



# INTELLIGENTE DATENANALYSE IN MATLAB

Bildanalyse

# Literatur

- David A. Forsyth: *Computer Vision – A Modern Approach*.
- Mark S. Nixon und Alberto S. Aguado: *Feature Extraction and Image Processing*.
- Ulrich Schwanecke: Vorlesung *Echtzeit Bildverarbeitung* an der FH Wiesbaden.

<http://www.mi.fh-wiesbaden.de/~schwan/Vorlesungen/RIP>

# Motivation

- Bildanalyse notwendig für zahlreiche Anwendungen:
  - Suche nach Bildern mit/ohne Textbeschreibung (Tags).
  - Suche nach ähnlichen Bildern bzw. Clustern von Bildern.
  - Partitionierung bzw. Identifizieren von Objekten in einem Bild (z.B. Gesichter, Buchstaben/Zahlen, Barcode).
  - Klassifikation dieser Objekte (z.B. OCR).
  - Rekonstruktion von 3D-Objekten aus mehreren Bildern.
  - Bildbearbeitung und -kompression (z.B. Entfernen von Störungen, Vermeidung von Artefakten).

# Problemstellung

- Bildanalyse = Datenvorverarbeitung von Bildern.
- Gegeben: Bilder, d.h. Matrizen mit Grau-/Farbwerten.
- Gesucht: Numerische Attribute welche das Bild möglichst gut beschreiben.
  - Um Ähnlichkeit zwischen Bilder zu bestimmen,
  - Um Bilder zu Partitionieren usw.
- Betrachten nur Feature-Extraktion.
  - Weitere Datenanalyse basiert auf diesen Features.

# Feature-Extraktion

## □ Beispiel:



# Farben

- Punktbasierte Statistik 1. Ordnung:
  - Helligkeit.
  - Kontrast.
  - Verteilung/Histogramm.
  - Entropie/Anisotropiekoeffizient.
- Punktbasierte Statistik 2. Ordnung:
  - Co-Occurence-Matrix.
- Berechnung pro Kanal bei farbigen (mehrkanaligen) Bildern.

# Farben

## Punktbasierte Statistik 1. Ordnung

- Helligkeit:
  - Mittlerer Grauwert.



$$\mu_g = 92,59$$



$$\mu_g = 153,32$$

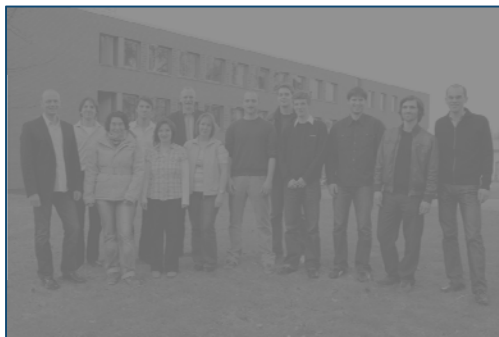


# Farben

## Punktbasierte Statistik 1. Ordnung

### □ Kontrast:

- Globaler Kontrast = Maximaler Unterschied zwischen Grauwerten eines Bildes.
- Lokaler Kontrast = Maximaler Unterschied zwischen Grauwerten benachbarter 4 (bzw. 8) Pixel.
- Mittlere quadratische Abweichung (Varianz).

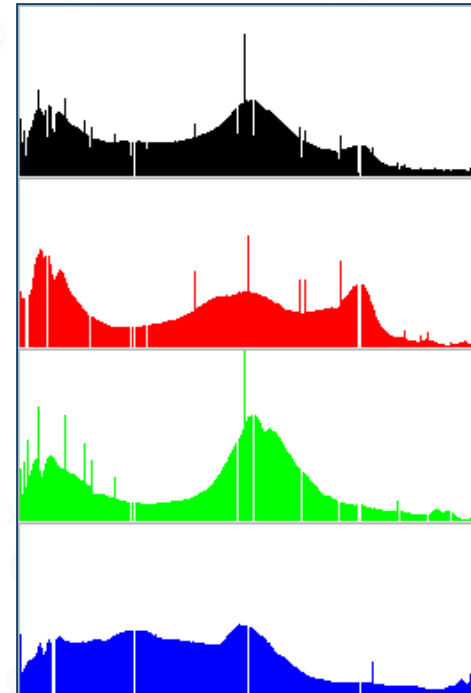




# Farben

## Punktbasierte Statistik 1. Ordnung

- Verteilung/Histogramm:
  - ▣ Wahrscheinlichkeitsdichte für Farb-/Grauwerte.



# Farben

## Punktbasierte Statistik 1. Ordnung

### □ Verteilung/Histogramm:

- Bei dunklem Bild mit wenig Kontrast viele kleine Grauwerte.
- Bei hellem Bild mit wenig Kontrast viele große Grauwerte.
- Bild mit vorwiegend einem dunklen und einem hellen Bereich erzeugt Histogramm mit zwei lokalen Maxima.



### □ Informationsgehalt:

#### □ Entropie:

$$H = - \sum_{g=0}^{2^{bit}} p(g) \log p(g)$$

Relative Häufigkeit  
des Grauwerts  $g$

- Durchschnittliche Anzahl benötigter Bits (0 bis  $bit$ ) für Pixelmenge.
- Maß für maximale Kompression durch Reduktion von Signalredundanz.

#### □ Anisotropiekoeffizient:

$$\alpha = \frac{- \sum_{g=0}^k p(g) \log p(g)}{H}$$

Entropie der 50%  
kleinsten Grauwerte

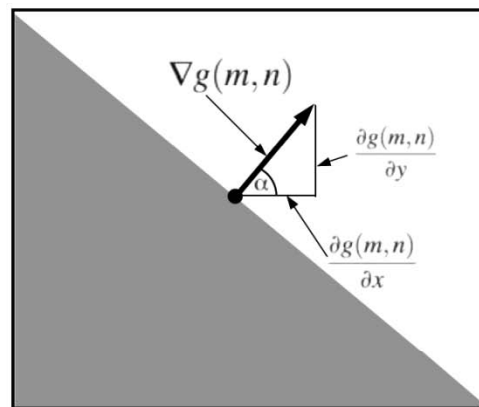
wobei  $k$  der kleinstmögliche Grauwert ist mit  $\sum_{g=0}^k p(g) \geq 0,5$ .

- Maß für die Symmetrie eines Histogramms.

# Kanten & Flächen

## Kantenerkennung

- Erste Ableitung einer zweidimensionalen Grauwertfunktion  $f$  ist ein Vektor (Gradient)
  - ▣ Dessen Richtung orthogonal zur Kante verläuft,
  - ▣ Der von „dunkel“ nach „hell“ zeigt, und
  - ▣ Dessen Länge ein Maß für die „Kantenstärke“ ist.



$$\nabla g(m,n) = \begin{pmatrix} \frac{\partial g(m,n)}{\partial x} \\ \frac{\partial g(m,n)}{\partial y} \end{pmatrix}$$

$$\alpha = \arctan \left( \frac{\frac{\partial g(m,n)}{\partial y}}{\frac{\partial g(m,n)}{\partial x}} \right)$$

$$(\alpha = \text{atan2}(g_y, g_x))$$

# Kanten & Flächen

## Kantenerkennung

- Approximation der 1./2. Ableitung an einer Position im Bild durch Differenzen zu benachbarten Grauwerten:
  - ▣ Erkennung mittels erster Ableitung (z.B. Prewitt-, Sobel-Filter).
  - ▣ Erkennung mittels zweiter Ableitung (z.B. Laplace-, LoG-Filter).

original



prewitt



sobel



LoG



# Kanten & Flächen

## Glättung

- Grauwert an einer Position im Bild ist mittlerer Grauwert benachbarter Pixel:
  - Rechteck-Filter.
  - Gauß-/Binomial-Filter.

original



Rechteck



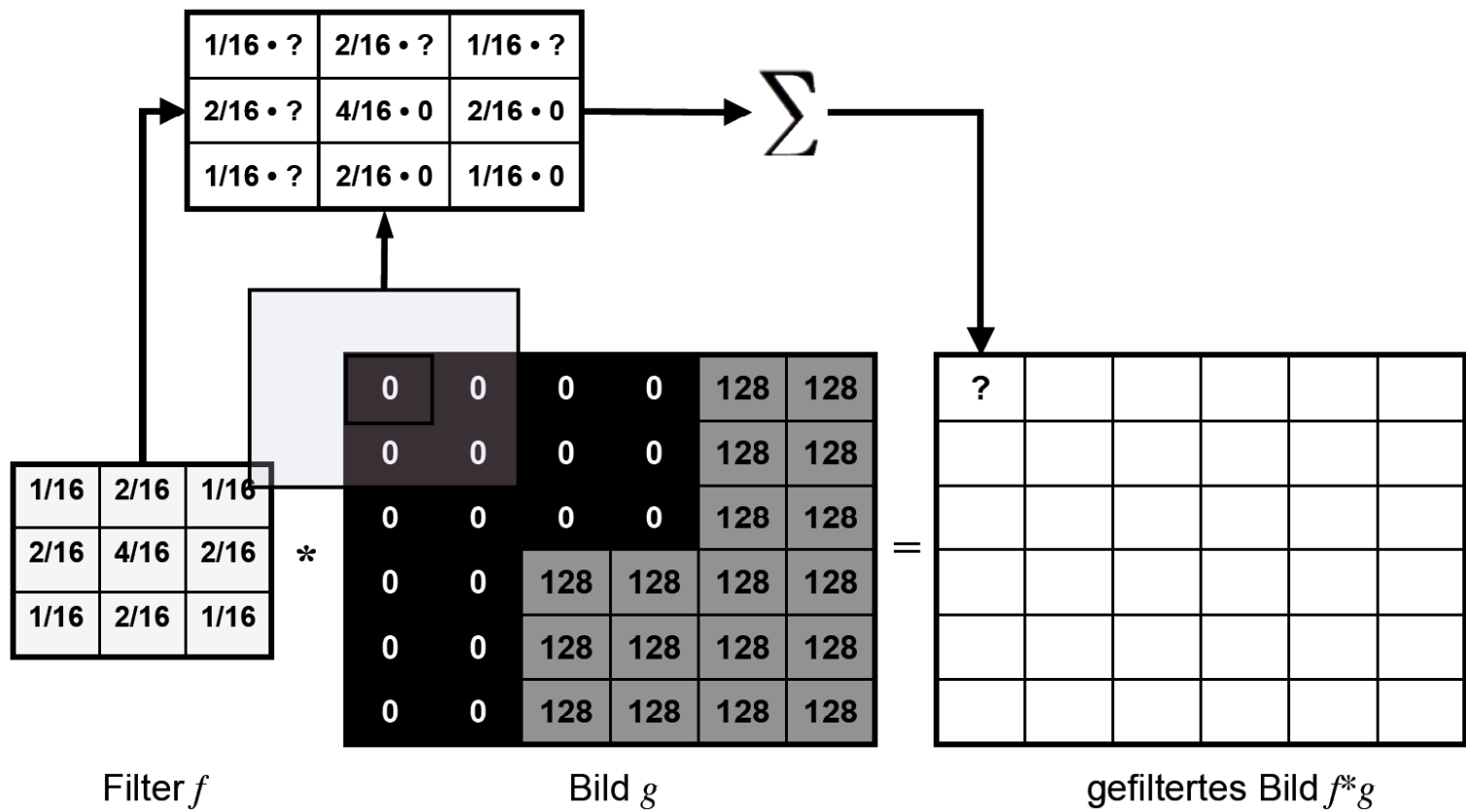
Gauss



# Muster & Texturen

## Konvolution

□ Konvolution (Faltung) = Anwenden eines Filters:

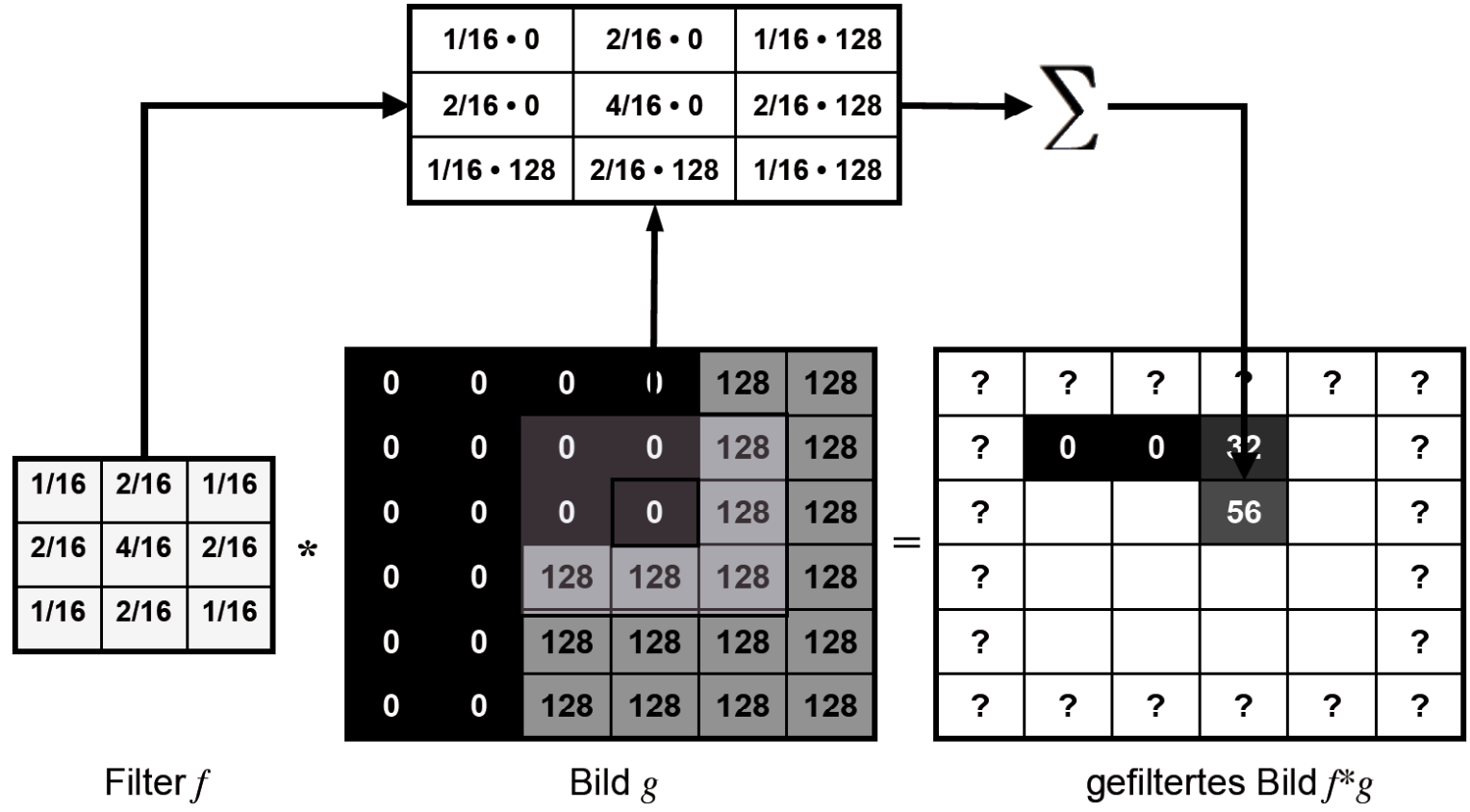




# Muster & Texturen

## Konvolution

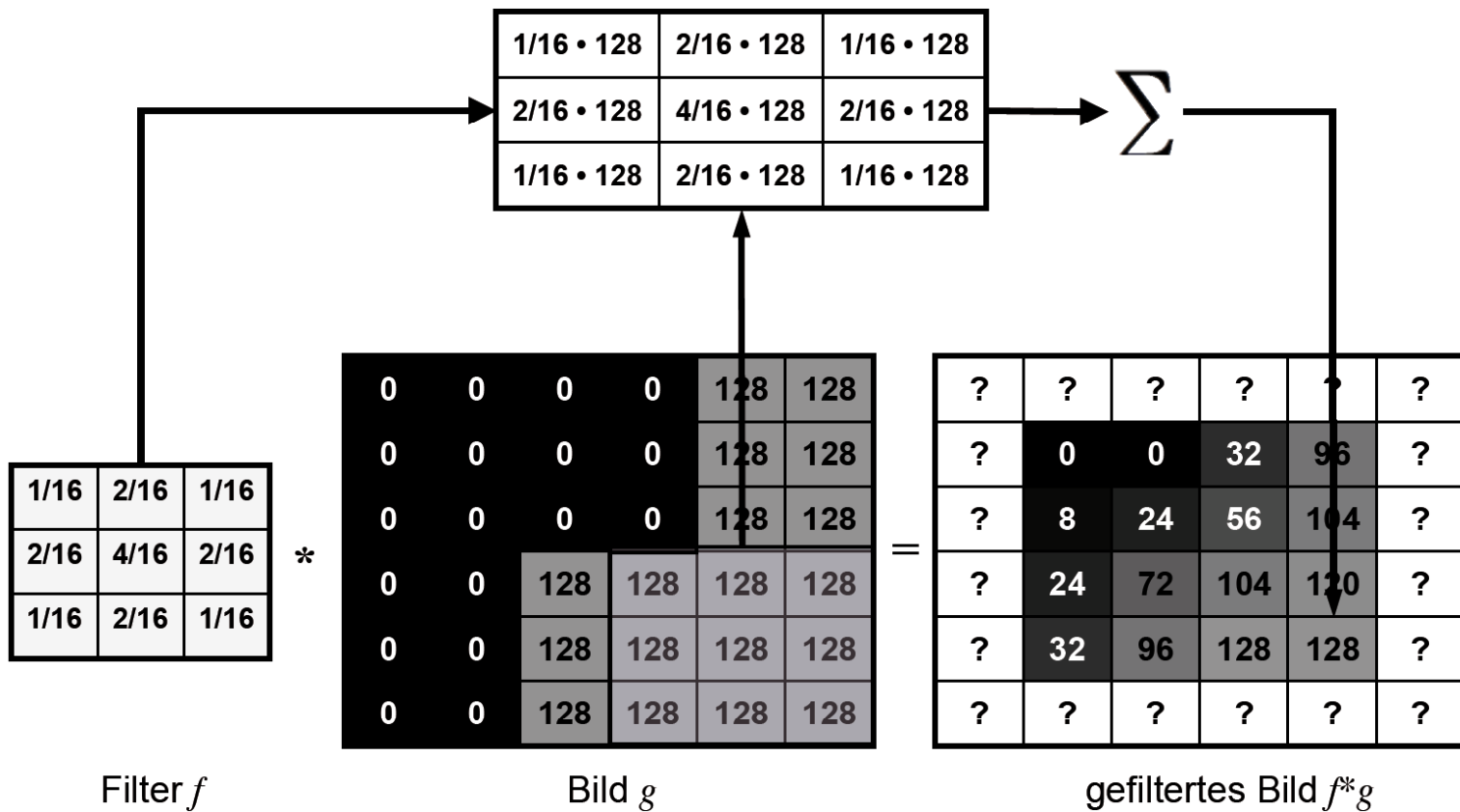
□ Konvolution (Faltung) = Anwenden eines Filters:



# Muster & Texturen

## Konvolution

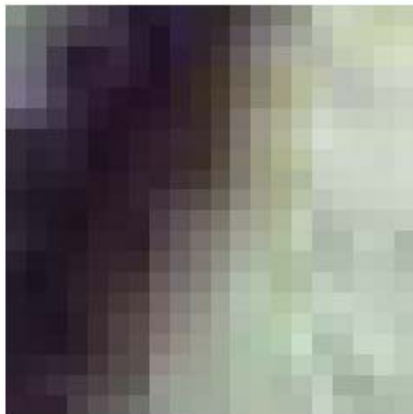
- Konvolution (Faltung) = Anwenden eines Filters:



# Muster & Texturen

## Konvolution

- Beispiel für Anwendung eines Textur-Filters:



# Zusammenfassung

- Extraktion von Farbinformationen:
  - Punktbasierte Statistik 1. und 2. Ordnung.
- Informationen über Kanten & Flächen:
  - Kantenerkennung/-verstärkung/-filterung.
  - Glättung/Rauschfilter.
- Muster & Texturen (Anwenden von allgemeinen Filtern):
  - Konvolution.
- Weitere Informationen über Form, Frequenzen usw.:
  - Hough-Transformation.
  - Fourier-Transformation.
  - ...