

# **„Bildverarbeitung“**

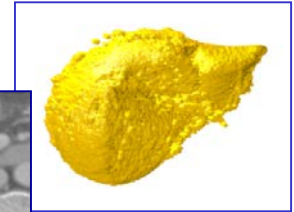
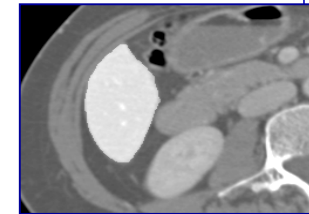
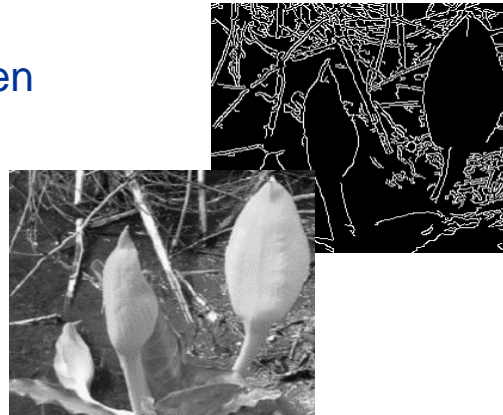
**Hochschule Niederrhein**

Regina Pohle-Fröhlich

**Nichtlineare Filter**

# Roter Faden durch die Vorlesung

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



## 6 Grenzen linearer Filter

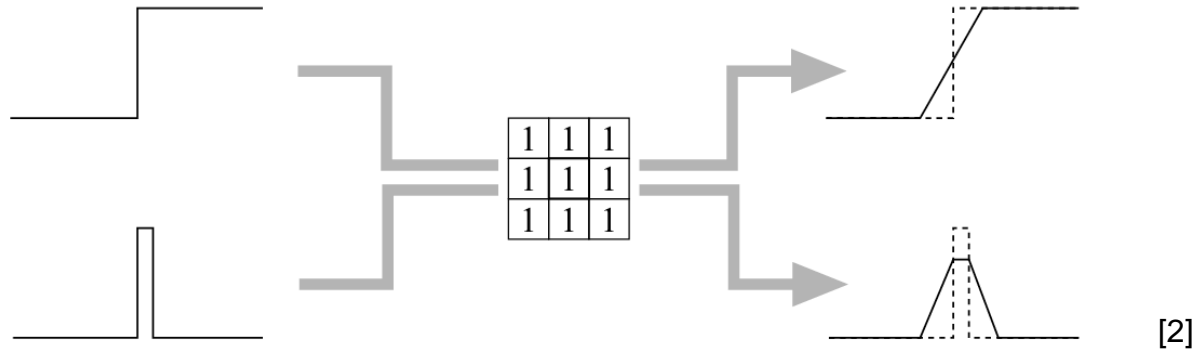


[1]

Sogenanntes Impulsrauschen (Salt&Pepper Noise) kann nicht entfernt werden.

# 6 Grenzen linearer Filter

- Verwaschen aller Bildstrukturen
- Minderung des lokalen Kontrasts



# 6.1 RangordnungsfILTER

## Vorgehen:

- Sortierung der Elemente in einer Filtermaske
- Auswahl des an einer bestimmten Stelle einsortierten Werts
- Eintragung des ausgewählten Werts in die zentrale Position

## Eigenschaften:

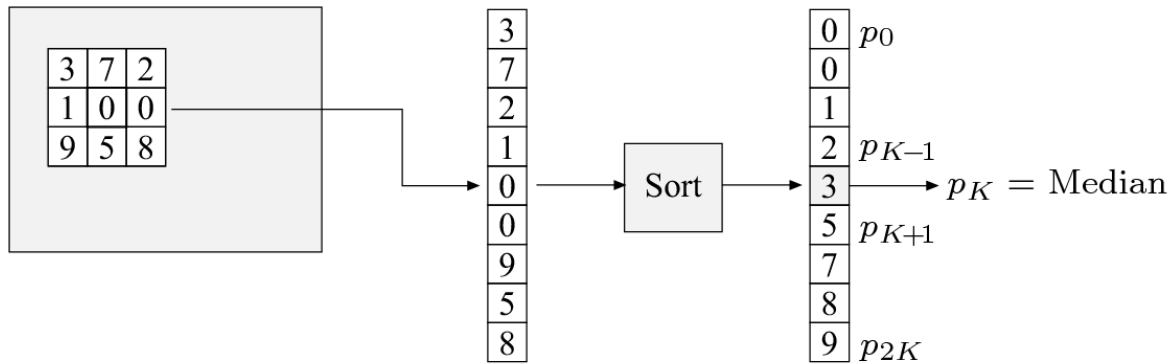
- Filter ist nichtlinear, nicht kommutativ, nicht assoziativ

## Beispiele:

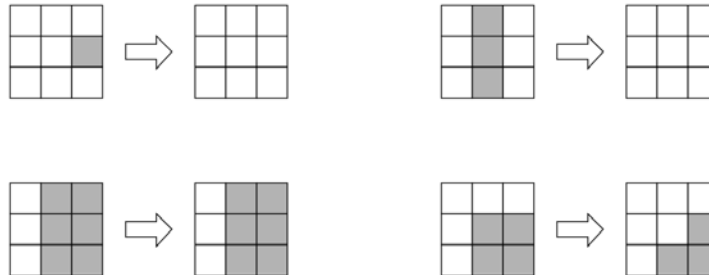
- Minimum-Filter
- Median-Filter
- Maximum-Filter

# 6.1 RangordnungsfILTER

**Medianfilter:** Gebräuchlichster RangordnungsfILTER



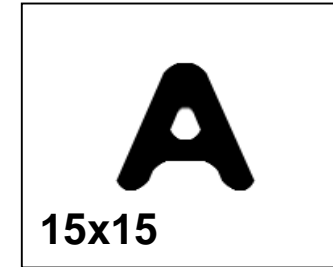
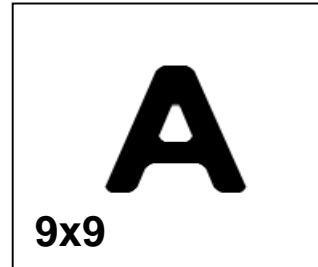
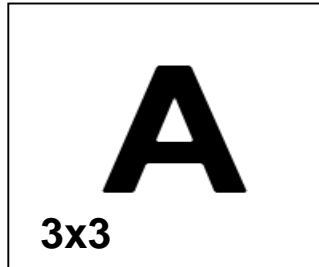
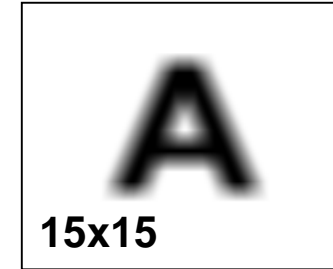
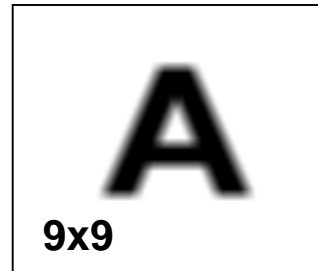
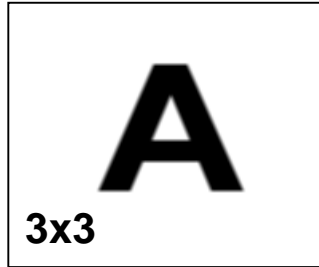
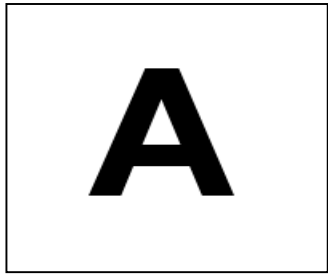
Wirkung auf verschiedene Strukturen



[2]

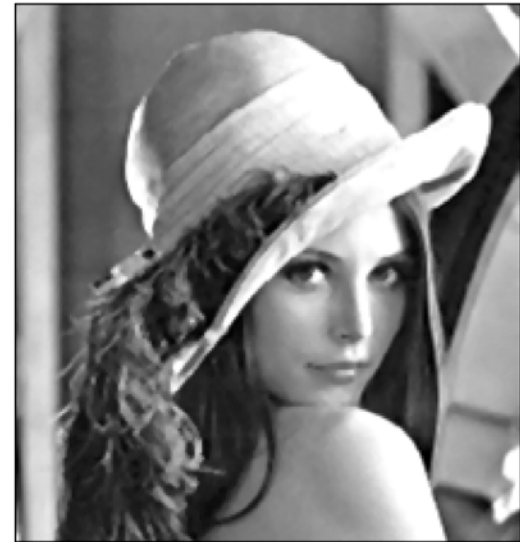
# 6.1 Rangordnungsfiler

Vergleich von Mittelwertfilter und Medianfilter



# 6.1 Rangordnungsfilter

Vergleich von Mittelwertfilter und Medianfilter



[2]



# 6.1 Rangordnungsfilter

## Vergleich von Mittelwertfilter und Medianfilter

### Medianfilter

- Einfluss durch Filterform möglich
- keine neuen Grauwerte
- mittlerer Grauwert ändert sich
- erhält Kanten
- feine Strukturen gehen verloren
- hohe Rechenzeit
- Bildverschiebung je nach Maske
- bei großen Filter z.T. große homogene Bereiche

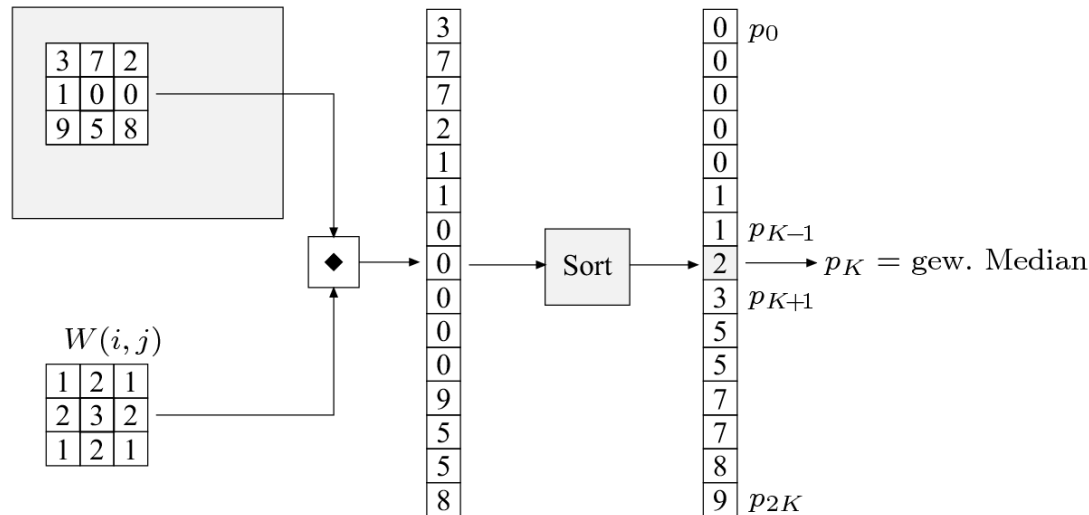
### Mittelwertfilter

- Einfluss durch Filterform möglich
- neue Grauwerte
- mittlerer Grauwert bleibt erhalten
- verwischt Kanten
- feine Strukturen werden gedämpft
- kurze Rechenzeit

# 6.1 RangordnungsfILTER

## Erweiterung: gewichteter Medianfilter

Grundidee: Wert wird in der sortierten Liste so oft wiederholt, wie sein Gewicht ist, d.h. die Liste wird dadurch  $L = \sum_{i,j \in R} W(i, j)$  lang.



[2]

## 6.1 RangordnungsfILTER



Minimumfilter

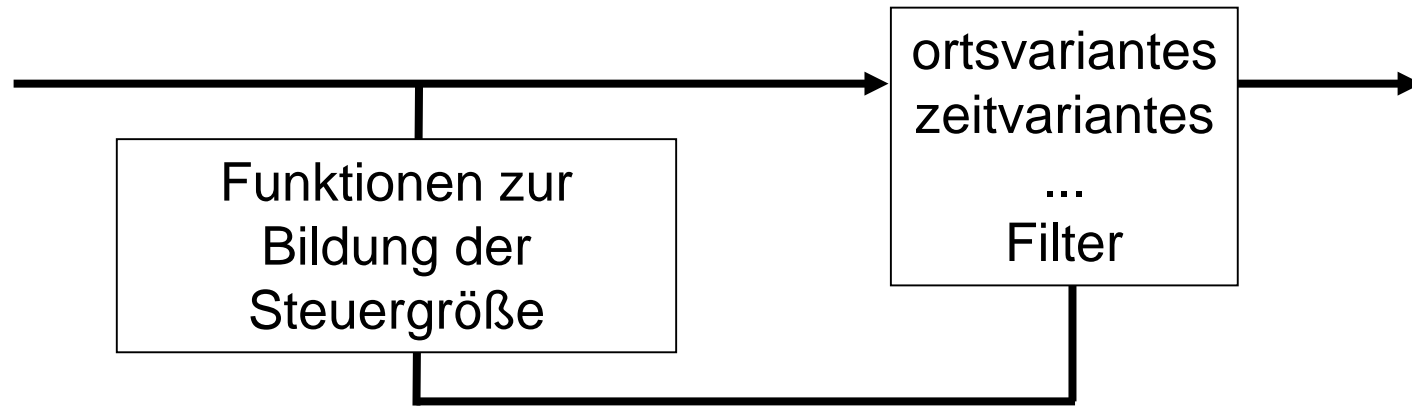


Maximumfilter

[2]

## 6.2 Adaptive Filter

Durch nichtlineare Operatoren können Kanten und Rauschen getrennt behandelt werden.



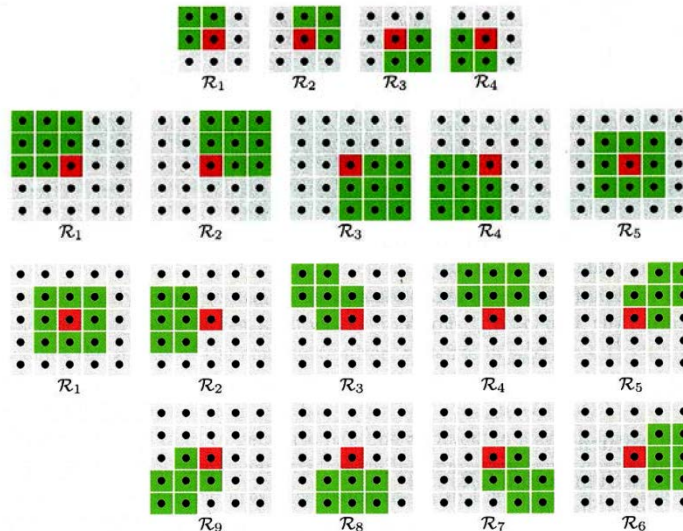
**Beispiel:** Lee-Filter → Nutzung der Streuung der Grauwerte als Steuergröße

# 6.3 Filterung mit rotierenden Masken

## Filterung mit rotierenden Masken

Algorithmus:

1. Für jeden Pixel Berechnung der Streuung für alle Masken
2. Auswahl der Maske mit der geringsten Streuung
3. Ersetzen des Pixelwertes im Bild mit dem mittleren Grauwert, welcher für die ausgewählte Maske berechnet wurde



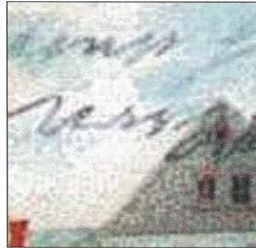
Kuwahara-Hachimura-Filter

Tomita-Tsuji-Filter

Nagao-Matsuyama-Filter

[2]

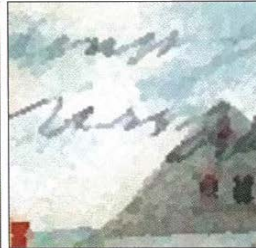
## 6.3 Filterung mit rotierenden Masken



Verrauschtes Originalbild



5x5-Tomita-Tsuji-Filter



5x5-Nagao-Matsuyama-Filter

[2]

## 6.4 Bilaterale Filter

Nachbarschaftspixel fließen nicht nur gewichtet in Abhängigkeit von der Entfernung zum betrachteten Pixel, sondern auch von dem Farbabstand zum betrachteten Pixel in die Berechnung ein

```
1: BILATERALFILTERGRAY( $I, \sigma_d, \sigma_r$ )
   Input:  $I$ , a grayscale image of size  $M \times N$ ;  $\sigma_d$ , width of the 2D Gaussian
   domain kernel;  $\sigma_r$ , width of the 1D Gaussian range kernel;
   Returns a new filtered image of size  $M \times N$ .

2:  $(M, N) \leftarrow \text{Size}(I)$ 
3:  $K \leftarrow \lceil 3.5 \cdot \sigma_d \rceil$  ▷ width of domain filter kernel
4:  $I' \leftarrow \text{DUPLICATE}(I)$ 
5: for all image coordinates  $(u, v) \in M \times N$  do
6:    $S \leftarrow 0$  ▷ sum of weighted pixel values
7:    $W \leftarrow 0$  ▷ sum of weights
8:    $a \leftarrow I(u, v)$  ▷ center pixel value
9:   for  $m \leftarrow -K, \dots, K$  do
10:    for  $n \leftarrow -K, \dots, K$  do
11:       $b \leftarrow I(u + m, v + n)$  ▷ off-center pixel value
12:       $w_d \leftarrow e^{-\frac{m^2 + n^2}{2\sigma_d^2}}$  ▷ domain weight
13:       $w_r \leftarrow e^{-\frac{(a-b)^2}{2\sigma_r^2}}$  ▷ range weight
14:       $w \leftarrow w_d \cdot w_r$  ▷ composite weight
15:       $S \leftarrow S + w \cdot b$ 
16:       $W \leftarrow W + w$ 
17:    $I'(u, v) \leftarrow \frac{1}{W} \cdot S$  [2]
18: return  $I'$ .
```



## 6.4 Bilaterale Filter



Verrauschtes Originalbild



Bilateral-Filter  $\sigma_r=20$ ,  $\sigma_d=2.0$



Bilateral-Filter  $\sigma_r=50$ ,  $\sigma_d=2.0$

[2]



## 6.5 Zusammenfassung

- Nichtlineare Filter ermöglichen kantenerhaltende Rauschunterdrückung
- Bei adaptiven Filtern kann eine spezielle Anpassung an den Bildinhalt erfolgen

# Bildquellen

- [1] K. D. Tönnies: Grundlagen der Bildverarbeitung, Pearson Studium, 2005
- [2] W. Burger, M.J. Burge: Digitale Bildverarbeitung, Springer Verlag, 2005