

# Mathematische Bildverarbeitung

Abbildungen und Zusatzmaterial  
Kapitel 1–3

In dieser PDF-Datei befindet sich eine Auswahl der Abbildungen aus dem Buch, vor allem solche, die aufgrund des Wegfallens der Rasterung am Bildschirm betrachtet anders wirken können als in gedruckter Form. Darüber hinaus sind die Originaldateien sowie sämtliche im Buch verwendeten Derivate der unter CreativeCommons-Lizenzen verwendeten Bilder als Anhänge enthalten. Abbildungen mit folgenden Symbolen zeigen zusätzliches Material an:



Informationen über die Quelle sowie die Originaldatei dieses Bildes können als Anhang abgerufen werden, in den meisten PDF-Betrachtern durch Doppelklick auf das Symbol.



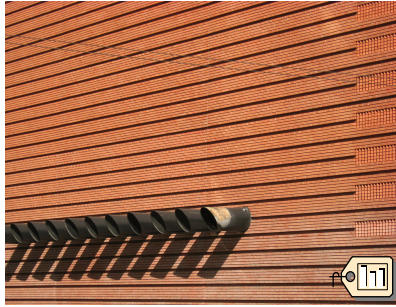
Es sind Informationen über die Quelle dieses Bildes vorhanden, ein Doppelklick öffnet in der Regel die Internetadresse, unter der die Bilddatei heruntergeladen werden kann.

Alle hier enthaltenen, aus den CreativeCommons-Lizenzen by-2.0 oder by-sa-2.0 hervorgegangen Bilder dürfen unter Angabe dieser Quelle zu den Bedingungen unter

<http://creativecommons.org/licenses/by-sa/2.0/legalcode>

weitergegeben werden.

- Das Buch „Mathematische Bildverarbeitung“ ist im Vieweg+Teubner Verlag unter der ISBN 978-3-8348-1037-3 erschienen.



$$f = \left[ \begin{array}{c} 3 \cdot \frac{401404}{800} - 2 \cdot \frac{28104}{40} \\ - \frac{401404}{800} + \frac{28104}{40} \end{array} \right]$$

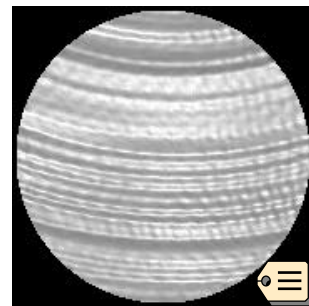
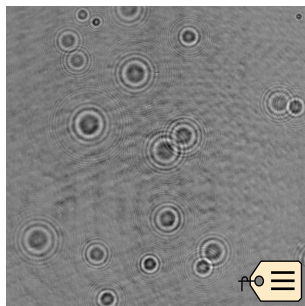
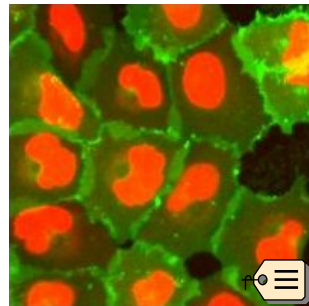
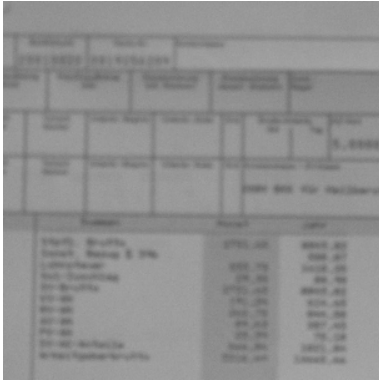


Abbildung 1.1. Verschiedene Arten von Bildern. Erste Zeile: Fotografien. Zweite Zeile: Ein Scan und ein Mikroskopie-Bild von Zellen. Dritte Zeile: Ein Bild aus indirekter Bildgebung (Holographie-Bild von Tröpfchen) und ein verallgemeinertes Bild (Höhenprofil einer durch einen Drehprozess erzeugten Oberfläche).



Falsches Fokussieren



Bewegungsunschärfe



Atmosphärische Turbulenzen



Fehlerhafte Optik

Abbildung 1.5. Unschärfe in Bildern. Oben links: Unschärfe durch falsches Fokussieren, oben rechts: Bewegungsunschärfe durch Verwackeln, unten links: Unschärfe durch „flimmernde Luft“, unten rechts: Aufnahme des Hubble-Teleskops vor Behebung des Fehlers.

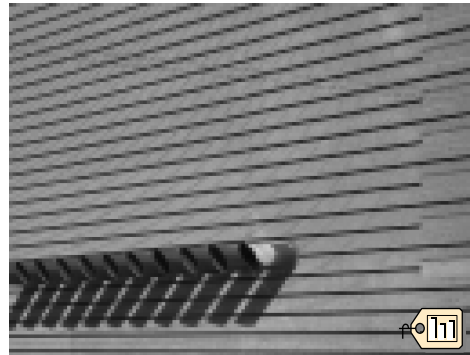
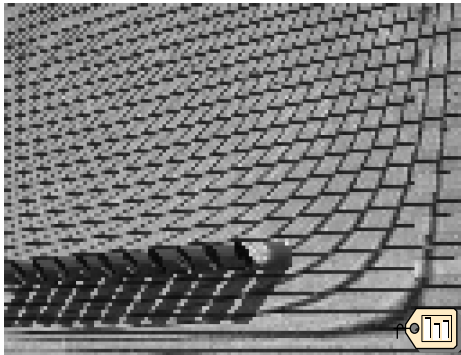
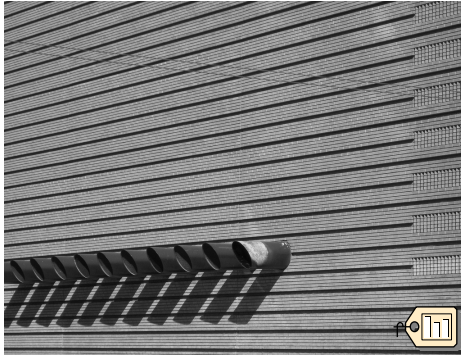
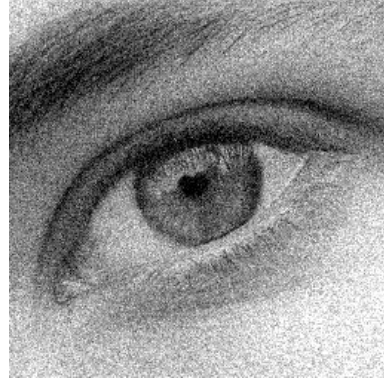


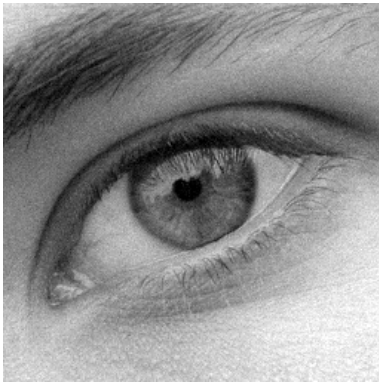
Abbildung 3.1. Fehler bei falscher Abtastung. Oben: Originalbild in hoher Auflösung. Unten links: Das gleiche Bild nach einer achtfachen Punkt-Unterabtastung, d.h. es wurde in horizontale und vertikale Richtung jeweils der achte Werte genommen. Unten rechts: Das gleiche Bild nach einer achtfachen Mittelwert-Unterabtastung, d.h. es wurde jeweils der Mittelwert über ein Quadrat von acht mal acht Pixeln gebildet. Zur besseren Vergleichbarkeit wurden die Bilder auf die gleiche Größe skaliert.



$u_0$



$u$  mit  $\text{PSNR}(u, u_0) = 20\text{db}$



$u$  mit  $\text{PSNR}(u, u_0) = 30\text{db}$



$u$  mit  $\text{PSNR}(u, u_0) = 40\text{db}$

Abbildung 3.2. Das PSNR für verrauschte Bilder.

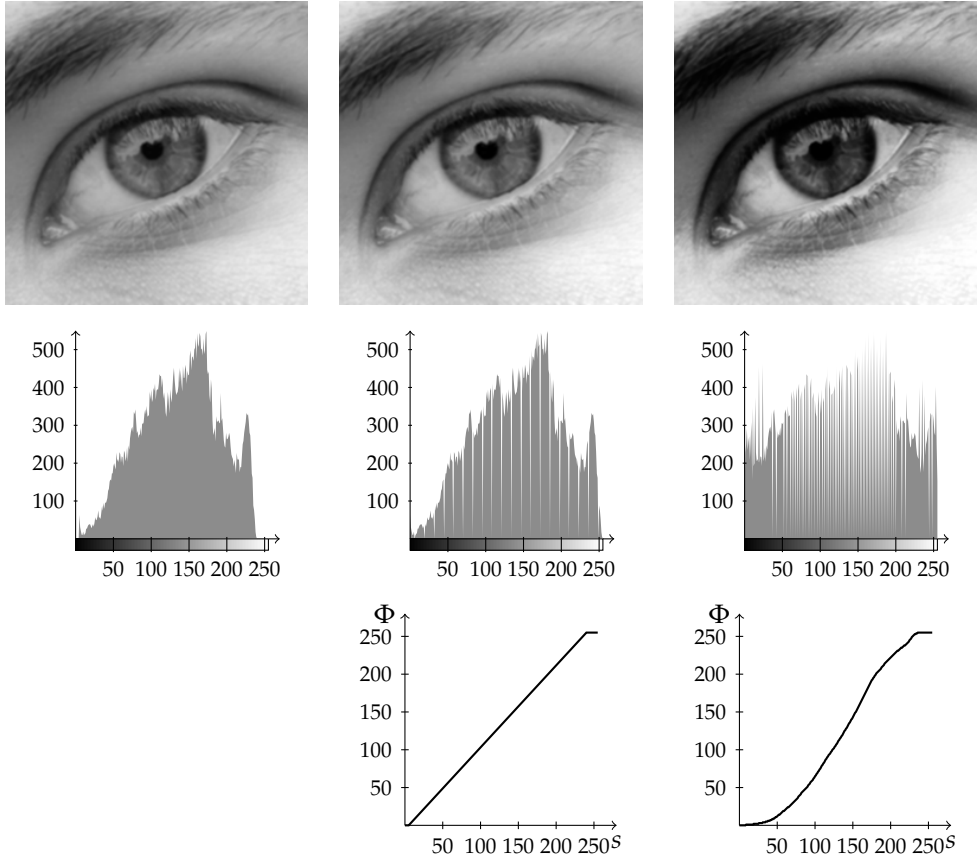


Abbildung 3.3. Histogrammausgleich nach Anwendungsbeispiel 3.10. Linke Spalte: Originalbild mit Histogramm, mittlere Spalte: Streckung der Grauwerte auf den vollen Bereich, rechte Spalte: Bild mit ausgeglichenem Histogramm. Jeweils unten: Ausgleichsfunktion  $\Phi$ .

$$f = \begin{bmatrix} 3 \cdot \frac{401404}{800} - 2 \cdot \frac{28104}{40} \\ -\frac{401404}{800} + \frac{28104}{40} \end{bmatrix}$$

$$f = \begin{bmatrix} 3 \cdot \frac{401404}{800} - 2 \cdot \frac{28104}{40} \\ -\frac{401404}{800} + \frac{28104}{40} \end{bmatrix}$$

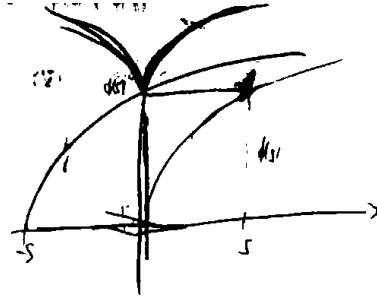
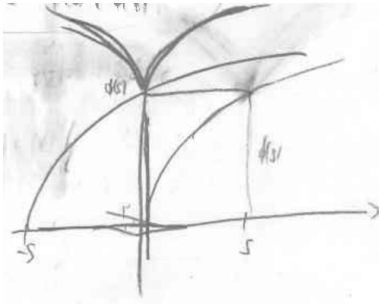
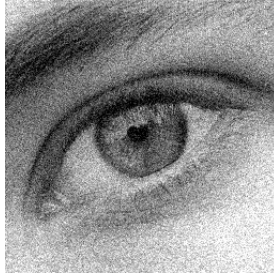


Abbildung 3.4. Segmentierung durch Schwellwertbildung nach Anwendungsbeispiel 3.11. Links: Gescannte Handschriften, rechts: Segmentierung.


 $u^\dagger$ 

 $u = u^\dagger + n$ 

 $M_ru$ 

 $\chi_{B_r(0)}$ 

Abbildung 3.5. Entrauschen mit dem gleitenden Mittel. Links: Originalbild, Mitte: Originalbild mit Rauschen, Rechts: Anwendung des gleitenden Mittels. Daneben: Die benutzte charakteristische Funktion.





Abbildung 3.6. Effektfilter aus Beispiel 3.22. Links: Originalbild. Mitte: Duto-Weichzeichner mit  $\lambda = 0,5$ . Rechts: Bewegungsunschärfe.

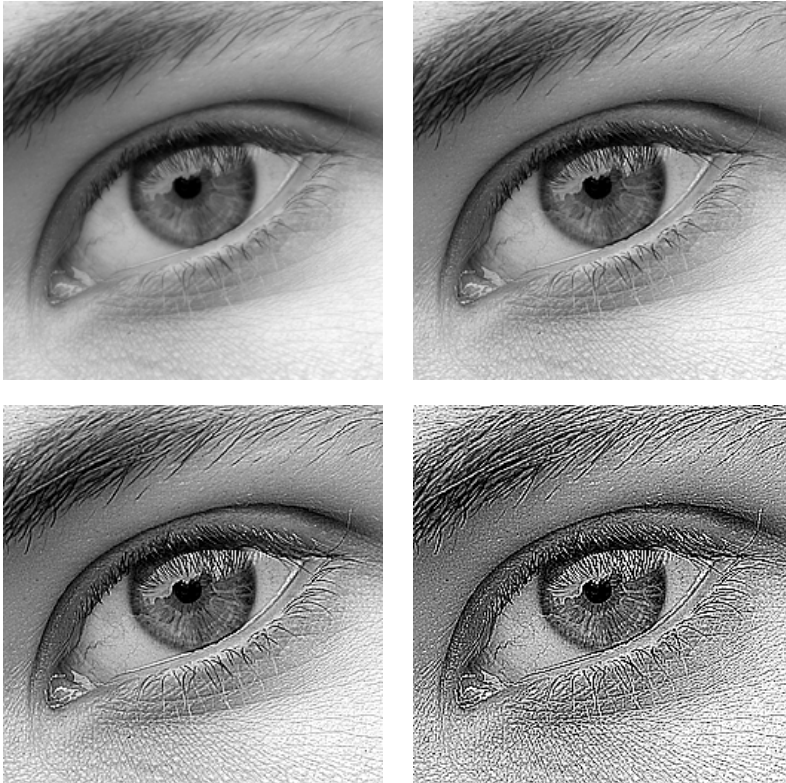
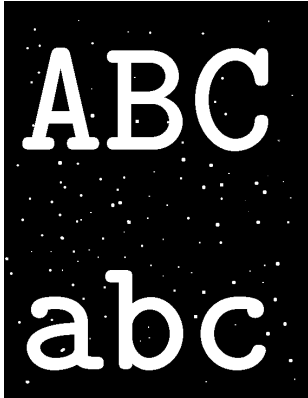
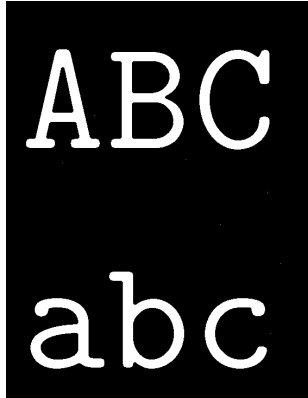


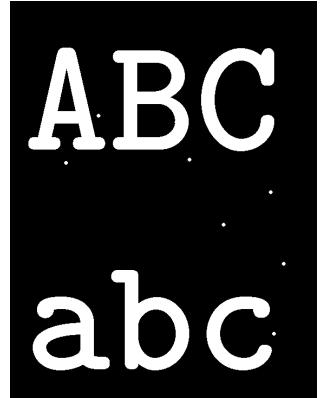
Abbildung 3.10. Laplace-Schärfen. Links: Originalbild mit  $256 \times 256$  Pixeln. Daneben: Sukzessives Laplace-Schärfen nach Anwendungsbeispiel 3.24 (Parameter:  $\sigma = 0,25$ ,  $\alpha = 1$ ).



$u$



$v$



$w$

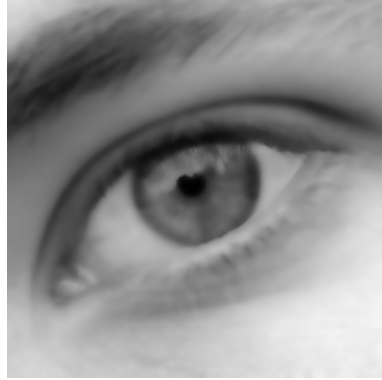
Abbildung 3.12. Entauschen von Objekten aus Beispiel 3.25.



*Abbildung 3.17.* Entrauschen bei impulsivem Rauschen. Oben links: Originalbild. Oben rechts: Durch impulsives Rauschen gestörtes Bild, 10% der Pixel sind zufällig durch schwarze oder weiße Pixel ersetzt (PSNR von 8,7db). Unten links: Anwendung des gleitenden Mittels mit einer kleinen Kreisscheibe mit einem Radius von sieben Pixeln (PSNR von 22,0db). Unten rechts: Anwendung des Medianfilters mit einem Kreisförmigen Strukturelement mit einem Radius von zwei Pixeln (PSNR von 31,4db). Die Werte der Radien wurde so bestimmt, dass der PSNR maximal ist.



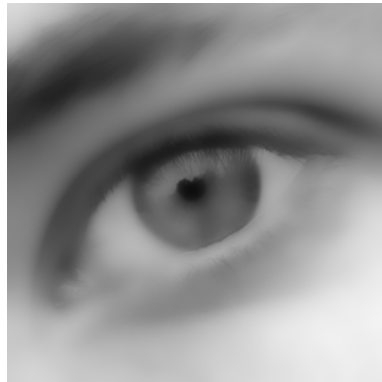
$$\sigma_h = 2, \sigma_g = 0,1$$



$$\sigma_h = 2, \sigma_g = 0,3$$



$$\sigma_h = 5, \sigma_g = 0,1$$



$$\sigma_h = 5, \sigma_g = 0,3$$

Abbildung 3.18. Der Bilateralfilter mit Gauß-Funktionen Funktionen  $h$  und  $g$ , d.h.  $h(x) = \exp(-|x|^2/(2\sigma_h^2))$  und  $g(x) = \exp(-|x|^2/(2\sigma_g^2))$ . Der Grauwertbereich ist  $[0,1]$ , d.h. der Abstand von Schwarz zu Weiß beträgt eins.

Mathematische Bildverarbeitung

Einführung in Grundlagen und moderne Theorie

Bredies, K.; Lorenz, D.

2011, X, 445 S., Softcover

ISBN: 978-3-8348-1037-3