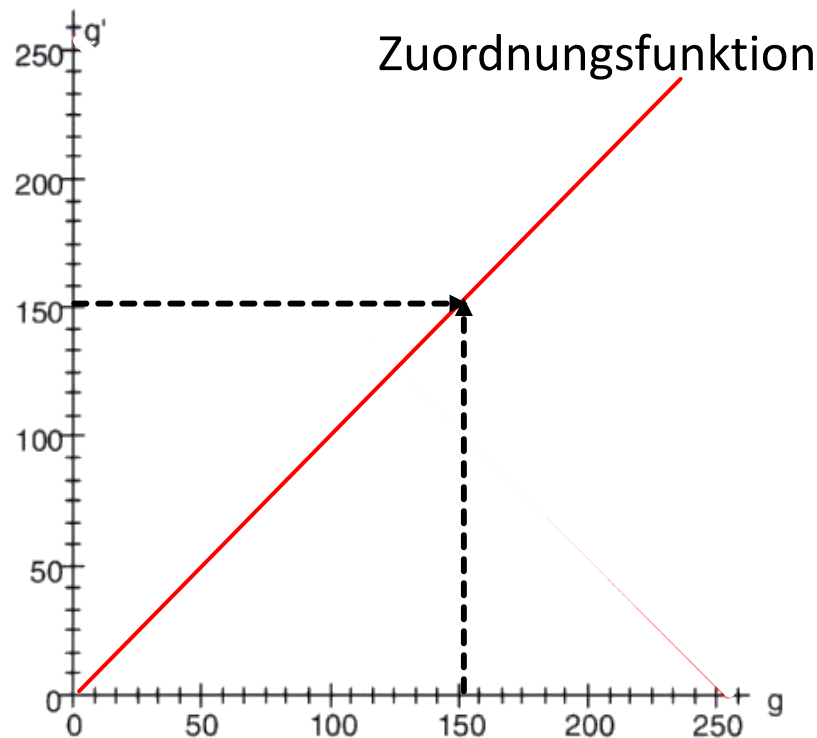
- Da sie für alle vorkommenden Grauwerte gleich ist, kann die Punktoperation einmal für alle Werte berechnet und in einer Tabelle abgelegt werden.
- Diese Tabellen werden als Lookup-Tabellen (LUT, Farbtabellen, Paletten) bezeichnet.
- LUT-Operationen sind eindeutig, i.d.R. aber nicht umkehrbar eindeutig.



# Lookup-Tabellen

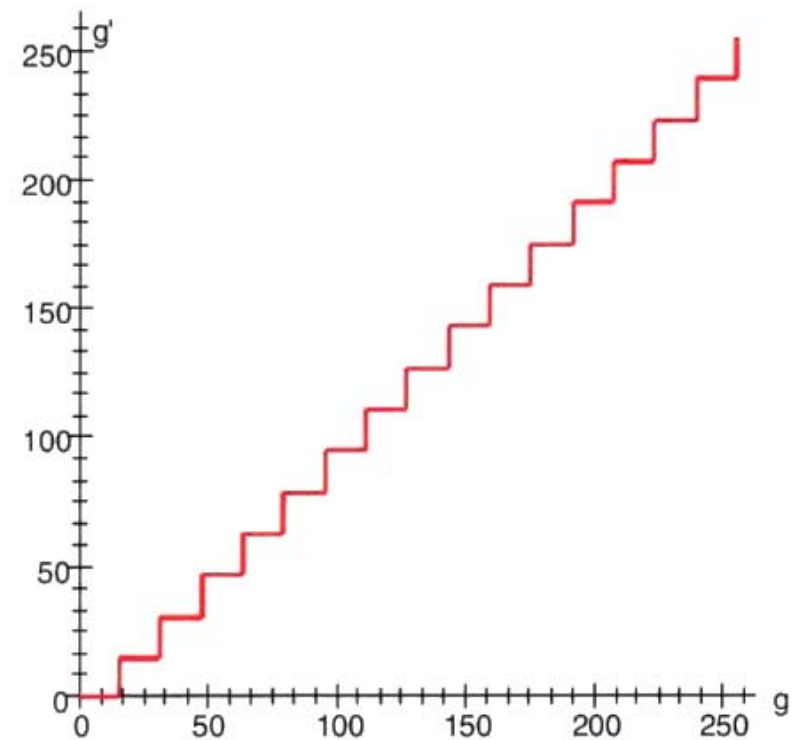
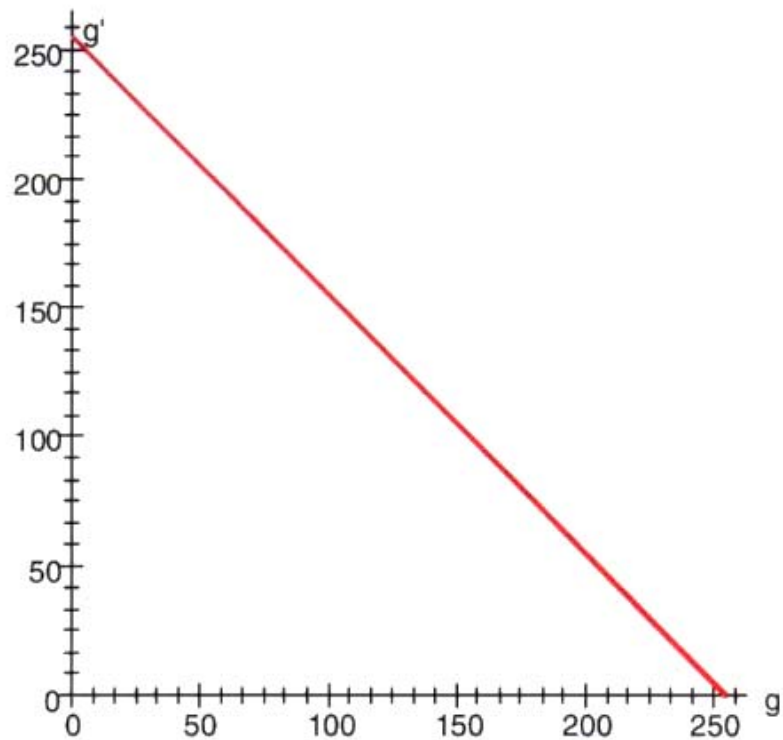


Neues Bild



- Mit der Lookup-Tabelle  $LUT(g)$  mit  $g = 0, 1, \dots, 255$  werden die Grauwerte des Ergebnisbildes berechnet:  
 $g' = LUT(g)$

# Lookup-Tabellen

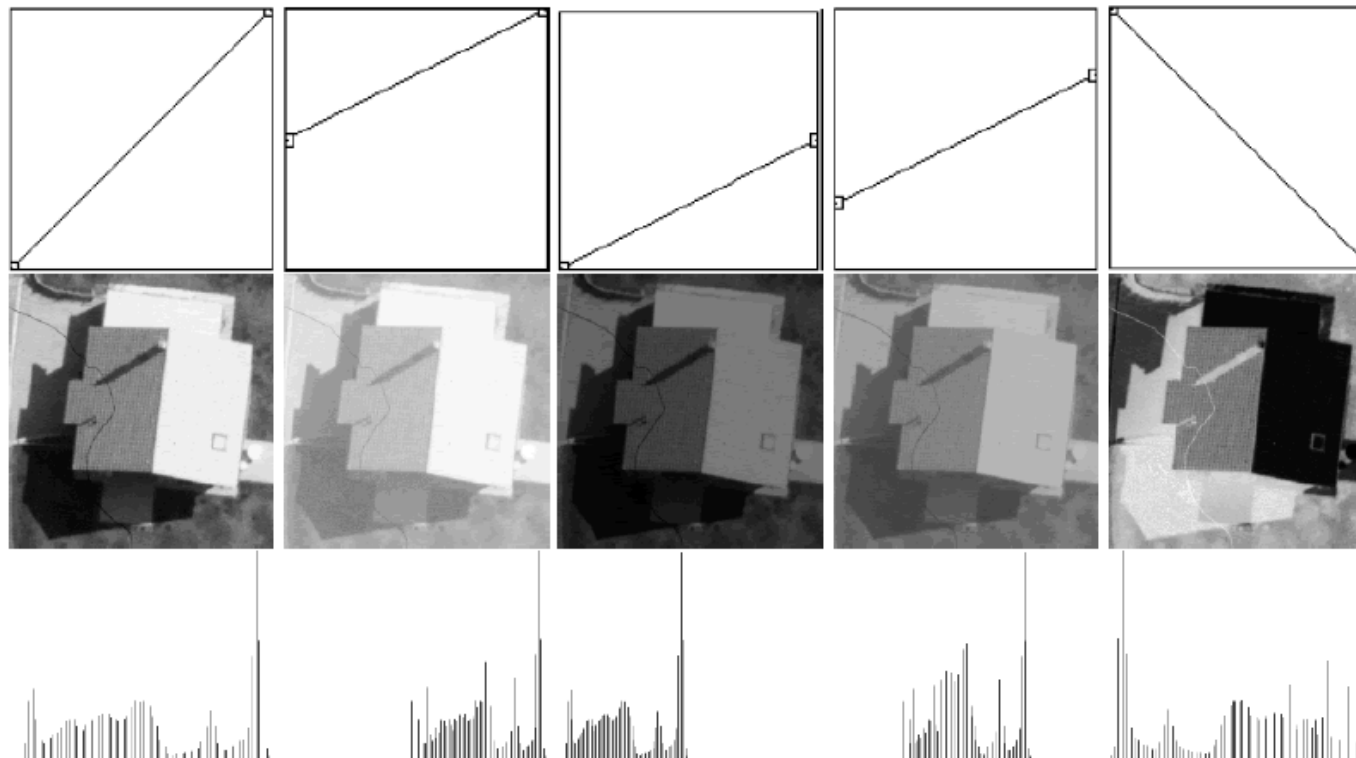


???

# Bildpunktoperationen

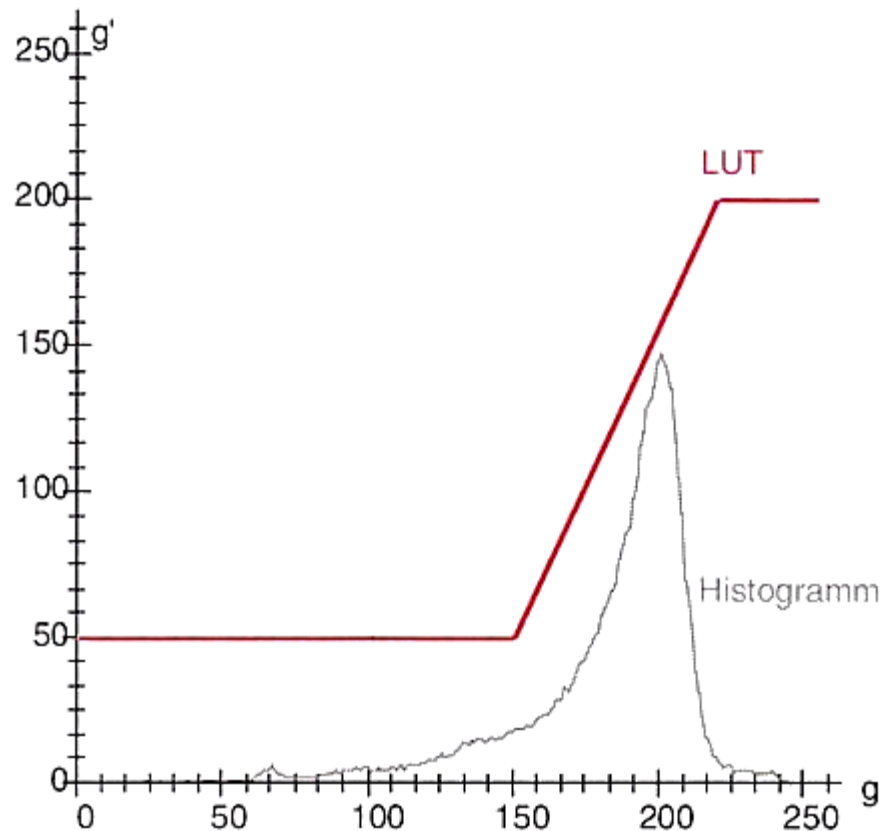


Beispiele radiometrischer Transformationen der Form  $b(r,c) = k + m a(r,c)$



[Quelle: [www.geoinformation.net](http://www.geoinformation.net)]

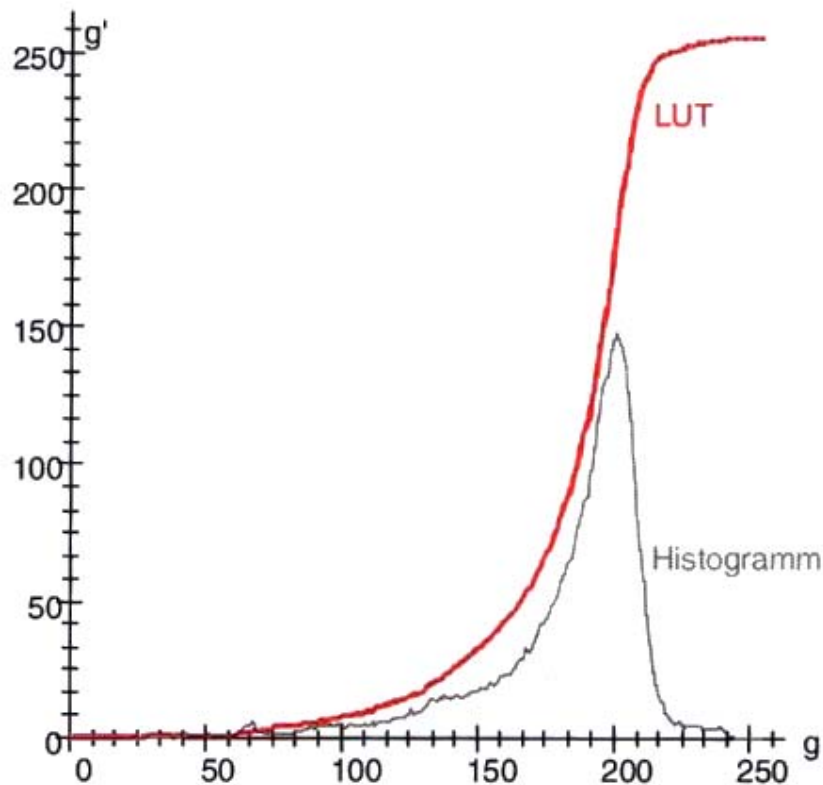
# Lineare Kontraststreckung



Histogrammspreizung

- Die LUT wird linear zwischen 2 Grenzwerten  $g_{min}$  und  $g_{max}$  interpoliert.
- Minimaler und maximaler Grauwert können dem Histogramm entnommen werden.

# Kontraststreckung durch Histogrammebnung



- Aus dem Histogramm des Originalbildes wird die Summenhäufigkeitsfunktion gebildet (← roter Graph).

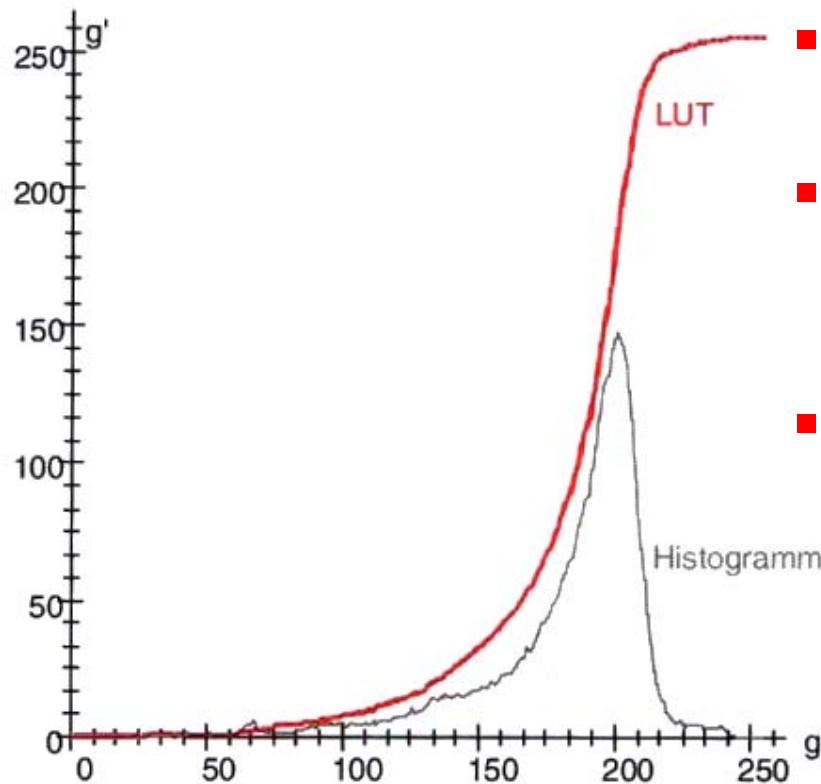
$$s_h(g) = \sum_{k=0}^g h(k)$$

mit

$$g = 0, F - 1$$

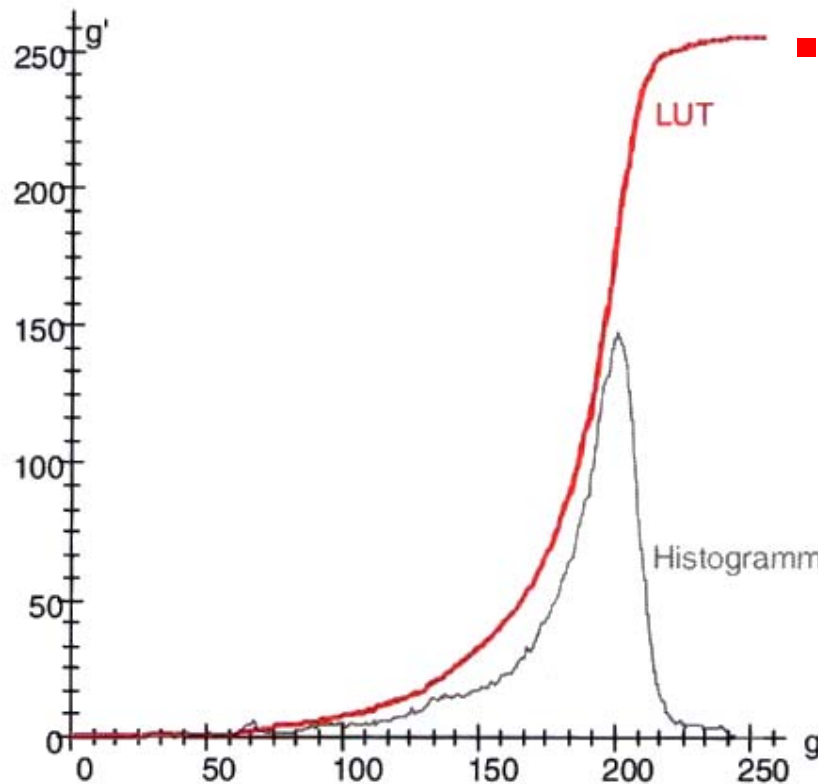
- Die Werte der LUT lauten:  
 $LUT(g) = 255 * s_h(g)$

# Kontraststreckung durch Histogrammebnung



- Der Verlauf ist histogramm-abhängig.
- Die Steigung der LUT ist proportional zur Häufigkeit der Grauwerte.
- **Folge:** das Bild wird in jenen Grauwertbereichen stark im Kontrast gesteigert, in denen viele Grauwerte vorkommen.

# Kontraststreckung durch Histogrammebnung



- Das Ergebnisbild besitzt ein Histogramm dessen relative Summenhäufigkeiten für jeden Grauwert konstant sind.

$$s_h(g) = 1/255 * g'$$

[Quelle: Nahbereichsphotogrammetrie, Luhmann]

# Gamma-Korrektur



- Bei Gamma-Veränderungen wird die Steigung der LUT logarithmisch verändert.
- Der Grund hierfür liegt in der logarithmischen Charakteristik des menschlichen Sehvermögens.
- Bei linearer Digitalisierung sind im dunklen Bereich der Grauwerte die relativen Unterschiede zwischen darstellbaren Luminanzwerten höher als im hellen Bereich.



# Gamma-Korrektur



- Beispiel:

- Relativer Unterschied zwischen  
Grauwert 10 und 11  $\rightarrow 10\%$

- Relativer Unterschied zwischen  
Grauwert 200 und 201  $\rightarrow 0,5\%$

# Gamma-Korrektur

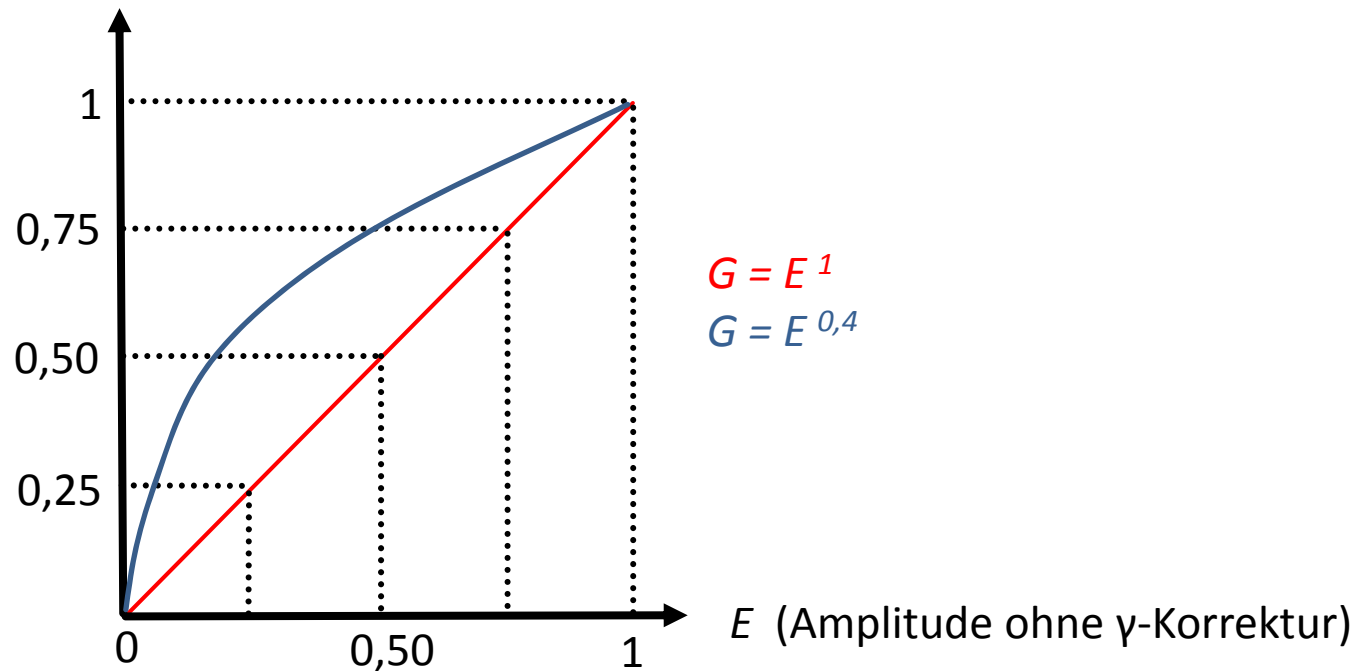


- Die Gamma-Korrektur erfolgt daher mit logarithmischer Gewichtung:  $G = E^\gamma$ 
  - $0 < \gamma < 1$ : *Expansion des dunklen Bildbereichs*
  - $0 > \gamma > -1$ : *Expansion des hellen Bildbereichs*
- Üblich ist eine Gamma-Korrektur mit  $\gamma = 0,4$

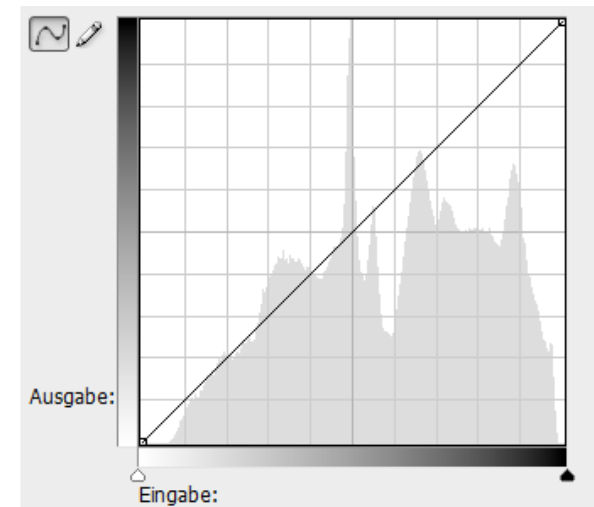
# Gamma-Korrektur



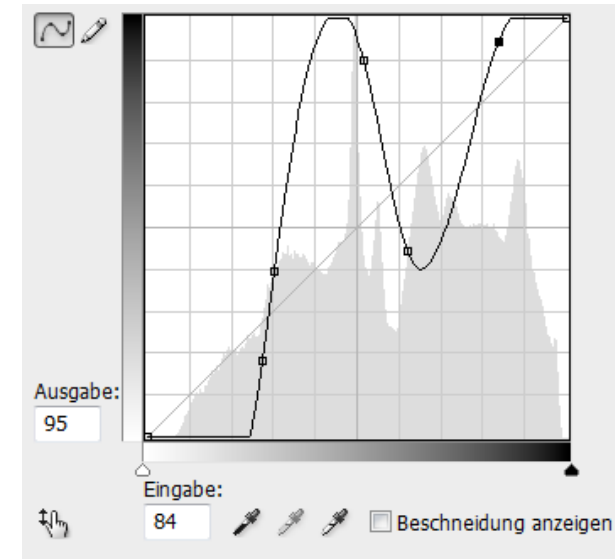
$G$  (Amplitude mit  $\gamma$ -Korrektur)



# Gamma-Kurven



# Gamma-Kurven



# Schwelldwertoperatoren



- Schwelldwertoperatoren dienen der Trennung von Grauwerten, die verschiedenen Objektklassen zuzuordnen sind, z.B. zur Differenzierung zwischen Objekt und Hintergrund.
- Sie bilden einen Vorverarbeitungsschritt bei der Segmentierung\*.

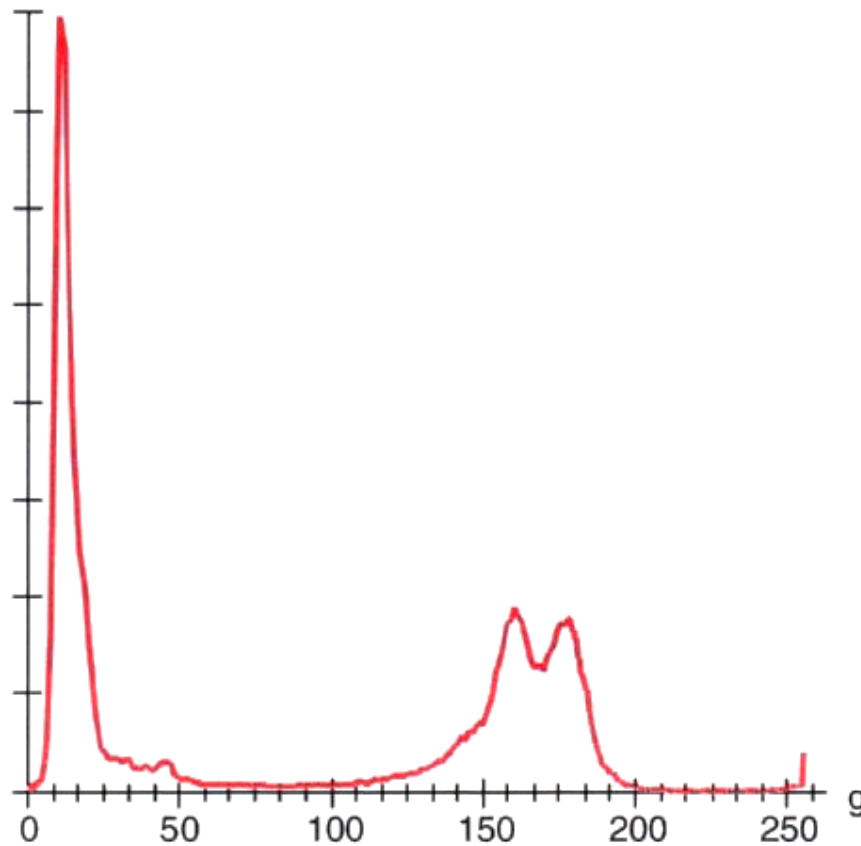
\* (Erzeugung von inhaltlich zusammenhängenden Regionen durch Zusammenfassung benachbarter Pixel entsprechend einem gegebenen Homogenitätskriterium.)

# Schwellwertoperatoren



- Aufteilung des Bildinhaltes in 2 Klassen:
  - K1: Hintergrund (z.B. dunkel)
  - K2: Objekte (z.B. hell)
- Das Histogramm verfügt über 2 ausgeprägte Maxima, die durch ein Minimum getrennt werden (*bimodales Histogramm*).

# Histogramm mit 2 Hauptmaxima und 1 Nebenmaximum





# Schwellwertoperatoren



- Die Trennung der Klassen erfolgt durch einen Schwellwert  $T$  der zwischen den Klassenmaxima liegt.

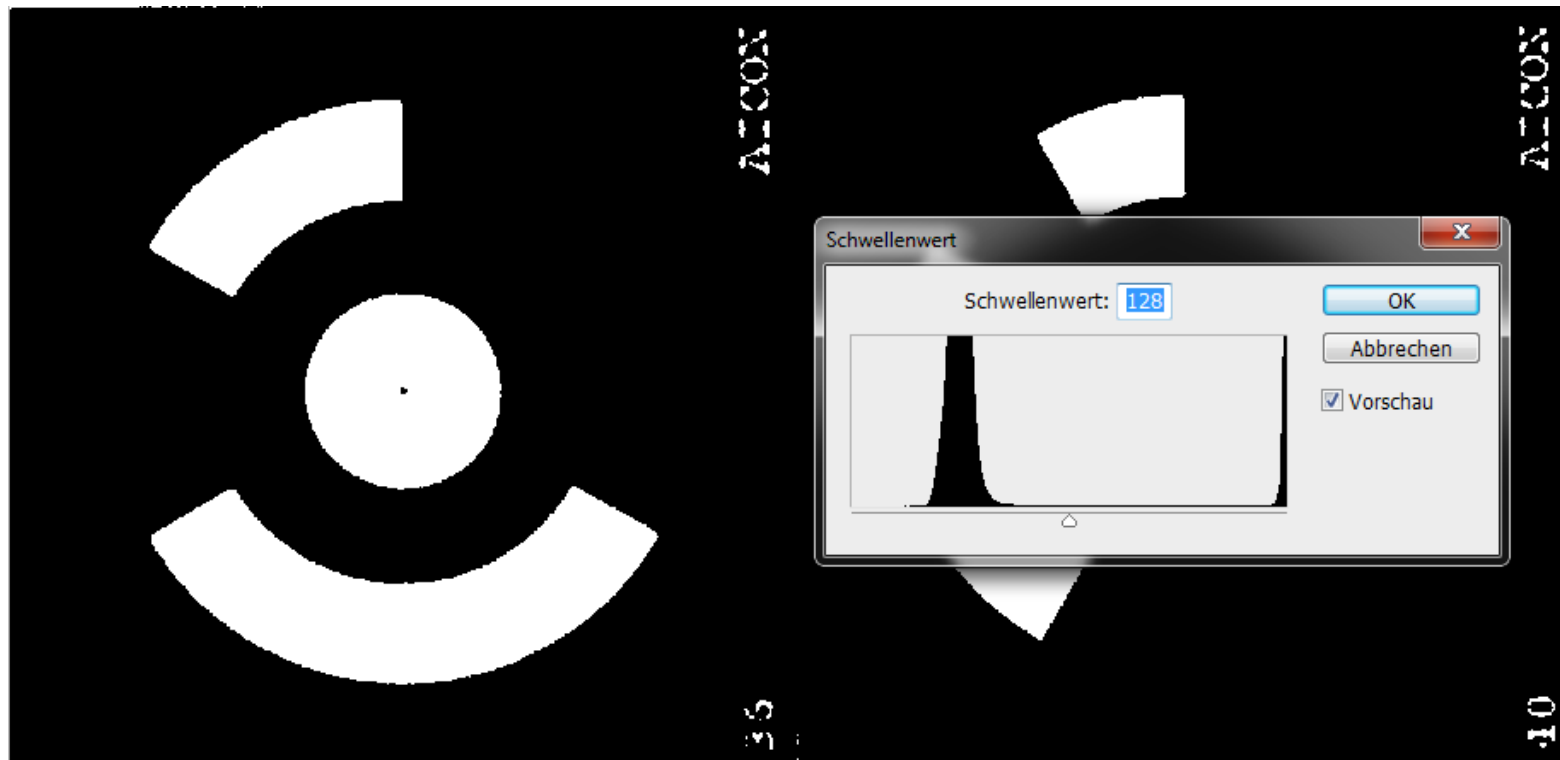
$$T = \frac{m_2 - m_1}{2}$$

mit  $m_1, m_2$ : mittlere Grauwerte der Klassen  $K_1, K_2$

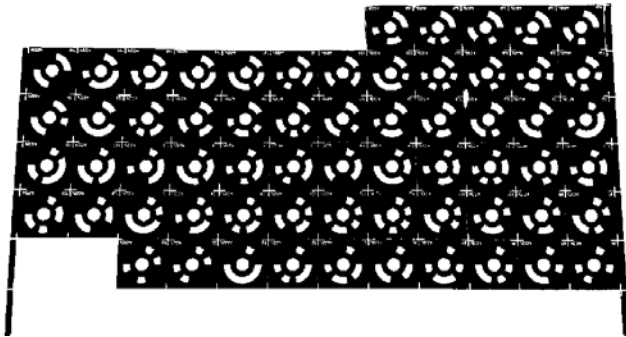
$$LUT(g) = \begin{cases} g_1 & \text{für } g \leq T \\ g_2 & \text{für } g > T \end{cases}$$

mit  $g_1, g_2$ : neue Grauwerte für die Klassen  $K_1, K_2$

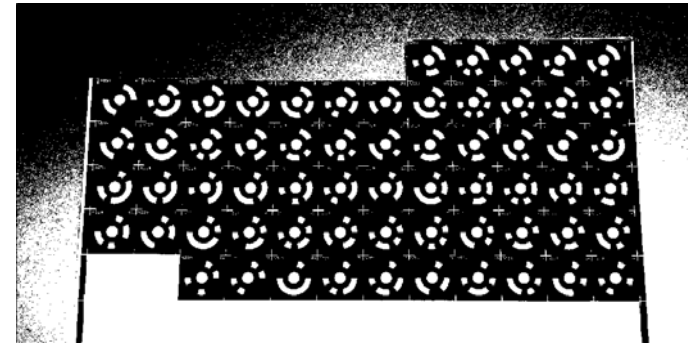
# Schwellwertoperatoren



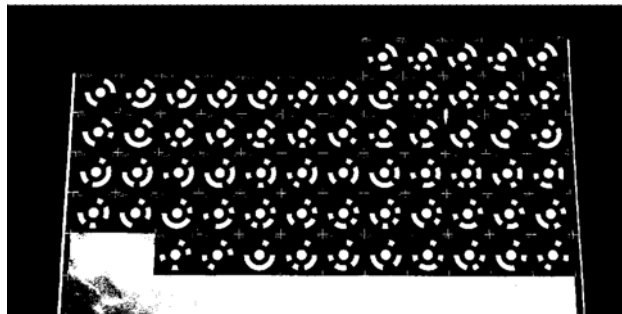
# Schwelwertoperatoren



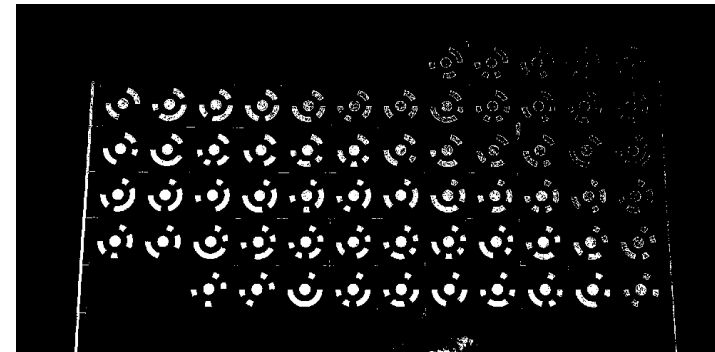
Schwelwert 50



Schwelwert 100

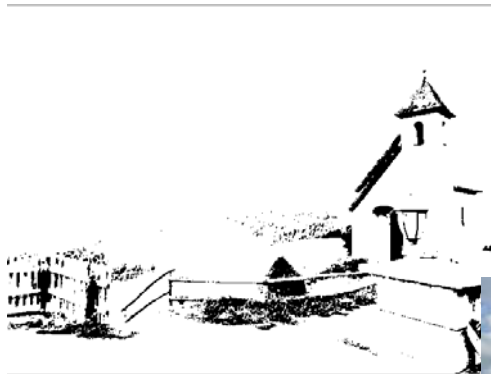


Schwelwert 150



Schwelwert 230

# Schwellwertoperatoren



Schwellwert 50



Schwellwert 150



Schwellwert 100



Schwellwert 230

# Bildverknüpfungen



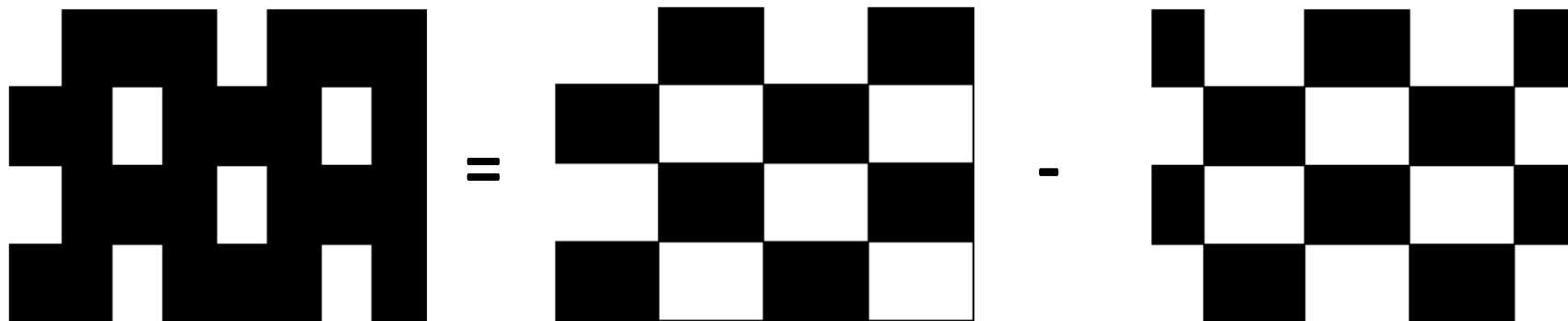
- Zwei Bilder (Bildausschnitte) können miteinander verknüpft werden:
  - Arithmetisch
    - Addition
    - Subtraktion
    - Division
    - Multiplikation

# Bildverknüpfungen



- Beispiel: Subtraktion

$$s'(x,y) = s_2(x,y) - s_1(x,y)$$





- Zwei Bilder (Bildausschnitte) können miteinander verknüpft werden:

- Logisch

- $=, <, <, \leq, \geq, \neq$

Die Grauwerte werden miteinander verglichen, mit dem Ergebnis 1 (wahr) oder 0 (false).



- Zwei Bilder (Bildausschnitte) können miteinander verknüpft werden:

- Bitweise

- AND, OR, NOT, XOR

Die Grauwerte werden miteinander verknüpft, z.B. XOR zur Überlagerung eines Bildes mit einem Cursor.