

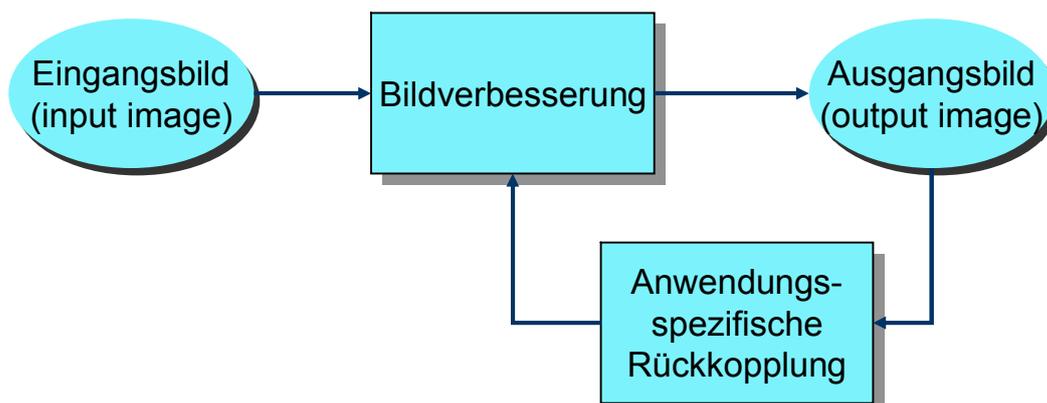


**Bildverbesserung**  
(Image Enhancement)

---

## Der Prozess der Bildverbesserung (1)

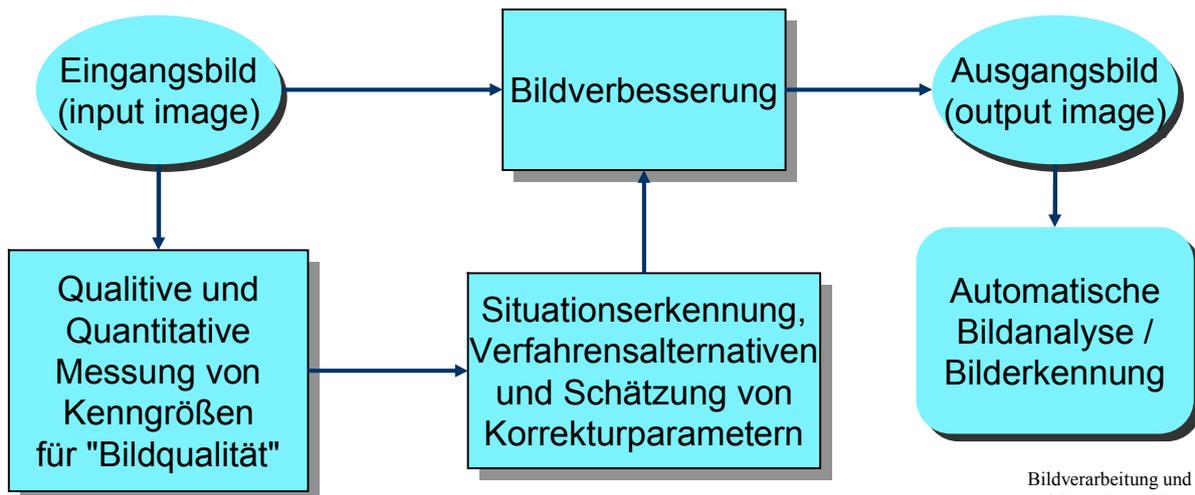
- Bildverbesserung wird häufig dafür eingesetzt, die für einen menschlichen Betrachter relevanten Aspekte eines Bildes optimal sichtbar zu machen.
- Dieser Prozess ist meist iterativ, wobei sowohl die Art der eingesetzten Verfahren als auch deren Parameter variiert werden.



## Der Prozess der Bildverbesserung (2)

---

- ❑ Bildverbesserung wird auch als Vorstufe für die automatische Bildanalyse / Bilderkennung benötigt.
- ❑ Für die automatische Auswertung zielt die "Verbesserung" des Bildes in erster Linie auf eine Kompensation von bedeutungslosen Bildvariationen → Bildnormalisierung.



Bildverarbeitung und Algorithmen  
WS07 7.3 ©Konen, Zielke

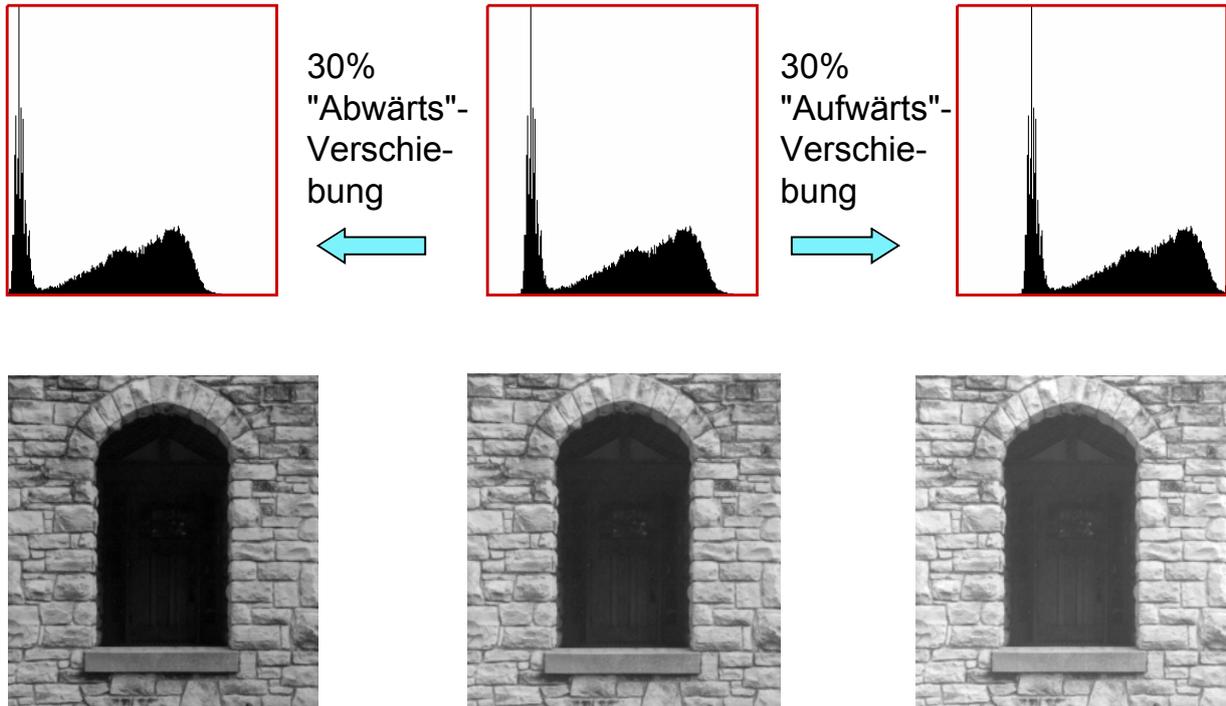
## Methoden der Bildverbesserung und der Bildrestauration

---

- ❑ Pixel-Punkt-Verarbeitung  
(Grauwert- bzw. Farbwert-Transformation)
- ❑ Pixel-Punkt-Verarbeitung unter Kombination mehrerer Bilder
- ❑ Pixel-Gruppen-Verarbeitung
  - Örtliche Filterung (linear / nicht-linear)
  - Kantendetektion
- ❑ Verarbeitung im Frequenzbereich
- ❑ Geometrische Bildtransformation

Bildverarbeitung und Algorithmen  
WS07 7.4 ©Konen, Zielke

## Design von Grauwerttransformationen aus Histogrammbetrachtungen (1)



Bildverarbeitung und Algorithmen  
WS07 7.5 ©Konen, Zielke

## Design von Grauwerttransformationen aus Histogrammbetrachtungen (2)



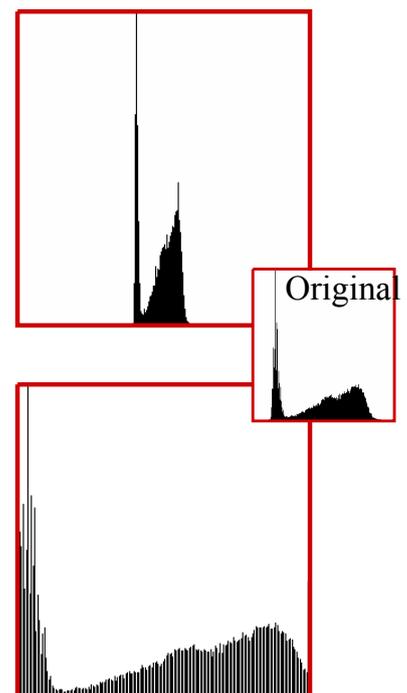
### Histogramm-Stauchung (histogram shrinking)

Beispiel:  
Alle Grauwerte in den Wertebereich 100...150 transformieren.



### Histogramm-Spreizung (histogram stretching)

Beispiel:  
1% der hellsten Pixel und 1% der dunkelsten Pixel auf den Wert 255 bzw. 0 abbilden. Alle anderen Pixel → 1...254.



Bildverarbeitung und Algorithmen  
WS07 7.6 ©Konen, Zielke

## Lineare Abbildung der Grauwerte auf einen gegebenen Wertebereich

- $I_{\max}$  ist der größte Grauwert in dem Bild  $I[i,j]$
- $I_{\min}$  ist der kleinste Grauwert in dem Bild  $I[i,j]$
- **MAX** und **MIN** sind die Grenzen des Wertebereichs der Grauwerte (z.B. 255 und 0)
- $I_T[i,j]$  ist das transformierte Bild (Ergebnisbild) der Operation

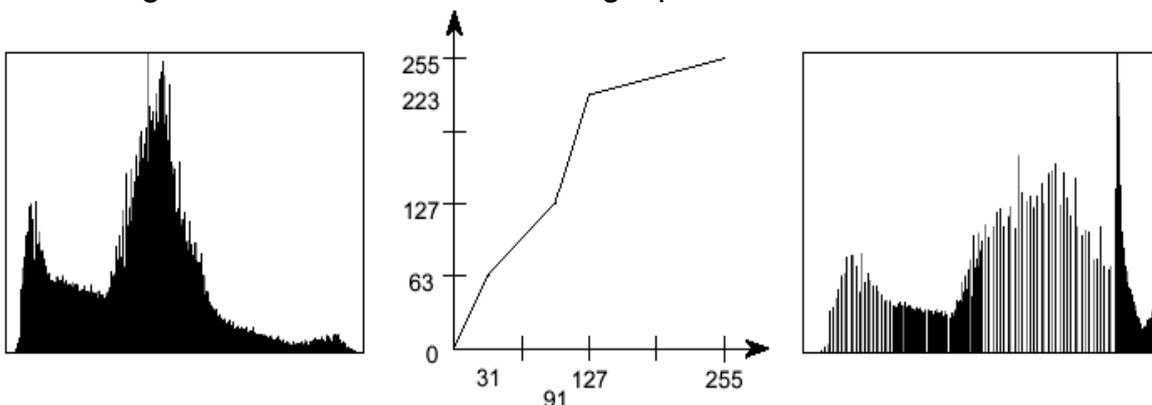
$$I_T[i, j] = \left( I[i, j] - I_{\min} \right) \frac{MAX - MIN}{I_{\max} - I_{\min}} + MIN$$

In der Praxis besteht das Problem, dass  $I_{\min}$  und  $I_{\max}$  jeweils von einem einzigen Ausreißer-Pixel bestimmt werden können. Deshalb wird zur Ermittlung von  $I_{\min}$  und  $I_{\max}$  oft ein bestimmter Prozentsatz (ca. 1-3 %) der Pixel am unteren und am oberen Rand des Histogramms ignoriert.

Bildverarbeitung und Algorithmen  
WS07 7.7 ©Konen, Zielke

## Stückweise lineare Abbildung der Grauwerte auf den Wertevorrat

- Mit einer stückweise linearen Funktion können einzelne Abschnitte des Histogramms unterschiedlich stark gespreizt werden.

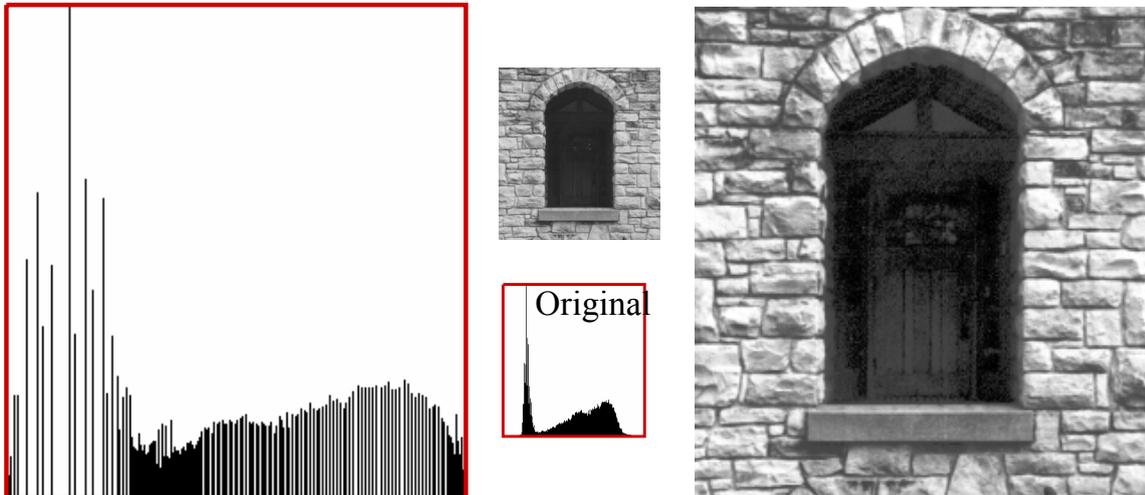


Bildverarbeitung und Algorithmen  
WS07 7.8 ©Konen, Zielke

# Histogrammausgleich (1)

## Histogram Equalization

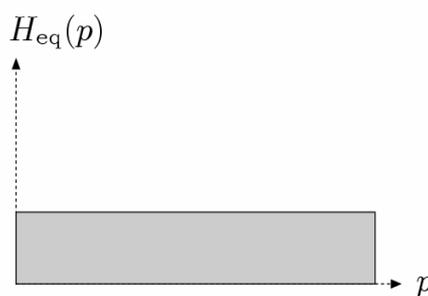
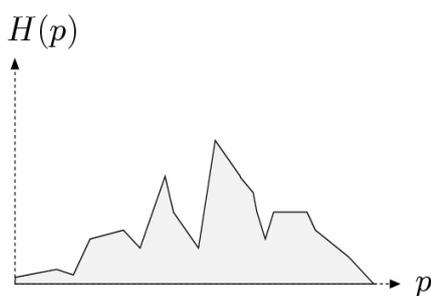
- Das Verfahren des Histogrammausgleichs beruht auf dem theoretischen Ansatz, das Bild so zu transformieren, dass die Auftrittswahrscheinlichkeit aller verfügbaren Graustufen in etwa gleich wird (möglichst flaches Histogramm).



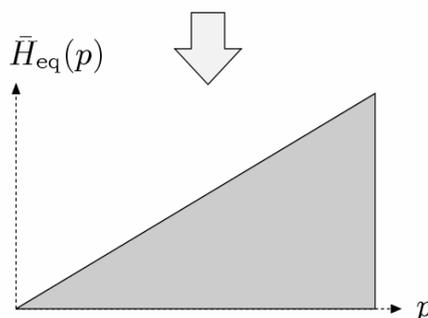
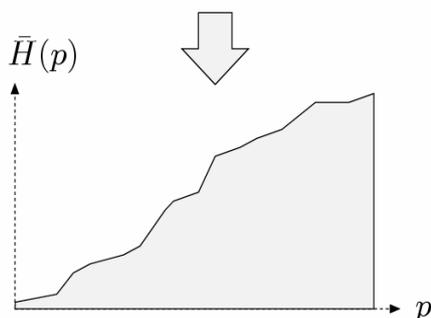
Bildverarbeitung und Algorithmen  
WS07 7.9 ©Konen, Zielke

# Histogrammausgleich (2)

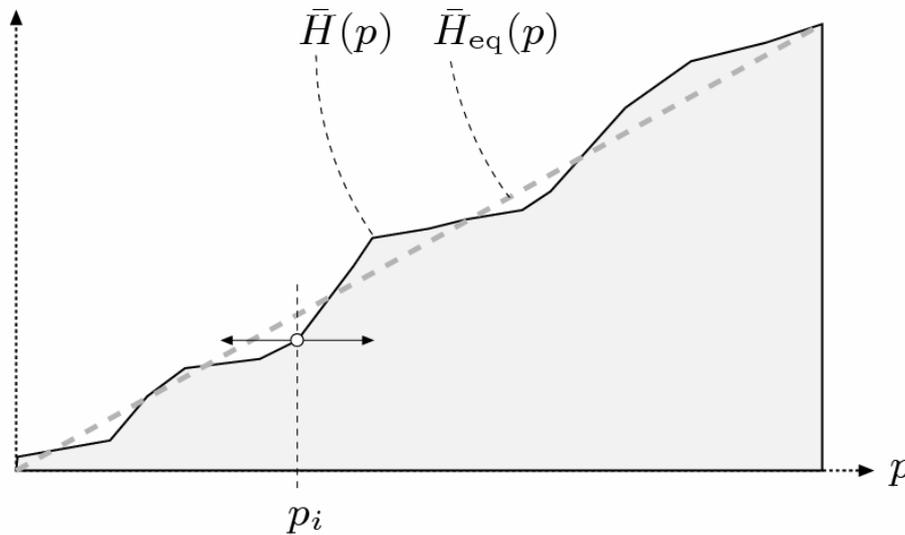
## Histogram Equalization



- Implementierung über kumulatives Histogramm



## Histogrammausgleich (3) Histogram Equalization

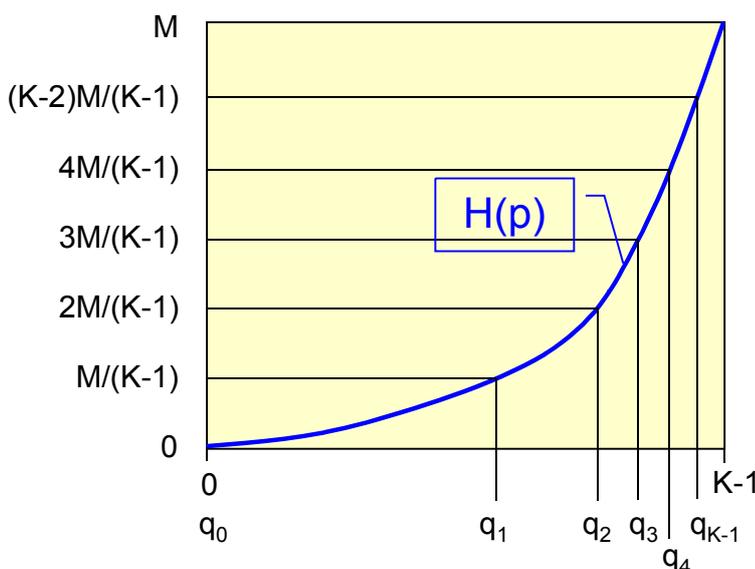


- Idee: Verschiebe Histogramm-Bins so, dass kumulatives Histogramm genau keilförmig
- Also: Mapping jedes Grauwerts  $p$  auf neuen Grauwert  $q$  (LUT)
- Wie findet man  $q$ ?

© Burger05

Bildverarbeitung und Algorithmen  
WS07 7.11 ©Konen, Zielke

## Histogrammausgleich (4) Algorithmus



- $M$ : Anzahl Pixel im Bild
- $K$ : Anzahl Bins (hier: 6)
- Zerteile  $M$ -Achse in  $K$  gleiche Päckchen
- Die  $q_i$  bekommt man graphisch durch Rückprojektion
- Mit Dreisatz:

$$\frac{q}{K-1} = \frac{H(p)}{M}$$

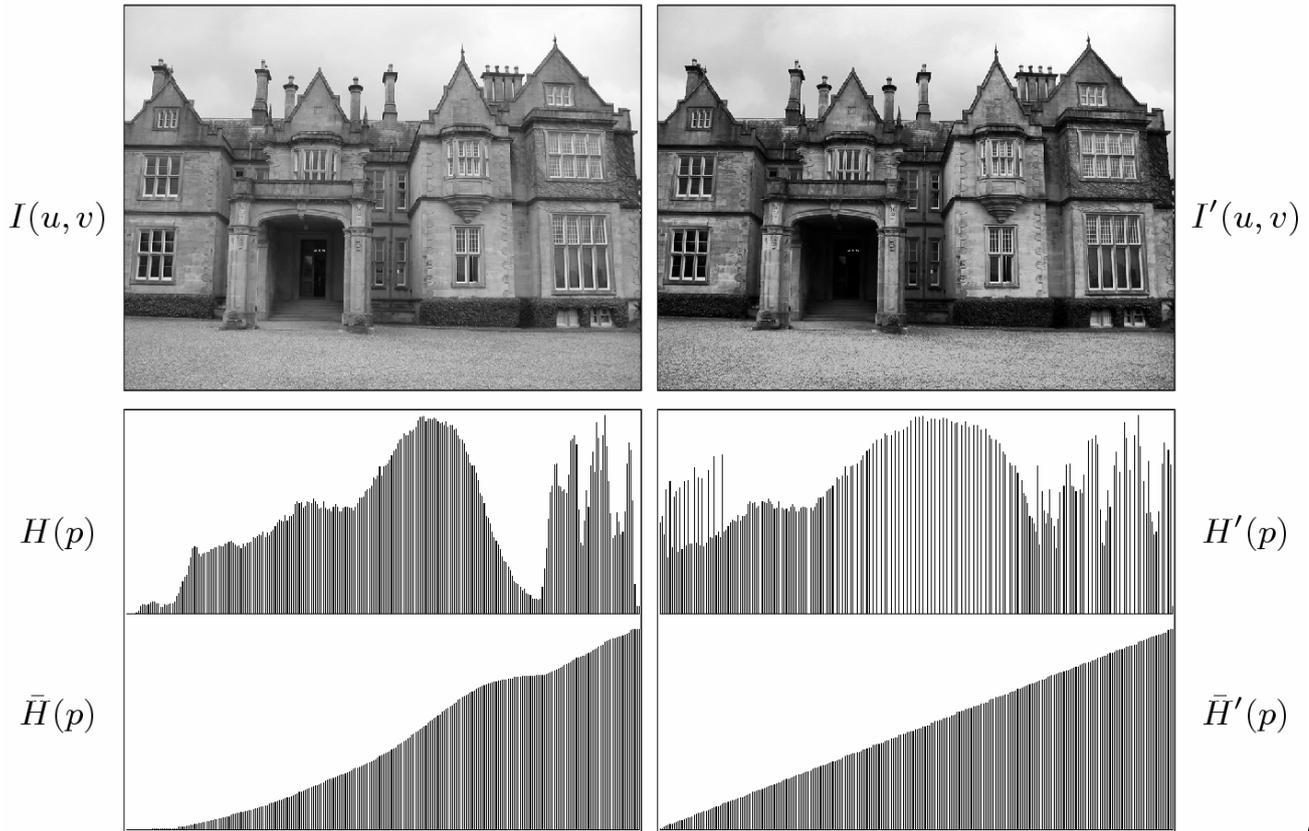
- D.h.: alle  $p$ -Werte zw.  $q_i$  und  $q_{i+1}$  bekommen  $q$ -Wert  $\text{floor}(q_i)$

© Burger05

Bildverarbeitung und Algorithmen  
WS07 7.12 ©Konen, Zielke

# Histogrammausgleich (5)

## Beispiel A

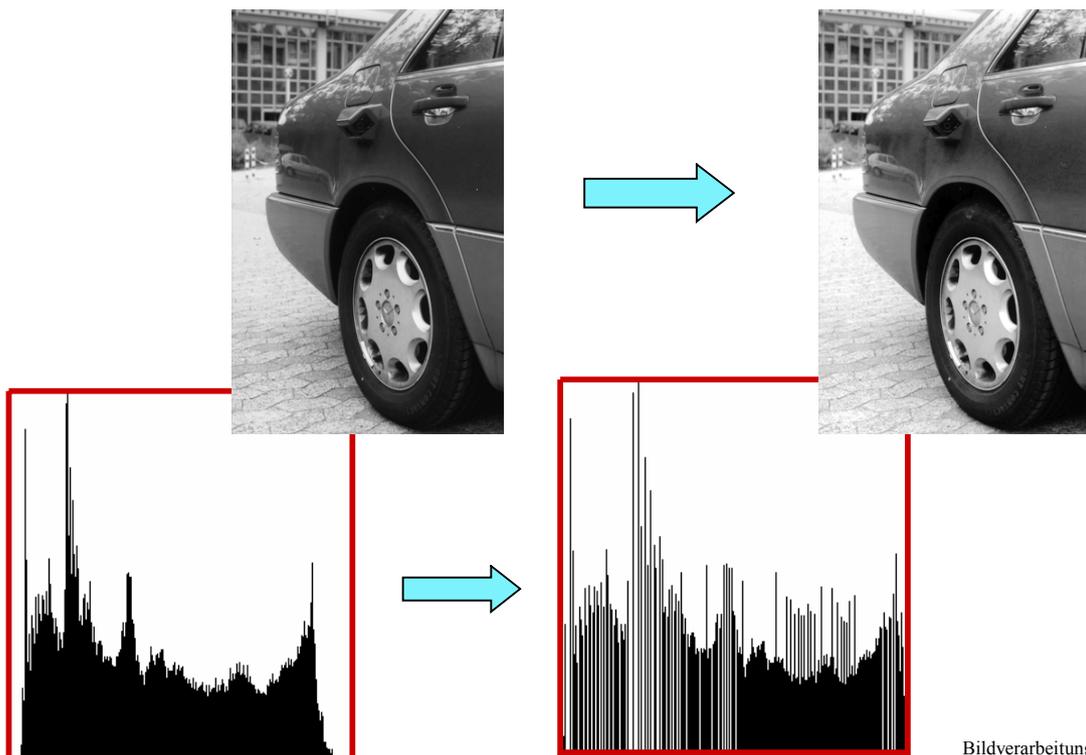


© Burger05

Algorithmen  
Konen, Zielke

# Histogrammausgleich (6)

## Beispiel B



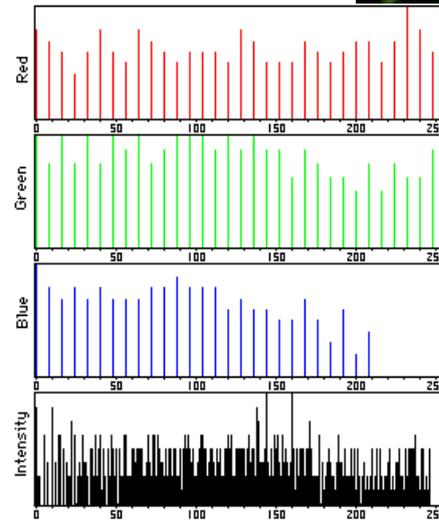
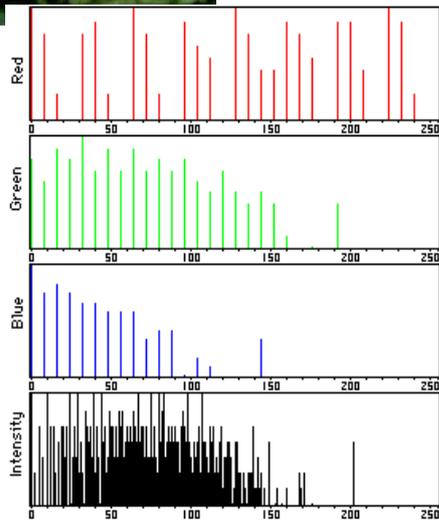
Bildverarbeitung und Algorithmen  
WS07 7.14 ©Konen, Zielke



## Histogrammausgleich (4) Beispiel



Histogrammausgleich auf  
einzelnen Farbkanälen



Bildverarbeitung und Algorithmen  
WS07 7.15 ©Konen, Zielke

## Implementierung von Grauwert-Transformationen mittels einer Lookup-Tabelle

- Bei Bildverarbeitungsanwendungen mit Echtzeitanforderung, z.B. bei interaktiver Variation der Grauwertabbildung, wird die Funktion für die Transformation der Grauwerte als Tabelle (lookup table) implementiert.

- Stretch

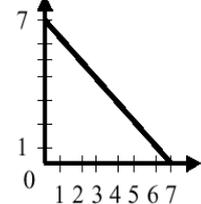
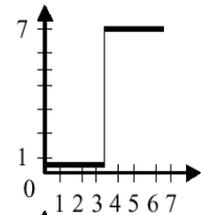
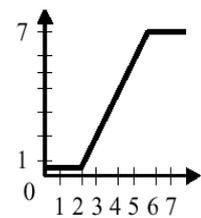
0	1	2	3	4	5	6	7
0	0	0	2	4	6	7	7

- Threshold

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

- Negative

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



Bildverarbeitung und Algorithmen  
WS07 7.16 ©Konen, Zielke

# Histogrammausgleich

## Fazit

---

- Was ist die Bedeutung des Histogrammausgleichs?
- Spendiere dort viel (Grauwert-) Auflösung, wo im Bild auch tatsächlich „viel los“ ist
- Datengetriebene Methode (passt sich an aktuelle Situation an)
- Ähnliche Verfahren können auch in ganz anderen Bereichen sinnvoll sein: Equalizing im Data Mining oder bei Audiosignalen
  
- Histogrammausgleich macht auch automatisch Spreizung
- dabei unempfindlich gegen einzelne Min-Max-Ausreisser
- zeigen an transformiertem boats.gif mit Plugin Hist\_Equalize

---



Exit Point

- ... zu Aufgabe A.5 (Histogramm-Ausgleich)

## Objekthervorhebung durch Differenzbilder

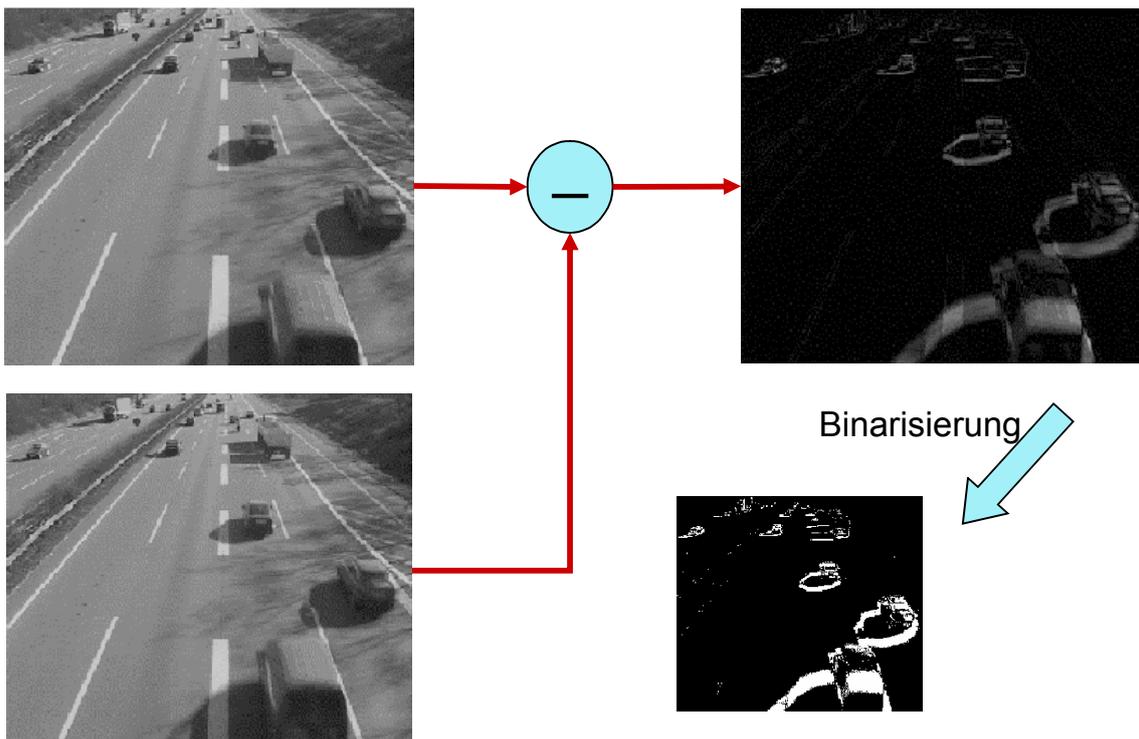
---

- Die Differenzbild-Methode hat zwei typische Anwendungen:
  - Hervorhebung bzw. Detektion von bewegten Objekten in einem statischen Umfeld.
  - Objektentdeckung durch Berechnung der Änderung bezüglich eines bekannten Hintergrundbildes.

Bildverarbeitung und Algorithmen  
WS07 7.19 ©Konen, Zielke

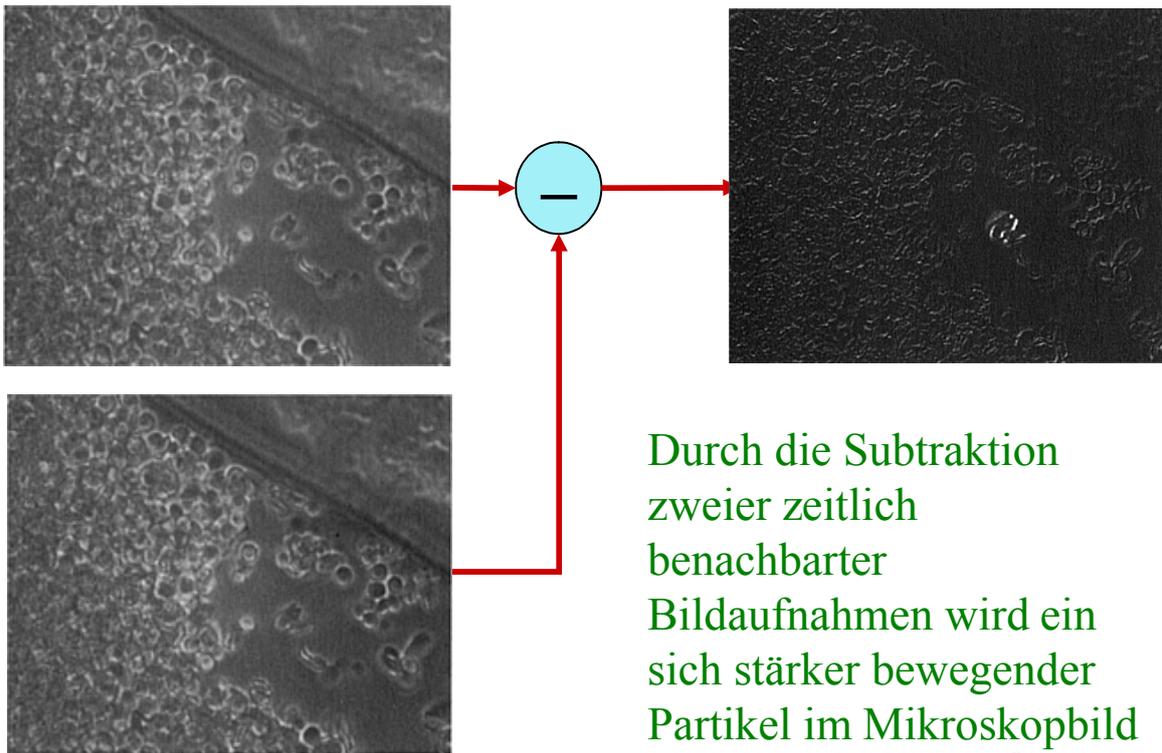
## Hervorhebung dynamischer Bildbereiche durch Differenzbild-Methode (1)

---



Bildverarbeitung und Algorithmen  
WS07 7.20 ©Konen, Zielke

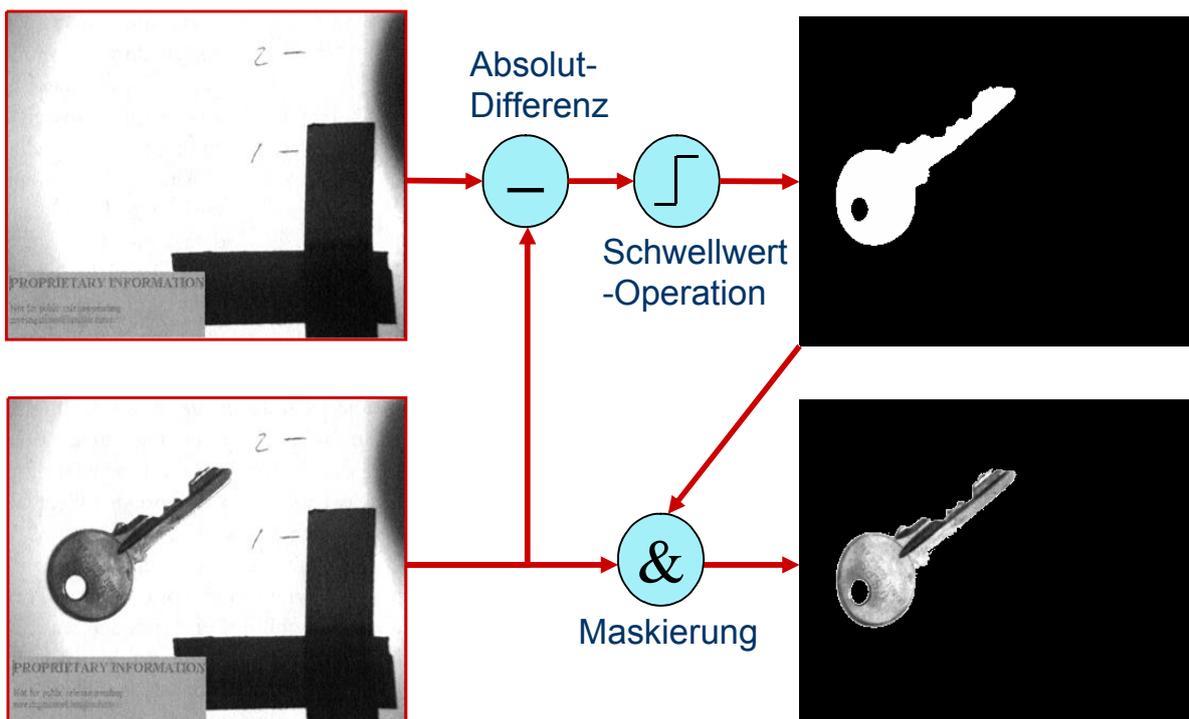
## Hervorhebung dynamischer Bildbereiche durch Differenzbild-Methode (2)



Durch die Subtraktion zweier zeitlich benachbarter Bildaufnahmen wird ein sich stärker bewegendes Partikel im Mikroskopbild sichtbar.

Bildverarbeitung und Algorithmen  
WS07 7.21 ©Konen, Zielke

## Objektentdeckung vor bekanntem Hintergrund



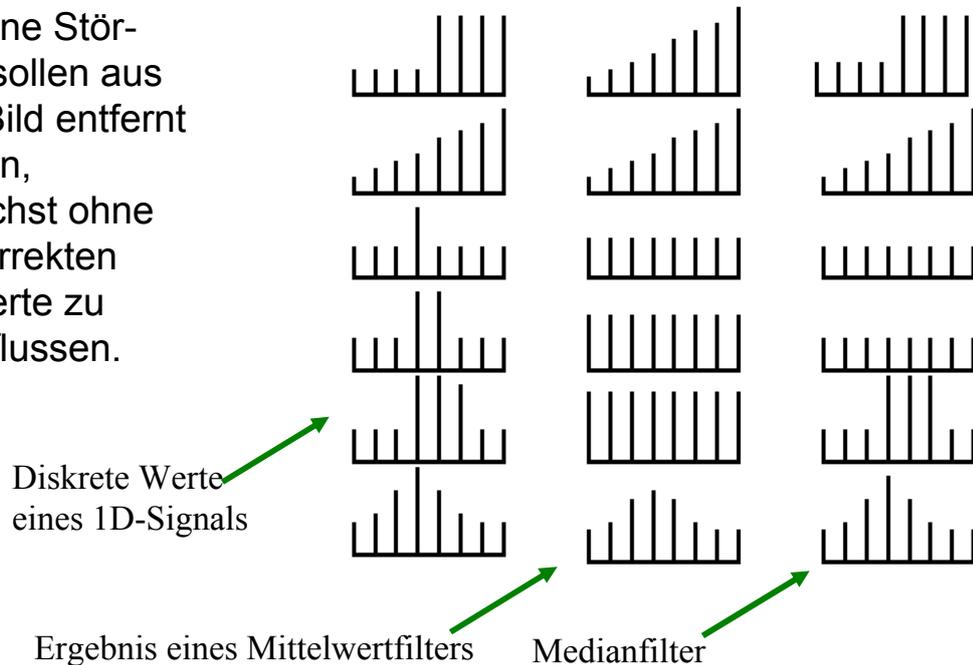
Bildverarbeitung und Algorithmen  
WS07 7.22 ©Konen, Zielke

# Eliminierung von Störungen mit einem Median-Filter

## □ Motivation:

Einzelne Stör-Pixel sollen aus dem Bild entfernt werden, möglichst ohne die korrekten Bildwerte zu beeinflussen.

## Vergleich: Mittelwertfilter und Medianfilter (1D)



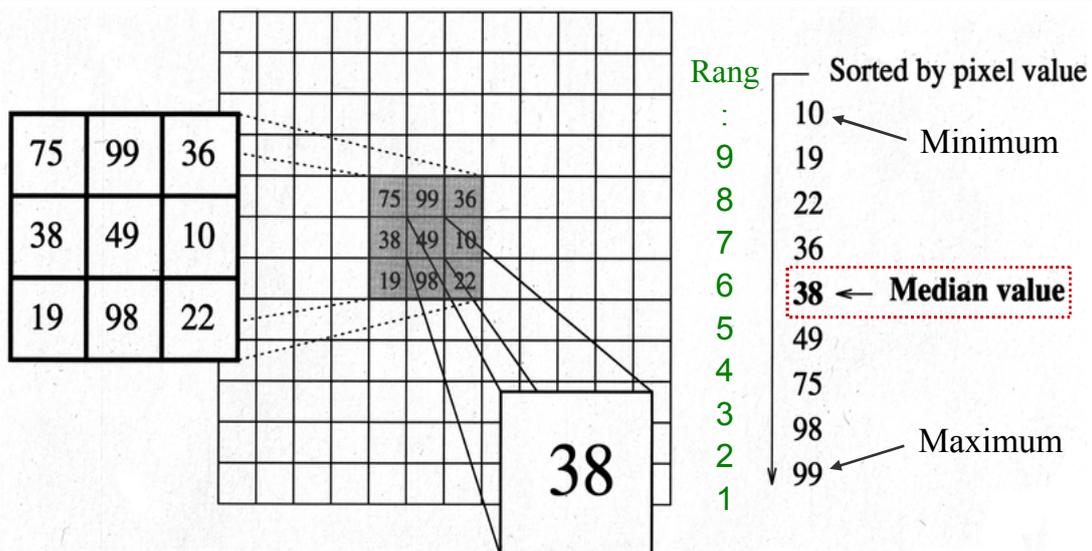
Bildverarbeitung und Algorithmen  
WS07 7.23 ©Konen, Zielke

## Eigenschaften des Median-Filters

- Der Median-Filter gehört zur Gruppe der **Rangfolgeoperationen**, bei denen die Grauwerte einer Bildnachbarschaft in aufsteigender Reihenfolge sortiert werden. Das Ergebnis der Operation ist der Grauwert, der in der sortierten Folge eine bestimmte Position einnimmt:
  - mittlerer Rang → Medianfilter
  - niedrigster Rang → Minimumfilter
  - höchster Rang → Maximumfilter
- Die Rangfolgeoperationen der Bildverarbeitung sind nicht-lineare örtliche Filter.
- Für das Ergebnisbild entstehen keine neuen Grauwerte (wie z.B. bei einem Mittelwertfilter)
  - kein "Verschleifen" von Kanten.

Bildverarbeitung und Algorithmen  
WS07 7.24 ©Konen, Zielke

## Berechnung des 2D-Medianfilters



- Für die Berechnung des Medians werden die Pixelwerte in einer Bildnachbarschaft zuerst sortiert.
- Der kleinste Wert (niedrigster Rang) ist das **Minimum**, der größte Wert (höchster Rang) ist das **Maximum** und der in der Rangfolge mittige Wert ist der **Median**.

Bildverarbeitung und Algorithmen  
WS07 7.25 ©Konen, Zielke

## Demonstration des Median-Filters (1)



Median-Filter  
 $3 \times 3$



Originalbild  
künstlich  
gestört durch  
"Salt and  
Pepper Noise"



Zum  
Vergleich:  
Ergebnis des  
Mittelwertfilter  
s ( $3 \times 3$ )



Bildverarbeitung und Algorithmen  
WS07 7.26 ©Konen, Zielke