

## Gliederung

- Bildabtastung und Digitalisierung
- Technische Komponenten
- Grauwertstatistik
- **Punktoperatoren**
- Lokale Operatoren
- Globale Operatoren
- Merkmalsextraktion
- Klassifikation
- Codierung

# Gliederung

1. Definition
2. Homogene und inhomogene Punktoperationen
  - 2.1 Kontrastverstärkung
  - 2.2 Kontrastspreizung
  - 2.3 Posterizing
  - 2.4 Gamma-Korrektur
3. Inhomogene Punktoperationen

## Punktoperationen: Definition

Bei Punktoperationen (auch Pixeloperationen) wird als Ausgangswert nur der Grauwert des zu bearbeitenden Pixels herangezogen. Benachbarte Pixel bzw. Operatoren, welche sich auf benachbarte Pixel beziehen (wie z.B. bei Nachbarschaftsoperatoren), werden nicht mit berücksichtigt

### Homogene Punktoperationen:

- keine Abhängigkeit von den Bildpunktkoordinaten

### Inhomogene Punktoperationen:

- Abhängigkeit von den Bildpunktkoordinaten

## Punktoperationen

### Homogene Punktoperationen

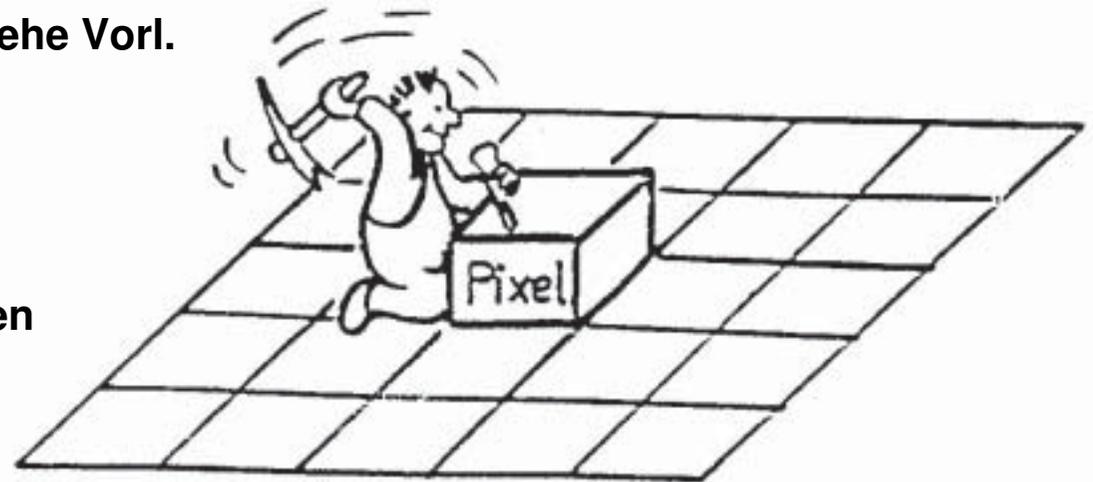
- Kontrastverstärkung (siehe Vorl. GW-Statistik)
- Kontrastspreizung (Clipping)
- Binarisierung (siehe Vorl. GW-Statistik)
- Schichtung (siehe Vorl. GW-Statistik)
- Posterizing (Erweiterung der Binarisierung)
- Histogrammebnung bzw. -skalierung (siehe Vorl. GW-Statistik)

### nichtlineare Punktoperationen, z.B.

- Wurzelfunktion
- Logarithmische Grauwertmodifikationen
- Quadratische und Exponentialfunktion
- Kompression des Grauwertbereiches (Gammakorrektur)

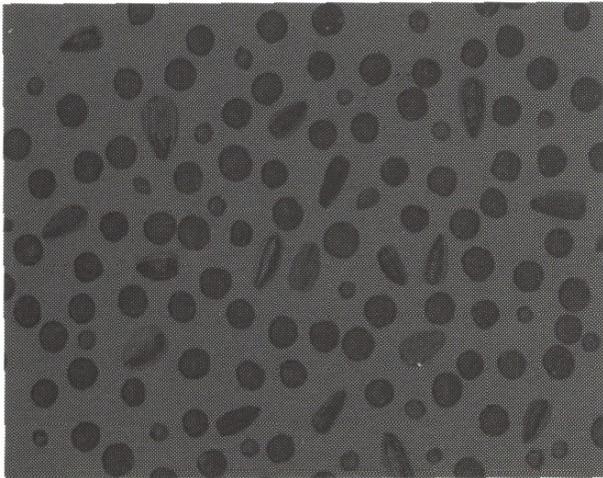
### Inhomogene Punktoperationen

- Bildmittelung
- Beleuchtungskorrektur
- Radiometrische Kalibrierung
- Fensterfunktionen

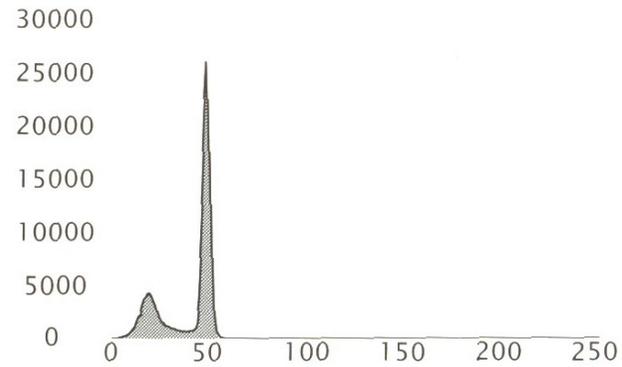


## 2.1 Kontrastverstärkung

*a*

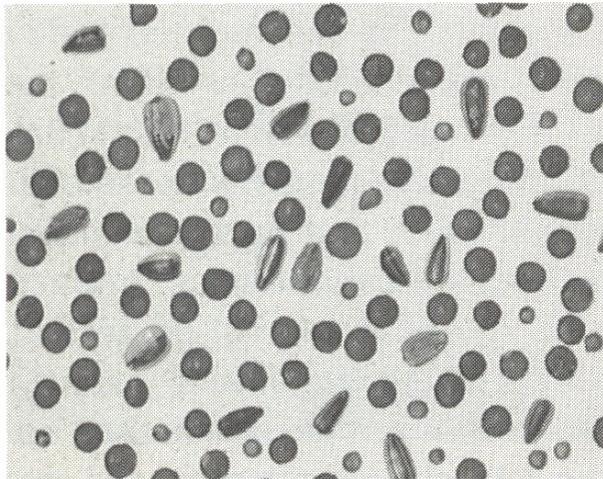


*b*

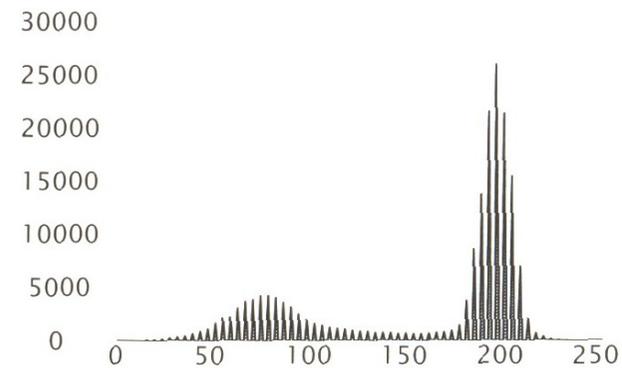


Ursprungsbild (unterbelichtet) und Histogramm

*c*



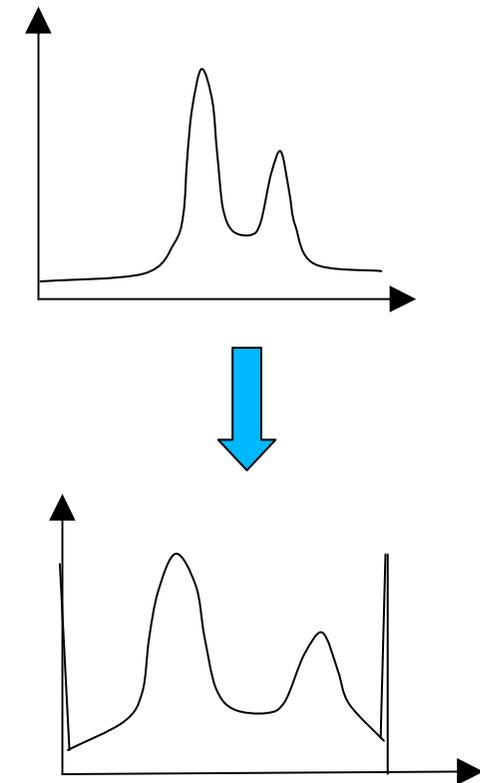
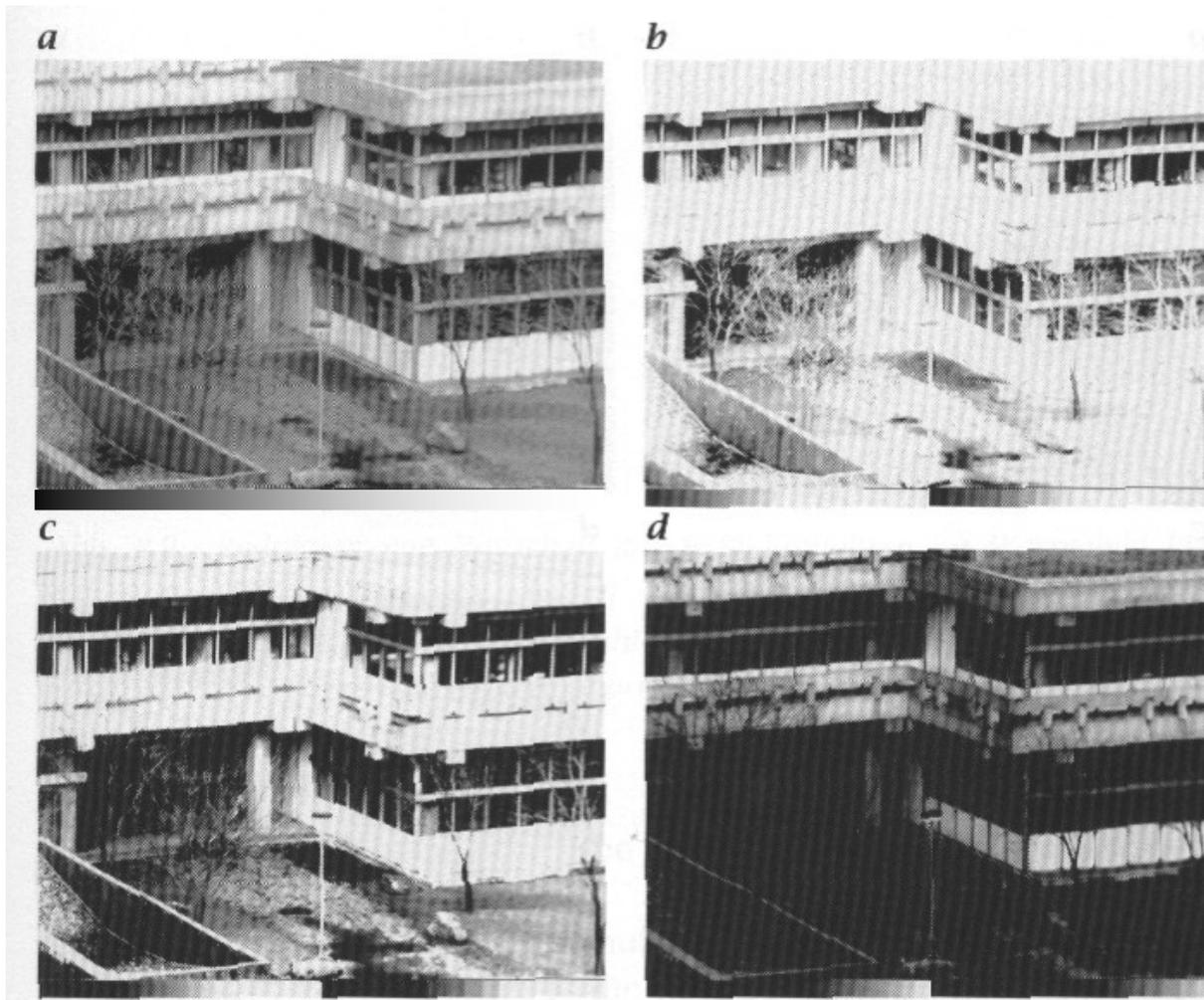
*d*



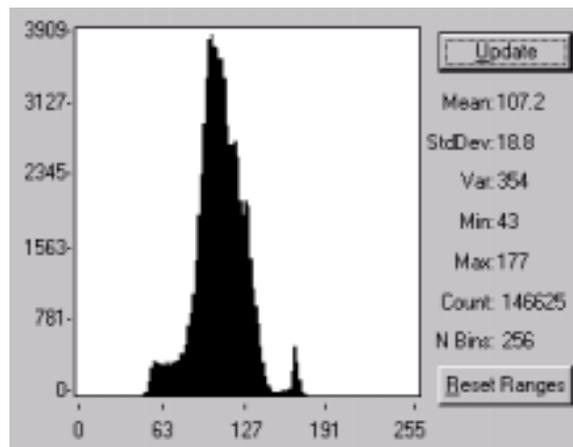
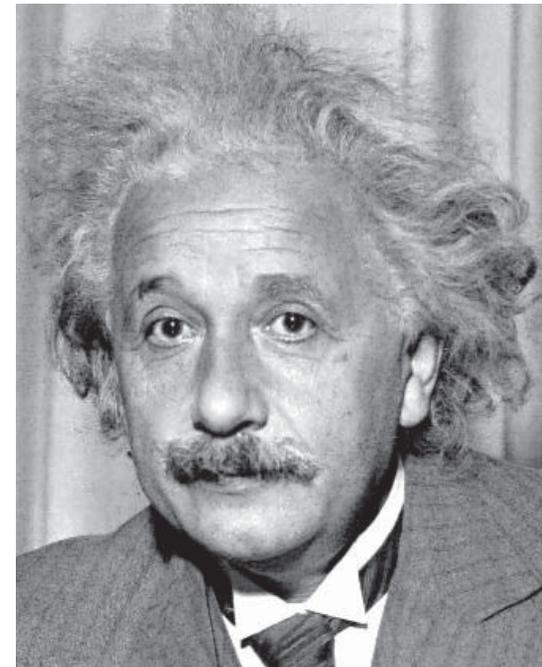
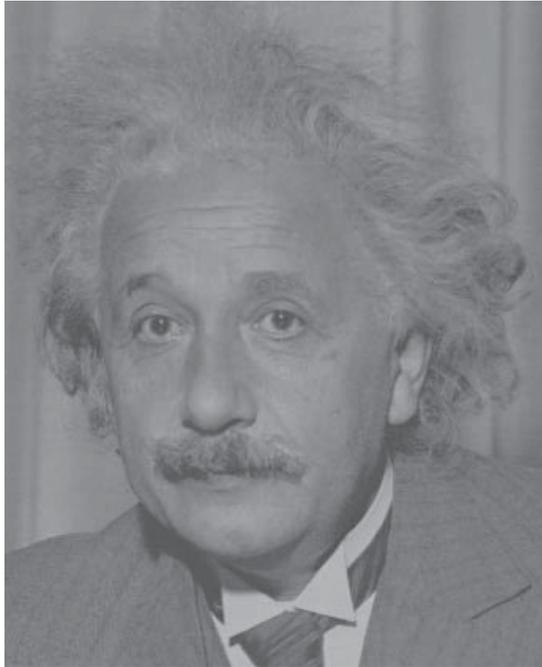
Kontrastverstärktes Bild und Histogramm

## 2.2 Kontrastspreizung (Clipping)

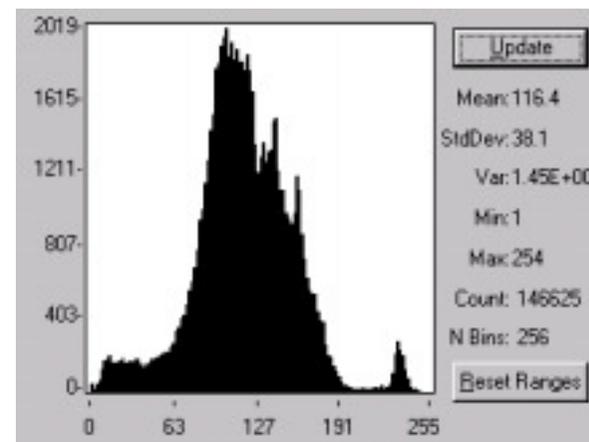
Histogrammspreizung in einem interessierenden Grauwertfenster, Setzen aller unterhalb und oberhalb liegenden Grauwerte auf den Minimal- bzw. Maximalwert



## 2.2 Kontrastspreizung: Beispiel

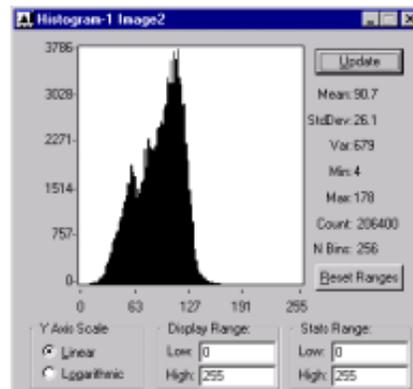
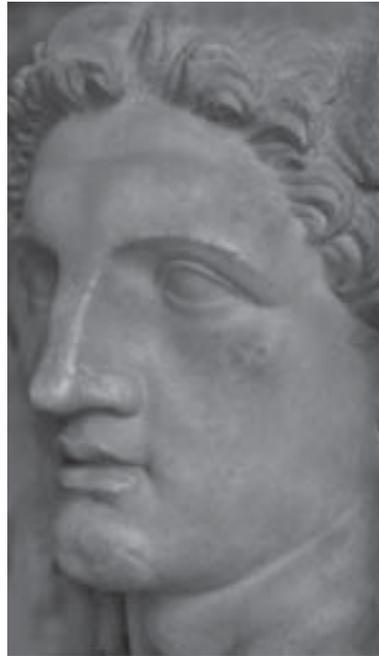


Original

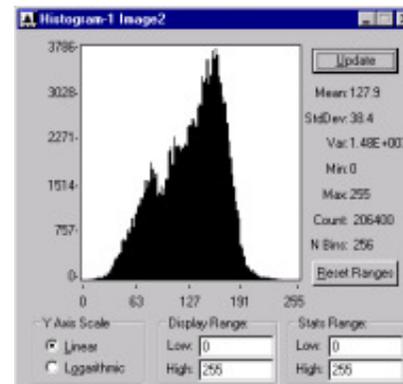


Clipping

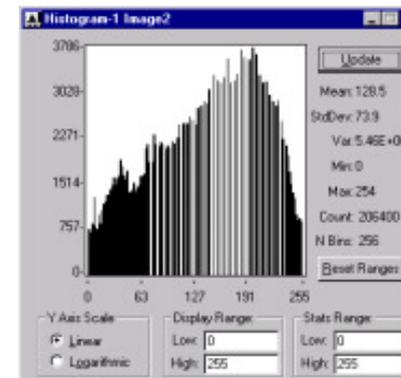
## 2.2 Kontrastspiezung / Histogrammebnung: Beispiel



Original



Clipping



Ebnung

Zur Beachtung:

- Mittelwert
- Standardabw.
- Varianz

## 2.3 Posterizing

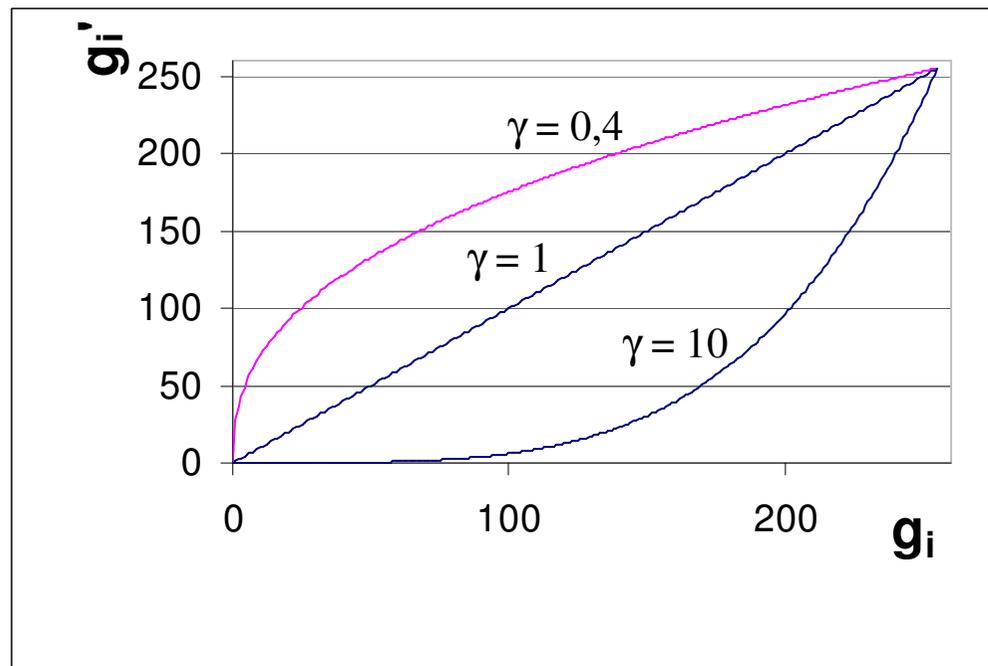


Digitalisierung auf wenige (z.B. 4) Grauwertstufen

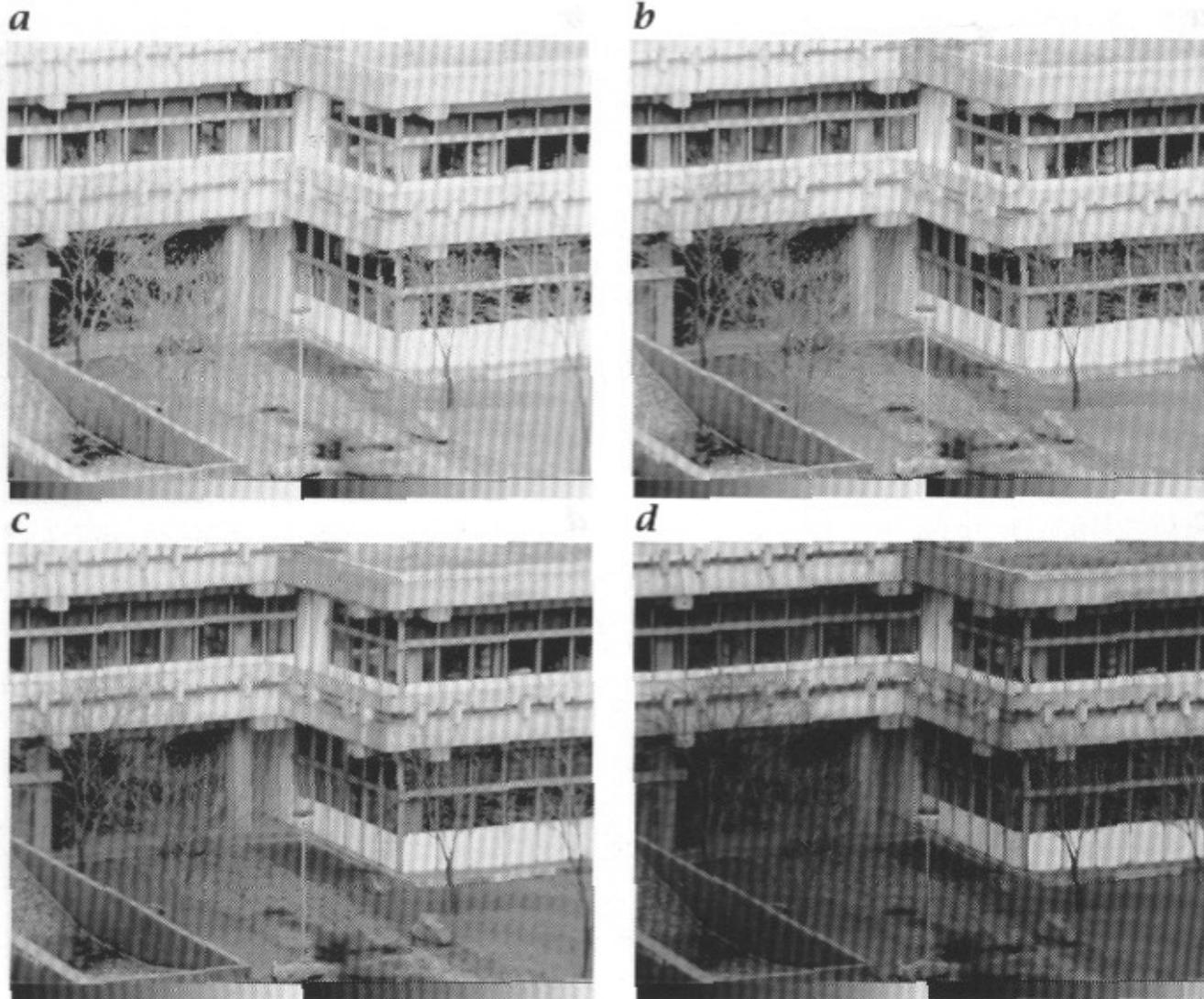
## 2.4 Nichtlineare Punktoperation: Gamma-Korrektur

Ziel: z.B. Anpassung an die nichtlineare Empfindlichkeitskurve des menschlichen Sehens, beste Anpassung bei  $\gamma = 0,4$

Gamma-Funktion 
$$g_i' = 255 \cdot \left(\frac{g_i}{255}\right)^\gamma$$



## 2.4 Nichtlineare Punktoperation: Gamma-Korrektur



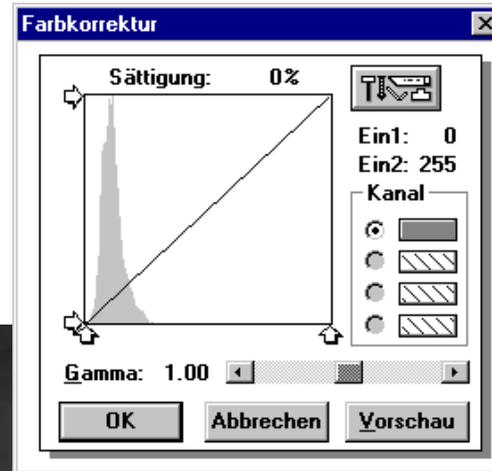
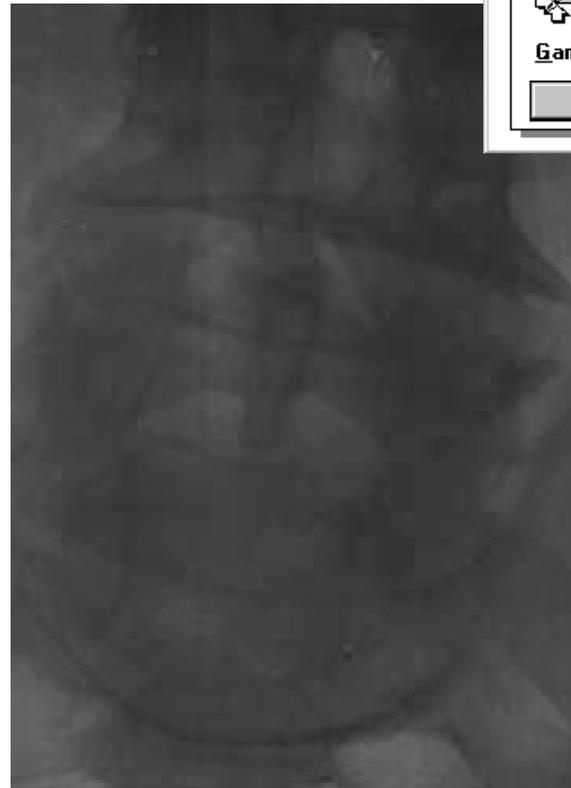
a:  $\gamma = 0,5$

b:  $\gamma = 0,7$

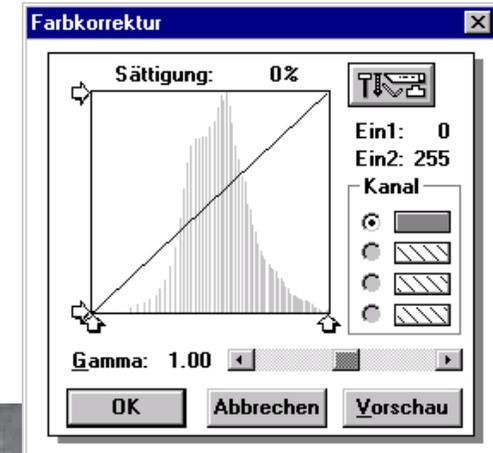
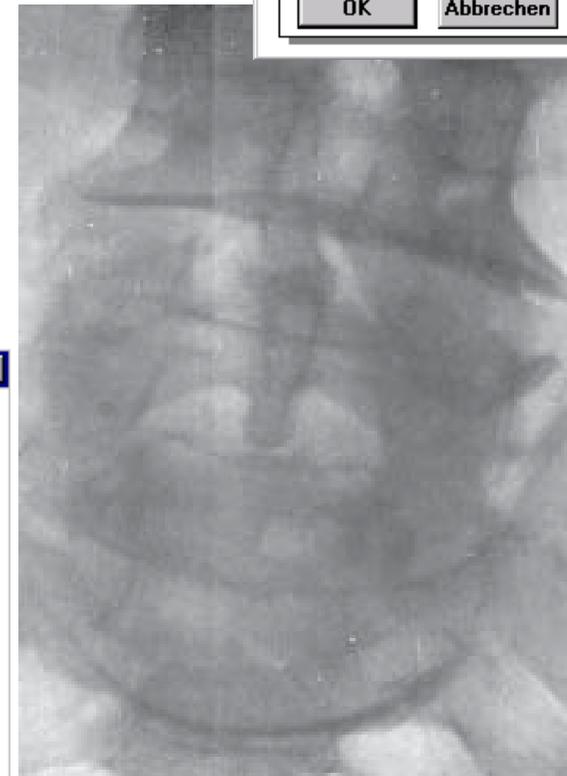
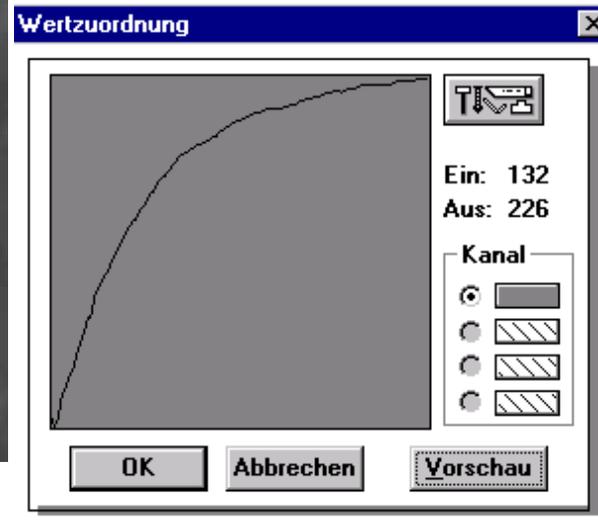
c:  $\gamma = 1,0$

a:  $\gamma = 2,0$

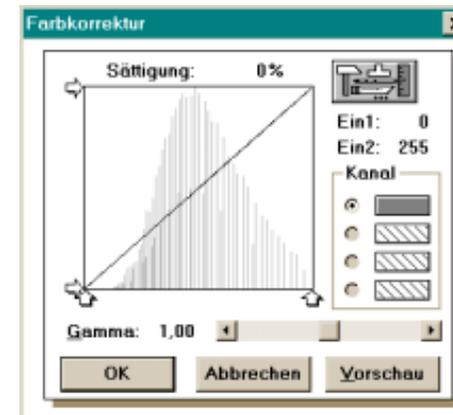
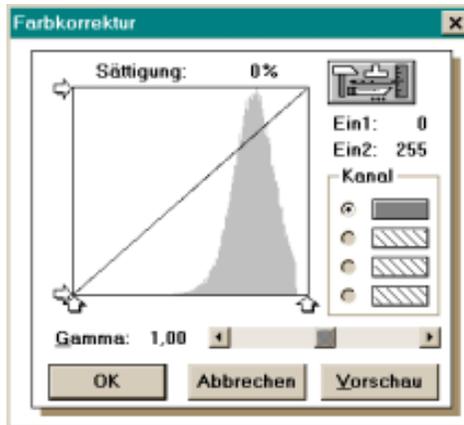
## 2.4 Nichtlineare Punktoperation: Wurzel-Kennlinie



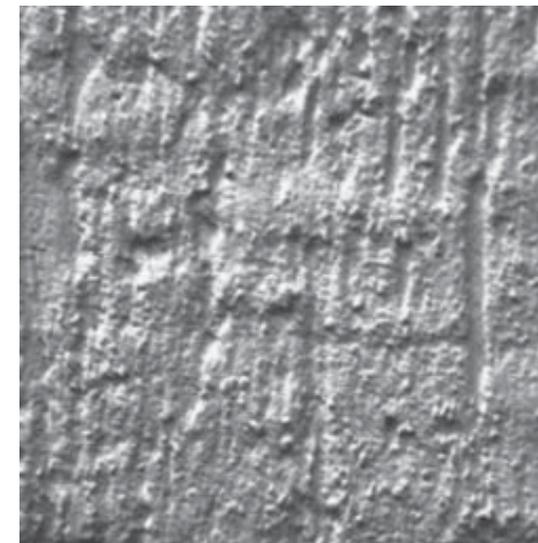
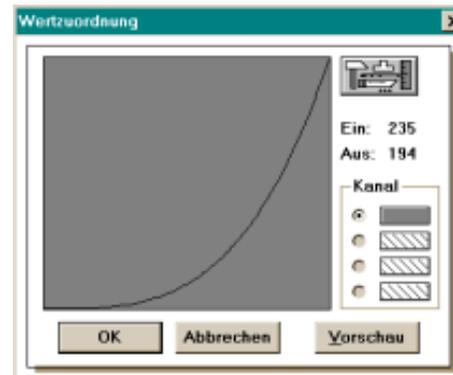
$$\rightarrow g_{i,j} = \sqrt{G_{\max-1} \cdot f_{i,j}} \rightarrow$$



## 2.4 Nichtlineare Punktoperation: Quadrat-Kennlinie



$$\rightarrow g_{i,j} = \frac{f^2_{i,j}}{G_{\max}-1} \rightarrow$$



## Schichtung

Binarisierung des Bildes in mehreren übereinander liegenden Schichten

Die Zugehörigkeit zu einer Schicht wird durch das höchste Bit eines Grauwertes in binärer Form dargestellt. Gehört ein Wert zu einer Schicht, so wird ihm an der entsprechenden Stelle in der Schicht eine 1 zugewiesen. Nicht besetzte Positionen innerhalb einer Schicht erhalten den Wert 0.

Die Anzahl der Schichten ergibt sich aus der Anzahl der Bits, welche zur Darstellung des Wertebereiches erforderlich sind.

### Beispiel

	0	1	2	3	4	5	6	7
0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	1	1	1	1	1	1	0
2	0	4	10	9	8	7	2	0
3	0	4	10	15	14	6	2	0
4	0	4	11	12	13	6	2	0
5	0	4	5	5	5	5	2	0
6	0	3	3	3	3	3	2	0
7	0	0	0	0	0	0	0	0

Schicht 0								
Schicht 1								
Schicht 2								
Schicht 3								

**Darstellung der Bitmuster und der Schichtzugehörigkeiten der 3. Zeile des Bildes**

**Bild**

14 von 18

## Schichtung

Binarisierung des Bildes in mehreren übereinander liegenden Schichten

Die Zugehörigkeit zu einer Schicht wird durch das höchste Bit eines Grauwertes in binärer Form dargestellt. Gehört ein Wert zu einer Schicht, so wird ihm an der entsprechenden Stelle in der Schicht eine 1 zugewiesen. Nicht besetzte Positionen innerhalb einer Schicht erhalten den Wert 0.

Die Anzahl der Schichten ergibt sich aus der Anzahl der Bits, welche zur Darstellung des Wertebereiches erforderlich sind.

### Beispiel

	0	1	2	3	4	5	6	7
0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	1	1	1	1	1	1	0
2	0	4	10	9	8	7	2	0
3	0	4	10	15	14	6	2	0
4	0	4	11	12	13	6	2	0
5	0	4	5	5	5	5	2	0
6	0	3	3	3	3	3	2	0
7	0	0	0	0	0	0	0	0

Schicht 0	0	0	0	1	0	0	0	0
Schicht 1	0	0	1	1	1	1	1	0
Schicht 2	0	1	0	1	1	1	0	0
Schicht 3	0	0	1	1	1	0	0	0

**Darstellung der Bitmuster und der Schichtzugehörigkeiten der 3. Zeile des Bildes**

**Bild**

15 von 18

## Schichtung Beispiel (Forts.)

	0	1	2	3	4	5	6	7
0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	1	1	1	1	1	1	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	0	0

Schicht 0

	0	1	2	3	4	5	6	7
0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	1	0
3	0	0	0	0	0	0	1	0
4	0	0	0	0	0	0	1	0
5	0	0	0	0	0	0	1	0
6	0	1	1	1	1	1	1	0
7	0	0	0	0	0	0	0	0

Schicht 1

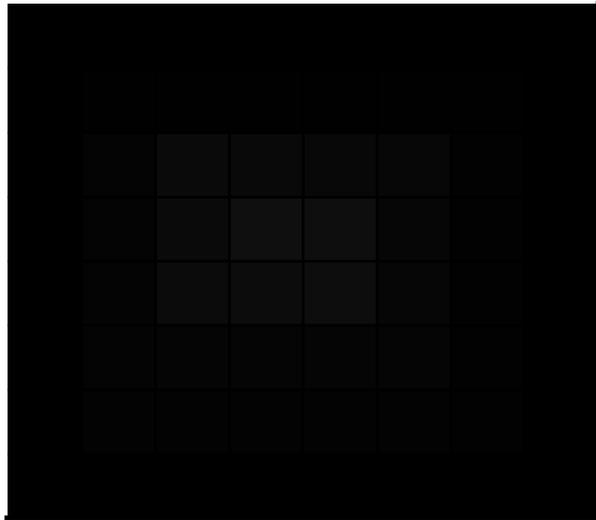
	0	1	2	3	4	5	6	7
0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	1	0	0	0	1	0	0
3	0	1	0	0	0	1	0	0
4	0	1	0	0	0	1	0	0
5	0	1	1	1	1	1	0	0
6	0	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	0	0

Schicht 2

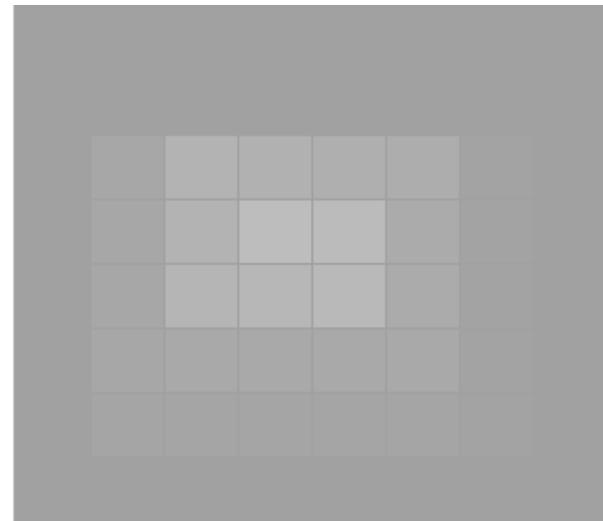
	0	1	2	3	4	5	6	7
0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	1	1	1	0	0	0
3	0	0	1	1	1	0	0	0
4	0	0	1	1	1	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	0	0

Schicht 3

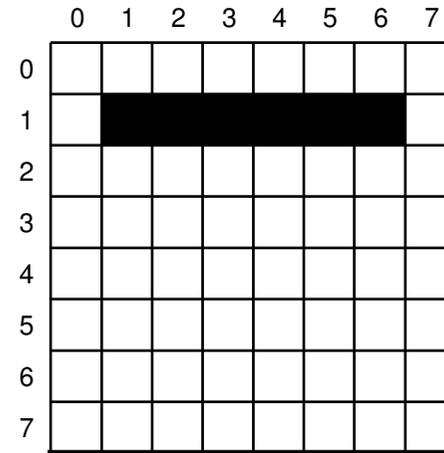
## Schichtung Beispiel (Forts.)



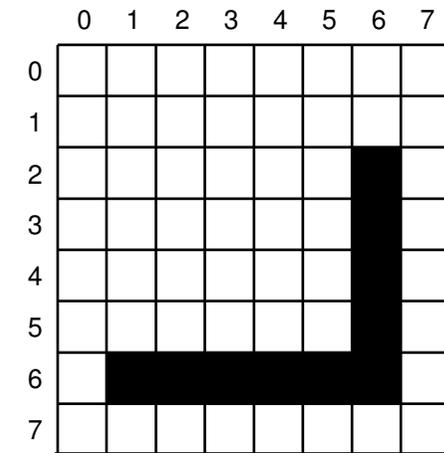
**Originalbild**



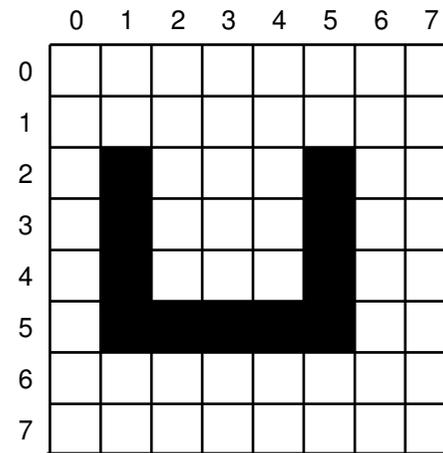
**Bearbeitetes Bild**



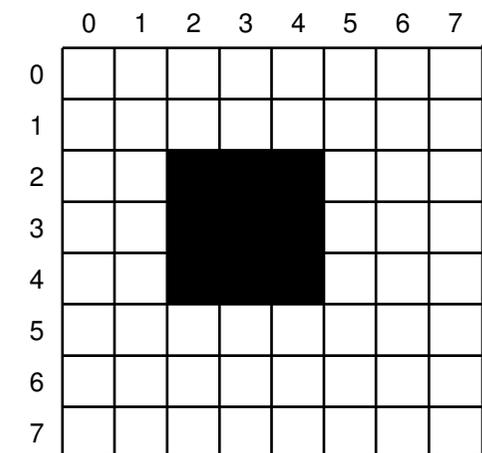
Schicht 0



Schicht 1



Schicht 2



Schicht 3

## Schichtung: Operator

