

„Bildverarbeitung“

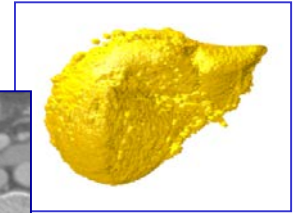
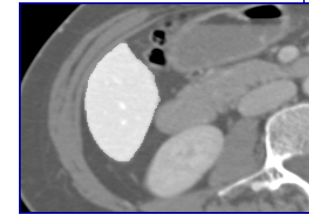
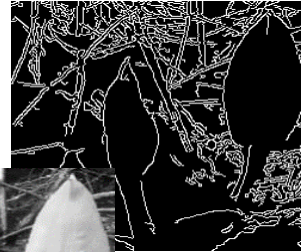
Hochschule Niederrhein

Regina Pohle-Fröhlich

Histogramme

Roter Faden durch die Vorlesung

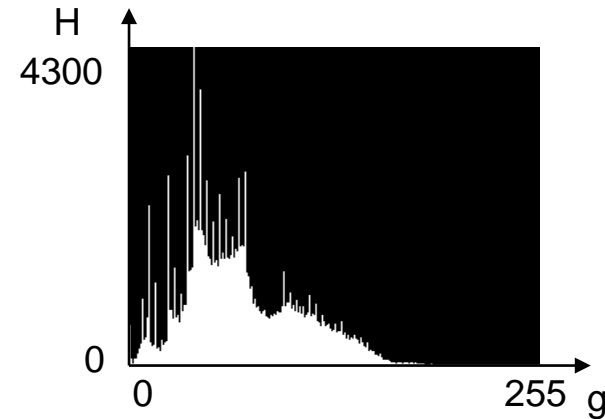
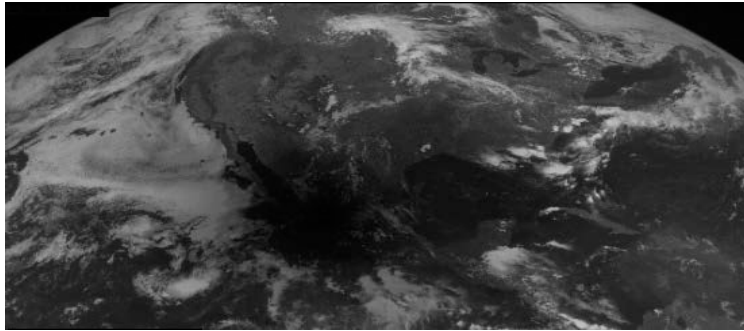
- Bildaufnahme
- **Histogramme**
- Grauwertmodifikation
- Glättungsfilter
- Kantenfilter
- Nichtlineare Filter
- Segmentierung
- Morphologische Operationen
- Fourier Transformation
- Anwendung der FFT
- Probeklausur



2 Histogramm

Histogramme: Häufigkeitsverteilungen

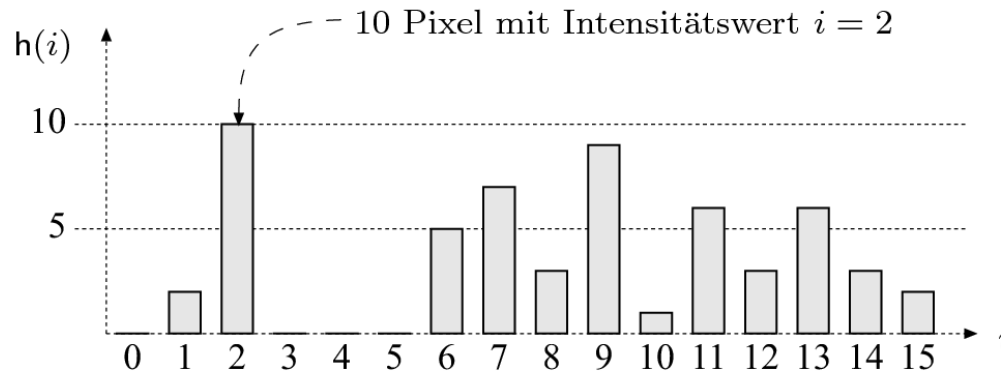
Histogramm in Bildern: Häufigkeiten einzelner Intensitätswerte im Bild



Normiertes Histogramm (Dichtefunktion)

$$h(g) = H(g) / (N \cdot M) \quad \sum_{g=0}^{255} h(g) = 1 \quad N, M - \text{Höhe und Breite des Bildes in Pixeln}$$

2 Histogramm

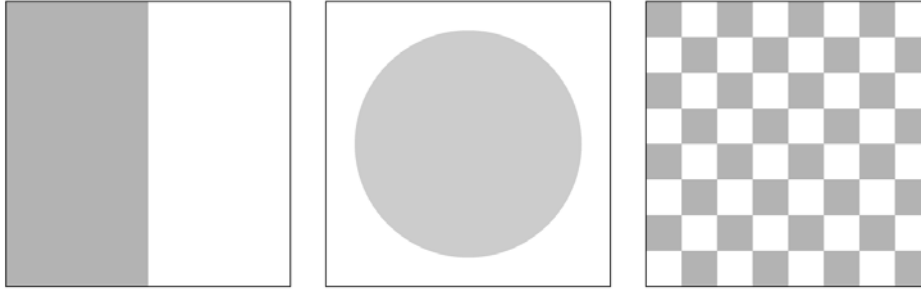


$h(i)$	0	2	10	0	0	0	5	7	3	9	1	6	3	6	3	2
i	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15

[1]

Histogrammvektor eines Bildes mit 16 möglichen Intensitätswerten

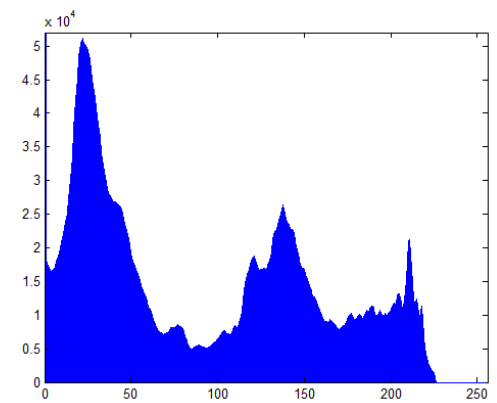
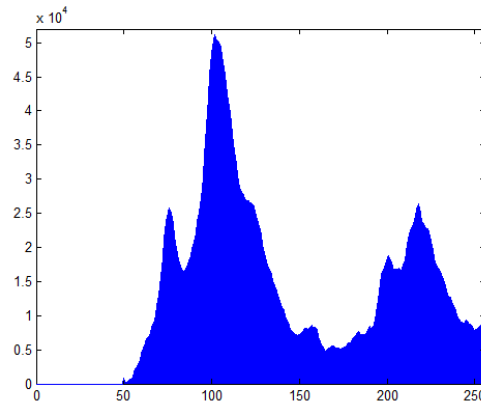
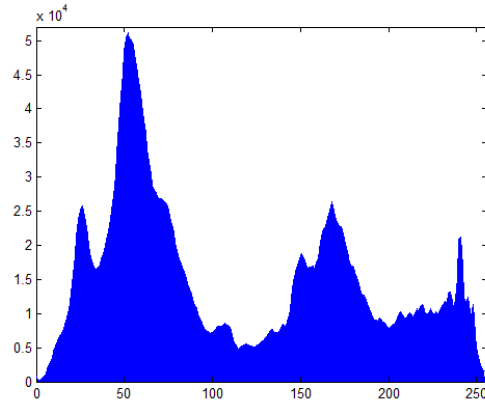
2 Histogramm



[1]

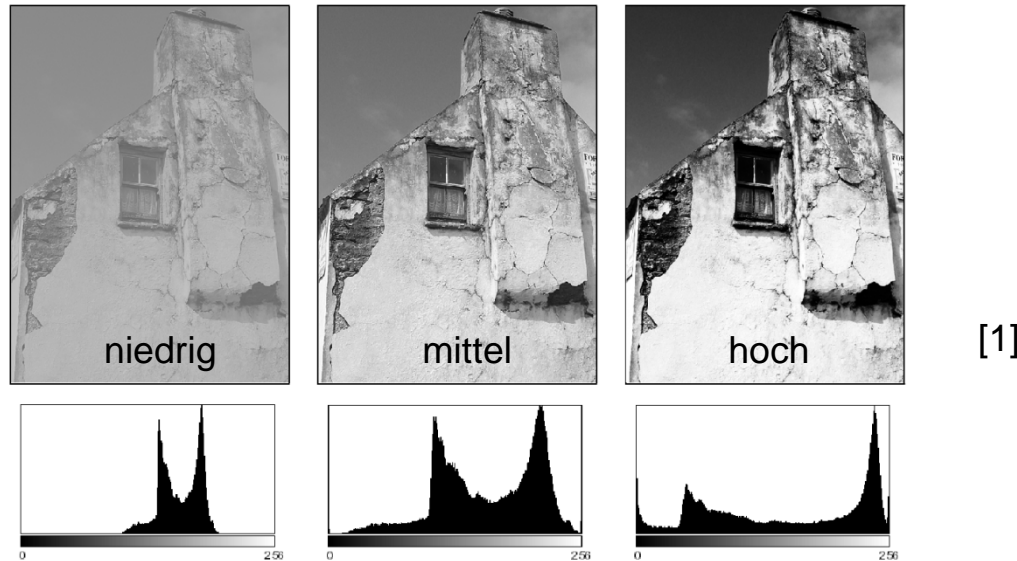
- Völlig unterschiedliche Bilder können identische Histogramme haben.
- Histogramm zeigt
 - Belichtung
 - Kontrast
 - Dynamik
 - Bildfehler

2.1 Belichtung



2.1 Belichtung

Globaler Kontrast: genutzter Intensitätsbereich im Bild, d.h. $I_{max}-I_{min}$ bzw. $(I_{max}-I_{min})/I_{mean}$

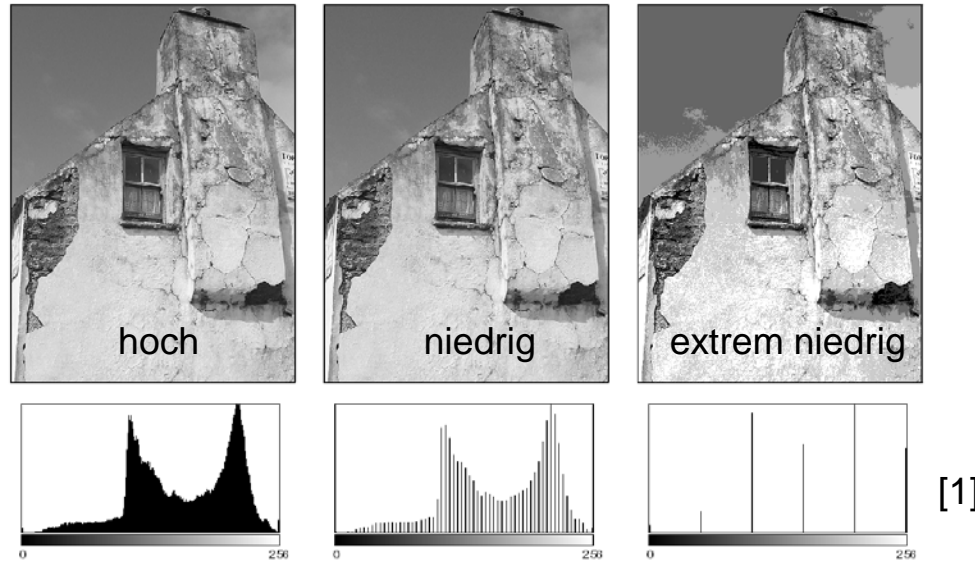


Andere Abschätzung: Streuung (Mittlere quadratische Abweichung) oder Standardabweichung

$$s = \frac{1}{M \cdot N} \sum_{x=0}^{M-1} \sum_{y=0}^{N-1} (b(x, y) - \mu)^2 \quad s = \sum_{g=0}^{255} h(g) \cdot (g - \mu)^2 \quad \sigma = \sqrt{s}$$

2.2 Dynamik

- Anzahl verschiedener Intensitätswerte im Bild
- maximale Dynamik: wenn alle zwischen I_{\min} und I_{\max} liegenden Grauwerte im Bild vorkommen.
- Dynamik kann nicht nachträglich erhöht werden



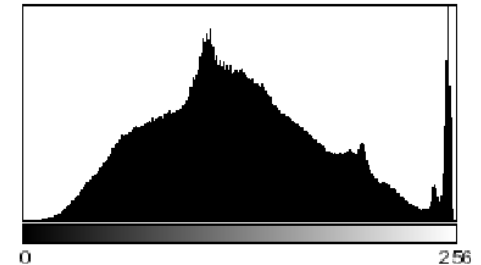
2.3 Bildfehler

Universelle Regel

- Natürliche Szenen: glatte Verteilung ohne einzelne, isolierte Spitzen

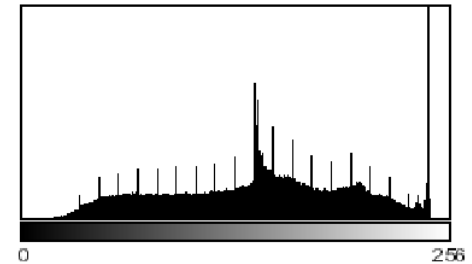
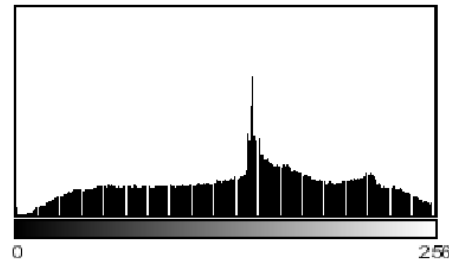
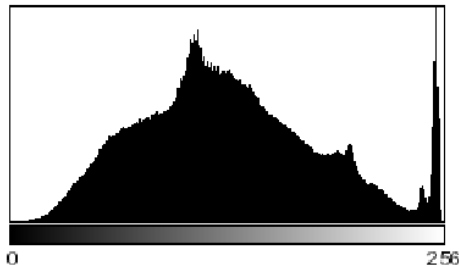
Bildfehler: Sättigung

- Ideal: Kontrastbereich der Kamera größer als der der Szene, so dass Histogramm nach beiden Seiten glatt ausläuft
- Realität: Szene hat Helligkeitswerte außerhalb des Bereichs der Kamera (z.B. Glanzlichter oder Schatten)
- Folge: Spitzen an den Enden (typischer Effekt bei Unter- bzw. Überbelichtung)



[1]

2.3 Bildfehler

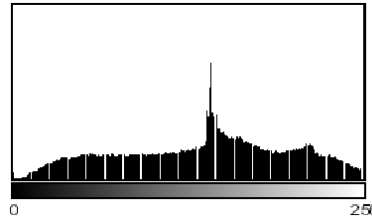


[1]

2.3 Bildfehler

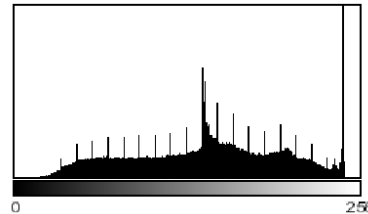
Löcher durch Kontrasterhöhung:

- Auseinanderziehen der Histogrammlinien
- Folge: Löcher aufgrund des diskreten Bereichs



Spitzen durch Kontrastverminderung:

- Pixelwerte fallen zusammen
- Folge: Sichtbare Spitzen durch diskrete Bereiche

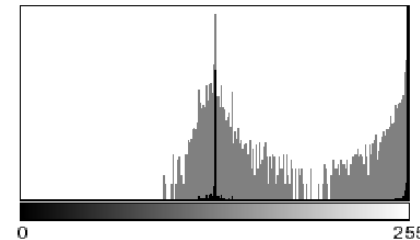
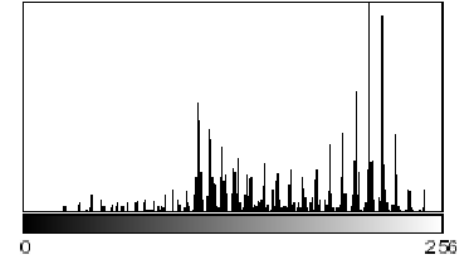


[1]

2.3 Bildfehler

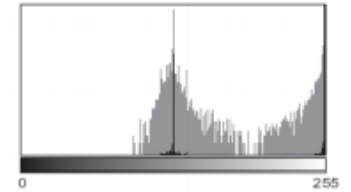
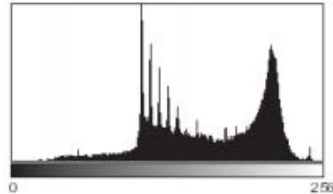
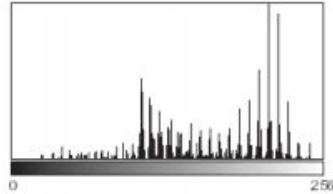
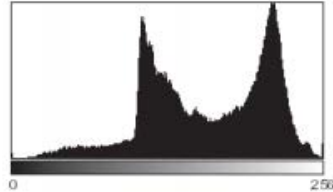
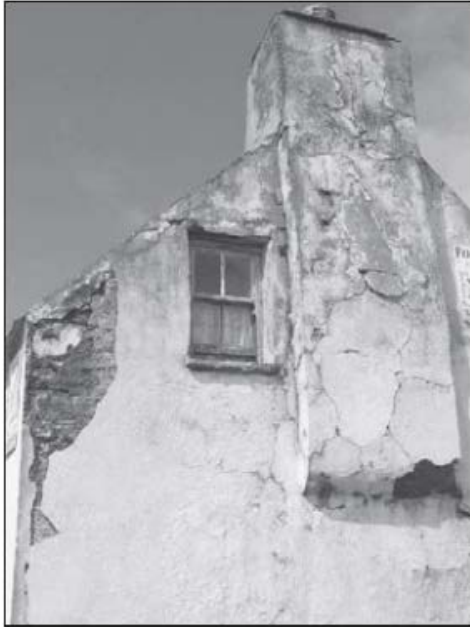
Bildkompression hinterlässt eventuell Spuren

- GIF-Kompression:
 - Wertebereich mit wenigen Intensitäten oder Farben
 - Folge: Linienstruktur im Histogramm
- JPEG-Kompression:
 - große Anzahl neuer Grauwerte
 - JPEG wurde für natürliche Bilder mit weichen Übergängen konzipiert



[1]

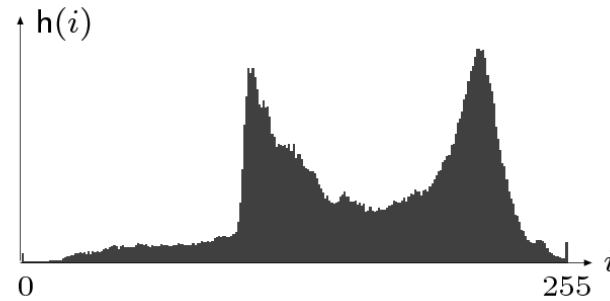
2.3 Bildfehler



[1]

2.4 Kumulatives Histogramm

$$H(i) = \sum_{g=0}^i h(g) \quad \text{bzw.} \quad H(i) = H(i-1) + h(i)$$

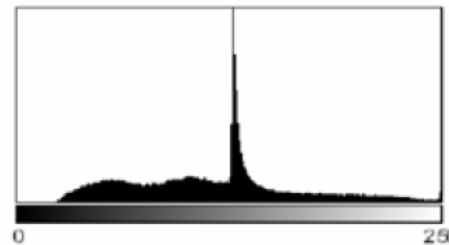
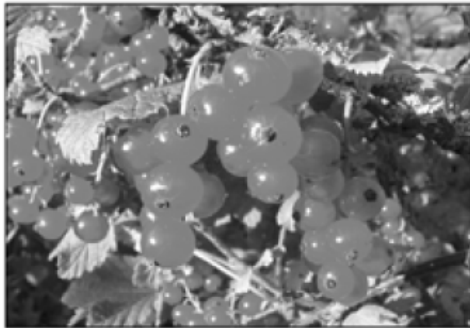


[1]

2.5 Histogramme für Farbbilder

Luminanz-Histogramm

- Luminanz: Grauwertbild aus Farbbild berechnen
- Gewichtete Summe der Farben:
 - Durchschnittswert der drei Farbkomponenten
 - $L = RY_R + GY_G + BY_B$ mit $Y_R + Y_G + Y_B = 1$
(z.B. $Y_R = 0.299$; $Y_G = 0.587$; $Y_B = 0.12$ bei TV-Geräten)

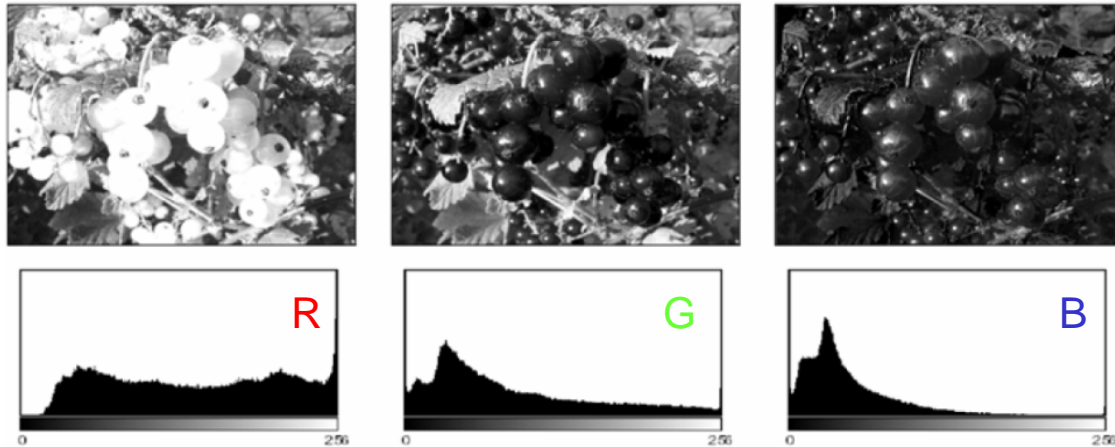


[1]

2.5 Histogramme für Farbbilder

Histogramme der Farbkanäle

- Histogramm pro Kanal
- Unterschiedliche Sättigung bleibt u.U. im Luminanz-Histogramm unentdeckt (z.B. Blau trägt wenig zur Helligkeit bei)



[1]

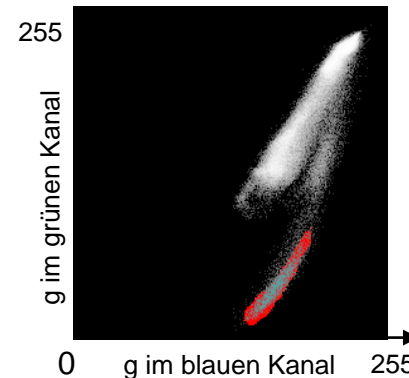
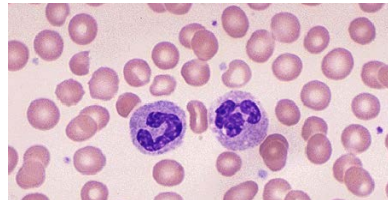
2.6 Mehrdimensionale Histogramme

Lumizenzhistogramme und Komponentenhistogramme:

- Informationen über Belichtung, Kontrast, Dynamik
- keine Auskunft über das Zusammentreffen von Farben (Farbverteilung)
- Beispiel: Wie oft kommt Farbwert (50,50,50) vor, wenn $h_R(50) = 100$, $h_G(50) = 100$, $h_B(50) = 100$ ist?
- Farbbilder mit gleichen Histogrammen müssen keine farbliche Ähnlichkeit haben

Kombinierte Histogramme:

- Zusammentreffen von Farbkomponenten erfassen



statistisch



2.7 Binning

- Histogramme für Standardgrauwertbilder (256 Einträge) problemlos visualisierbar
- Histogramme für Bilder mit größeren Wertebereichen (z.B. Integer-Matrizen) zu groß
- Berechnung von Histogrammen für Gleitkommawerte nicht realisierbar
- **Binning:** Zusammenfassung der Intensitätswerte innerhalb eines Intervalls zu einem Eintrag

2.8 Zusammenfassung

Was verstehen Sie unter einem Histogramm und welche Aussagen liefert es?

2.9 Bildquellen

- [1] W. Burger, M.J. Burge: Digitale Bildverarbeitung, Springer Verlag, 2015