

Eine Veranstaltung der Arbeitsgemeinschaften
der Deutschen Röntgengesellschaft e.V.



Konsensuskonferenz

**Kompression
digitaler Bilddaten
in der Radiologie**
- einschließlich MRT-

23. Februar 2008
Nürnberg

Kompression Radiologischer Bilddaten „Pro“

R. Loose

Institut für Diagnostische und Interventionelle Radiologie, Klinikum Nürnberg Nord

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.)**

... aber keiner fängt an !!!

was ist der Grund ???

... die Angst vor einem Verlust an
diagnostischer Bildqualität ?

JPEG ist seit 1992
ISO/IEC Norm
genauso alt wie
DICOM 3.0

JPEG-2000
(DICOM standard since 2002,
ISO/IEC Norm 15444-1,
DIN EN 12052



Datenlage:

- Viele Studien mit unterschiedlichen Ansätzen und heterogener Datenlage
- Unterschiedliche Prüfkriterien:
 1. Erkennbarkeit von Kompressionsartefakten
 2. Einschränkung der **diagnostischen Bildqualität**
 1. tritt vor 2. auf
- Orientierung an Modalität und Untersuchungsart aber nicht an Matrixgröße und W/L
- Selten Überprüfung von JPEG **und** JPEG-2000

Gering komprimierbar

- Bilder mit kleiner Matrix (256-512 Kantenlänge)
- Bilder mit kleinem Window (< 8 bit bzw. < 256)
- Typisches Beispiel: CT des Gehirns 512² @ W:80

Hoch komprimierbar

- Bilder mit großer Matrix (2k-4k Kantenlänge)
- Bilder mit großem Window (12-16 bit bzw. > 4096)
- Typisches Beispiel: Mammographie 4k @ W:2000

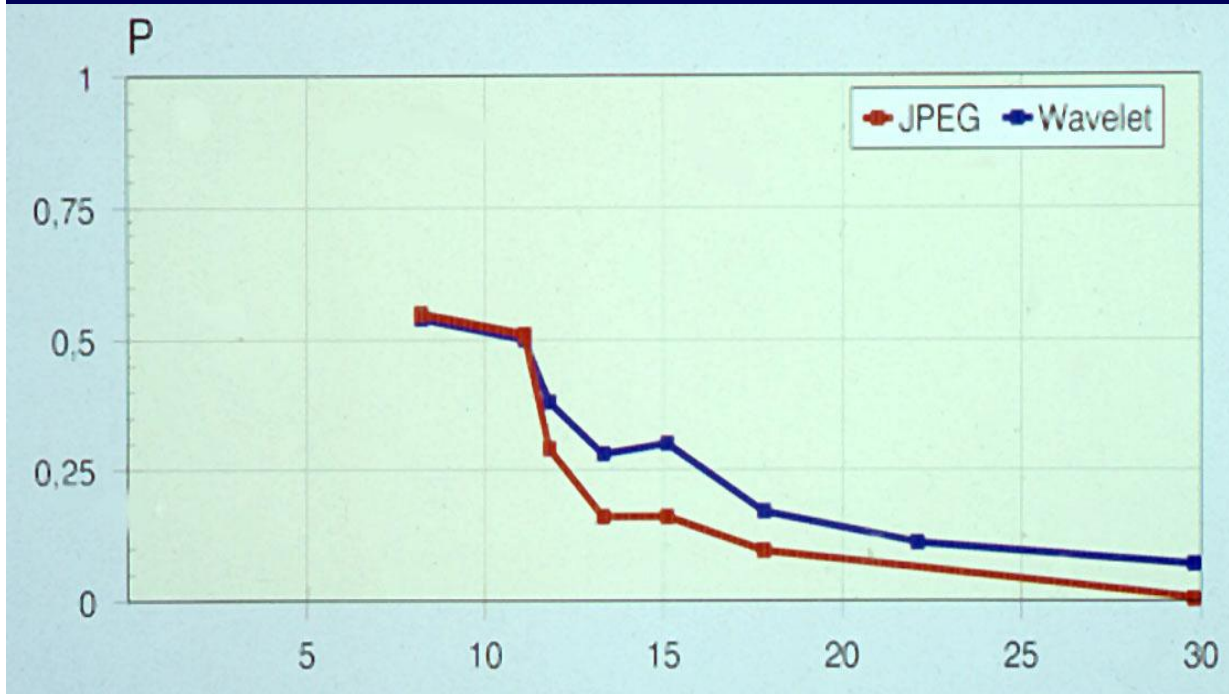
Einfache Abschätzung zur Bildkompression in Abhängigkeit von Matrixgröße und Window

	A	B	C	D
1		Matrix	Window	Lossy Komp
2				
3	CT-Head	512	85	2,7
4	CT-Body	512	350	3,7
5	CT-Bone/Lung	512	1000	10,5
6	MR	256	1000	10,5
7	CR	2500	1000	25,7
8	MG	4000	1000	41,2
9	XA	1000	500	5,3
10	RF	1000	1000	10,5
11				

$$f_x = \text{MAX}(B3/1024; 1) * \text{MAX}(C3/256; 1) * 2,7$$

	A	B	C	D	E
1	Gerät/Untersuchung	Modalität	Window	Level	Hersteller
2					
3	ADCP	CR	2800	1600	Agfa
4	CR850N	CR	4096	2048	Kodak
5	Thorax Aristos	CR	3000	1500	Siemens
6					
7	CT Bone	CT	4000	700	Siemens
8	CT Hirn infratent.	CT	110	35	Siemens
9	CT Hirn supratent.	CT	80	35	Siemens
10	CT Lunge	CT	1300	-700	Siemens
11	CT Mediastinum	CT	330	40	Siemens
12					
13	MR Becken T2 TSE	MR	780	370	Siemens
14	MR Head Diffus.	MR	730	420	Philips
15	MR Head Diffus.	MR	313	128	Siemens
16	MR Head T1 FI2D	MR	1700	1000	Philips
17	MR Head T1 FI2D	MR	1650	800	Siemens
18	MR Head T2	MR	1200	600	Siemens
19	MR Head T2 Flair	MR	1900	1050	Philips
20	MR Head T2 Flair	MR	840	380	Siemens
21	MR Knie PD-TSE-FS	MR	1460	740	Siemens
22	MR Knie T1-SE	MR	1960	870	Siemens
23	MR Knie T2-STIR	MR	1060	490	Siemens
24	MR Spine T1	MR	1400	700	Siemens
25	MR Spine T1 Subtr.	MR	600	250	Siemens
26	MR Spine T2-STIR	MR	330	120	Siemens
27					
28	RF ERCP (FL-Comp)	RF	440	380	Siemens
29	RF Kolon (FL-Top)	RF	2270	1520	Siemens
30					
31	Artis	XA	1880	1730	Siemens
32					

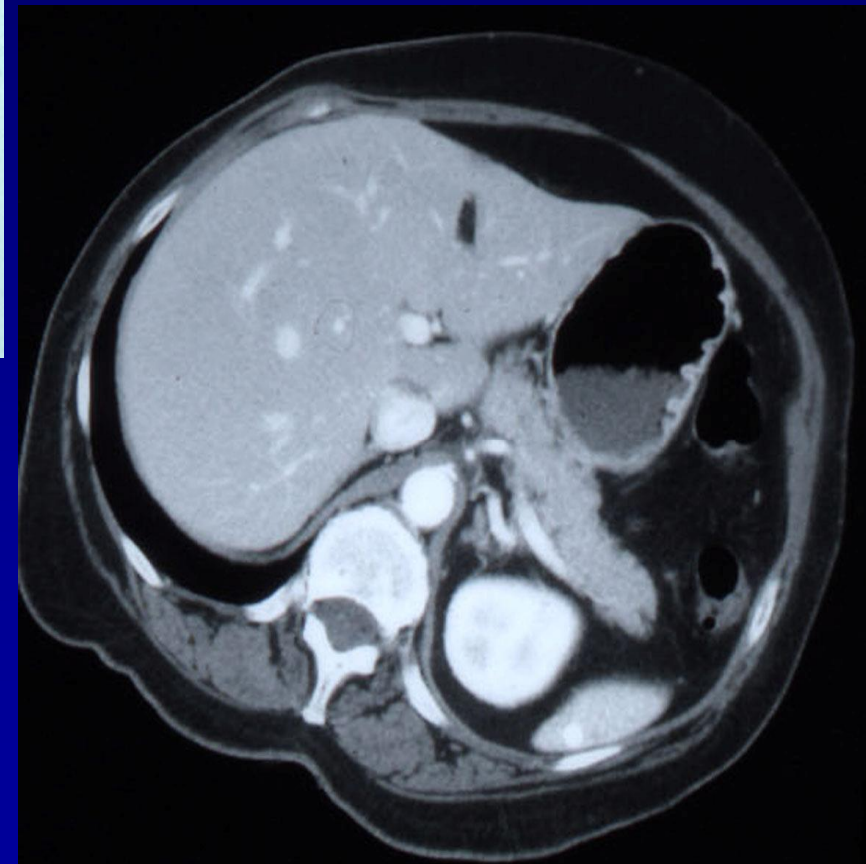
Kleine Matrix T-Test: JPEG / Wavelet Abdomen - CT



JPEG-2000 1:10

Kompressionsfaktor

R.Loose, ECR 1995



Große Matrix: Mammographie (2007)

Methodik:

Kompressions Algorithmus: Standard Wavelet / JPEG2000
(DICOM Standard seit 2002, ISO IEC 15444-1, DIN EN 12052,
Bildverarbeitung mit "MammoWorkstation", Imagediagnost, München)

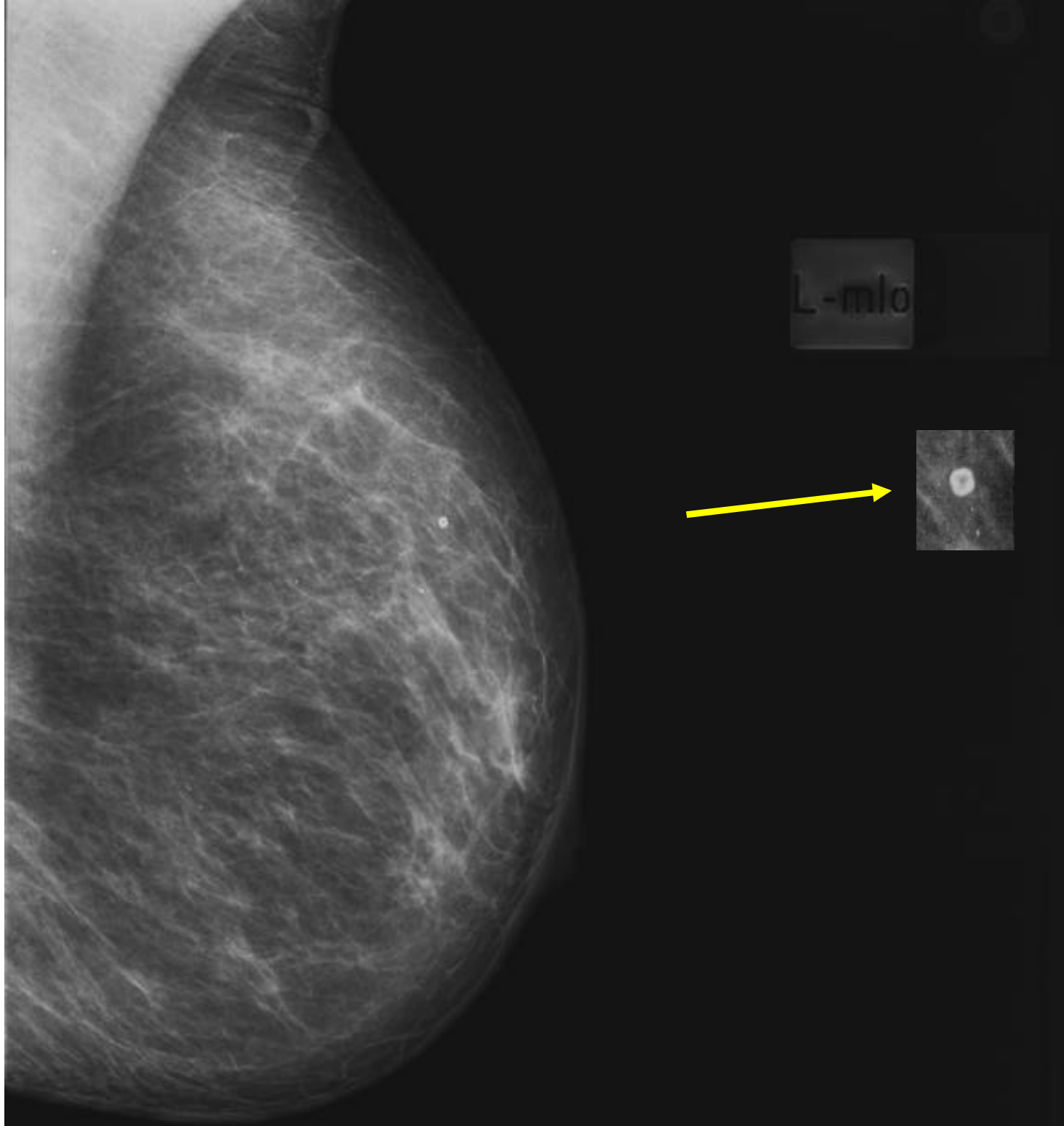
Kompressionraten: 0 (Original), 40, 80, 100, 120 ,140, 160, 180, 200

Kompressionsraten

und mittlere	0	32.265	Kilobyte
Filegröße: (Kilobyte)	40	809	
	80	406	
	100	325	
	200	161	

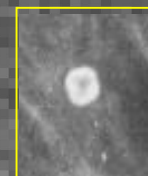
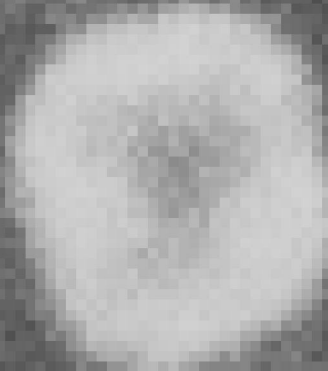
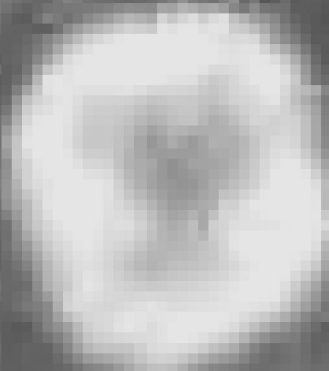
**Bildkompression
Digitaler
Mammographien**

ECR 2007

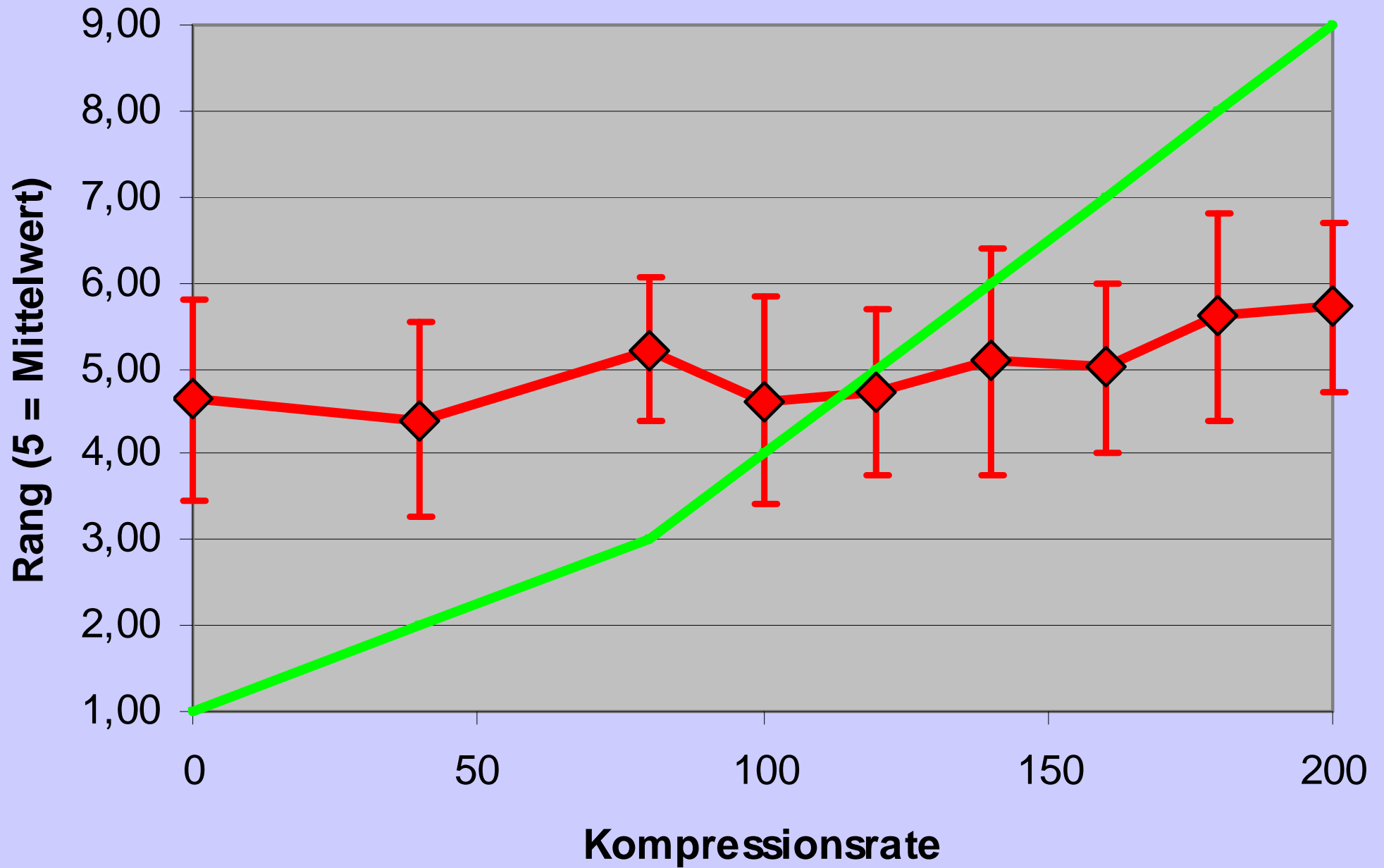


Compression 1:100

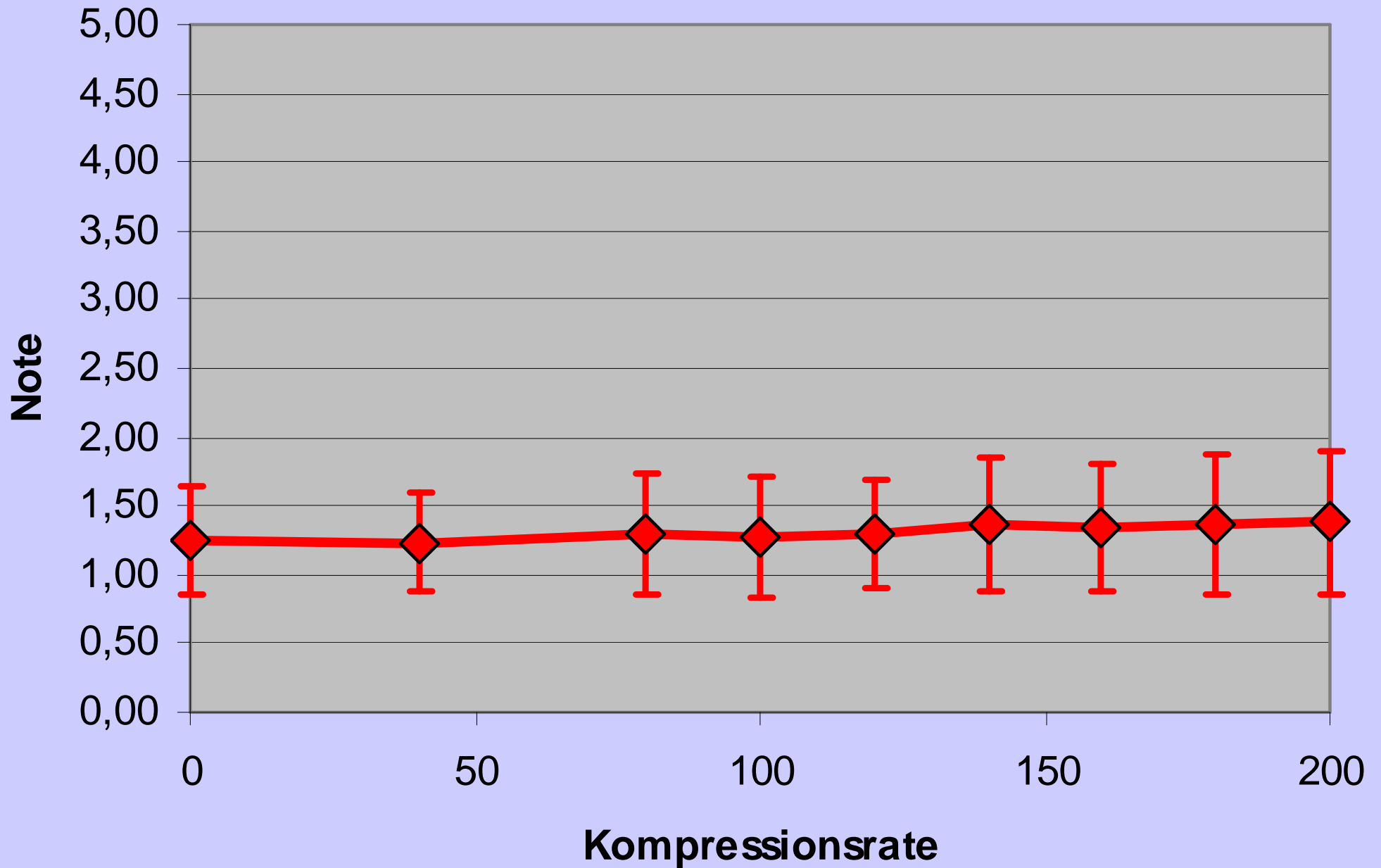
1:1 original



Ranking aller Serien (Median = 5)



Noten aller Serien



Bildkompression

Beispiel Radiologie Klinikum Nürnberg-Nord:

6 Jahre Radiologie von 1500 Betten auf 6 TB RAID

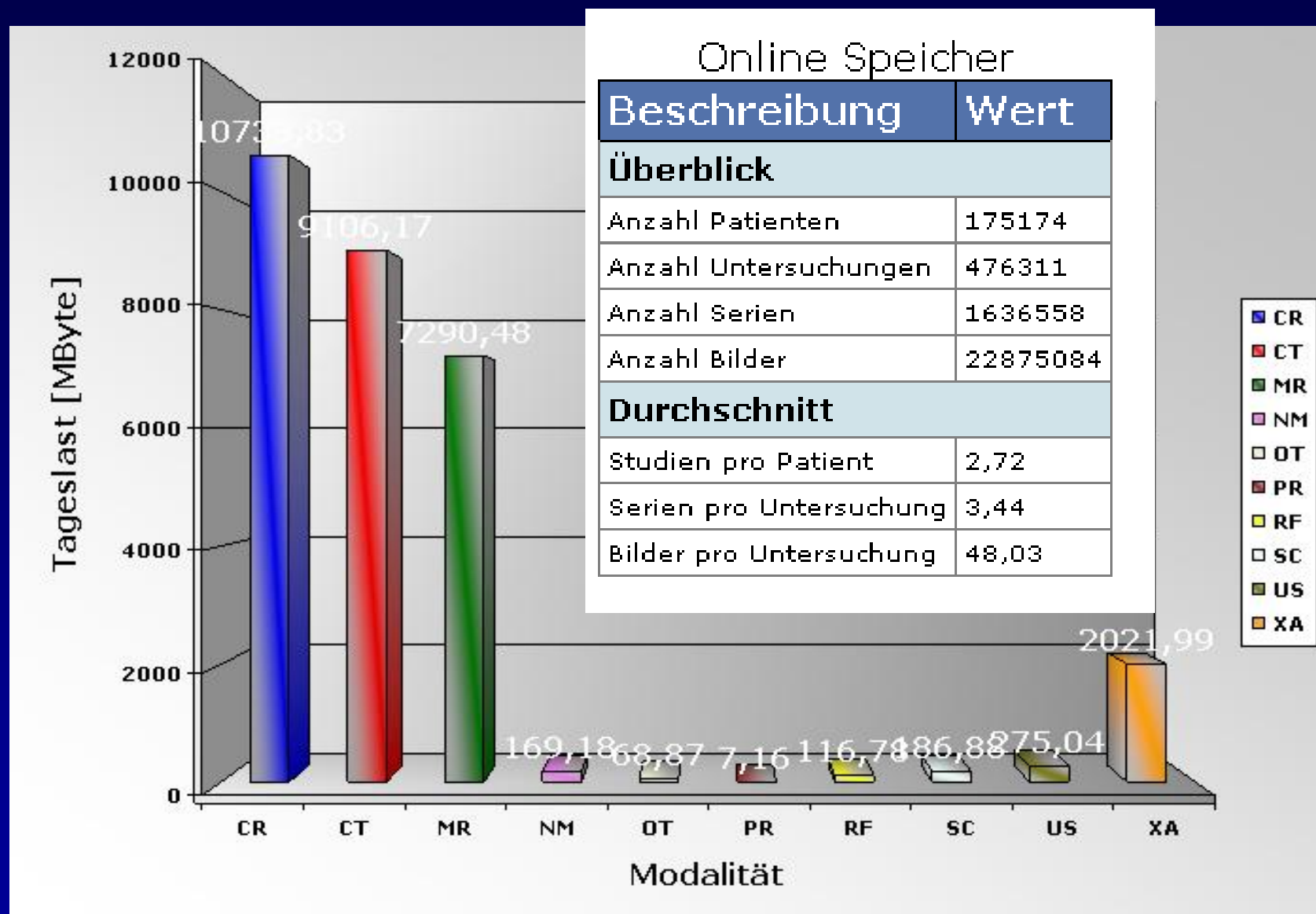
Voraussetzung im PACS:

intelligente modalitätenabhängige Kompression
(Einfluss von Matrixgröße und Window/Level)

- CT-Schädel lossless ca. 1:2,5
- Sonstige CT's ca. 1:5
- Alle anderen Modalitäten ca. 1:10

Mittlere Kompression über alle Untersuchungen
ca. 1:8, damit 3,2-fach geringeres Volumen als bei
„lossless“ JPEG

Um welches Datenvolumen geht es eigentlich ?



Original Daten ca. 75 Gb/Tag
 Lossless kompr. ca. 30 Gb/Tag
 Lossy kompr. ca. 9 Gb/Tag

=>
=>
=>

25 TB/Jahr
 10 TB/Jahr (1:2,5)
 3 TB/Jahr (1:8)

Bildkompression

Zukunft:

CR (Lungen, Knochen 1:20 - 1:40),
Mammographie 1:50-100

Problem:

Wer trägt die Verantwortung?
RöV und Richtlinie zu Aufzeichnungspflichten

„Eine Kompression darf nicht zu einer Reduktion der diagnostischen Aussagekraft führen“.

Bildkompression

Die Industrie wird und kann diese Verantwortung nicht übernehmen, verantwortlich ist der fachkundige Radiologe.

Die Industrie kann diese JPEG / JPEG-2000 Algorithmen jedoch implementieren und gemäß den Anforderungen des Betreibers freischalten.

Bildkompression

Konsequenzen auf PACS Systeme, die mit mehreren Kliniken übergreifend als Mandanten arbeiten und öffentliche Netze nutzen (Kosten, Übertragungszeiten)

Optimierung in individuellen Umgebungen:

- Langsames Netz, schnelle Hardware → Dekomp. auf Viewer
- Schnelles Netz, langsame Hardware → Dekomp. auf Server

z.B. Bedeutung für digitales Mammographie Screening (Kompression z.Zt. nicht erlaubt)

Konsequenz auf Langzeitspeicherstrategien bei mehreren Jahren Bilddaten im schnellen Online-Zugriff:

Retrieve-Zeiten aus Langzeitarchiv wie bei ausgelagerten Filmen von 24 Std. wären akzeptabel → Diskussion über Speichertechnologie

„Centera“ < -- > Bandroboter

Der Langzeitspeicher gehört nur noch zum juristischen Archivmedium, aber nicht mehr zur Produktionsumgebung.

Der Upload ist zeitunkritisch, der Download nach 4-5 Jahren beträgt < 1%, ist nicht zeitkritisch und bei Kompression über fast jede beliebige Leitung möglich. (RöV 24 Std.)

Damit → **kostengünstige externe Archivierung (ASP-Modelle).**

Is compression justified in 2007?

Storage volume ...

Even if the cost of storage is dropping, the savings are largely surpassed by the increasing amount of data.

The cost of operation remains high.

35 million diagnostic imaging exams are performed annually in Canada. **(Nürnberg: ca. 1% von Canada)**

With an average legal retention period of 7 years upon provincial regulations.

Use of irreversible compression at 10:1 could save M\$100 million per year.

Für Deutschland akzeptable Werte?

	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		David A. Koff, 2007
Neuro		JPEG 8-12 J2K 8		16-24		
Ped	20-30	10-15	8-12	16-24	9-11	

20 **10** **(8)** **15** **(9)** **25**
Head 8

Mittel ca.: Lossy/Original: 1:14 Lossy/Lossless 1:5,6

Konsequenzen der Bildkompression:

Ich gewinne:

- Schnellere Ladezeiten, höhere Performance
- Viel mehr Bilder im schnellen Online-Zugriff
- Weniger Zugriffe auf in- / out- house Langzeitarchiv
- Erhebliche Leistungssteigerung der Teleradiologie
- Einzelne Feinde (Hersteller von Festplatten und Berater, die nach m², kWh und kg bezahlt werden)

Ich spare:

- Speichervolumen und Datenträger
- Übertragungsbandbreite / Netzwerkressourcen
- Platz im Rechenzentrum
- Energie (Strom, Kühlwasser, Lüftung ...)

„Die Energiekosten eines auf Festplatten basierten Speichersystems sind über den gesamten Lebensdauerzyklus so hoch wie die Anschaffungskosten“

ÖKOMPUTER

RECHNER MIT GRÜNEM GEWISSEN



Green-PACS

RECHNER MIT GRÜNEM GEWISSEN

