
JPEG-Standbildcodierung

Dipl.-Ing. Guido Heising

Gliederung der Vorlesung

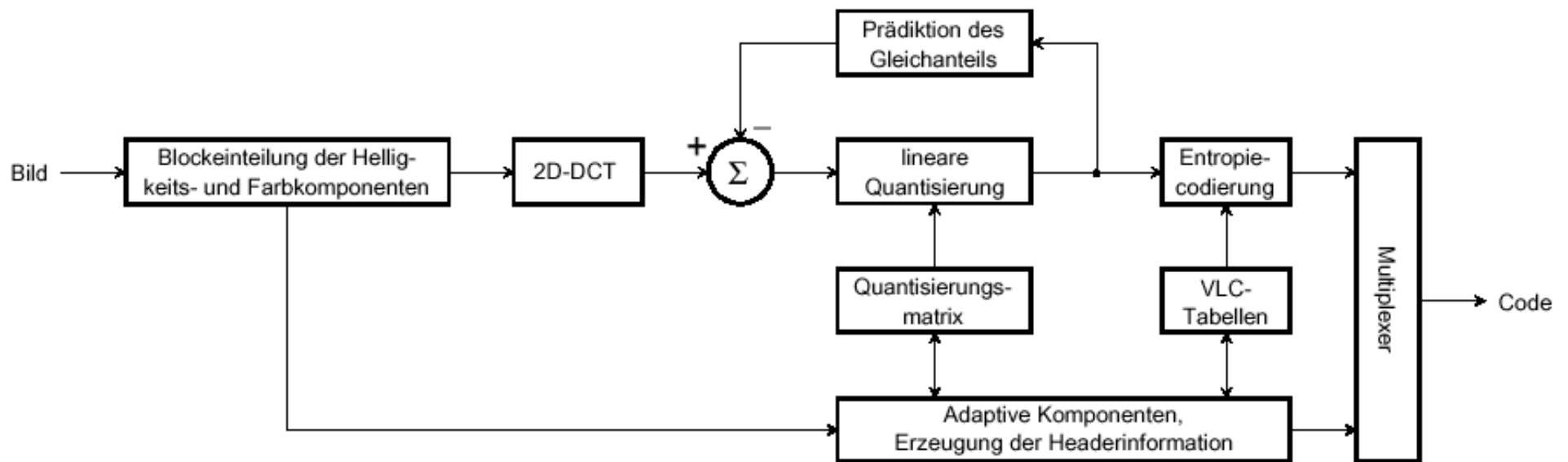
- Einführung JPEG (1992)
 - Funktionsblöcke
 - Transformation mittels DCT
 - Lauflängencodierung
 - Betriebsmodi
- Einführung JPEG 2000
 - Anforderungen
 - Vergleich JPEG versus JPEG 2000
 - Neue Funktionalitäten
 - Wavelettransformation

ISO Bild- und Videocodierstandards

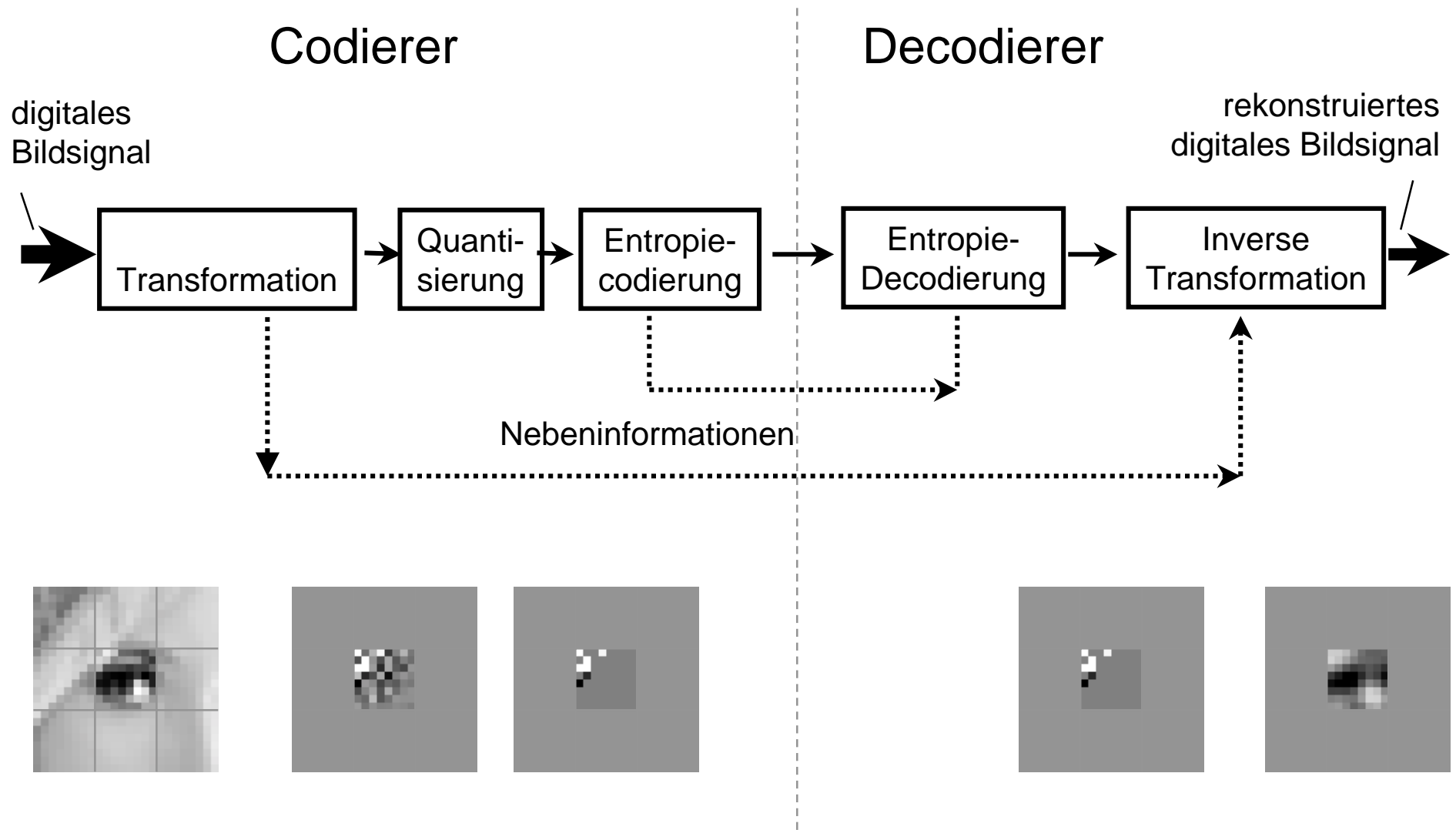
<u>Standard</u>	<u>Datei-Extension</u>	<u>Medien</u>
ISO/JPEG (1992):	*.jpg	Standbild
ISO/JPEG 2000:	*.jp2	Standbild
ISO/Motion JPEG 2000:	*.mj2	Mehrere Standbilder, Video
ISO/MPEG 1, 2:	*.mpg	Video, Audio
ISO/MPEG 4:	*.mp4	Beliebig geformte Videos, Audio, synthetische 2D + 3D Welten

ISO (International Standardization Organisation)
Deutschland ist bei der ISO durch das DIN (Deutsches Institut für Normung e.V.) vertreten.

JPEG-Standard (1992)

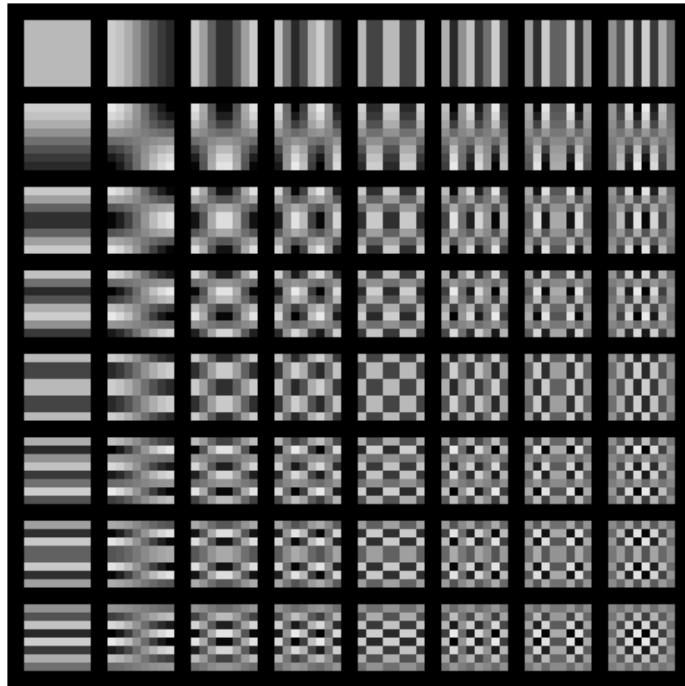


Transformationscodierung (JPEG, MPEG)



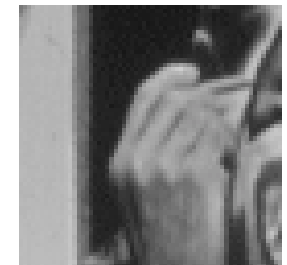
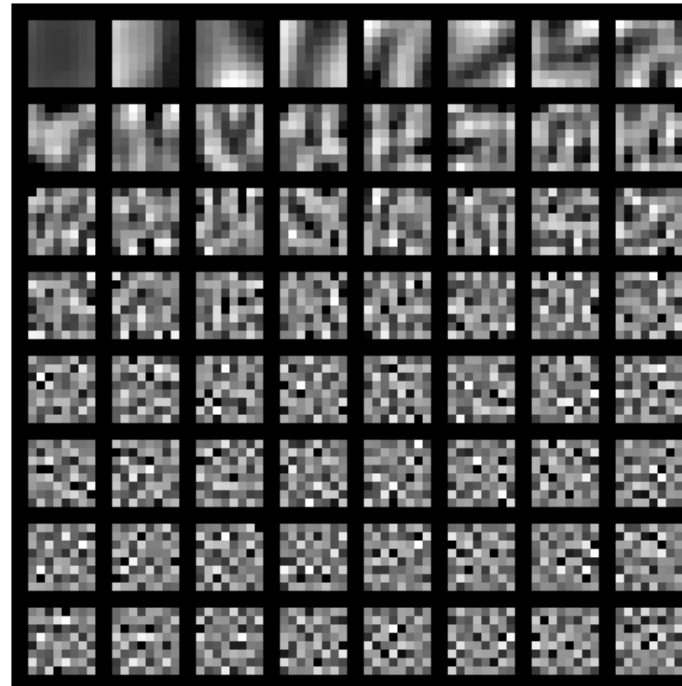
Basisfunktionen

DCT Basisblöcke



Transformationsbasis
von JPEG und MPEG

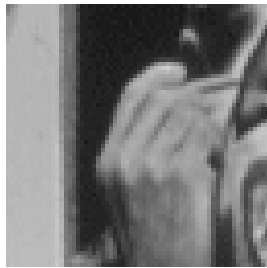
KLT Basisblöcke (Karhunen-Loeve-Transf.)



Optimale Transformationsbasis
für das rechts dargestellte Bild
(bildabhängig , daher sind die Basisblöcke am
Decoder nicht bekannt)

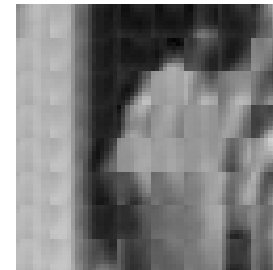
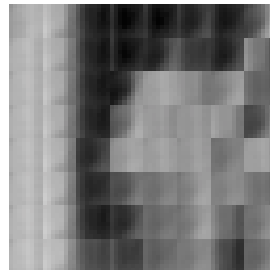
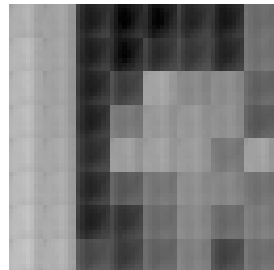
Partielle Codierung

Original

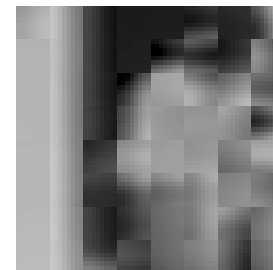
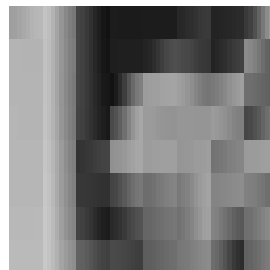
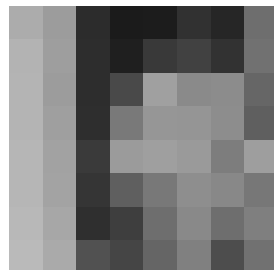


Rekonstruktion mit
1 2 4 8 Koeffizienten

KLT

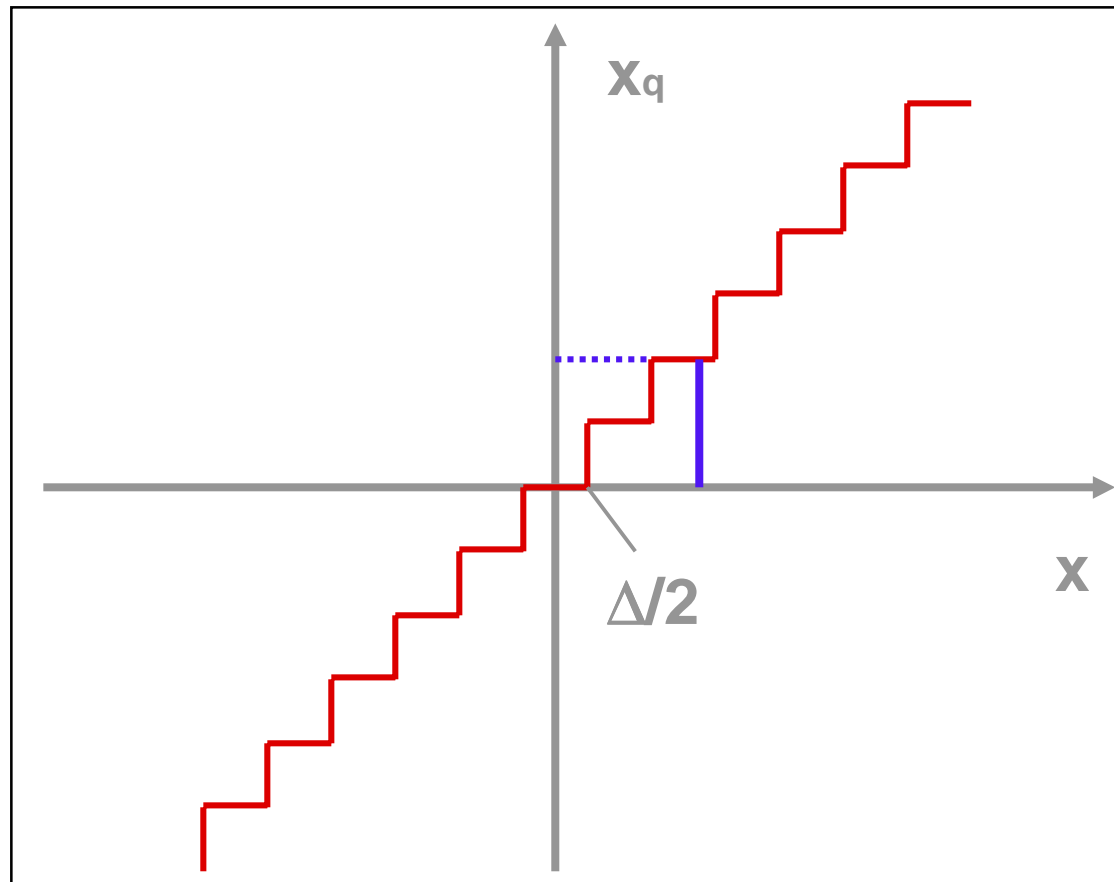


(JPEG) DCT



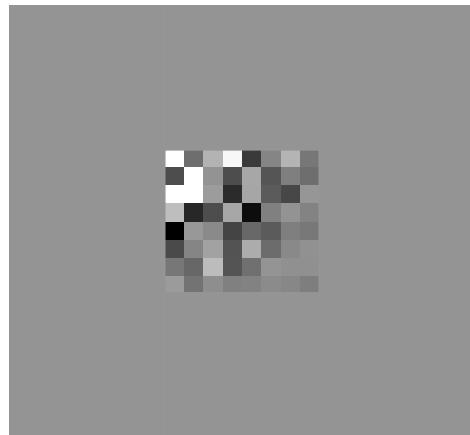
Probleme durch visuelle Artefakte an den Blockgrenzen !

Quantisierungskennlinie

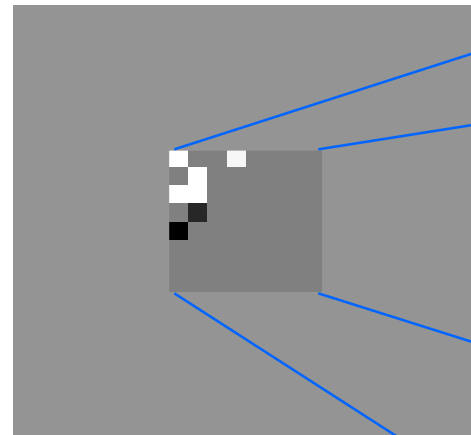


Gleichförmige Quantisierung mit Quantisiererstufenhöhe Δ
Bsp: Werte $3\Delta/2 < x \leq 5\Delta/2$ werden mit $x_q = 2\Delta$ rekonstruiert

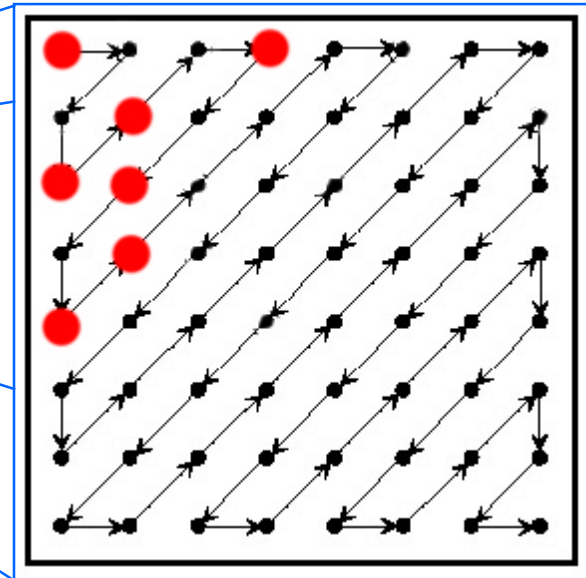
Entropiecodierung von JPEG (1992)



DCT-Koeffizienten
eines 8x8 Blocks



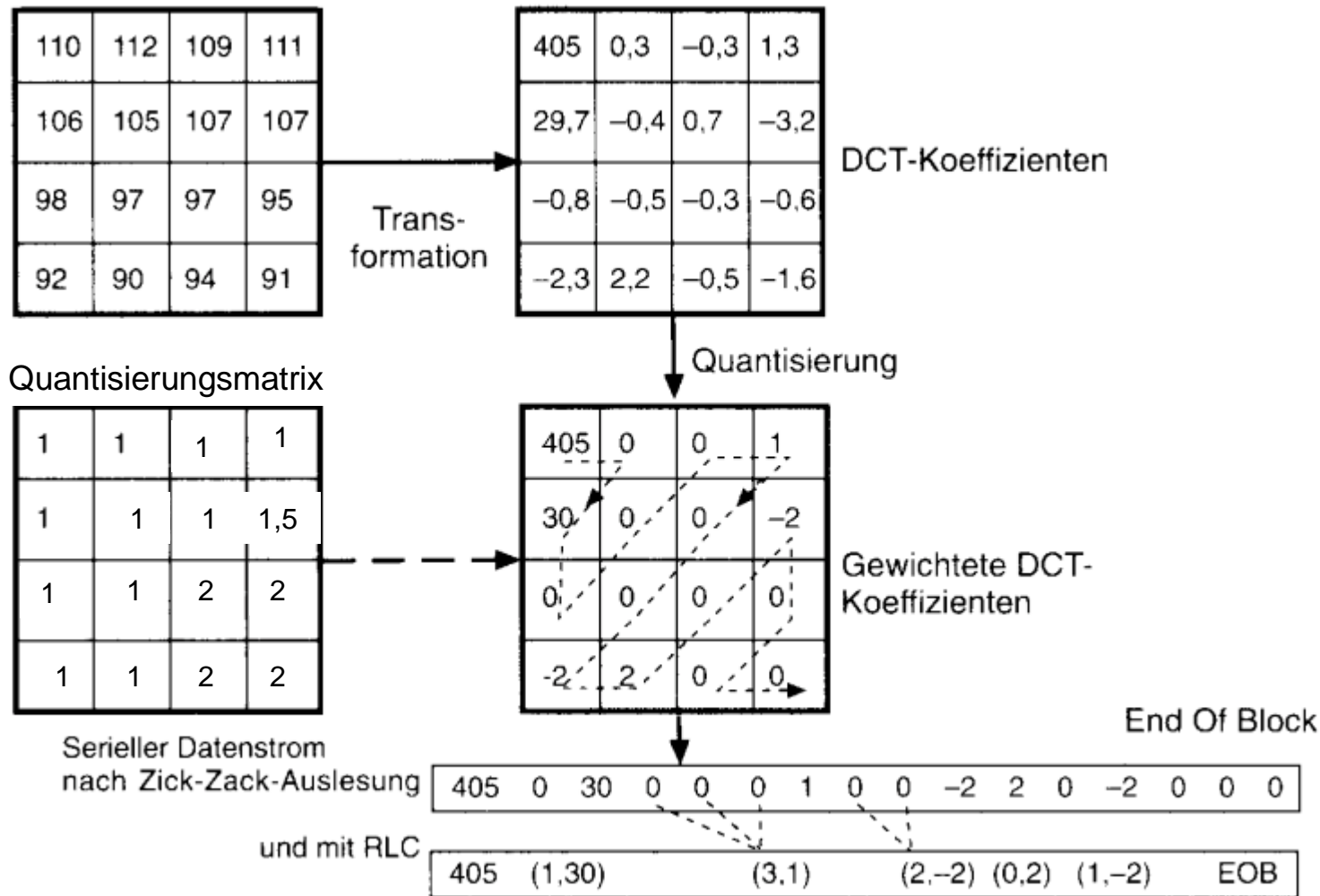
quantisierte
Koeffizienten



Zigzag Scan

Viele Koeffizienten werden auf den Wert *Null quantisiert*.
Eine **Laufängencodierung** überführt die 2D-Anordnung der Koeffizienten mittels *Zigzag-Scan* in eine 1D-Reihenfolge, wobei der Abstand zwischen Koeffizienten ungleich *Null* und der Wert des Koeffizienten bei JPEG gemeinsam codiert.

Entropiecodierung von JPEG (1992)



Laufängencodierung (RLC) mit Wertepaaren (Länge, Quantisiererindex)

JPEG (1992) Modi (insgesamt 25 Modi)

2 verbreitete Modi:

- *Baseline Modus*
- *Progressiver Modus* (Bild kann vom Decoder nach und nach mit besserer Qualität aufgebaut werden)

wenig unterstützt:

- *Lossless Modus (DPCM)*

kein Standard (viele unterschiedliche Implementierungen):

- *Motion JPEG*

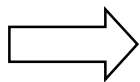
Codierungsbeispiel (geringe Qualität)



8x8 Pixel Block

Anforderungen an JPEG 2000 (Auswahl)

- Erhöhte Codiereffizienz bei mittleren und niedrigen Bitraten
- Wahlweise verlustbehaftete oder verlustfreie Kompression
- Progressive Übertragung (Qualitäts- bzw. Auflösungsskalierbarkeit)
- Erhöhter Fehlerschutz
- Zugriff auf Teilbereiche des Bildes (Region of Interest, ROI)
- Offene Architektur (Optimierung für bestimmte Bildklassen)
- ...



Verfahren:

Wavelettransformation + EBCOT Entropiecodierung

(Embedded Block Coding with Optimized Truncation,
wird hier nicht näher behandelt)

Vergleich JPEG vs. JPEG2000: JPEG (1992)

Encoder Einstellungen

- Quantisierung
- Vorverarbeitung

Decoder Möglichkeiten

- keine
- unbekannte Bitrate



Bitstrom



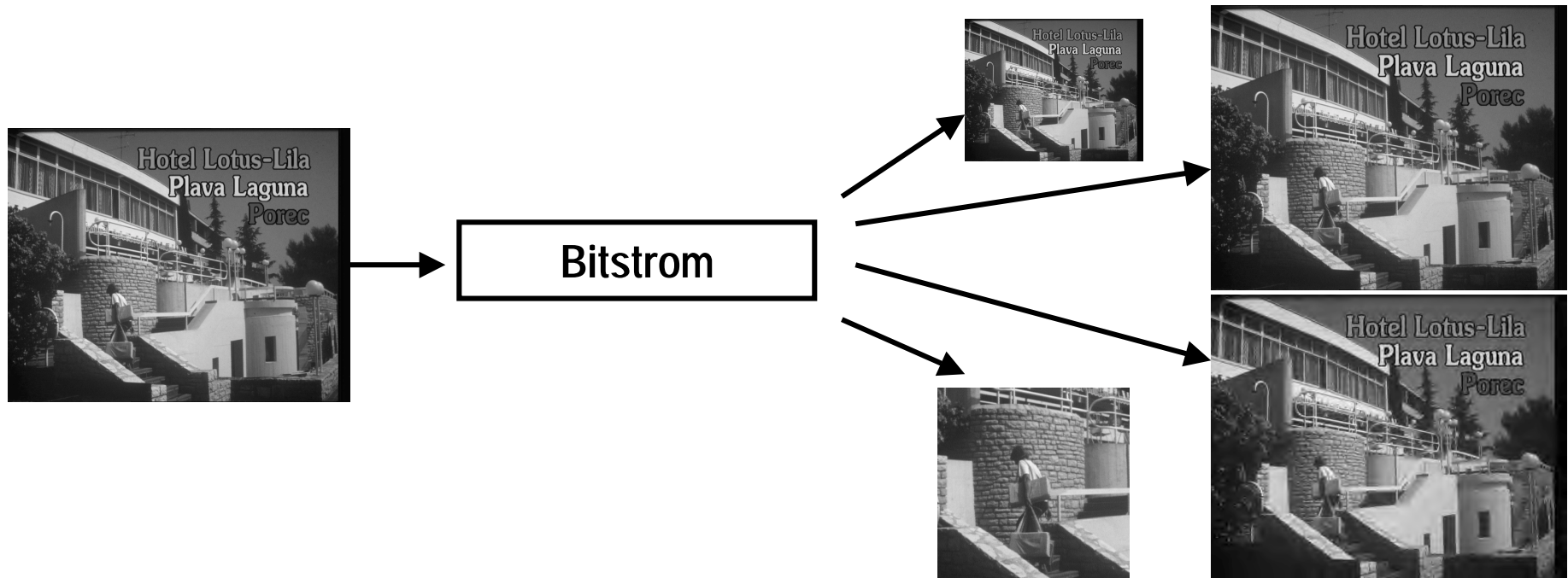
Vergleich JPEG vs. JPEG2000: JPEG (2000)

Encoder Einstellungen

- verlustfrei, verlustbehaftet
- zerlegen in Teilbilder
- bisherige Parameter von JPEG (1992)

Decoder Möglichkeiten

- Auflösung
- Qualität
- Region-of-Interest (ROI)
- feste Rate
- Teilkomponenten



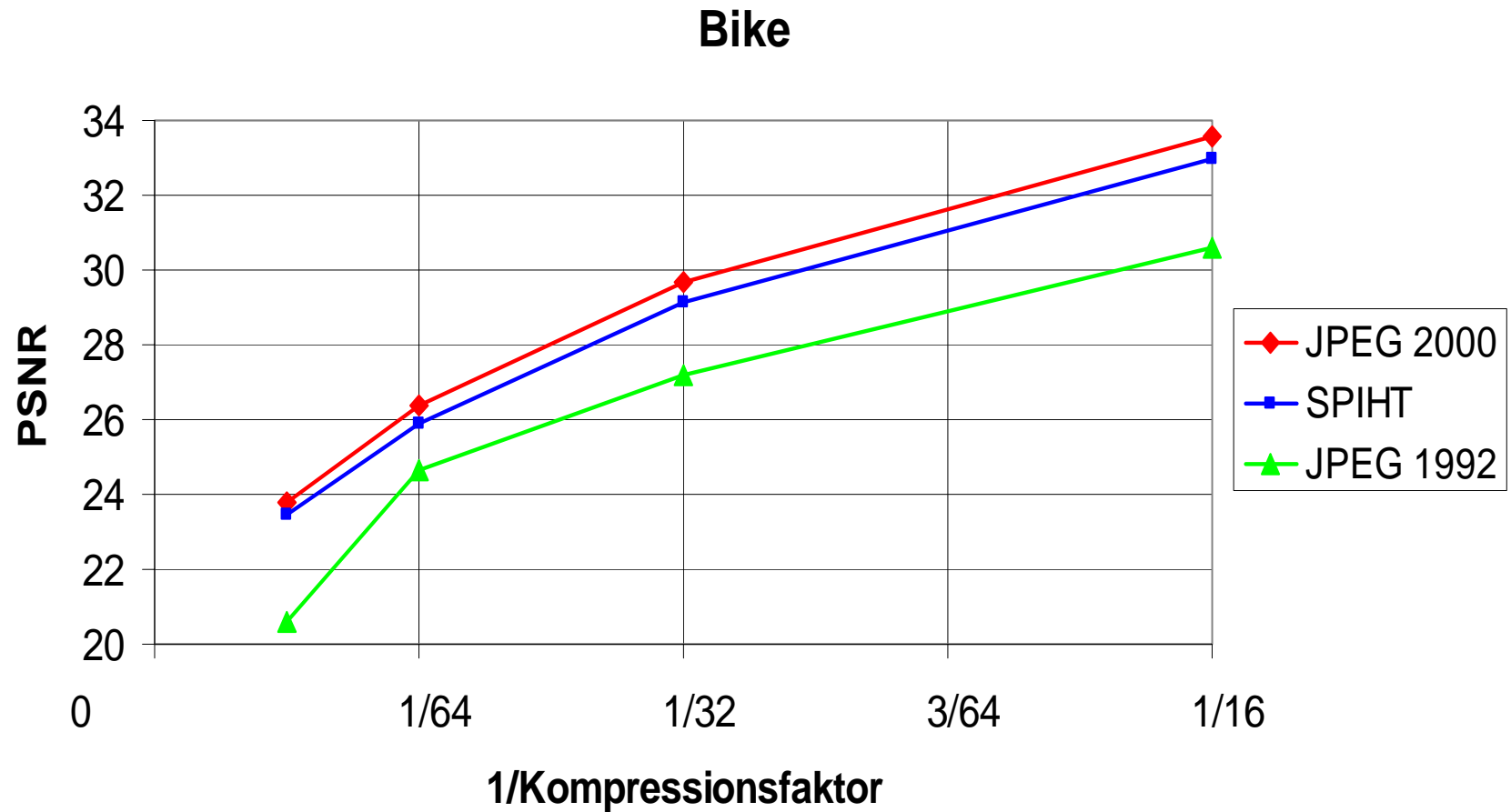
JPEG: Hotel @ 0,145 bpp



JPEG2000: Hotel @ 0,145 bpp



Vergleich JPEG2000 (verlustbehaftet) [1]



[1] M.D.Adams, H.Man, F. Kossentini, T.Ebrahimi,
JPEG2000: The Next Generation Still Image Compression Standard

Auflösungsskalierbar 5 Stufen , Hotel 1



Auflösungsskalierbar 5 Stufen , Hotel 2



Auflösungsskalierbar 5 Stufen , Hotel 3



Auflösungsskalierbar 5 Stufen , Hotel 4



Auflösungsskalierbar 5 Stufen , Hotel 5



Qualitätsskalierbar mit 6 Raten, Hotel @ 0.0625bpp



Qualitätsskalierbar mit 6 Raten, Hotel @ 0,125 bpp



Qualitätsskalierbar mit 6 Raten, Hotel @ 0,25bpp



Qualitätsskalierbar mit 6 Raten, Hotel @ 0,5 bpp



Qualitätsskalierbar mit 6 Raten, Hotel @ 1,0 bpp



Qualitätsskalierbar mit 6 Raten, Hotel @ 2,0 bpp



Region of Interest (ROI), Kreis, Hotel @ 0,0625 bpp



Region of Interest (ROI), Kreis, Hotel @ 0,125 bpp



Region of Interest (ROI), Kreis, Hotel @ 0,25 bpp



Region of Interest (ROI), Kreis, Hotel @ 0.5 bpp



Region of Interest (ROI), Kreis, Hotel @ 1,0 bpp



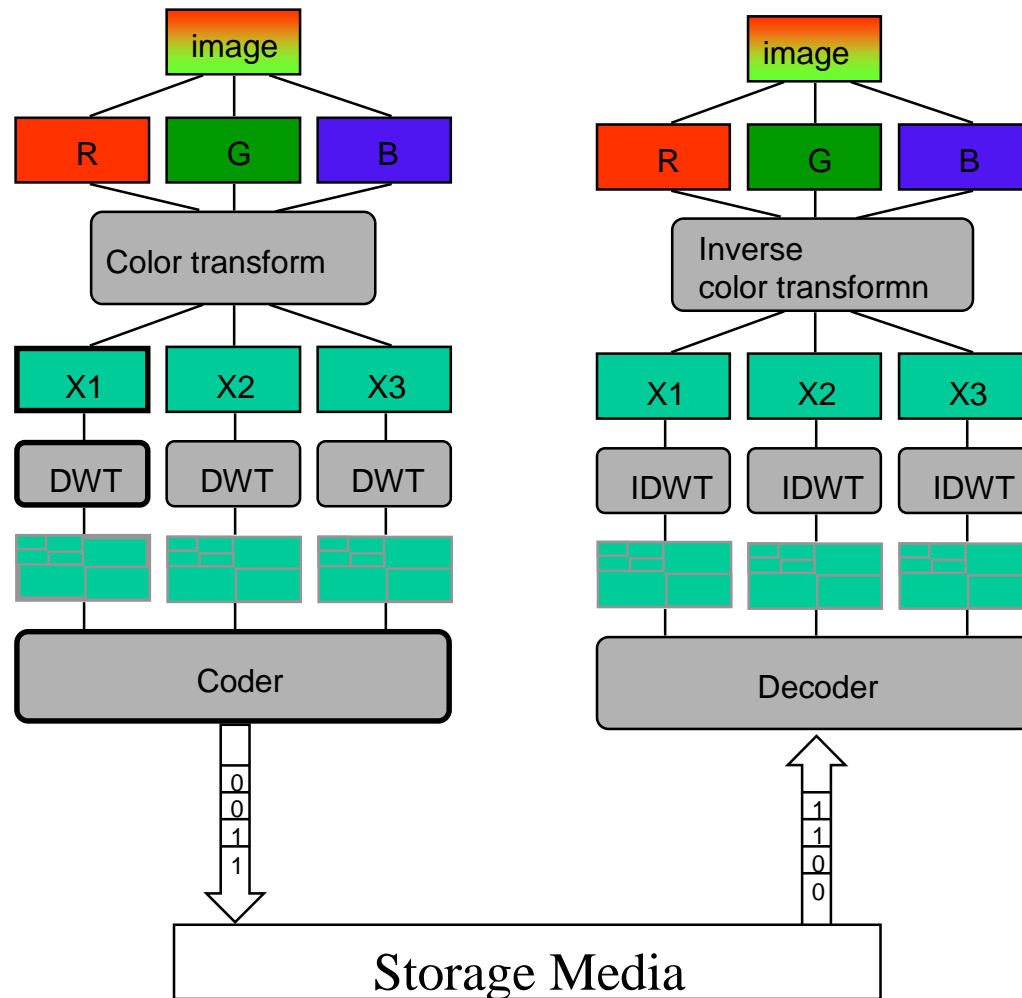
Region of Interest (ROI), Kreis, Hotel @ 2,0 bpp



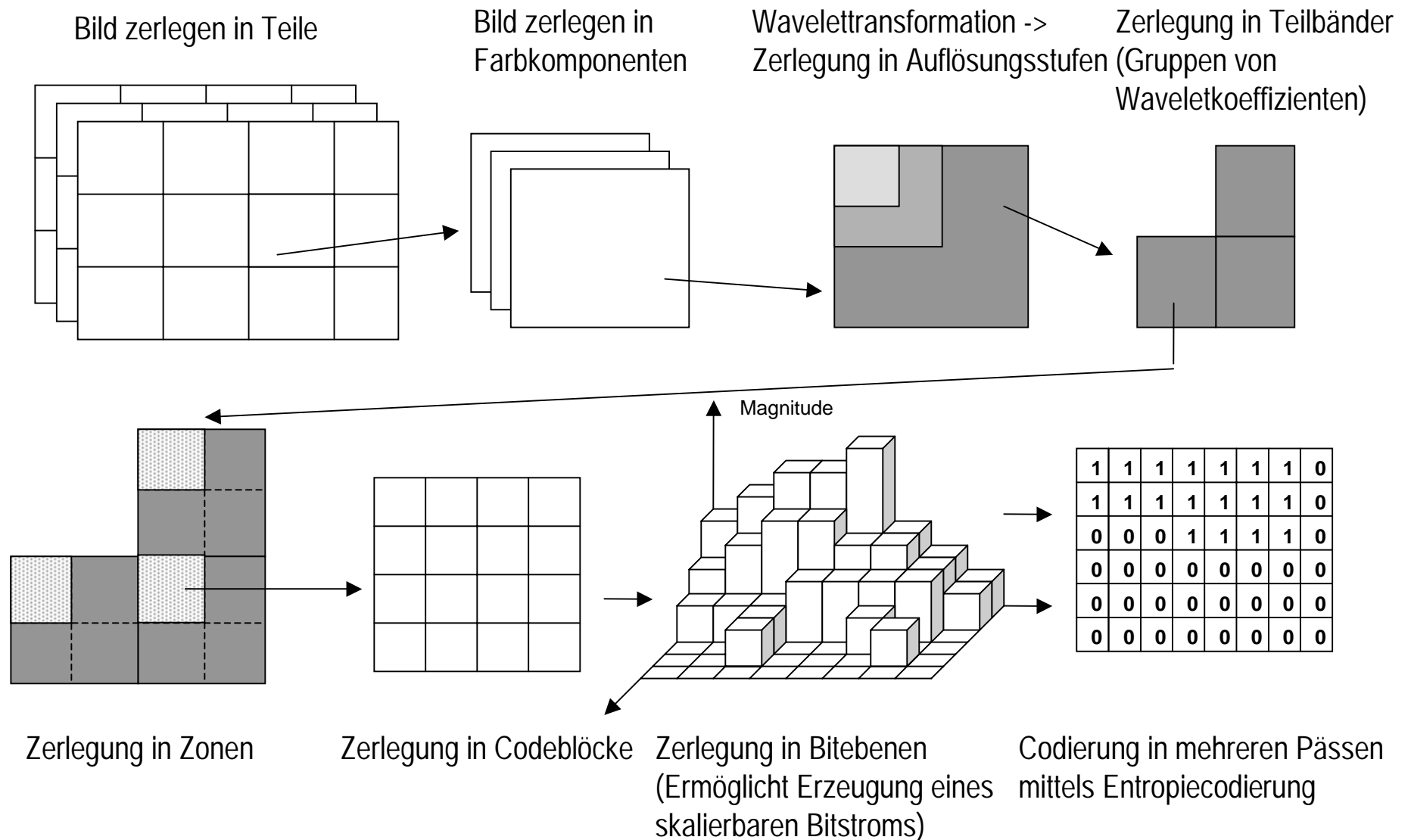
Flexibilität -> Anwendungsgebiete (Auswahl)

- Medizin
 - verlustfrei sehr wichtig, Region of Interest (ROI)
- Digitale Kameras
 - begrenzter Speicherplatz, Ratenkontrolle
- Archivierung
 - Angepasste Extraktion für spezielle Darstellungsmedium (Bildschirm, Drucker)
- WWW
 - Dialog (mehr Daten, andere Daten)

Blockdiagramm



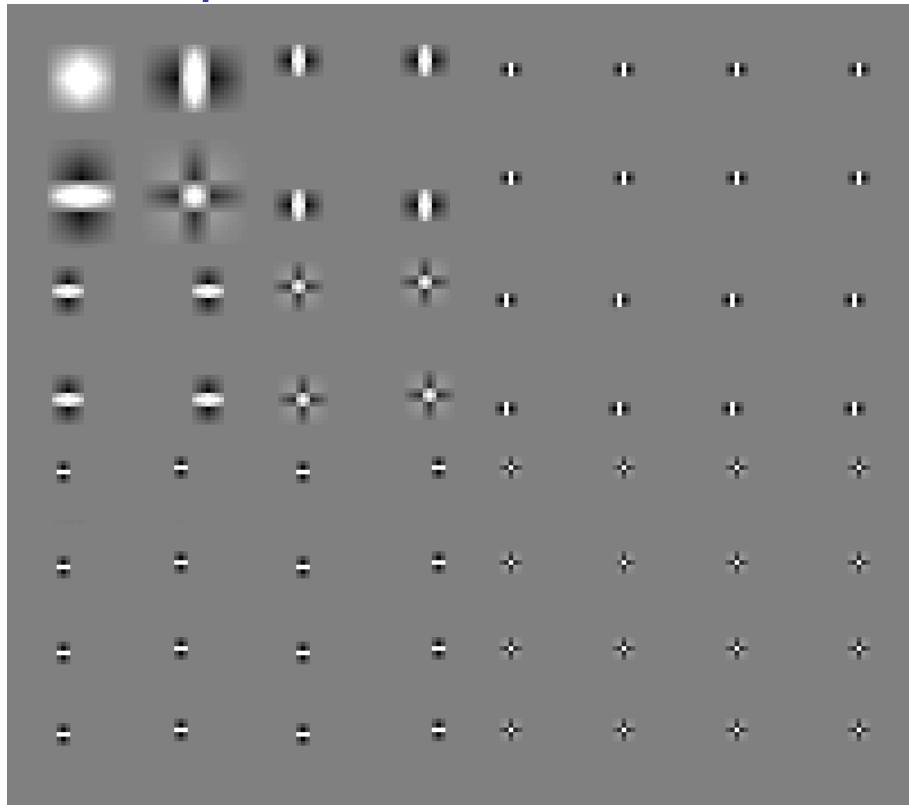
JPEG2000 - Verfahren



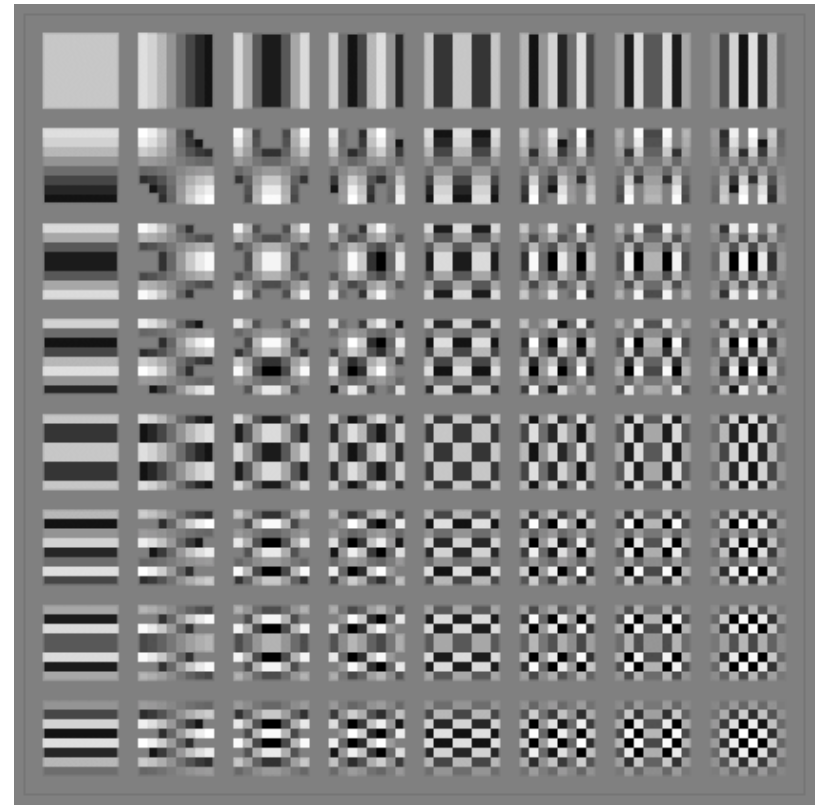
Wavelet-Basisfunktionen

Wavelet-Basisfunktionen überlappen sich und haben unterschiedliche Größen

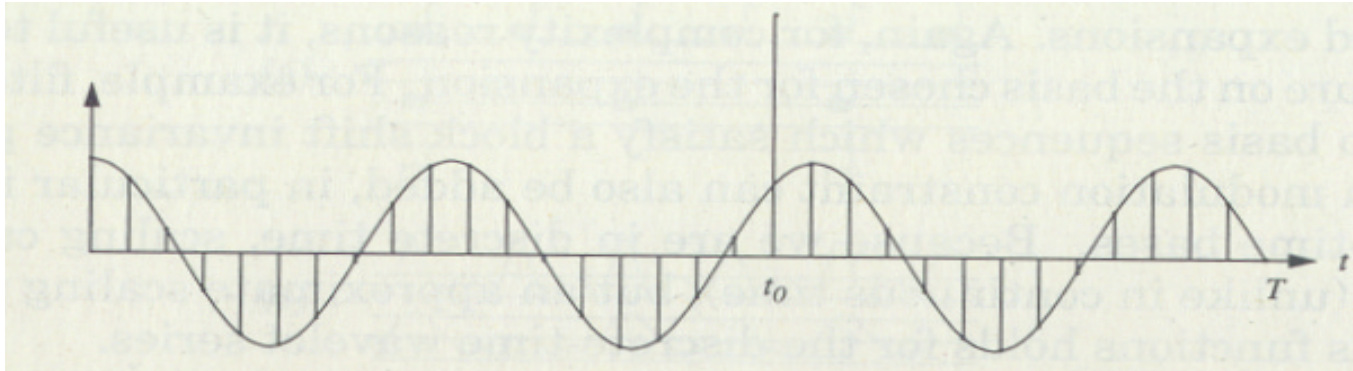
5/3 Spline-Wavelet



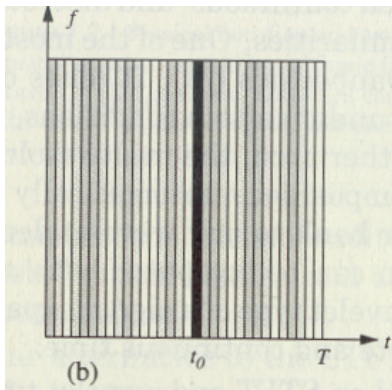
DCT



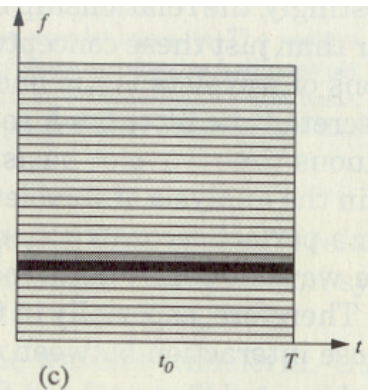
Lokalisation im Zeit- (Orts-) und Frequenzbereich



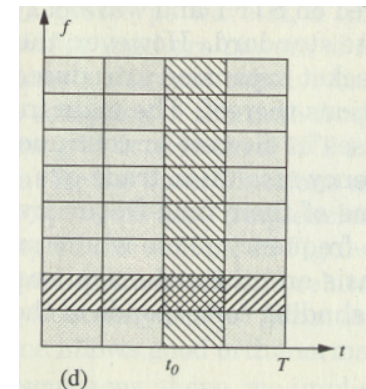
Sinusschwingung plus Impuls



Identitätsbasis

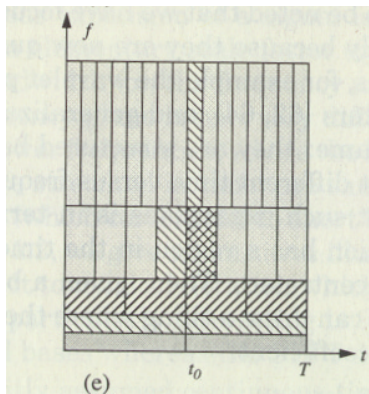


Fourier-Basis



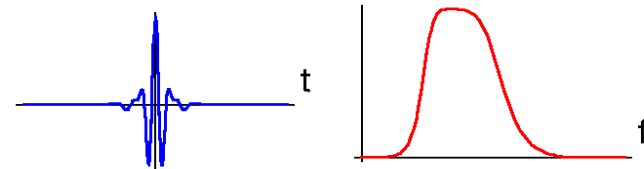
Gefensterter
Fourier-Basis

Wavelets im Zeit- (Orts-) und Frequenzbereich

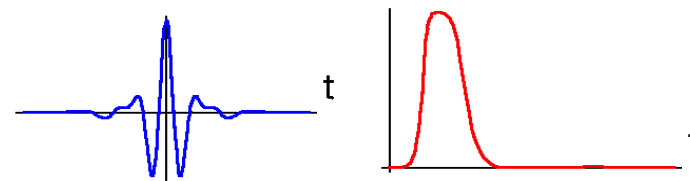


Wavelet-
Basis $\psi_{j,k}$

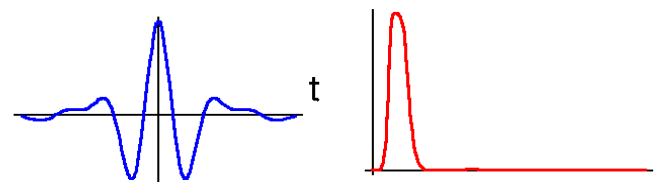
$j,k=-1,0$



$j,k=0,0$



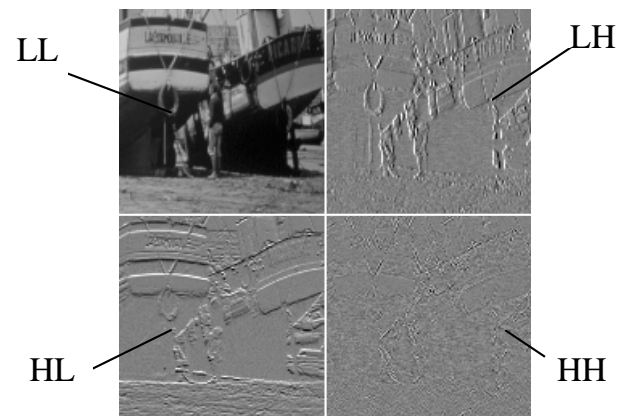
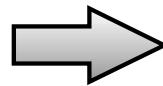
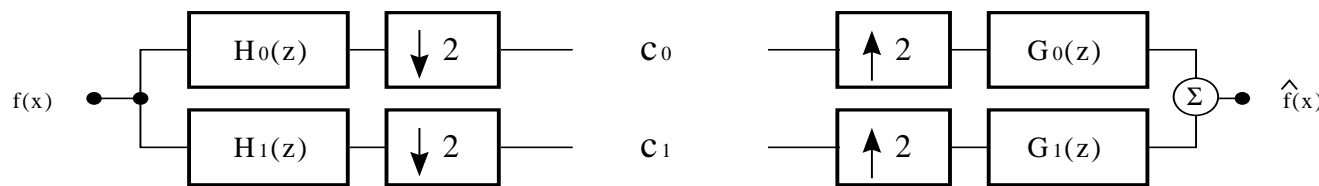
$j,k=1,0$



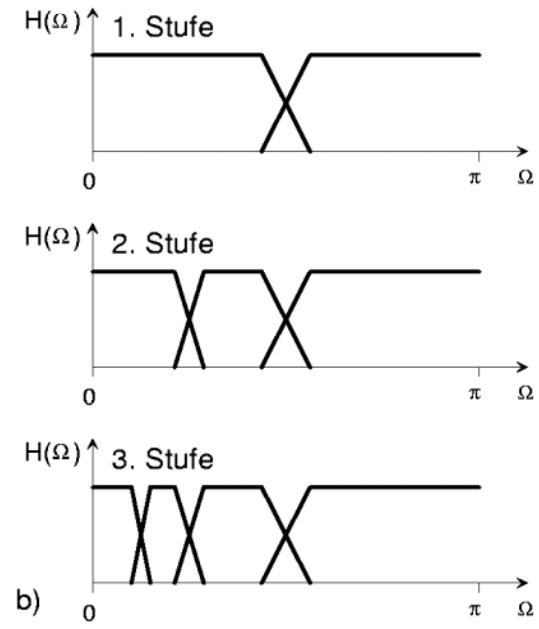
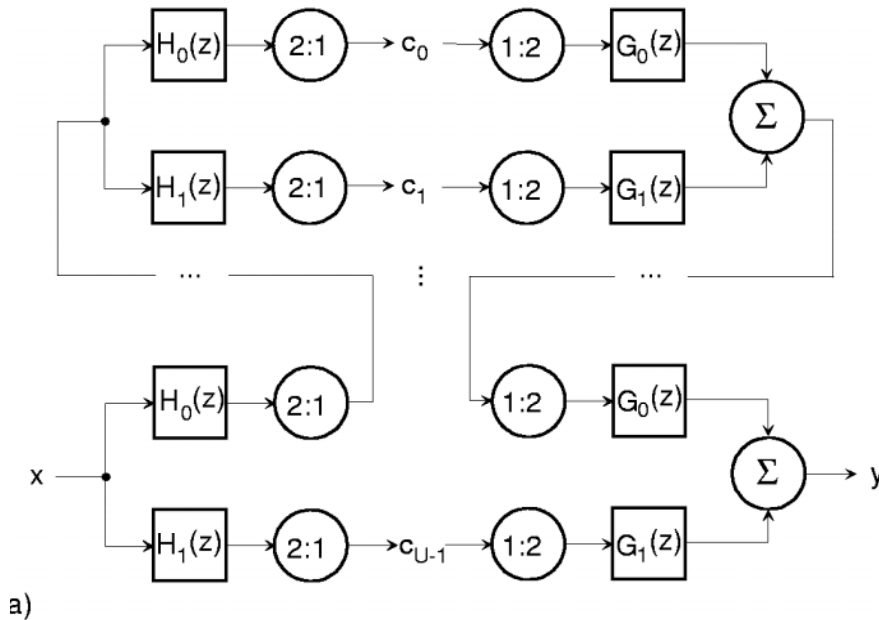
Zeitbereich *Frequenzbereich*

Wavelettransformation

- Wavelettransformation mittels Tiefpassfilter H_0 liefert tieffrequente Koeffizienten in x- und y-Richtung (LL) und Hochpassfilter H_1 liefert die hochfrequenten Koeffizienten HH.
- HL und LH enthalten nur hochfreq. Anteile in x- oder y-Richtung



Wavelet-Analyse und -Synthese



1D-Wavelet-Analyse and –Synthese mittels 2-Kanal-Filterkaskadierung

Kaskadierung:

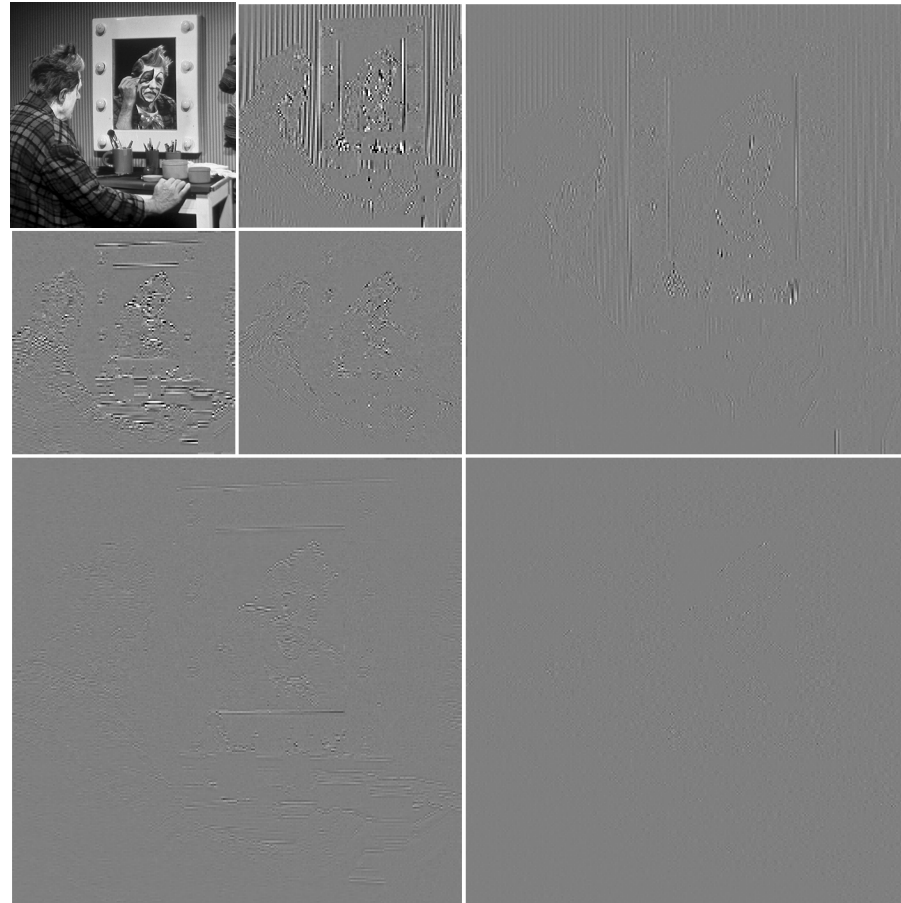
Mehrmalige Anwendung der gleichen Filter auf das Filterergebnis

Filter: Analyse: Tiefpass H_0 and Hochpass H_1
 Synthese: Tiefpass G_0 and Hochpass G_1

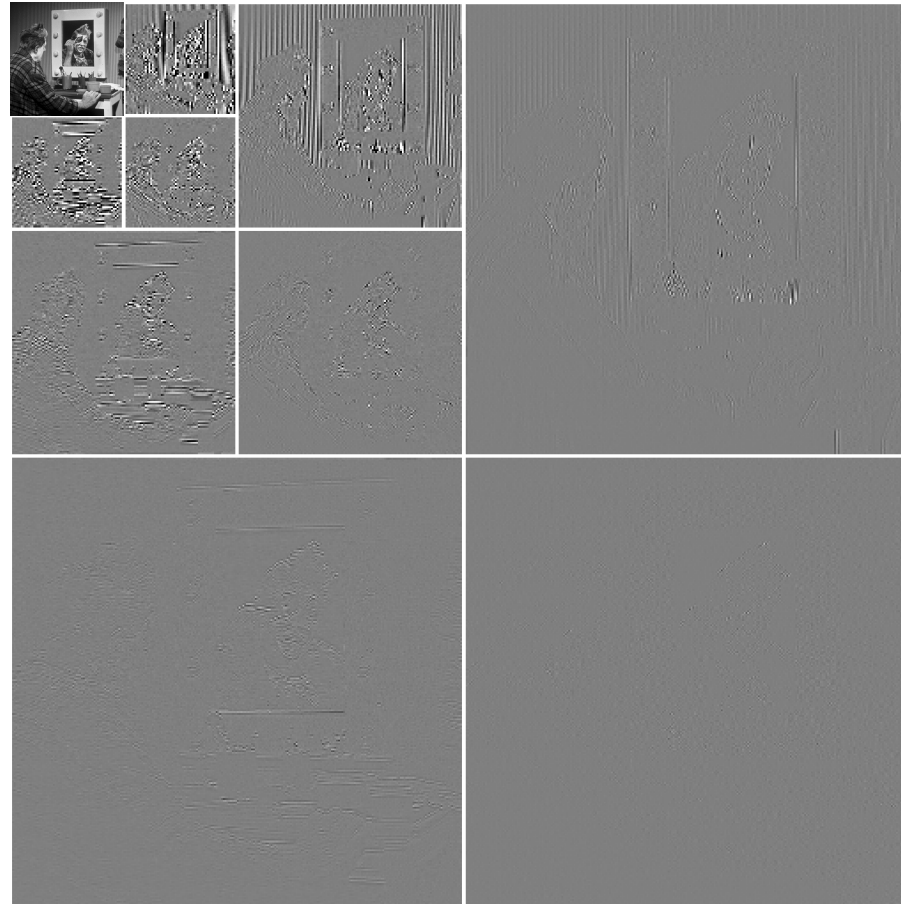
2D-Wavelet-Analyse: einstufig



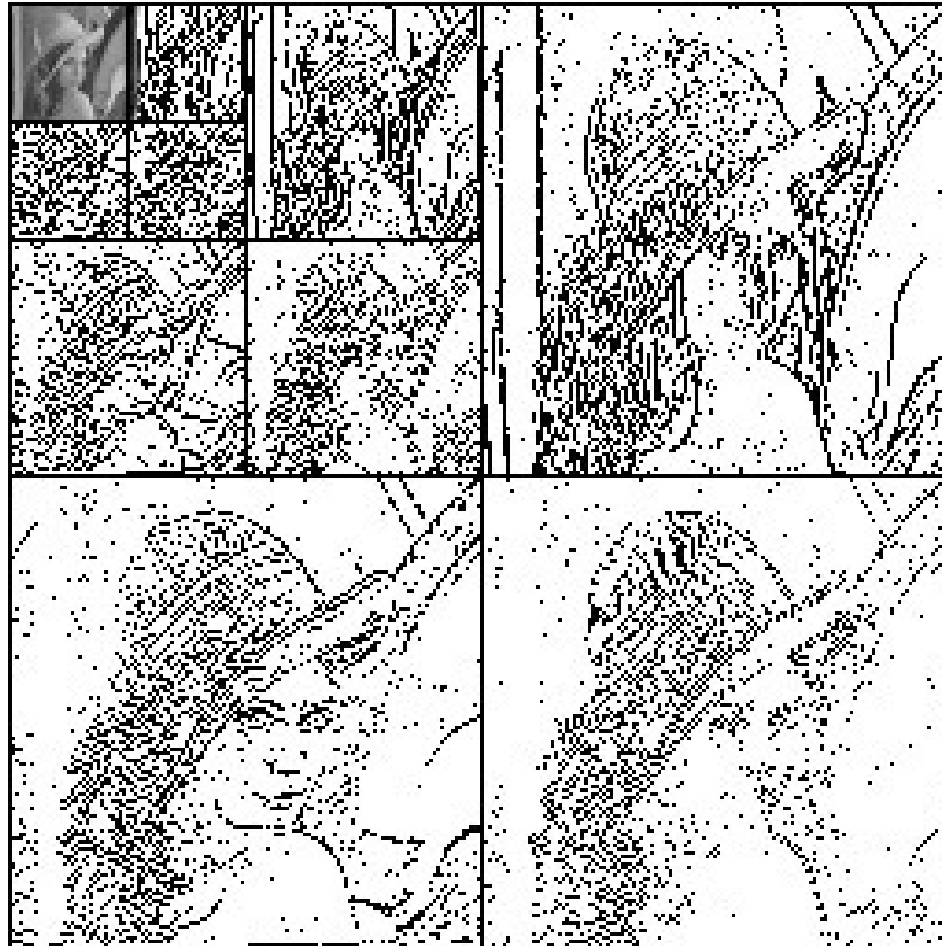
2D-Wavelet-Analyse: zweistufig



2D-Wavelet-Analyse: dreistufig



Wavelettransformation (Beispiel: Lena)

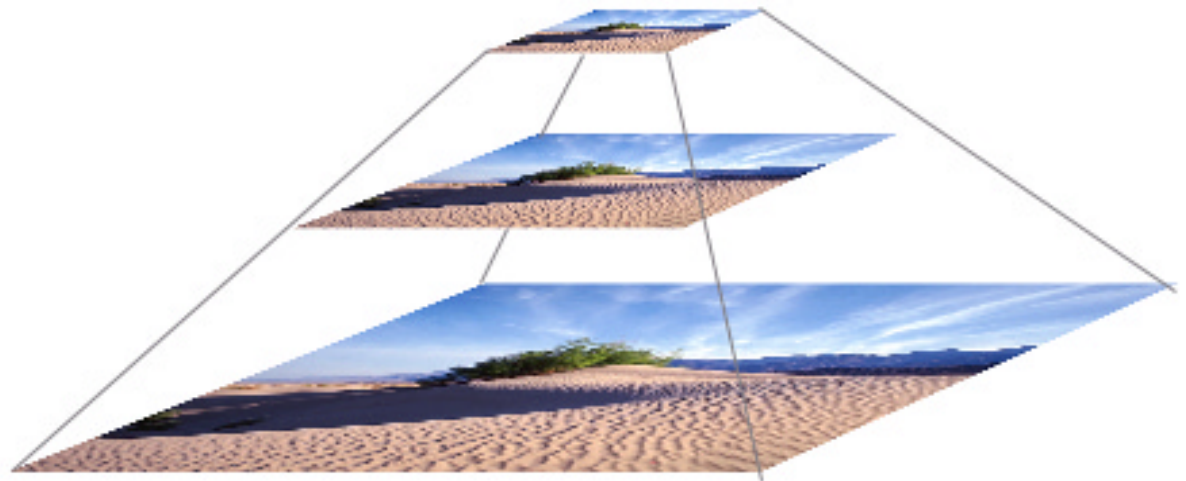


[show decoding example](#)

Waveletkoeffizienten nach der Quantisierung
(Zu *Null* quantisierte Werte sind weiss dargestellt)

Vorteile von Wavelets

- Keine Blockartefakte durch überlappende Basisfunktionen
- Bessere Zerlegung der Zeit-Frequenzebene
- Funktionsweise entspricht “in etwa” dem menschl. Auge



Auflösungsskalierbarkeit



Qualitätsskalierbarkeit durch Zoomen + Restfehler

