12. APT-Seminar 2008

2. Theo Schmidt Symposium

Bildkompression

Diagnosequalität und Technik

Roland Simmler[1],
R. Loose[2] , M. Wucherer[1]

1) Institut für Medizinische Physik

2) Institut für Diagnostische und Interventionelle Radiologie

Klinikum Nürnberg

Übersicht

Konsensuskonferenz „Kompression digitaler Bilddaten in der Radiologie“

Medizinische Bilddaten

Kompressionsverfahren

Unterschied zwischen JPEG und JPEG200

Beispiele

„Lossy“-Bildkompression (> lossless 1:2,7)
Wir wissen es seit Beginn der
Digitalen Radiographie

JPEG compression for PACS

A single 2000 x 2000 x 12 bits chest X-ray image which is an 8 Mbyte image compressed at a JPEG 10:1 ratio could retain virtually all the visible quality of the original version.

K. Kajiwara
Comput Methods Programs Biomed, 37(4): 343-51 **1992 (vor 16 Jahren)**

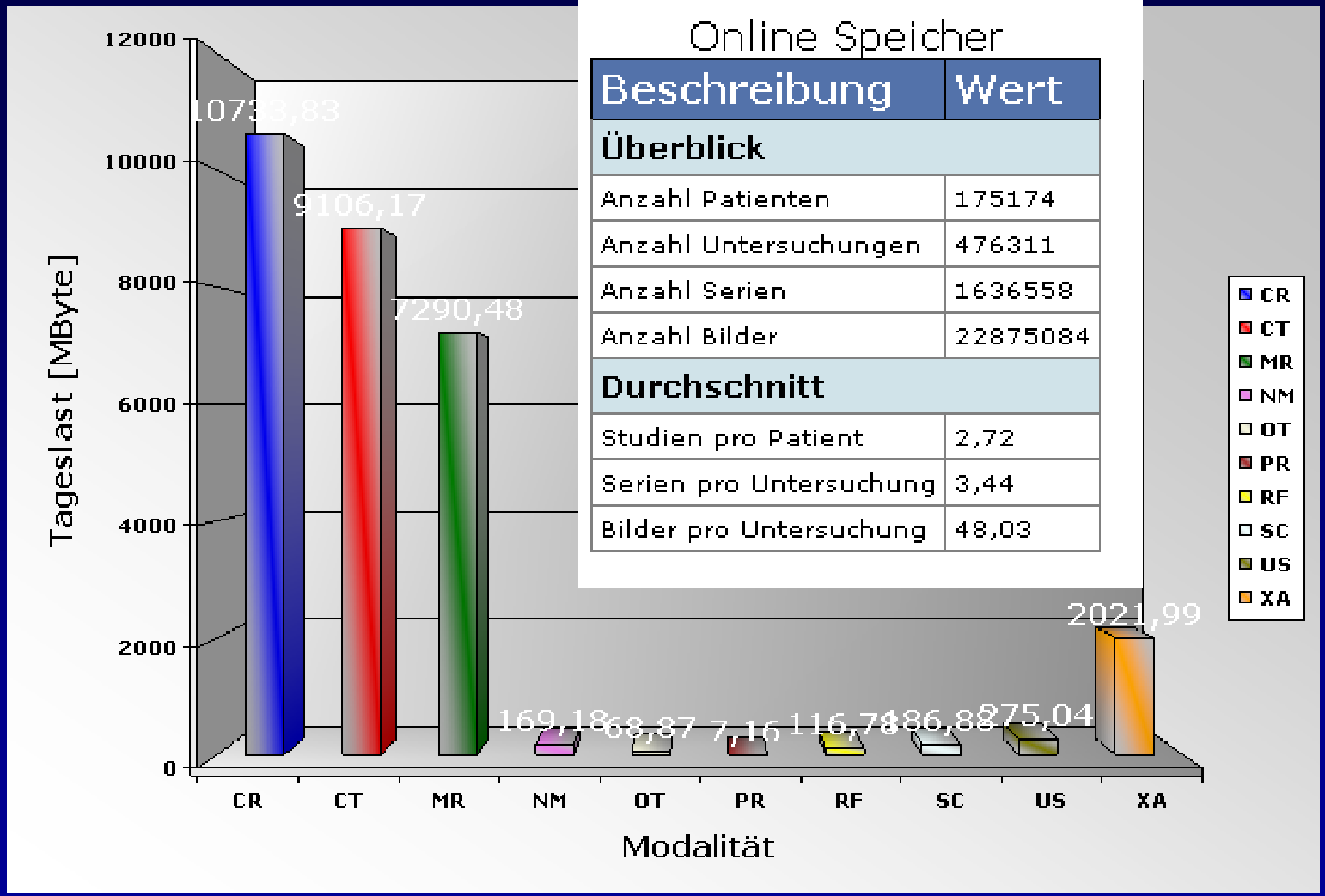
... und für CT, DSA und Ultraschall ebenfalls:

Quality assessment of DSA, ultrasound and CT digital images compressed with the JPEG protocol

It was concluded that images compressed at a ratio of about 10:1 were indistinguishable from the originals and hence could be considered acceptable for clinical use

Okkalides D , Efremides S
Phys Med Biol, 39(9): 1407-21 **1994 (vor 14 J.)**

Klinische Motivation



Online Speicher

Beschreibung	Wert
Überblick	
Anzahl Patienten	175174
Anzahl Untersuchungen	476311
Anzahl Serien	1636558
Anzahl Bilder	22875084
Durchschnitt	
Studien pro Patient	2,72
Serien pro Untersuchung	3,44
Bilder pro Untersuchung	48,03

Original Daten ca. 75 Gb/Tag => 25 TB/Jahr
Lossless kompr. ca. 30 Gb/Tag => 10 TB/Jahr (1:2,5)
Lossy kompr. ca. 9 Gb/Tag => 3 TB/Jahr (1:8)

Motivation

- Schneller Datenübertragung
  bei gleicher Bandbreite können Größere Datenmengen übertragen werden (MSCT, 3D-Rekons., Teleradiologie)
- Einsparung von Speicherplatz

  Bei gleicher Speichergröße können bei FIFO-Speicher ein größerer Zeitraum zur Verfügung gestellt werden –

  bzw. geringer Speicherplatz muss beschafft werden

Gefahr bei verlustbehafterer Kompression

Diagnostische Befundqualität !

Was machen andere Nationen?

Lossy Compression as a Standard of Practice:

A Pan-Canadian Study to Evaluate Compression Ratios for use in **National Guidelines**

David A. Koff MD
Peter Bak PhD
Paul Brownrigg MBA
Alex Kiss PhD
Luigi Lepento MD, FRCPC
Tracy Michalak MSc
Harry Shulman MD, FRCPC
Andrew Volkening MSc

Canada Health Infoway
Inforoute Santé du Canada

CANADIAN ASSOCIATION OF RADIOLOGISTS
L'ASSOCIATION CANADIENNE DES RADIOLOGISTES

Sunnybrook HEALTH SCIENCES CENTRE

Empfehlungen für Kanada

Kompressionsstufen 1 zu

	CR/DR	CT	US	MR	NM	MG
Angio		10-15		16-24		
Body	20-30	JPEG 10-15 J2K 10	8-12	16-24	9-11	
Breast			8-12	16-24		15-25
Chest	20-30	10-15				
MSK	JPEG 20-30 J2K 20	10-15	8-12	16-24		
Neuro		JPEG 8-12 J2K 8		16-24		
Ped	20-30	10-15	8-12	16-24	9-11	

David A. Koff, 2007

Eine Zusammenarbeit von AGIT und APT

Eine Veranstaltung der Arbeitsgemeinschaften
der Deutschen Röntgengesellschaft e.V.

@GIT
Arbeitsgemeinschaft

Arbeitsgemeinschaft der Deutschen Röntgengesellschaft
Physik und Technik
in der bildgebenden Diagnostik

Akademie
für Fort- und Weiterbildung in der
Radiologie

Konsensuskonferenz

Kompression digitaler Bilddaten in der Radiologie

- einschließlich MRT-

23. Februar 2008
Nürnberg

Ergebnisse der Konsensuskonferenz

90 Teilnehmer aus Industrie, Radiologie, Med.-Physik, IT, Behörden

Gefordertes Konsensniveau:	66%
Bildkompression ist wünschenswert:	97,5%
Ich würde Bildkompression einsetzen	92,6%
Ich war mit Konsesusverfahren einverstanden	83,1%
Ich werde die Ergebnisse mittragen	90,2%

Bildgebung		Komp.	Zustimm.
CT	Gehirn	1:5	87,5%
CT	alle sonstigen Untersuchungen	1:8	80,6%
CR/DR	Radiographie (Lunge, Knochen …)	1:10	80,1%
MG	Mammographie	1:15	84,8%
MR	alle Anwendungen	1:7	91,1%
RF/XA	Durchleuchtung/DSA/Cardangio	1:6	90,2%

Programm

	Konsensusmoderation	Wucherer
09:30 – 09:45	Begrüßung	Loose / Kotter
09:45 – 09:55	Vorstellung des Konsensusverfahrens	Wucherer / Klose
Teil 1:	*Moderation*	*Bautz*
09:55 – 10:25	Prä-Konsensabstimmung	Braunschweig
10:25 – 10:55	Lossy Bildkompression -Techniken, BQ	Forster-Heinlein
10:55 – 11:15	Internationale Studien- / Datenlage	Braunschweig
11:15 – 11:35	Vorstellung der Kanadischen Studie	Kotter
11:35 – 11:50	Diskussion	
	Kaffeepause in der Industrieausstellung	
Teil 2:	*Moderation*	*Kotter*
12:20 – 12:40	Pro lossy Kompression	Loose
12:40 – 13:00	Kontra lossy Kompression	Mathias
13:00 – 13:15	Diskussion	
	Mittagspause in der Industrieausstellung	
Teil 3:	*Moderation*	*Mildenberger*
14:15 – 15:15	TED – Abstimmungsverfahren (Konsens)	Mildenberger
15:15 – 15:45	Präsentation / Interpretation der Ergebnisse	Braunschweig, Kotter, Loose, Mildenberger, Wucherer
15:45 – 16:00	Zusammenfassung und weiteres Vorgehen	Loose/Simmler

Merkmale medizinischer Bilddaten

Merkmale

- 16 Bit Wertebereich
- stammen aus physikalisch-technischen Messprozessen
- gewaltige Datenmengen

Beispiele

CT/MR 512 $\times$ 512 Pixel $\times$ 16 Bit = 0.5 MByte
1 Serie: 32 Bilder = **16 MByte**

Röntgen, etwa Mammographie: 1 Aufnahme = 40 MByte
1 Untersuchung: 4 Aufnahmen = **160 MByte**

Lossy Bildkompression

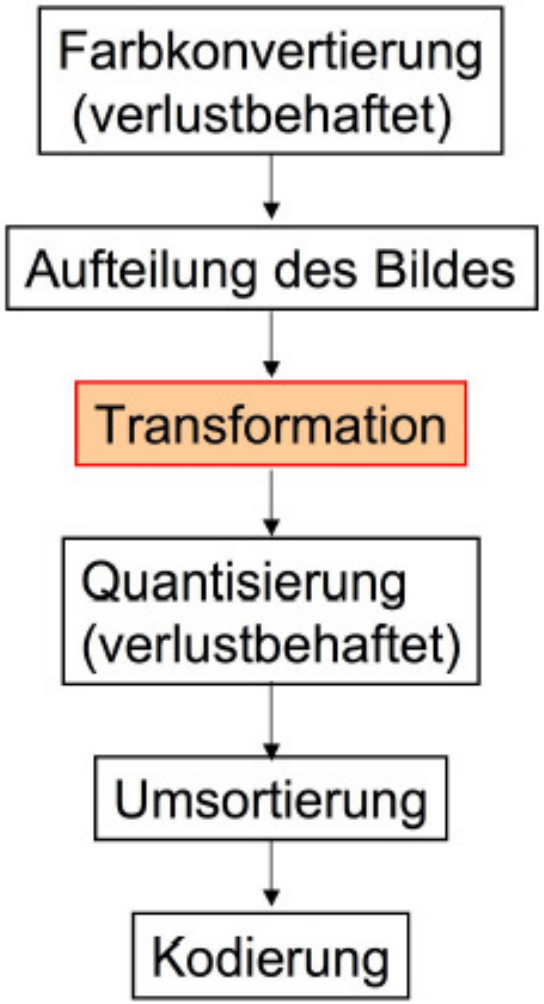
Hochwertige Verfahren zur lossy Bildkompression:

- **JPEG**: Norm ISO/IEC 10918-1 (1992)
- **JPEG 2000**: ISO/IEC 15444-1 (2000)

Vorteile:

- öffentlich
- ISO-Standards
- im DICOM-Standard
- intensiv evaluiert

Funktionsweise



Unterschiede JPEG – JPEG2000

JPEG	JPEG-2000
unterscheidet nur 8 Bit und 12 Bit	kann 16 Bit
Unterteilung des Bildes in 8×8-Blöcke	Unterteilung des Bildes in 256×256 oder 128×128 Teilbilder
Diskrete Cosinus-Transformation auf jedem dieser Blöcke	**Wavelet-Transformation** für jedes dieser Teilbilder

Lizenzfrei

Lizenzgebühr

Lossy Bildkompression I

- Daten aus physikalisch-technischen Messprozessen enthalten Störungen, Messfehler, Rauschen
- Deren Anteil ist irregulär:
  Durch verlustlose Verfahren schlecht zu komprimieren, d.h. Dateigrößen werden nicht wesentlich verringert.
- Paradigma der lossy Kompression:
  Entscheidung, einen irrelevanten Teil der dargebotenen Bildinformation aufzugeben, um verbliebene relevante Informationen um so effektiver/effizienter komprimieren zu können.
- Anforderung in der Medizin: Erhalten der **Befundungsqualität**.

Kompression und Fehler

Mathematische Fehlermaße:

- Energie
- Anzahl der Null-Koeffizienten
- SNR oder PSNR
- Maximaler Pixel-Fehler

Es gibt kein mathematisches Maß für diagnostische Bildqualität.

Kompressionsfaktor abhängig von

- Bildauflösung (Pixel per cm), Redundanz im Bild
- Dynamik, Grauwertspreizung
- Art der Aufnahme
- Subjektiver Eindruck des Befunders

$\Rightarrow$ Messung der Befundungsqualität durch medizinische Studien.

Literatur

Bilddatenkompression

(Grundlagen, Codieruneg,JPEG, MPEG, Wavelets)

Tilo Strutz; Vieweg, 2002

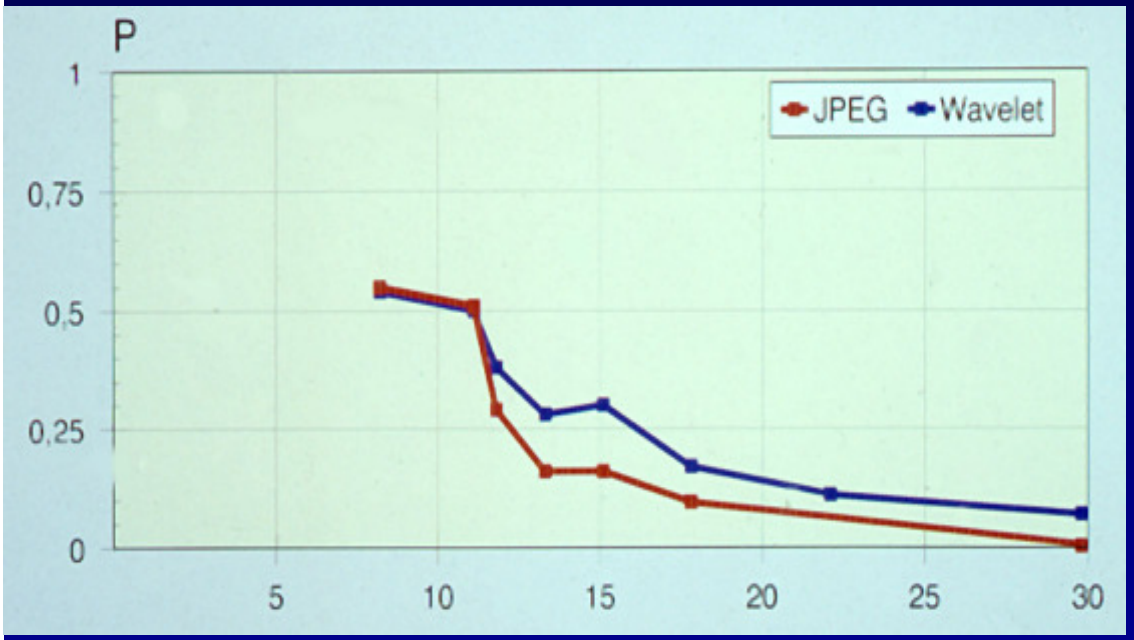
Wikipedia

Jpeg Jpeg2000

Bildbearbeitungssoftware

ImageJ http://rsb.info.nih.gov/ij/

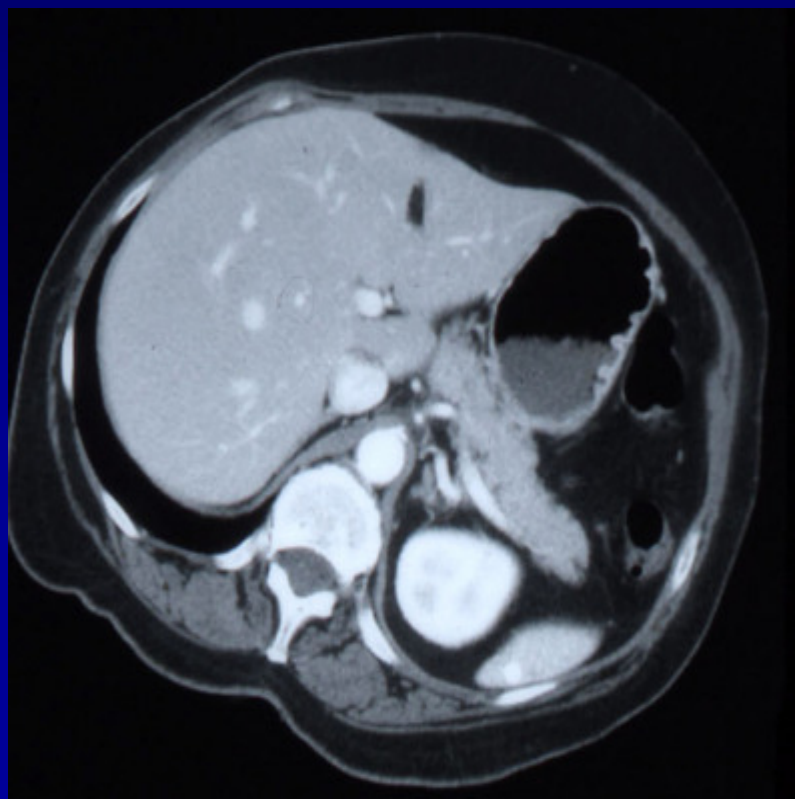
T-Test: JPEG / Wavelet
Abdomen - CT



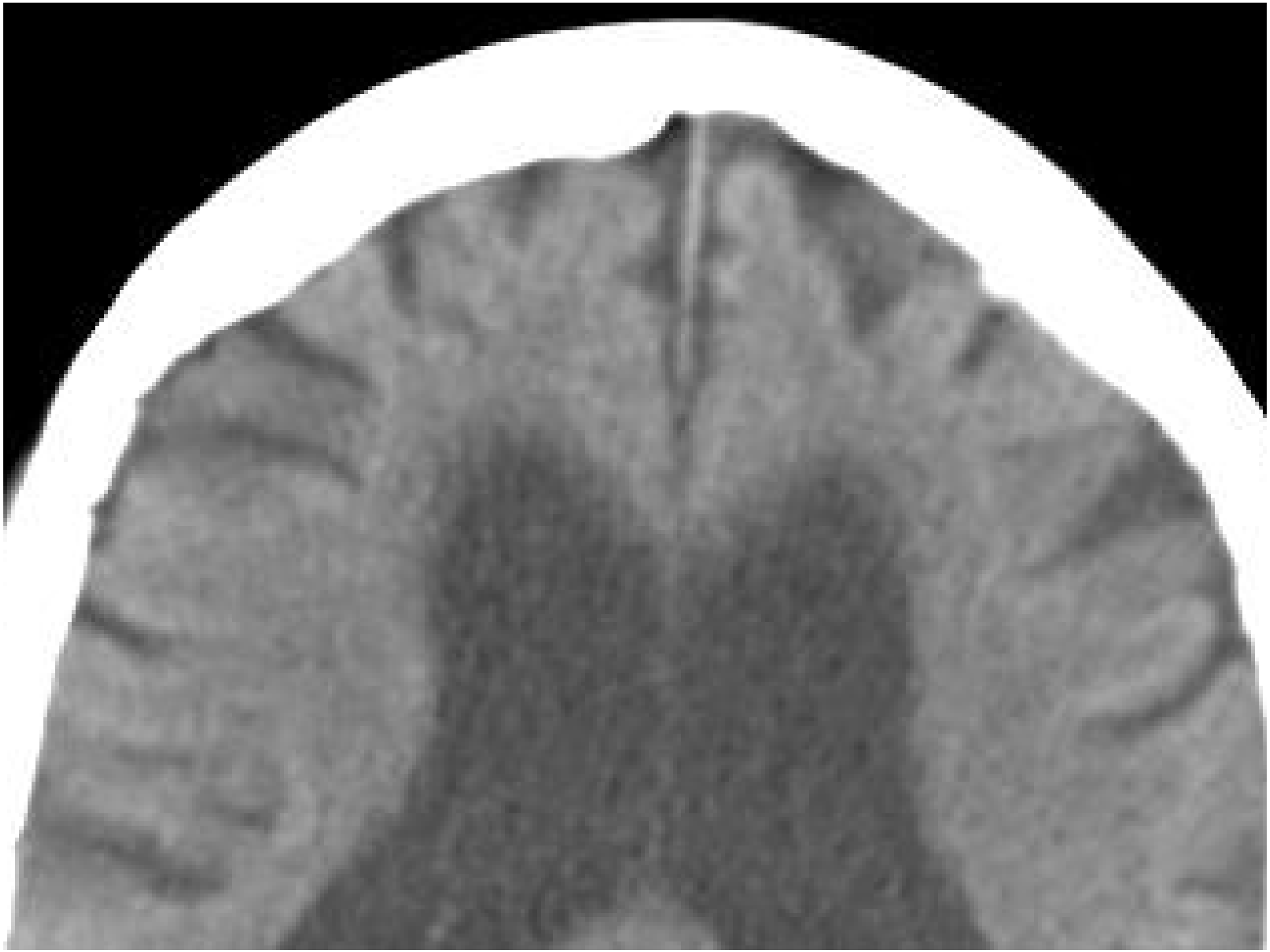
Kompressionsfaktor

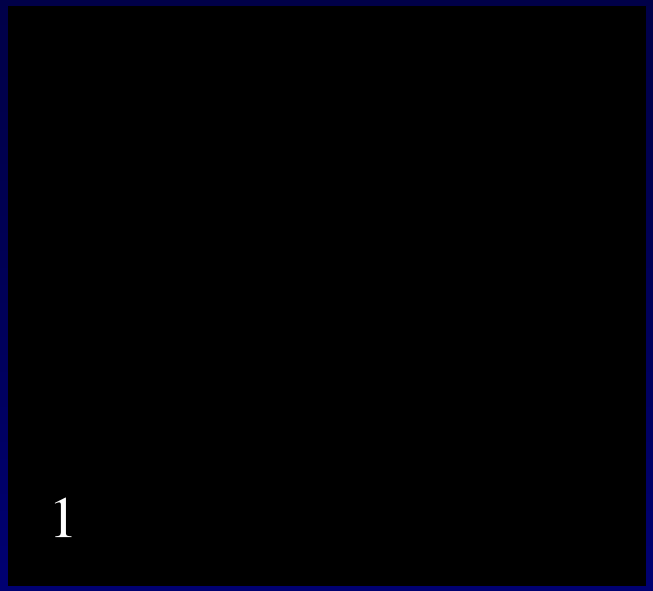
R. Loose, 1995

Wavelet 1:10

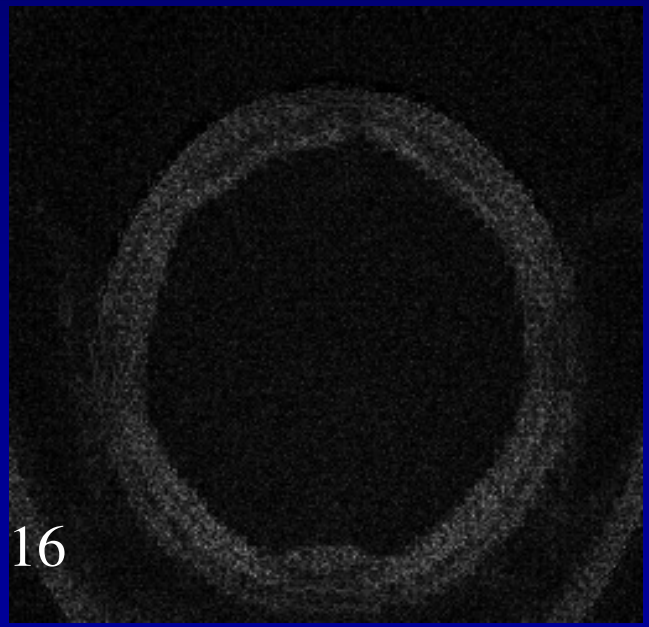


JPEG Kompression bis 1:16

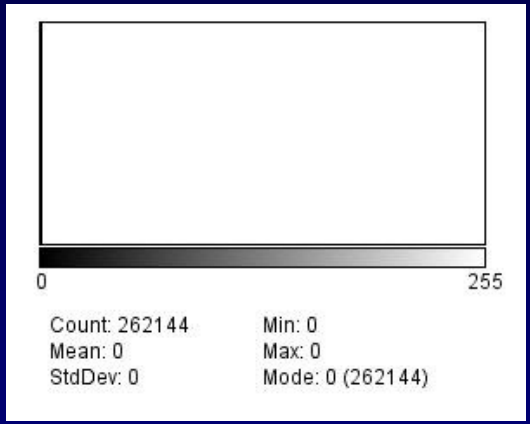


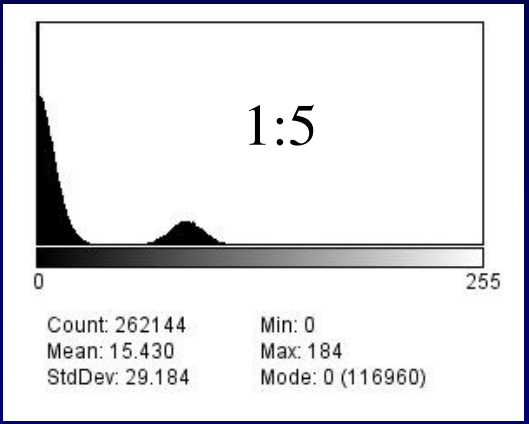

1

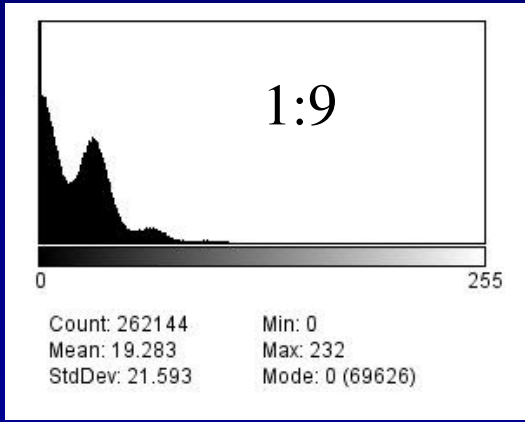
5

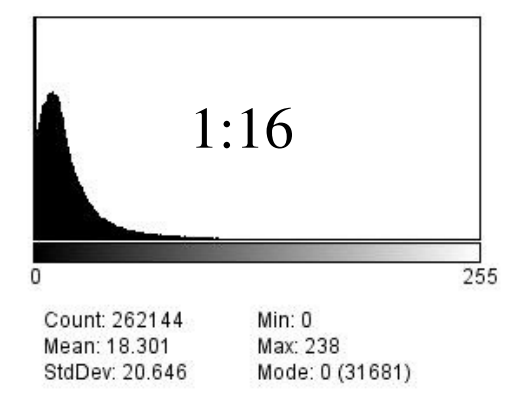

16

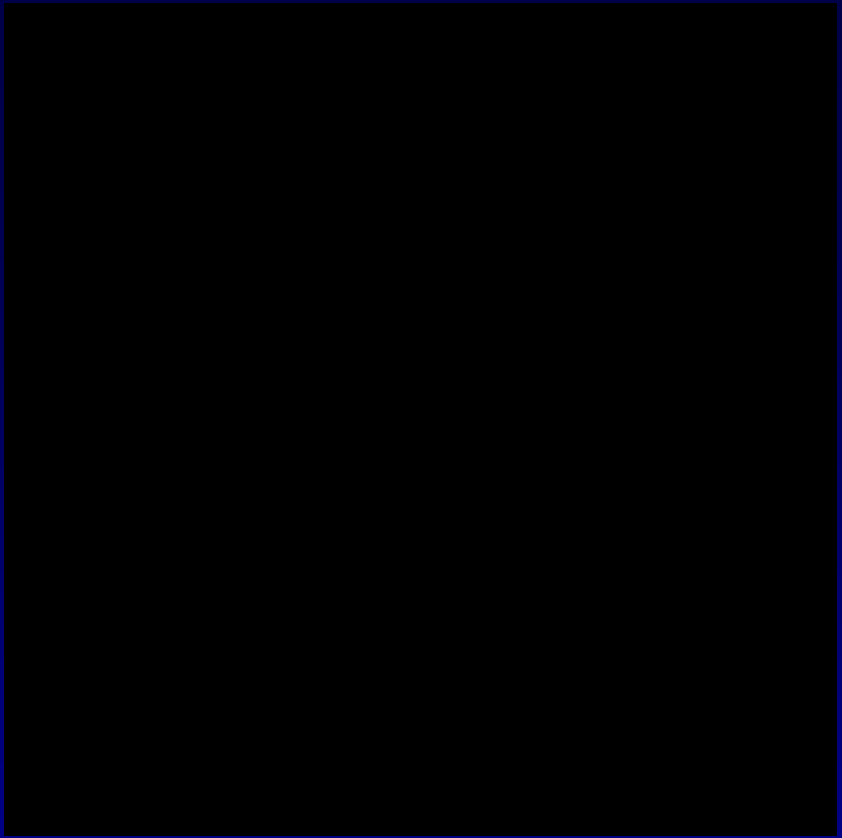
Histogramme der Differenzbilder











Count: 262144
Mean: 0
StdDev: 0

Min: 0
Max: 0
Mode: 0 (262144)