

# Bildverarbeitungsalgorithmen

Martin Fiebich

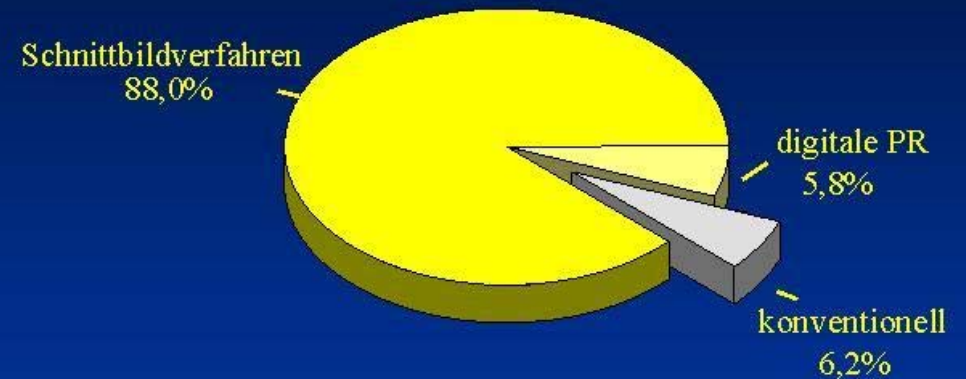
## Digitale Bildverarbeitung

Martin Fiebich

Martin Fiebich

# Anteil der digitalen Bilder

Martin Fiebich

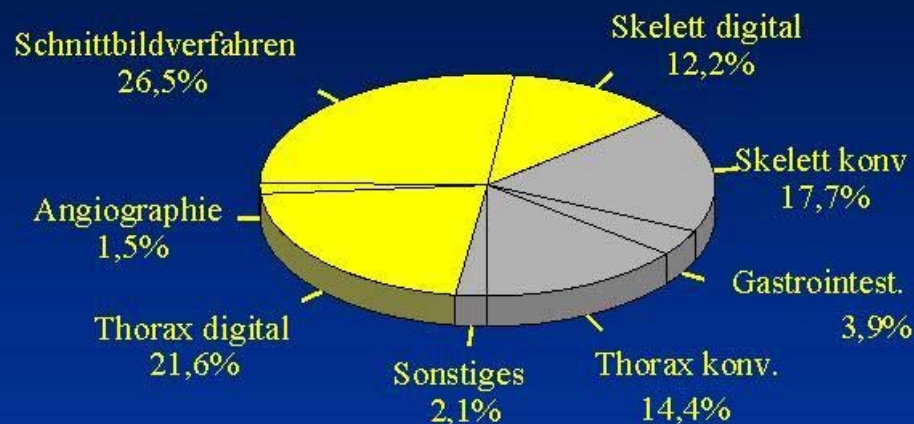


Institut für Klinische Radiologie, Münster 1997

Martin Fiebich

# Anteil der digitalen Untersuchungen

Martin Fiebich



Institut für Klinische Radiologie, Münster 1997

Martin Fiebich

# Ziel der digitalen Bildverarbeitung

Martin Fiebich

## Optimierung von:

- Objektkontrast und
- Auflösung

für den Betrachter

Martin Fiebich

# Digitale Bildverarbeitung

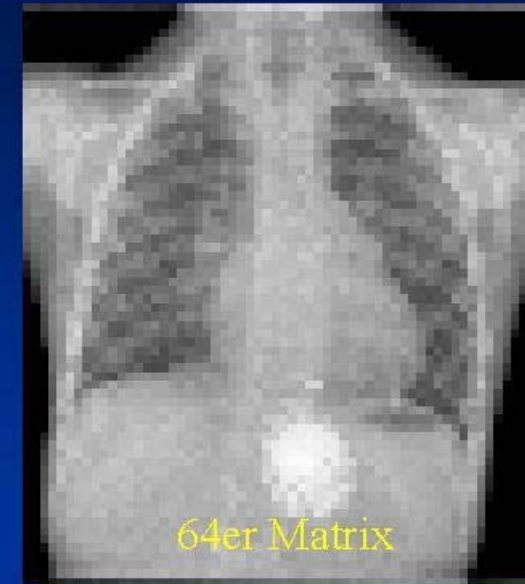
Martin Fiebich

- Grundbegriffe
- Digitale bildgebende Systeme
- Bildverarbeitungsalgorithmen
  - Kantenfilter, Glättungsfiler
  - unscharfe Maske
  - „multiscale“ Kontrastverstärkung
- Visualisierung und Rekonstruktion

Martin Fiebich

# Unterschiedliche Matrixgröße

Martin Fiebich



Martin Fiebich

# Digitale Bildverarbeitung

Martin Fiebich

- Grundbegriffe
  - Matrixgröße und räumliche Diskretisierung
  - Zahl der Graustufen
  - Fensterung
  - Look-Up-Table

Martin Fiebich

# Unterschiedliche Matrixgröße

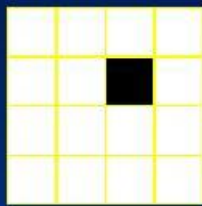
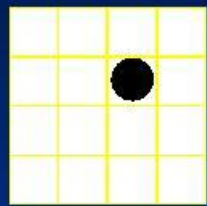
Martin Fiebich



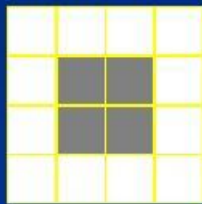
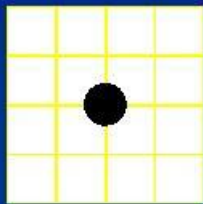
Martin Fiebich

# Kontrastverminderung durch räumliche Diskretisierung

Martin Fiebich



Pixel liegt direkt auf Objekt



Pixelgrenzen liegen direkt auf Objekt

Martin Fiebich

# Unterschiedliche Graustufenanzahl

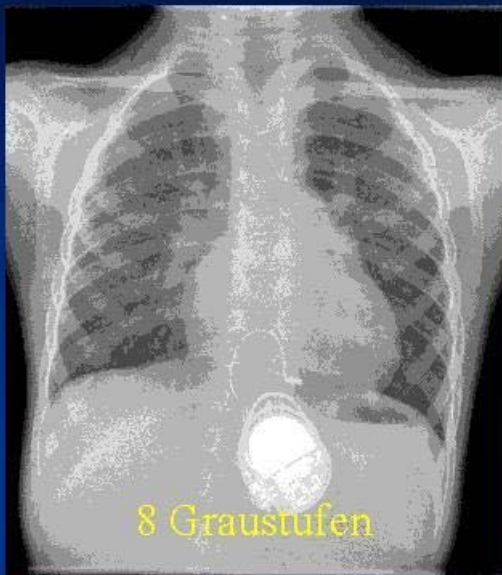
Martin Fiebich



Martin Fiebich

# Unterschiedliche Graustufenanzahl

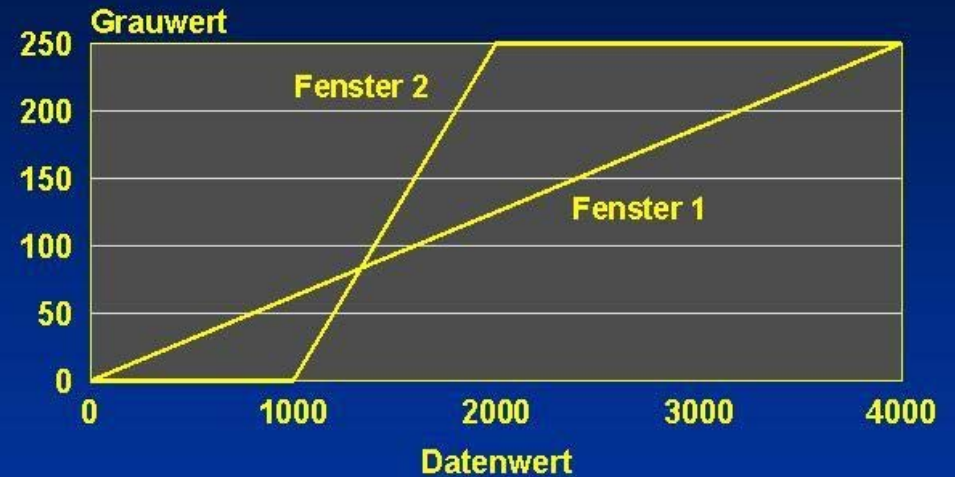
Martin Fiebich



Martin Fiebich

# Fensterung

Martin Fiebich



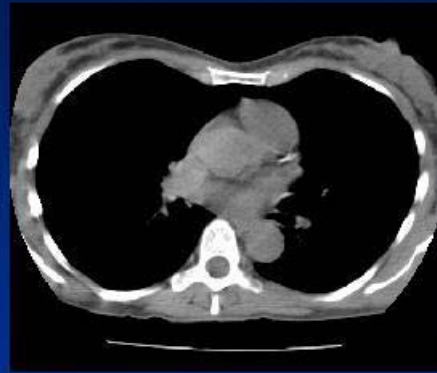
Martin Fiebich

## Unterschiedliche Fensterung

Martin Fiebich



W/L: 1500/-600

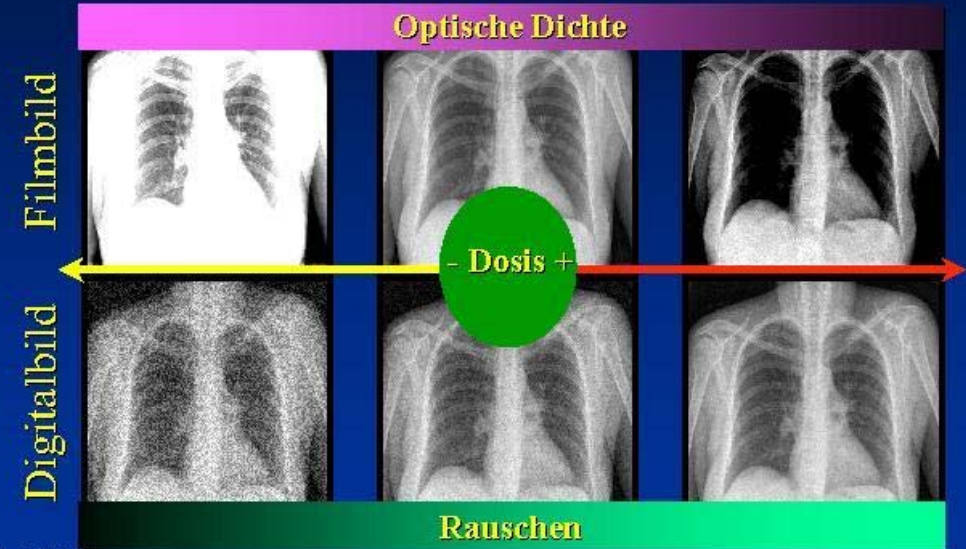


W/L: 400/40

Martin Fiebich

## Eigenschaften digitaler Detektoren

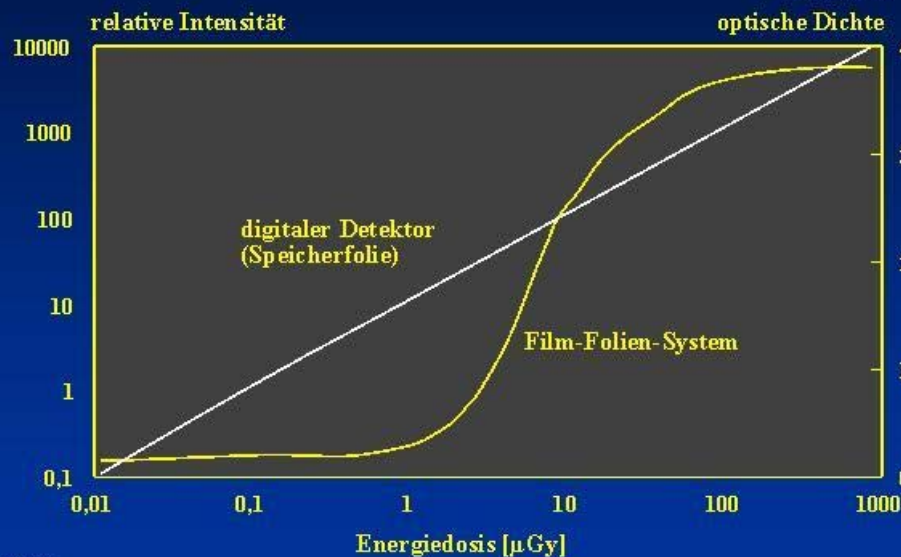
Martin Fiebich



Martin Fiebich

## Eigenschaften digitaler Detektoren

Martin Fiebich



Martin Fiebich

## Digitale Bildverarbeitung

Martin Fiebich

- Bildverarbeitungsalgorithmen
  - Anpassung von Kontrast und Helligkeit
  - Look-up-table
  - Glättungsfilter, Kantenfilter
  - Technik der unscharfen Maske
  - Dynamische Kontrastverstärkung
  - „multiscale“ Kontrastverstärkung

Martin Fiebich

# Anpassung von Kontrast und Helligkeit

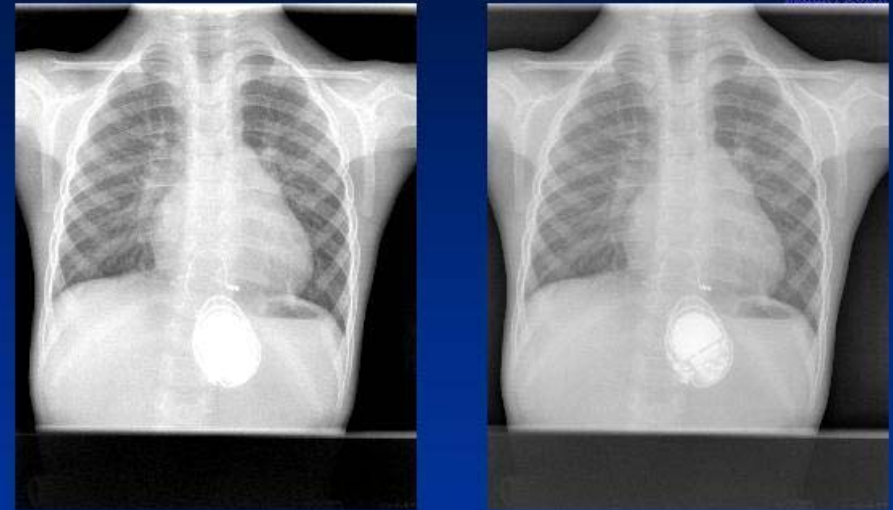
Martin Fiebich

- Erkennung des Belichtungsumfangs
  - Erkennen des Belichtungsfeldes
  - Histogrammanalyse (Direktexposition, Streustrahlung)
  - reskalieren der Bilddaten
- Anpassung der Gradation (linear -> S-förmig)

Martin Fiebich

# Kontrastverbesserung durch Histogrammanalyse

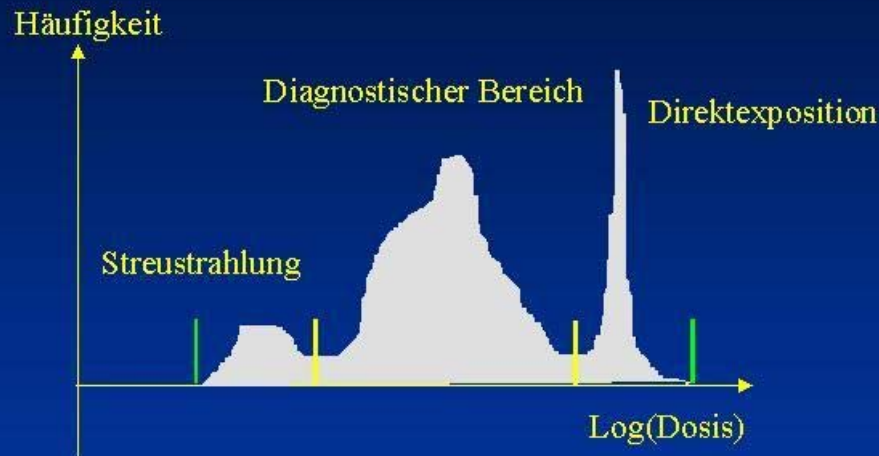
Martin Fiebich



Martin Fiebich

# Histogrammanalyse

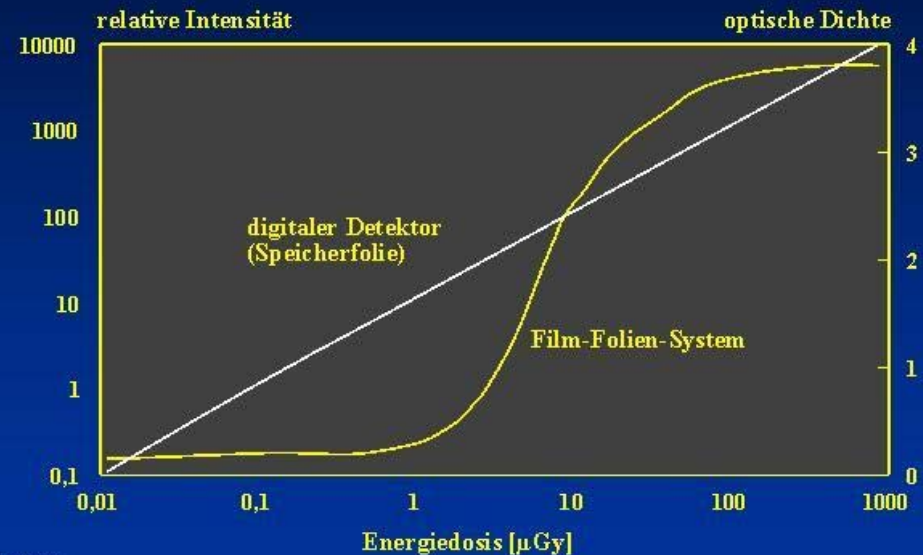
Martin Fiebich



Martin Fiebich

# Look-up-table (LUT)

Martin Fiebich



Martin Fiebich

# Look-up-table (LUT)

Martin Fiebich

Abbildung von einer Skala (z.B. Grauwert) auf eine andere Skala (z.B. optische Dichte)

Anpassung auf unterschiedliche Kennlinie

als Tabellenform für Computer schneller berechenbar

Martin Fiebich

# Glättungsfilter 3 x 3

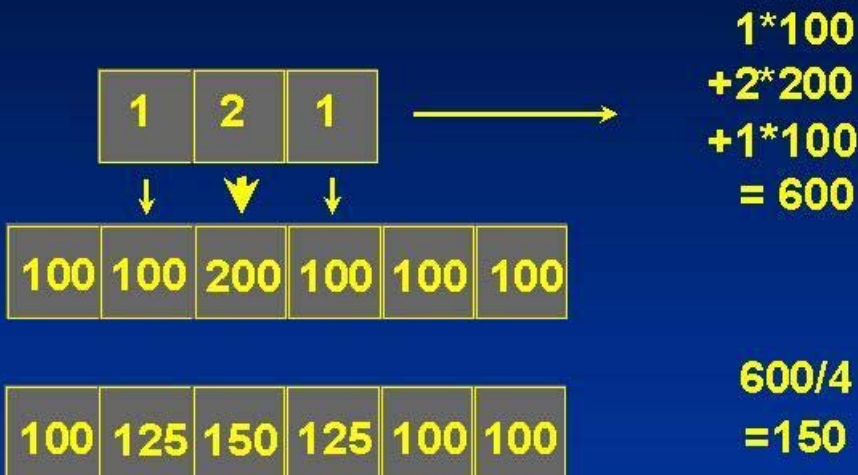
Martin Fiebich

1	1	1
1	2	1
1	1	1

Martin Fiebich

# Glättungsfilter (eindimensional)

Martin Fiebich



Martin Fiebich

# Gaußscher Glättungsfilter 15 x 15

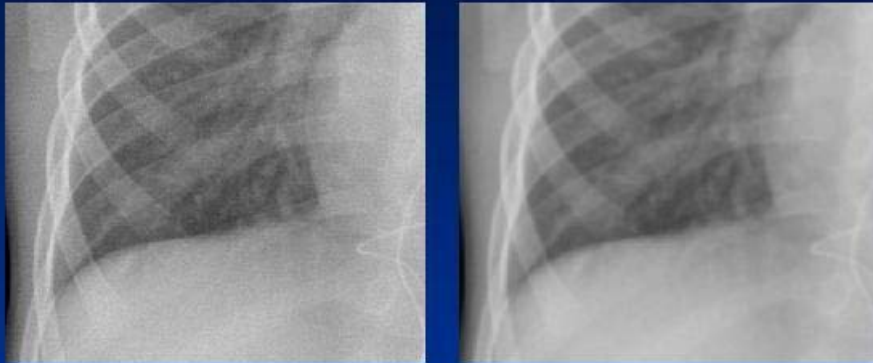
Martin Fiebich

2	2	3	4	5	5	6	6	6	5	5	4	3	2	2
2	3	4	5	7	7	8	8	8	7	7	5	4	3	2
3	4	6	7	9	10	10	11	10	10	9	7	6	4	3
4	5	7	9	10	12	13	13	13	12	10	9	7	5	4
5	7	9	11	13	14	15	16	15	14	13	11	9	7	5
5	7	10	12	14	16	17	18	17	16	14	12	10	7	5
6	8	10	13	15	17	19	19	19	17	15	13	10	8	6
6	8	11	13	16	18	19	20	19	18	16	13	11	8	6
6	8	10	13	15	17	19	19	19	17	15	13	10	8	6
5	7	10	12	14	16	17	18	17	16	14	12	10	7	5
5	7	9	11	13	14	15	16	15	14	13	11	9	7	5
4	5	7	9	10	12	13	13	13	12	10	9	7	5	4
3	4	6	7	9	10	10	11	10	10	9	7	6	4	3
2	3	4	5	7	7	8	8	8	7	7	5	4	3	2
2	2	3	4	5	5	6	6	6	5	5	4	3	2	2

Martin Fiebich

## Glättungsfilter (Gaußfilter 7 x 7)

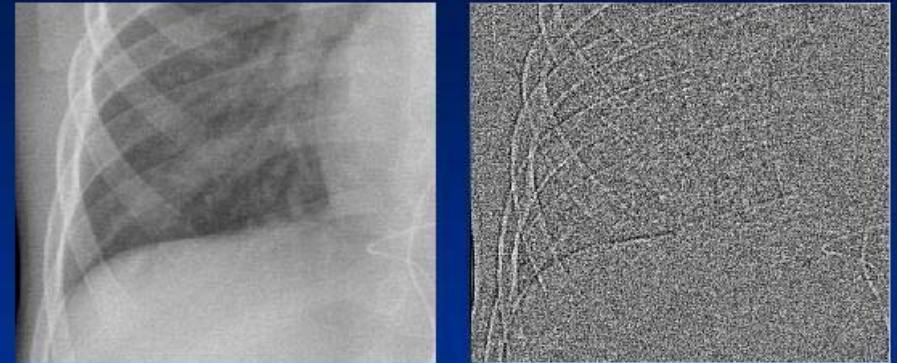
Martin Fiebich



Martin Fiebich

## Kantenfilter (Laplace 5 x 5)

Martin Fiebich



Martin Fiebich

## Kantenfilter 3 x 3

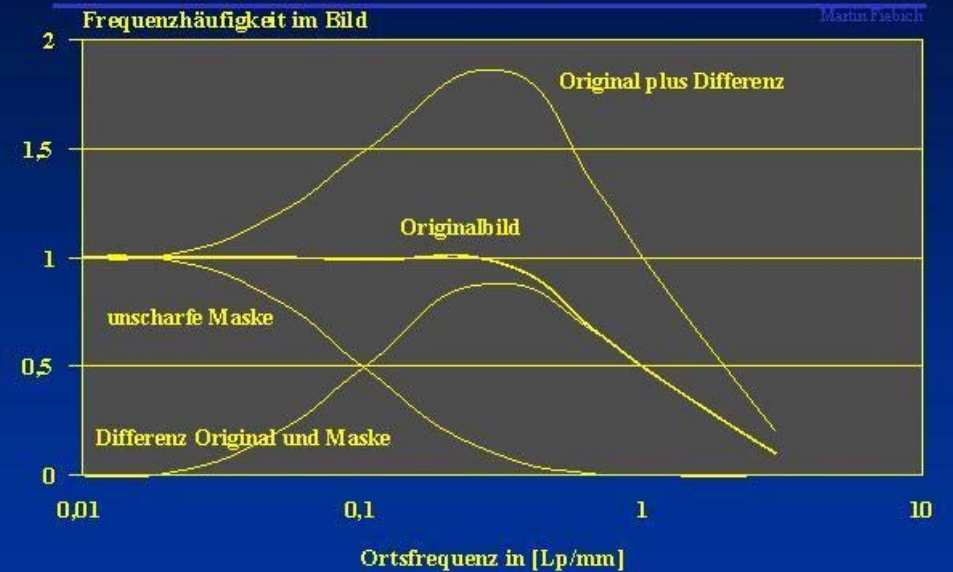
Martin Fiebich

-1	-1	-1
-1	8	-1
-1	-1	-1

Martin Fiebich

## Prinzip der unscharfen Maske

Martin Fiebich



Martin Fiebich

## Technik der unscharfen Maske

Martin Feibich

→ 1. Original

2. Unscharfe Maske

3. Hohe Ortsfrequenzen

4. Result der Technik der unscharfen Maske



Martin Feibich

## Technik der unscharfen Maske

Martin Feibich

1. Original

2. Unscharfe Maske

→ 3. Hohe Ortsfrequenzen

4. Result der Technik der unscharfen Maske



Martin Feibich

## Technik der unscharfen Maske

Martin Feibich

1. Original

→ 2. Unscharfe Maske

3. Hohe Ortsfrequenzen

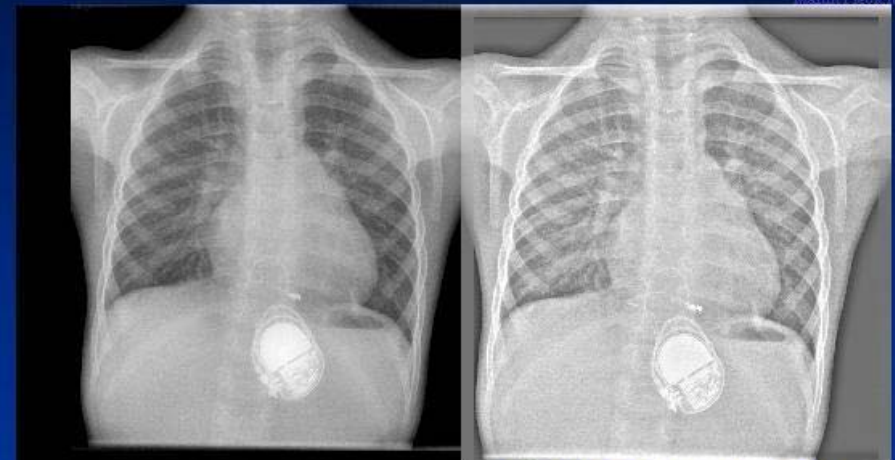
4. Result der Technik der unscharfen Maske



Martin Feibich

## Technik der unscharfen Maske

Martin Feibich



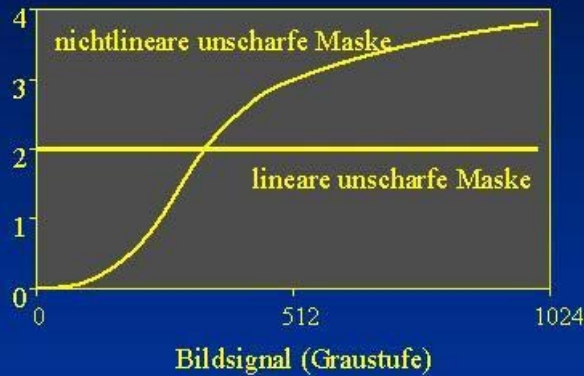
Martin Feibich



# Nichtlineare unscharfen Maske

Martin Fiebich

Wichtungsfaktor



Lineare unscharfe Maske

$$Y = X + \alpha * (X - \bar{X})$$

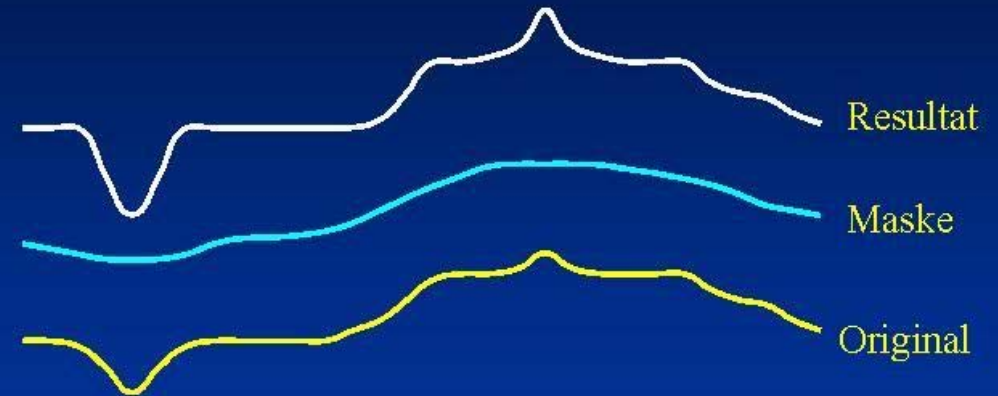
Nichtlineare unscharfe Maske

$$Y = X + \beta(X) * (X - \bar{X})$$

Martin Fiebich

# Dynamische Reduktion des Bildumfangs

Martin Fiebich



Martin Fiebich

# Dynamische Reduktion des Bildumfangs

Martin Fiebich

Verbesserung des lokalen Kontrastes

- Glättungsfilter mit großem Kernel

- $Y = X + f(\bar{X})$

- $f(\bar{X})$  ist eine monotone Funktion, abhängig von der jeweiligen Untersuchungsart

Martin Fiebich

# Multiscale Contrast Enhancement

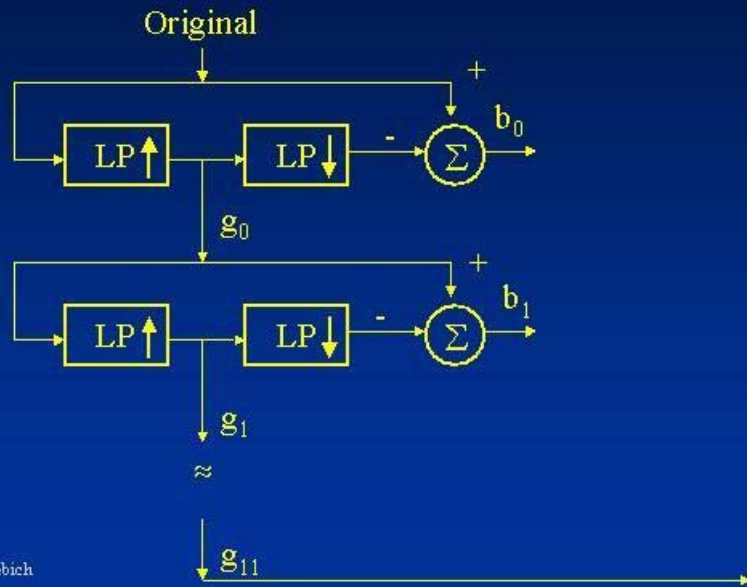
Martin Fiebich

- Darstellung mit verschiedenen Skalen (Matrizen) mittels „pyramidale Laplace Zerlegung“
  - Filterung mit 5 x 5 Gaussfilter
  - Verkleinern um Faktor 2
  - Subtraktion vom Originalbild
- 1. verkleinertes Subbild wird benutzt für nächste Zerlegung

Martin Fiebich

## Zerlegung Multiscale

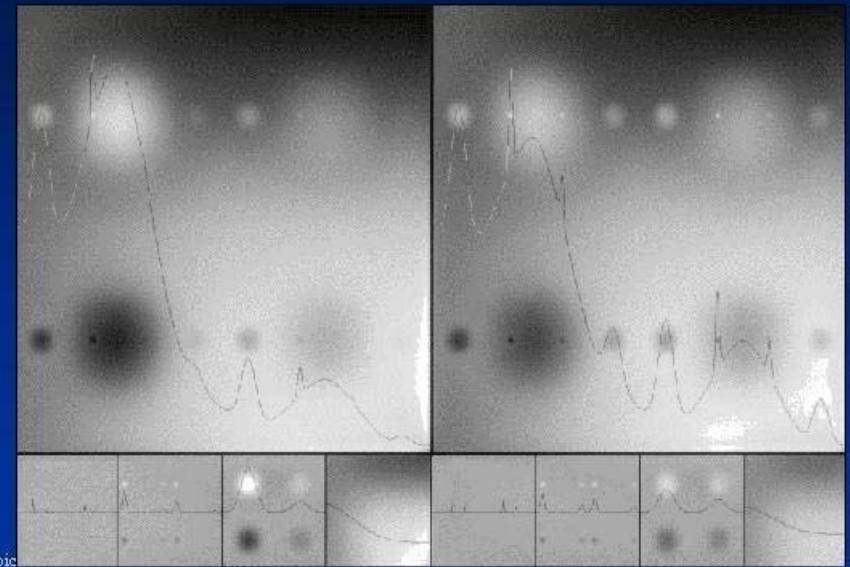
Martin Fiebich



Martin Fiebich

## MULTIScale Image Contrast Amplification

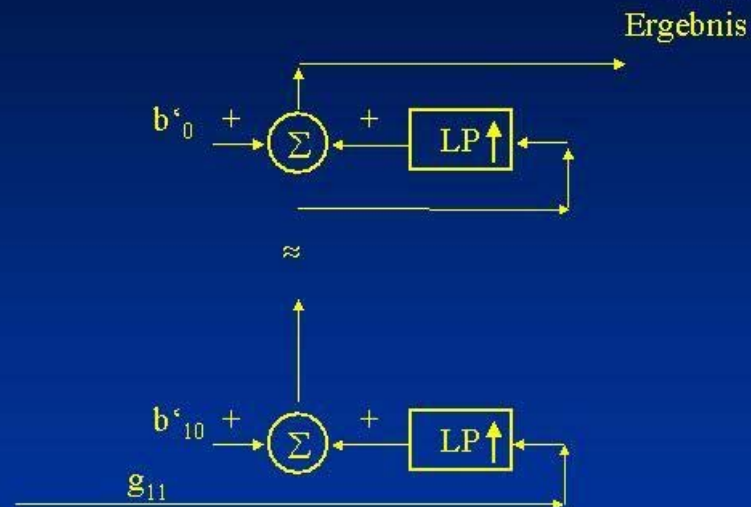
Martin Fiebich



Martin Fiebich

## Zusammensetzen des Ergebnis - Multiscale

Martin Fiebich



Martin Fiebich

## Effekte der Bildverarbeitung

Martin Fiebich

- MÜF Korrektur
- lokale Kontrastverstärkung und dynamische Reduktion des Bildumfangs
- Kantenverstärkung

Martin Fiebich

## Unschärfe Maske: Probleme

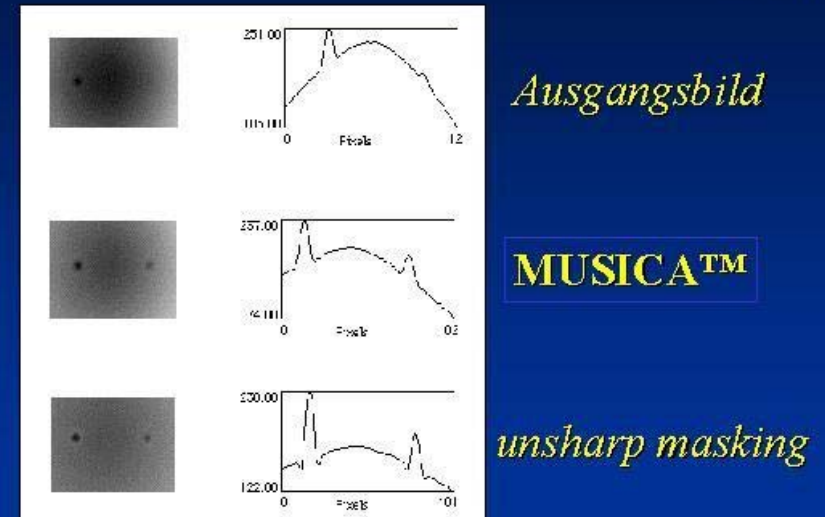
Martin Fiebich

- Kantenartefakte  
(Lockerungszeichen bei Metallimplantaten)
- Verstärkung des Rauschens
- Großflächige Niedrigkontrastveränderungen werden unterdrückt (Thoraxaufnahme)

Martin Fiebich

## Vergleich der Bildverarbeitungen

Martin Fiebich



Martin Fiebich

## Artefakte durch Bildverarbeitung

Martin Fiebich



Bild mit Artefakten  
durch unscharfe Maske

Martin Fiebich

## Zusammenfassung

Martin Fiebich

- Digitale Bildverarbeitung schon Standardverfahren in der Radiologie
- Qualitätsunterschiede bei den verschiedenen Bildverarbeitungsalgorithmen
- Artefakte und Fehler bei Kenntnis der jeweiligen Algorithmen besser erkennbar

Martin Fiebich