Robustheit und Sicherheit Wavelet-basierter Watermarking-Algorithmen

Peter Meerwald

September 16, 2000

Department of Scientific Computing, Universität Salzburg,
Jakob-Haringer-Str. 2, A-5020 Salzburg, Österreich
pmeerw@cosy.sbg.ac.at

Problem der Einbettung

- robustes Einbetten von Information
- nicht wahrnehmbar (Modellierung der menschlichen Wahrnehmung)
- Wahl des Transformationsbereiches
- Quantisierung oder additive Methoden
- Auslesen mit bzw. ohne Original- oder Referenzbild

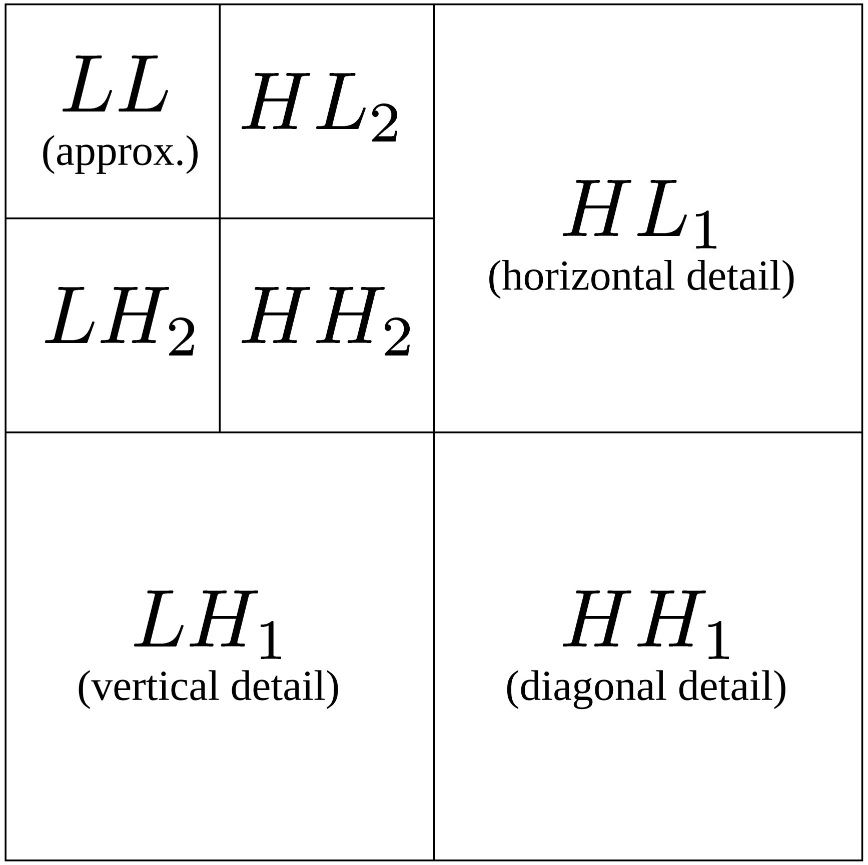
bekannte Verfahren von Langelaar [5] (Bildbereich), Koch [3] und Cox [2] (DCT)

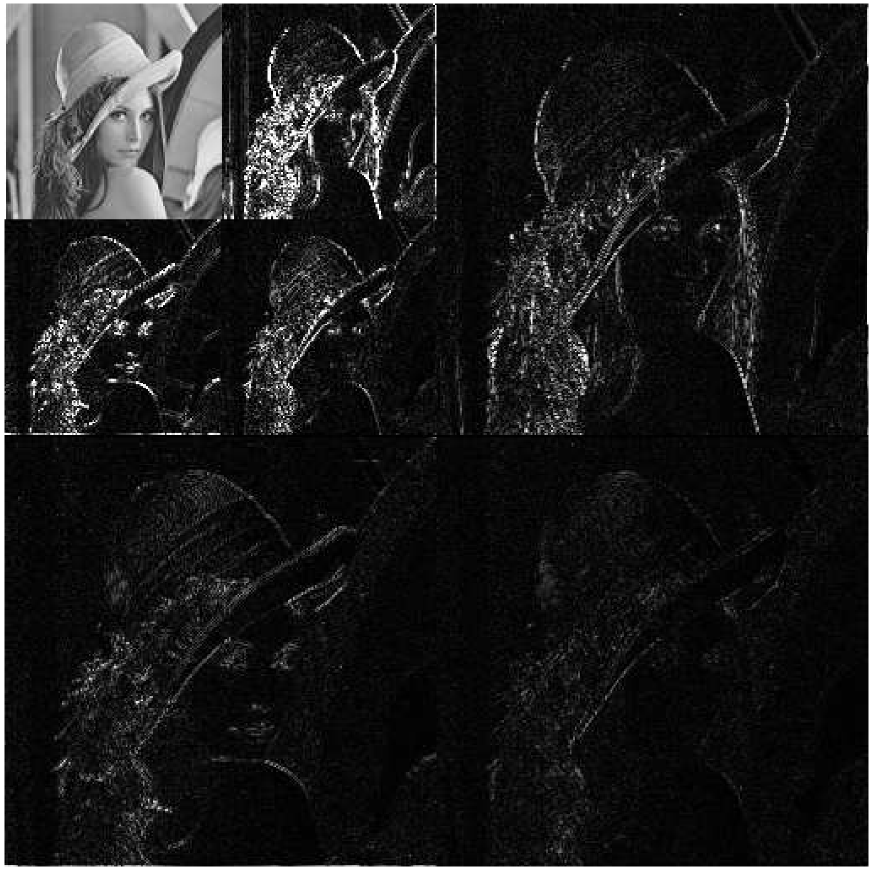
- . . . und natürlich vielen weiteren Methoden

Wasserzeichen im Wavelet-Bereich

- Kundur [4]: Quantisierung von 3 Detail-(HL, HH, LH)-Koeffizienten einer Stufe
- Xie [8]: Quantisierung von 3 benachbarten LL-Koeffizienten
- Wang [6]: additives Einbetten in signifikante Koeffizienten signifikanter Subbänder, Methode mit und ohne Originalbild
- Corvi [1]: additives Einbetten in LL-Subband
- Xia [7]: additives Einbetten in Detail-Subbands, stärkere Gewichtung großer Koeffizienten
- Zhu [9]: additives Einbetten in Detail-Koeffizienten

Wavelet-Zerlegung

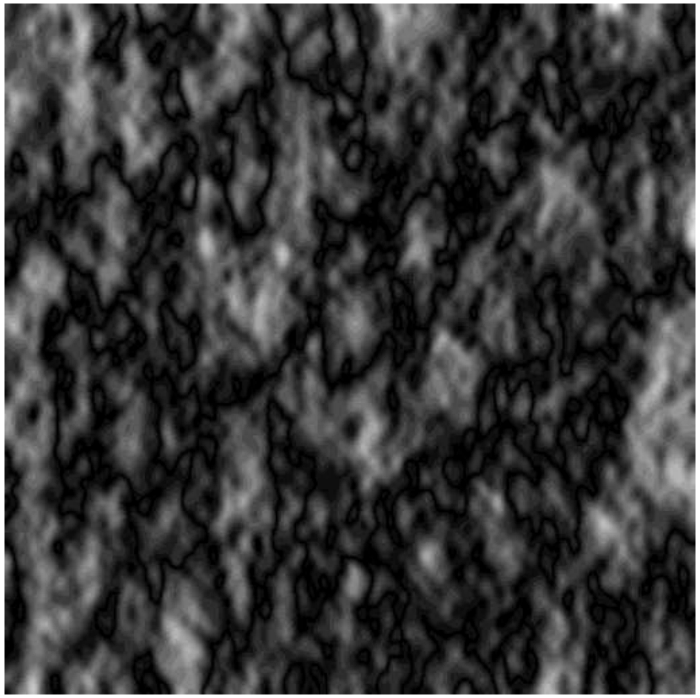




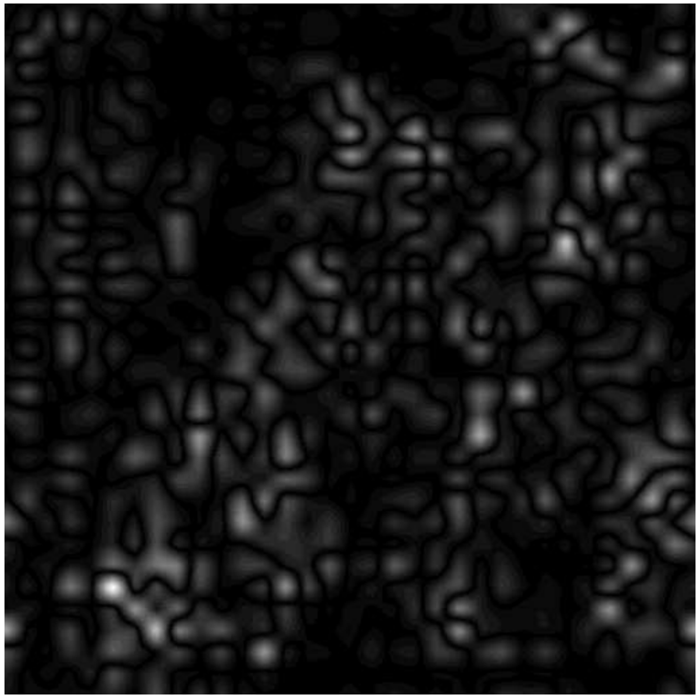
Vorteile der Wavelet-Transformation

- progressive Übertragung (Skalierbarkeit) durch den hierarchischen Aufbau der Zerlegung
- Lokalität der Transformationskoeffizienten erlaubt ROI-Kodierung
- Ähnlichkeit der Zerlegung mit der Arbeitsweise des menschlichen Auges: Kanten- und Texturinformation größtenteils in den Detail-Subbändern
- implizite HVS-Modellierung ermöglicht stärkeres Wasserzeichen
- effiziente Implementierung möglich, wichtig speziell bei großen Bildblöcken

Differenzbild-Beispiele: DCT $\Longleftrightarrow$ DWT

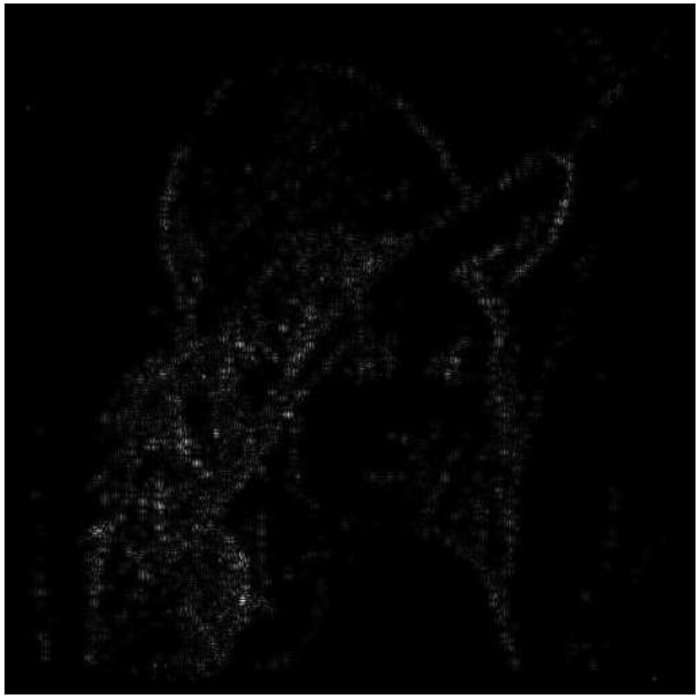


(a) Cox

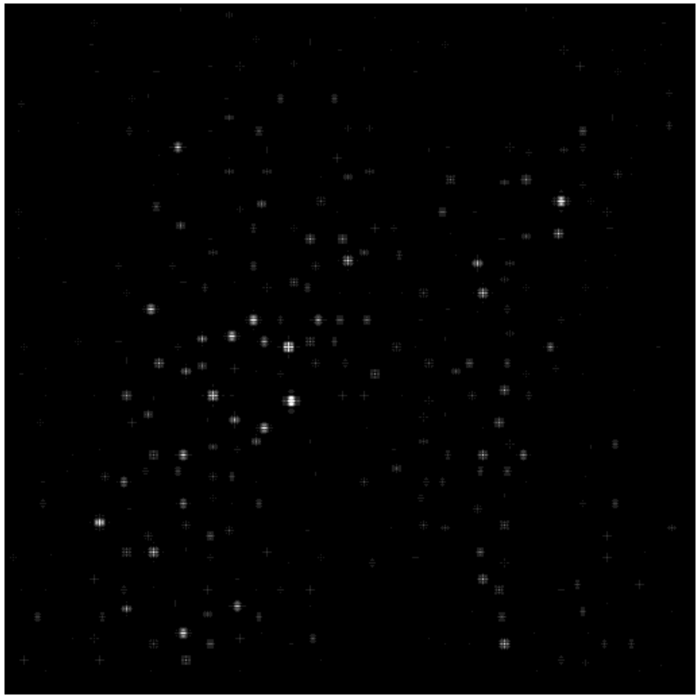


(b) Corvi

Differenzbilder: DWT-Eigenschaften



(c) Xia



(d) Kundur

Attacken und Robustheit

Versuch, das unsichtbar eingebettete Wasserzeichen in 'Lena' (512 x 512) zu zerstören

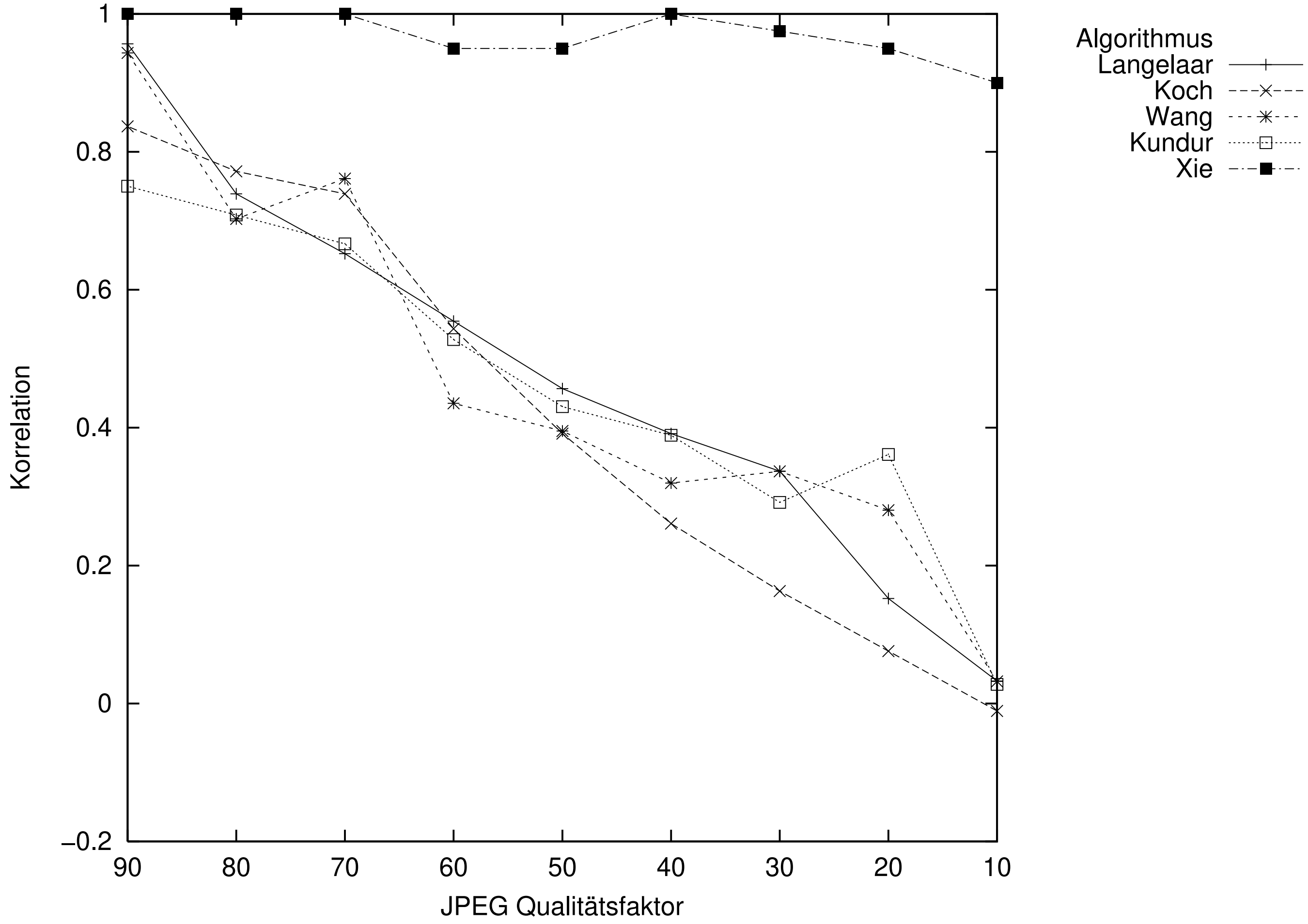
- JPEG, Kompressionsrate 1:4 – 1:32
- JPEG 2000, Kompressionsrate 1:4 – 1:100

Korrelation bzw. Hamming-Distanz als Maßstab; schwer zu vergleichen, da

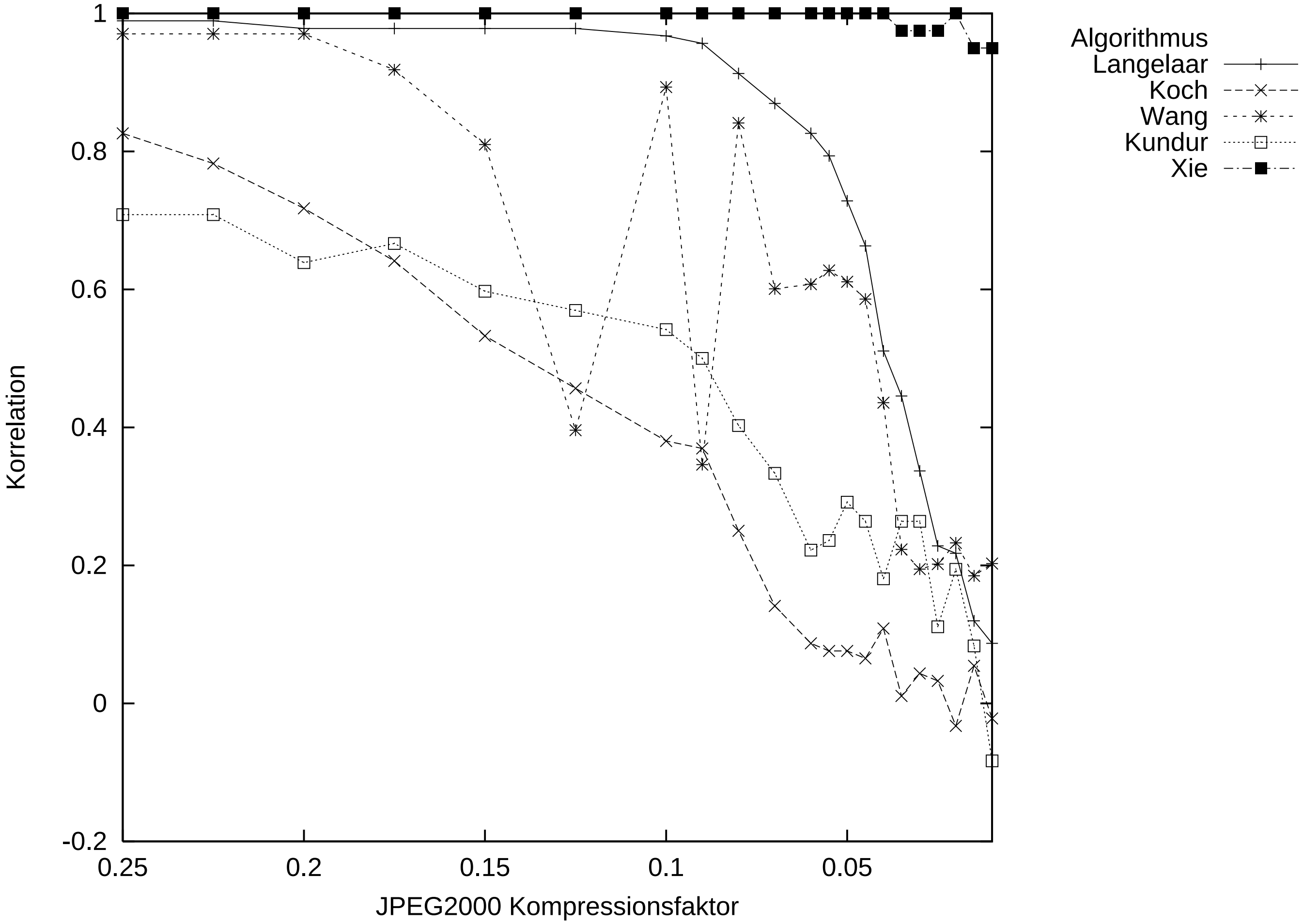
- unterschiedliche Länge und Stärke der Wasserzeichen
- verschiedene Anwendungsbereiche

weitere Ergebnisse: `http://www.cosy.sbg.ac.at/~pmeerw/Watermarking`

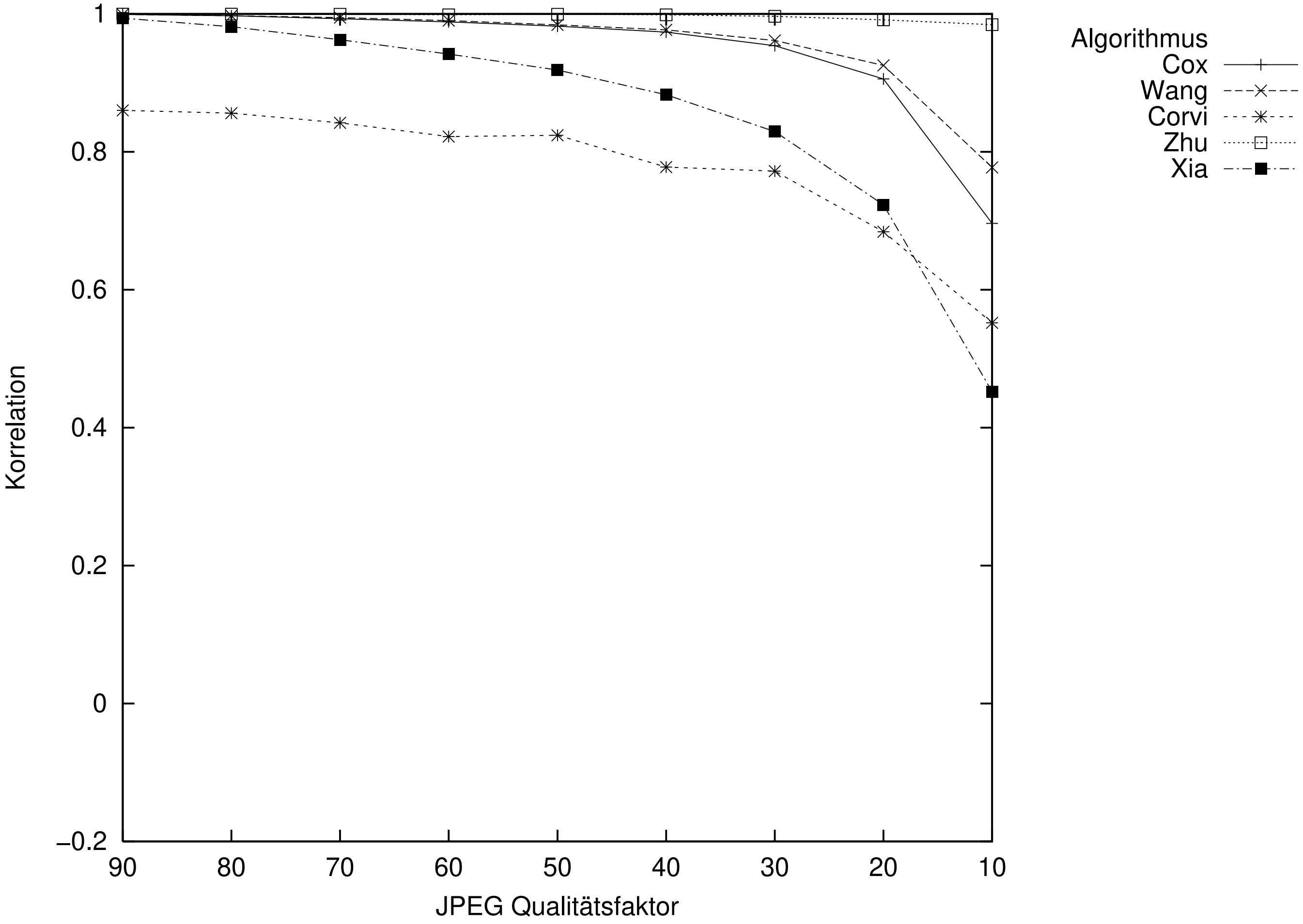
Ergebnisse: Blinde Verfahren gegen JPEG



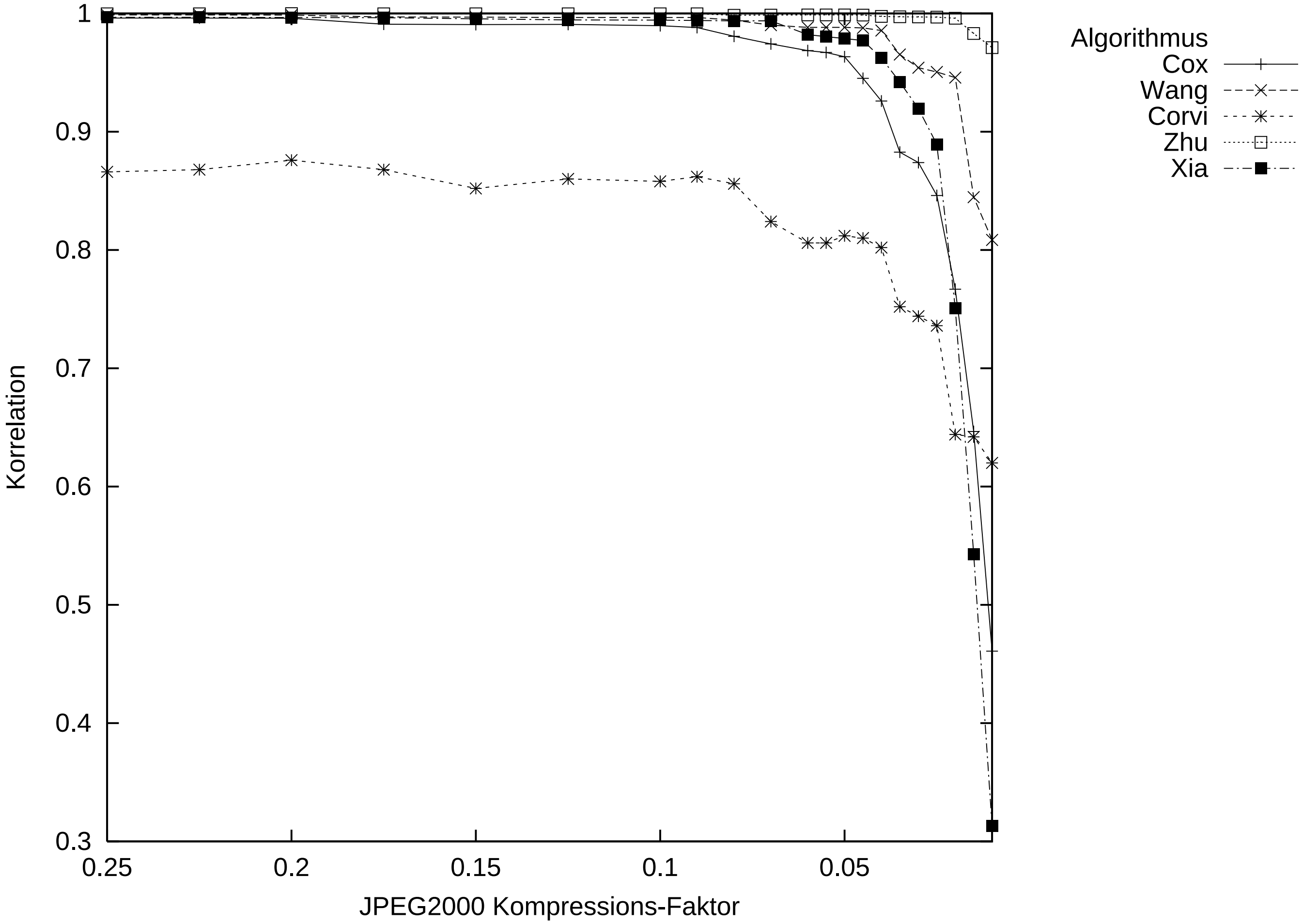
Blinde Verfahren gegen JPEG2000



Ergebnisse: Verfahren mit Originalbild gegen JPEG



Verfahren mit Originalbild gegen JPEG2000



Ausblick

- Verwendung des Originalbildes erhöht Robustheit
- Wavelet-Verfahren robuster als Cox bei prinzipiell gleicher Vorgehensweise
- durch Ausnutzen der Wavelet-Zerlegung kann Robustheit gesteigert werden
- Xie's Verfahren robust aber unsicher; Position der Einbettung bekannt
- Arbeitsweise kompatibel zu JPEG2000

References

[1] Marco Corvi and Gianluca Nicchiotti. Wavelet-based image watermarking for copyright protection. In *Scandinavian Conference on Image Analysis SCIA '97*, Lappeenranta, Finland, June 1997.

[2] Ingemar J. Cox, Joe Kilian, Tom Leighton, and Talal G. Shamoon. Secure spread spectrum watermarking for multimedia. In *Proceedings of the IEEE International Conference on Image Processing, ICIP '97*, volume 6, pages 1673 – 1687, Santa Barbara, California, USA, October 1997.

[3] Eckhard Koch and Jian Zhao. Towards robust and hidden image copyright labeling. In *Proceedings of the IEEE International Workshop on Nonlinear Signal and Image Processing*, pages 452 – 455, Halkidiki, Marmaras, Greece, June 1995.

[4] Deepa Kundur and Dimitrios Hatzinakos. Digital watermarking using multiresolution wavelet decomposition. In *Proceedings of IEEE ICASSP '98*, volume 5, pages 2969 – 2972, Seattle, WA, USA, May 1998.

[5] Gerrit C. Langelaar, Reginald L. Lagendijk, and Jan Biemond. Robust labeling methods for copy protection of images. In Ishwar K. Sethi, editor, *Proceedings of the SPIE Conference on Storage and Retrieval for Image and Video Databases*, volume 3022, San Jose, USA, 1997.

[6] Houng-Jyh Wang, Po-Chyi Su, and C.-C. Jay Kuo. Wavelet-based digital image watermarking. *Optics Express*, 3(12):497, December 1998.

[7] Xiang-Gen Xia, Charles G. Boncelet, and Gonzalo R. Arce. A multiresolution watermark for digital images. In *Proceedings of the IEEE International Conference on Image Processing, ICIP '97*, volume 1, page 548, Santa Barbara, California, USA, October 1997.

[8] Liehua Xie and Gonzalo R. Arce. Joint wavelet compression and authentication watermarking. In *Proceedings of the IEEE International Conference on Image Processing, ICIP '98*, Chicago, IL, USA, 1998.

[9] Wenwu Zhu, Zixiang Xiong, and Ya-Qin Zhang. Multiresolution watermarking for images and video: a unified approach. In *Proceedings of the IEEE International Conference on Image Processing, ICIP '98*, Chicago, IL, USA, October 1998.