

Graphische Datenverarbeitung 1

Bildbearbeitung für Rasterbilder 1

Prof. Dr. Elke Hergenröther



Grauwertbild

Grauwertmatrix mit Grauwerten $g \in [0, 255]$

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0	100	100	100	120	160	160	120	100	100	100	137
1	100	100	100	120	160	160	120	100	100	100	137
2	100	100	100	120	160	160	120	100	100	100	137
3	100	100	100	120	160	160	140	140	140	140	178
4	100	100	100	120	160	160	140	140	140	140	177
5	100	100	100	120	160	160	120	100	100	100	136
6	100	100	100	120	160	160	120	100	100	100	136

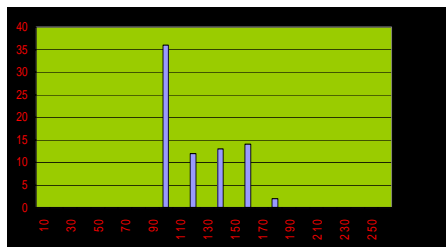


Digitales Grautonbild

Grautonbild bzw. Grauwertbild

Absolute Häufigkeit eines Grauwertes

Histogramm: Häufigkeitsverteilung der Grauwerte



	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0	100	100	100	120	160	160	120	100	100	100	137
1	100	100	100	120	160	160	120	100	100	100	137
2	100	100	100	120	160	160	120	100	100	100	137
3	100	100	100	120	160	160	140	140	140	140	178
4	100	100	100	120	160	160	140	140	140	140	177
5	100	100	100	120	160	160	120	100	100	100	136
6	100	100	100	120	160	160	120	100	100	100	136

Zugrunde liegendes Grautonbild

Von der absoluten Häufigkeit eines Grauwertes zur relativen Häufigkeit eines Grauwertes

- **Absolute Häufigkeit eines Grauwertes:**
Wie oft kommt dieser Grauwert innerhalb eines Bildes vor?
 $h(g)$

- **Relative Häufigkeit eines Grauwertes:**
Relativ zur Gesamtanzahl aller Pixel:

$$h^{\#}(g) = h(g) / M \cdot N \quad \text{daraus folgt} \quad 0 \leq h^{\#}(g) \leq 1$$

und $\sum h^{\#}(g) = 1$

Informationsgehalt eines Grauwertes

Ausgehend von der relativen Häufigkeit eines Grauwertes kann man folgendes ermitteln:

Informationsgehalt eines Grauwertes:

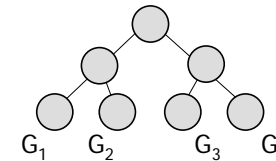
- Häufig vorkommende Grauwerte: geringer Informationsgehalt
- Selten vorkommende Grauwerte: hoher Informationsgehalt

Vom Informationsgehalt eines Grauwertes zu seiner Codierung:

- Häufig vorkommende Grauwerte: Kurzer Code
- Selten vorkommende Grauwerte: Langer Code

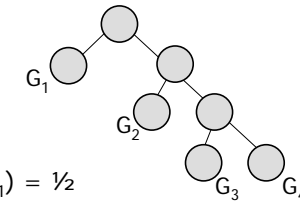
Abbildung des Informationsgehalts auf die Codierung

Jeder Grauwert besitzt den gleichen Informationsgehalt:



$$h^\#(G_i) = \frac{1}{4} \text{ mit } i = \{1, \dots, 4\}$$

Grauwert besitzt einen unterschiedlichen Informationsgehalt:



$$h^\#(G_1) = \frac{1}{2}$$

$$h^\#(G_2) = \frac{1}{4}$$

$$h^\#(G_3) = h^\#(G_4) = \frac{1}{8}$$

Informationsgehalt eines Grauwertes ist: $I(g) = \log_2(h^\#(g))$

Entropie

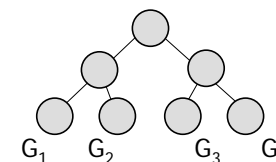
Entropie: Mittlerer Informationsgehalt eines Bildes

$$H = - \sum_{g \in [g_{\min}, g_{\max}]} h^\#(g) * \underbrace{\log_2(h^\#(g))}_{\text{Informationsgehalt eines Grauwertes}}$$

Der mittlere Informationsgehalt (ausgehend von der relativen Häufigkeit der Grauwerte) gibt nun an, wie viel Bits mindestens zum Kodieren aller Grauwerte des Bildes benötigt werden.

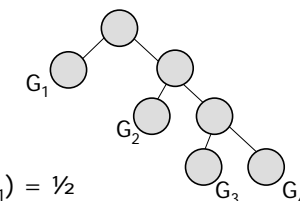
Abbildung des Informationsgehalts auf die Codierung

Jeder Grauwert besitzt den gleichen Informationsgehalt:



$$h^\#(G_i) = \frac{1}{4} \text{ mit } i = \{1, \dots, 4\}$$

Grauwert besitzt einen unterschiedlichen Informationsgehalt:



$$h^\#(G_1) = \frac{1}{2}$$

$$h^\#(G_2) = \frac{1}{4}$$

$$h^\#(G_3) = h^\#(G_4) = \frac{1}{8}$$

Links werden 1 Bits benötigt, rechts kommt man mit 1,75 Bits aus ;-)

Grauwertverteilung innerhalb eines Bildes:

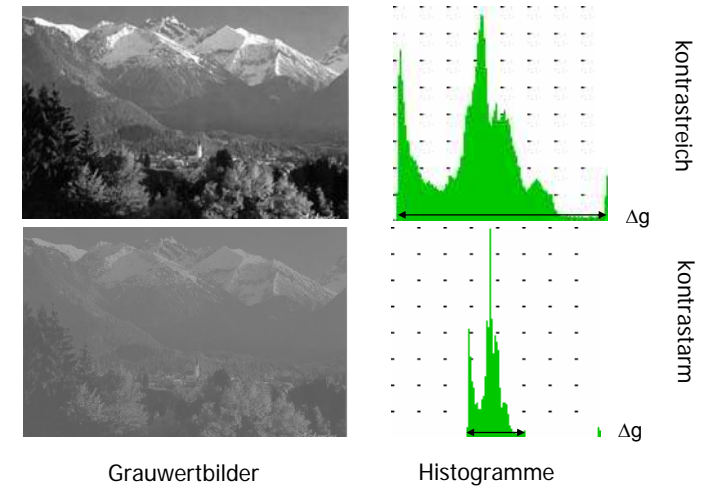
Relative Häufigkeit:

- wieviel Bits zur Abspeicherung notwendig sind

Bereich der genutzten Grauwerte:

- Berechnung eines Kennwerts für den Kontrast

Kontrast



Grauwertbilder

Histogramme

Gimp-Demo: Original und zu heller Schuh!

- Grauwertverteilung im Original
- Grauwertverteilung im hellen Bild
- Wann spricht man davon, dass der **Kontrast eines Bildes zu Null wird?**

Punktoperationen

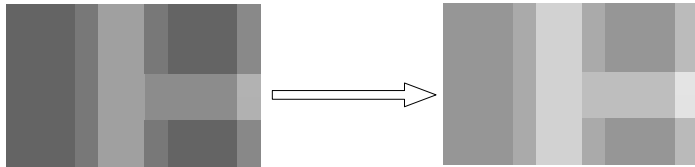
Punktoperation:

- Berechnungsvorschrift wird auf jeden Pixel angewendet.
- Nachbarschaften spielen keine Rolle

Einige mögliche Punktoperationen:

- Addition
- Invertieren
- Addition & Multiplikation: Lineare Grauwerttransformation
- Gamma-Korrektur

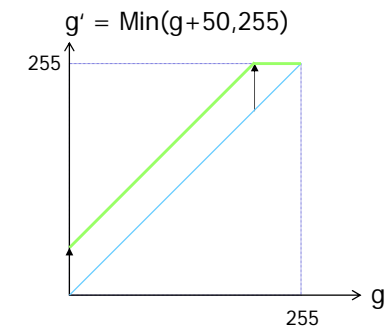
Punktoperation: Addition

**Pixeloperation:**

$$g(i,j) \leq 205 \text{ dann } g'(i,j) = g(i,j) + 50$$

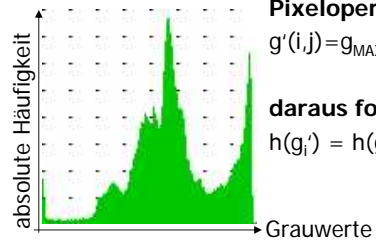
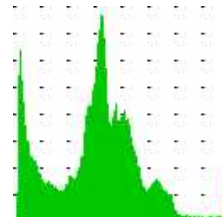
$$g(i,j) > 205 \text{ dann } g'(i,j) = 255$$

Punktoperation: Addition



Stückweise lineare Grauwerttransformation

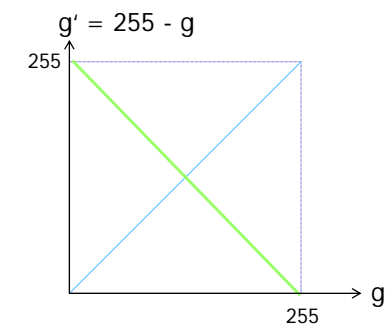
Invertieren eines Bildes

**Pixeloperation:**

$$g'(i,j) = g_{\text{MAX}} - g(i,j)$$
daraus folgt:

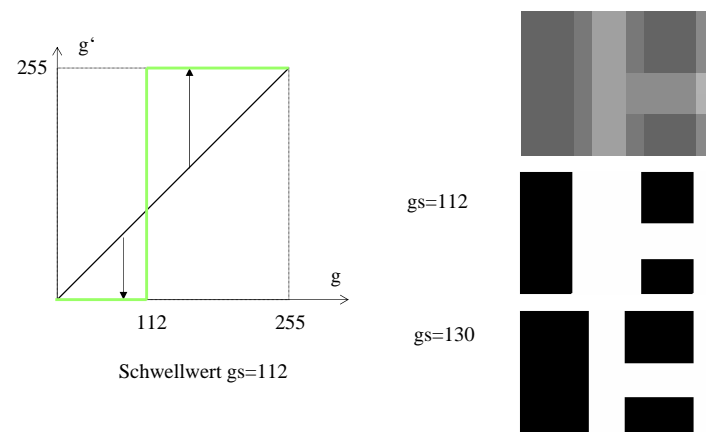
$$h(g') = h(g_{\text{MAX}} - \cdot)$$

Punktoperation: Addition



Stückweise lineare Grauwerttransformation

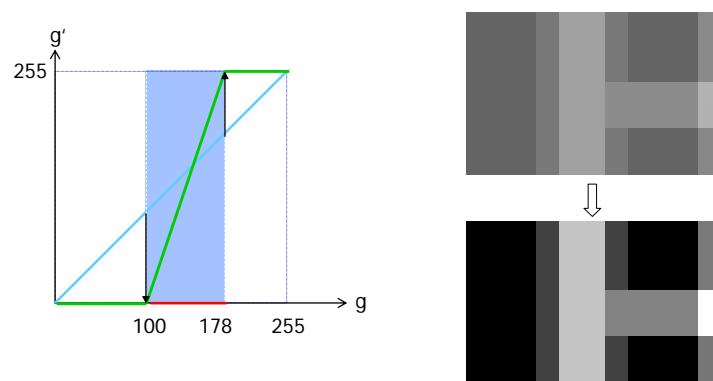
Binarisierung



Gimp Demo

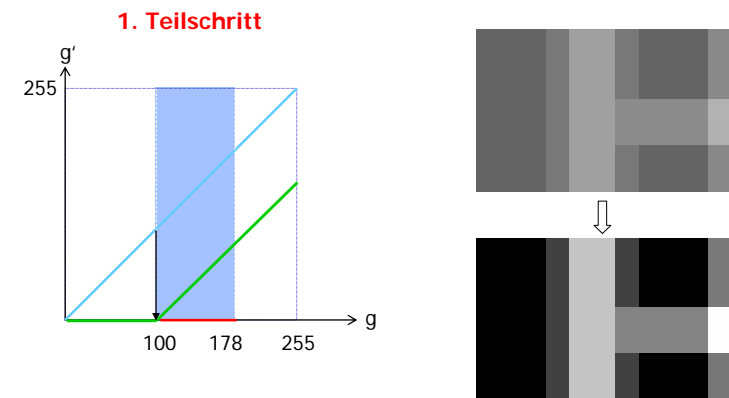
- Hoher Kontrast versus original Bild (Schuh)
 - RGB Zerlegung betrachten
 - Werte-Kanal im HSV System betrachten
- Erhöhung des Kontrast entspricht einer linearen Grauwerttransformation
- Histogramm nach der Grauwerttransformation angucken!

Nutzen des optimalen Grauwertbereichs



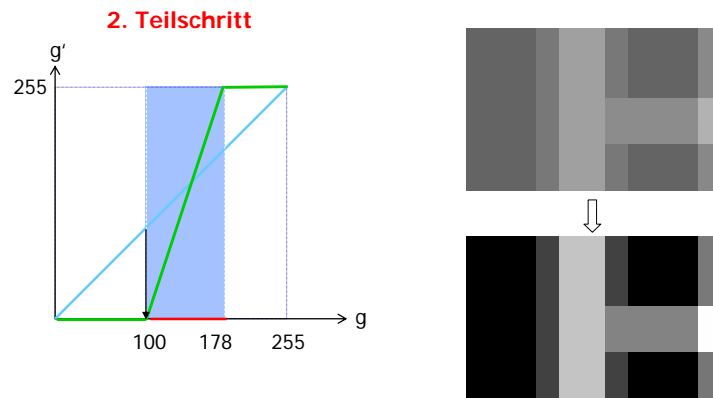
Wie berechnet man das?

Nutzen des optimalen Grauwertbereichs



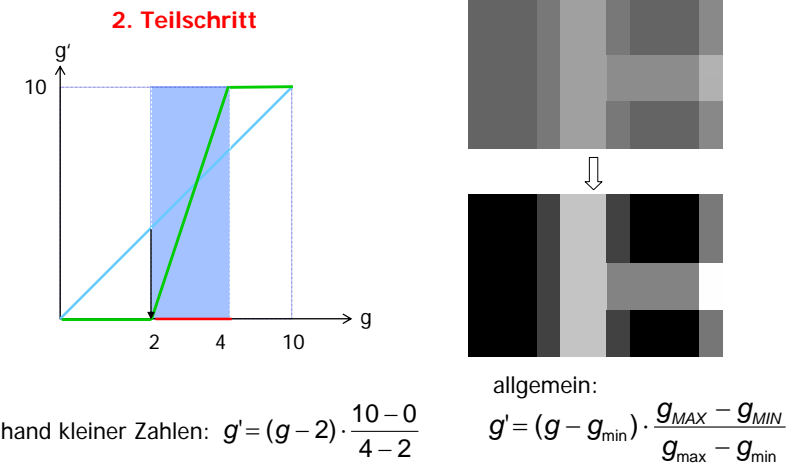
$g' = \max(g - 100, 0)$ sorgt dafür, dass g nicht kleiner 0 werden kann.

Nutzen des optimalen Grauwertbereichs



Ausnutzen der gesamten Grauwertpalette: üben an kleinen Zahlen

Nutzen des optimalen Grauwertbereichs



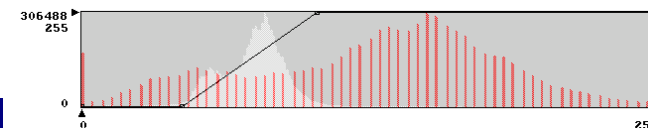
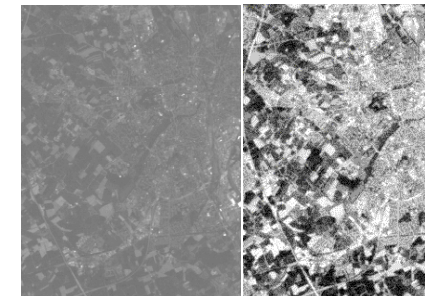
Lineare Grauwerttransformation

$$g'(i, j) = [g(i, j) - g_{\min}] \cdot \frac{g_{\max} - g_{\min}}{g_{\max} - g_{\min}}$$

$$\text{mit } g'(i, j) = \begin{cases} g_{\min} & \text{falls } g'(i, j) < g_{\min} \text{ wäre} \\ g_{\max} & \text{falls } g'(i, j) > g_{\max} \text{ wäre} \end{cases}$$

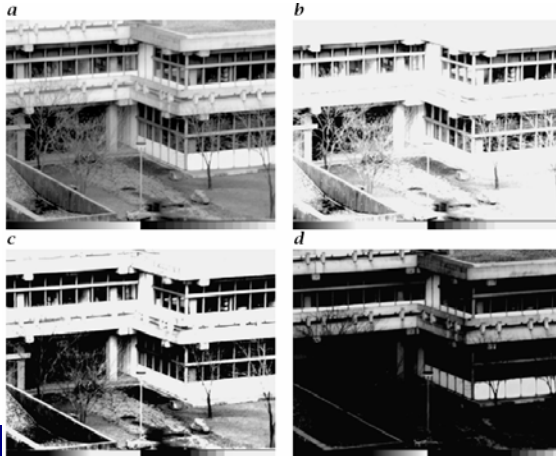
Kontrastverbesserung

http://ivvgeo.uni-muenster.de/Vorlesung/FE_Script/kapitel3/main3-2.html



Übung:

Kontraststreckung (aus: Jähne, Digitale Bildverarbeitung)

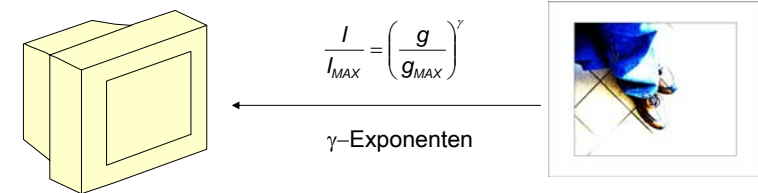


Wie sehen die g-g'-Koordinatensysteme dazu aus?

25

Nicht lineare Grauwertverfälschung und Berechnung der Gammakorrektur

- Nicht lineare Punktoperation
- Gegebene Grauwerte: $g \in [0, g_{MAX}]$
- darzustellende Grauwerte (beispielsweise Bildschirmpunkte)
 $I \in [0, I_{MAX}]$

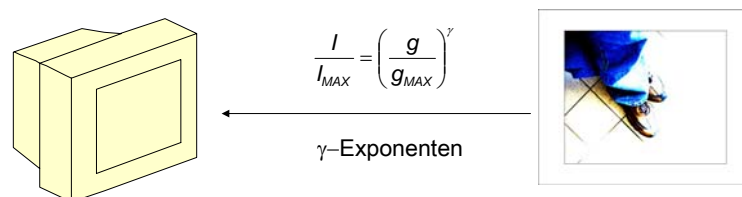


Prof. Dr. Elke Hergenröther

26

Nicht lineare Grauwertverfälschung und Berechnung der Gammakorrektur

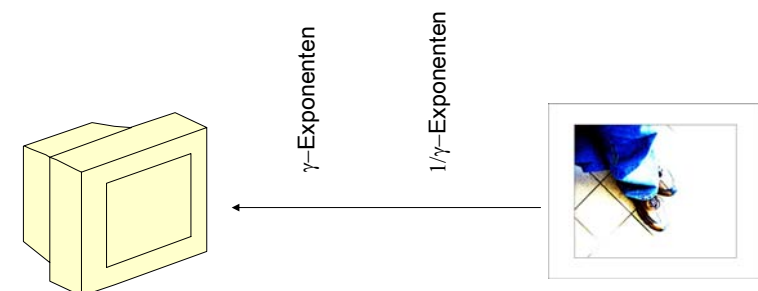
- Nicht lineare Punktoperation
- Gegebene Grauwerte: $g \in [0, g_{MAX}]$
- darzustellende Grauwerte (beispielsweise Bildschirmpunkte)
 $I \in [0, I_{MAX}]$



Prof. Dr. Elke Hergenröther

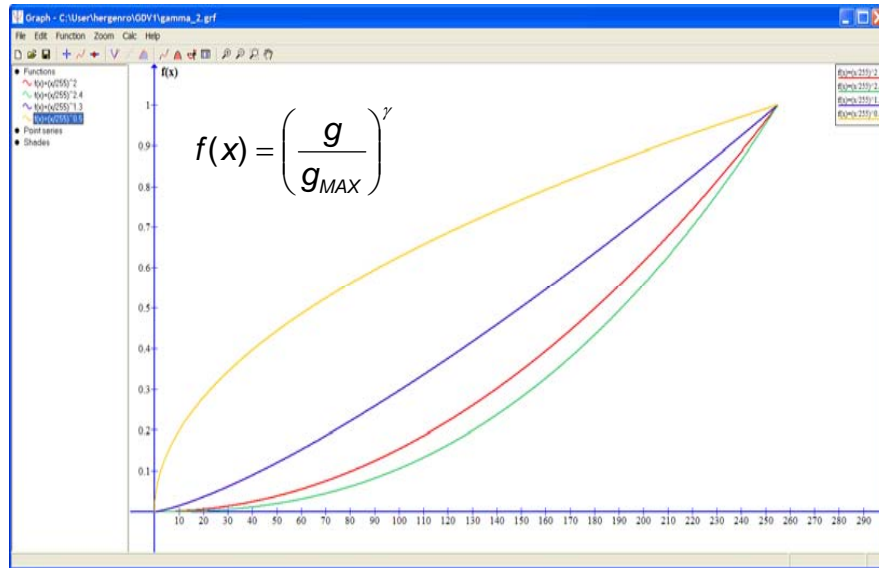
27

Nicht lineare Grauwertverfälschung und Berechnung der Gammakorrektur



Prof. Dr. Elke Hergenröther

28



Bildbearbeitung

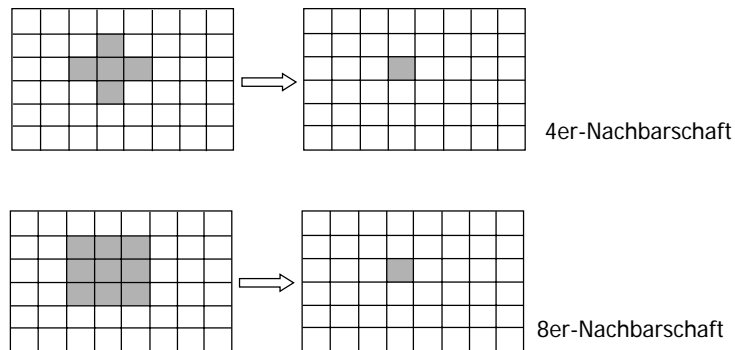
Punktoperationen:

- kommen ohne Informationen der Nachbarpixel aus

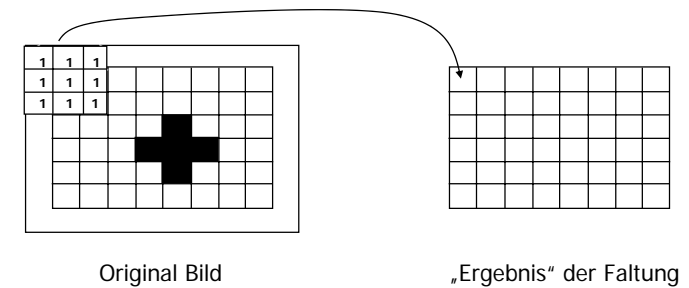
Lokale Bildoperatoren:

- 4er-Nachbarschaft
- 8er-Nachbarschaft
- Prinzip der Faltung

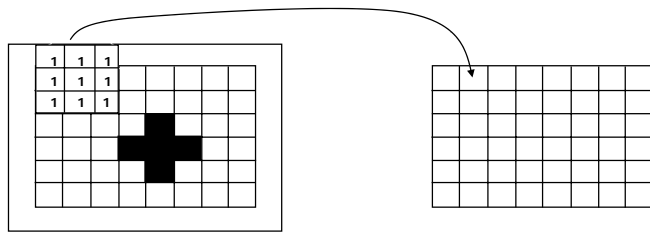
N4- und N8-Nachbarschaften



Prinzip der Faltung



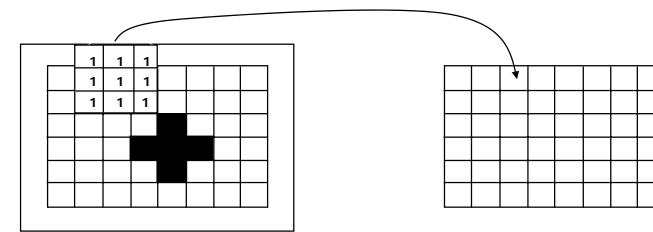
Prinzip der Faltung



Original Bild

„Ergebnis“ der Faltung

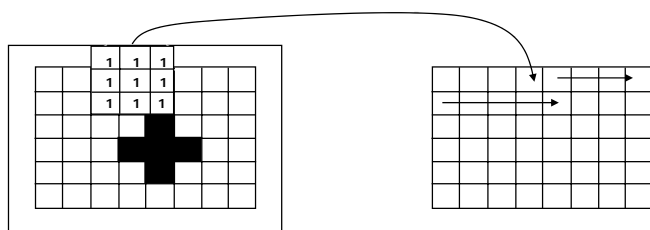
Prinzip der Faltung



Original Bild

„Ergebnis“ der Faltung

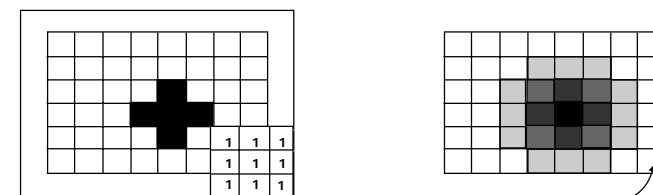
Prinzip der Faltung



Original Bild

„Ergebnis“ der Faltung

Prinzip der Faltung



Original Bild

„Ergebnis“ der Faltung