Kompression versus ALARA

APT-Seminar 2011

R. Simmler
R. Loose
M. Wucherer

Klinikum Nürnberg

Übersicht

Wer Röntgenbilder komprimieren kann – sollte besser Dosis sparen!

- **Gesetzliche Grundlagen**
- **Umsetzung der gesetzlichen Anforderungen**
- **Bildqualität Beispiel Thorax ap**
  (Dosisvariation und Kompression)

Strahlenschutzgrundsätze nach ICRP

- **Rechtfertigung**
  Nutzen > Schaden!
- **Begrenzung**
  Dosisgrenzwerte
- **Optimierung**
  ALARA

As Low As Reasonably Achievable

Strahlenschutz im nationalen Recht

Verbindlichkeit

Detailierungsgrad

Atomgesetz
vom 23. 12.1959

StrlSchV
Verordnung über den Schutz vor Schäden durch ionisierende Strahlung
vom 1.8.2001

RöV
Verordnung über den Schutz vor Schäden durch Röntgenstrahlung
vom 1.7.2002

Richtlinien
Ausführungsrichtlinien zum einheitlichen Vollzug der strahlenschutzrechtlichen Verordnungen

Normen
NAR des DIN und der DRG, CEN, IEC, ISO, ...

Leitlinien
Bundesärztekammer, Fachgesellschaften, ...

Empfehlungen
Strahlenschutzkommission, BfS, ...

Stand von (Wissenschaft) und Technik

Lebenszyklus Modalität

Ausschreibung - Vergabe

Installation – Inbetriebnahme - Abnahme

- Baulicher StrlSch
- Gerätspezifischer StrlSch
- SOP – Patientenprotokolle, Dosisreferenzwerte
- Qualitätssicherung, Bezugswerte Konstanzprüfung
- Anzeige Behörde / ÄrztlicheStelle

Sachverständigenprüfung (alle fünf Jahre)

Konstanzprüfungen (monatlich, …)

Anpassungen (Referenzwerte, SOP,….)

Prüfung Ärztliche Stelle (jährlich, ….)

Sachverständigenprüfung (alle fünf Jahre)

bis Stillegung
(Entsorgung!!)

Was ändert sich bei zusätzlicher Bildkompression?

Im vorher dargestellten Zyklus – nichts!

Freigabe/Abnahme durch den Radiologen.

Der Sachverständige hat keine zusätzliche Arbeit?

Die Ärztliche Stelle überprüfen weiterhin die Bildqualität!

Kochrezepte durch Richtlinien oder Normen?

Dosisreduktion nicht notwendig, da im Regelfall optimierte Modalitäten-Einstellung gewählt wurden!

Kompression nach Konsensuskonferenz

RöV § 28 (5) … Röntgenbilder …. können komprimiert werden

Die empfohlenen Kompressionsfaktoren sind pro

- Modalitätentyp
- Organ

so gewählt, dass die diagnostische Bildqualität erhalten bleibt

Das komprimierte Bild kann nicht vom Original unterschieden werden!
(vom Radiologen bei einer Standardbefundung)

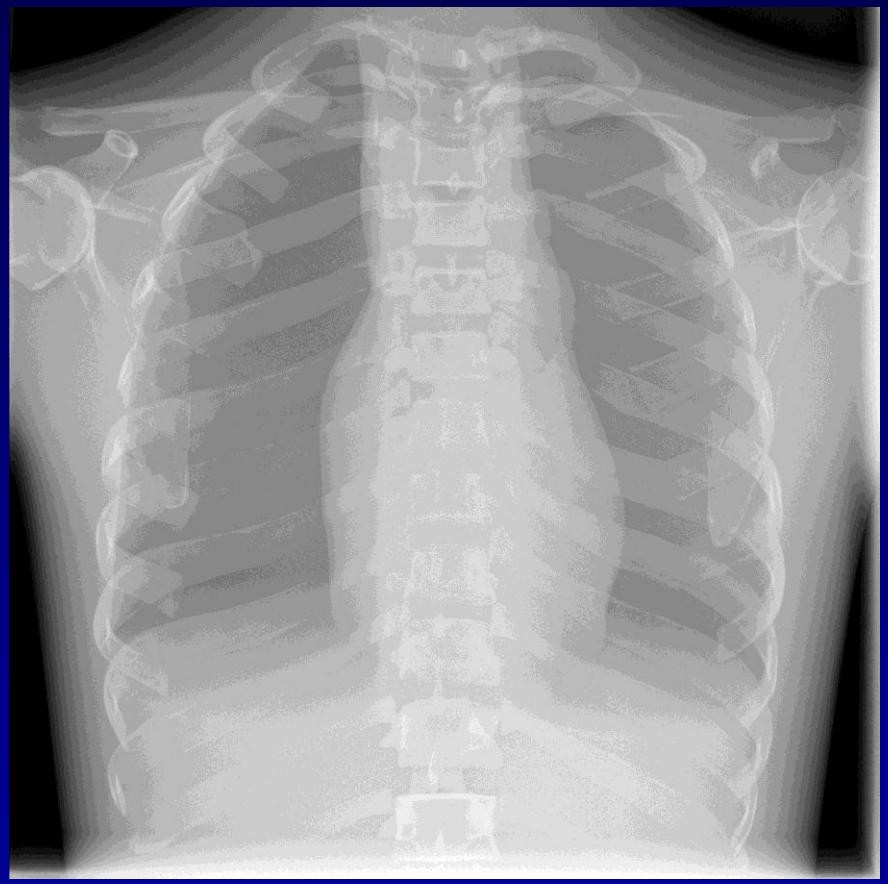
Ergebnisse der Konsensuskonferenz

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%

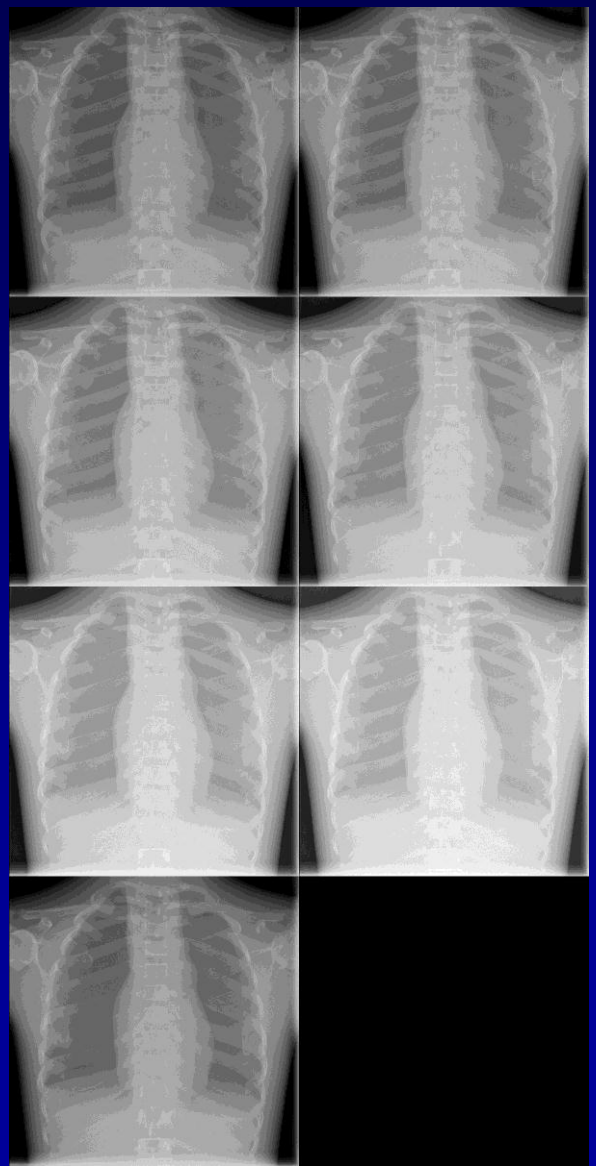
Thoraxphantom RSD58NPL



Aufnahmen am Axiom Aristos FX

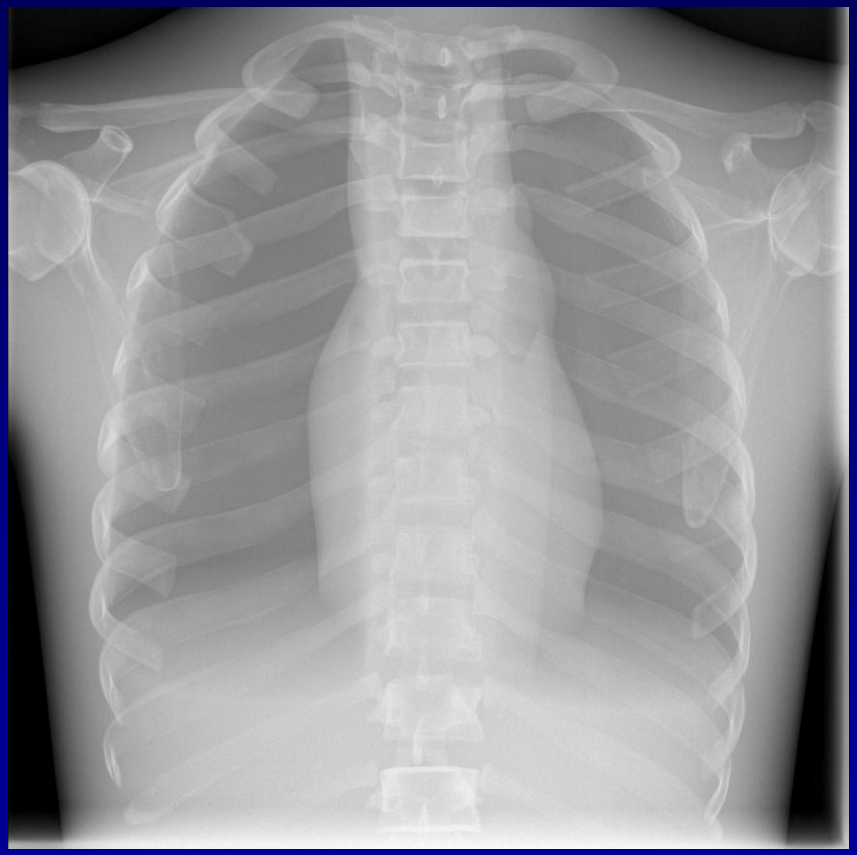
Bild	DFP	Prozent BA
B1	1,59	155%
B2	1,26	123%
B3	**1,02**	**100%**
B4	0,85	83%
B5	0,68	66%
B6	0,54	53%
B7	1,41	138%

Jeweils drei Aufnahmen

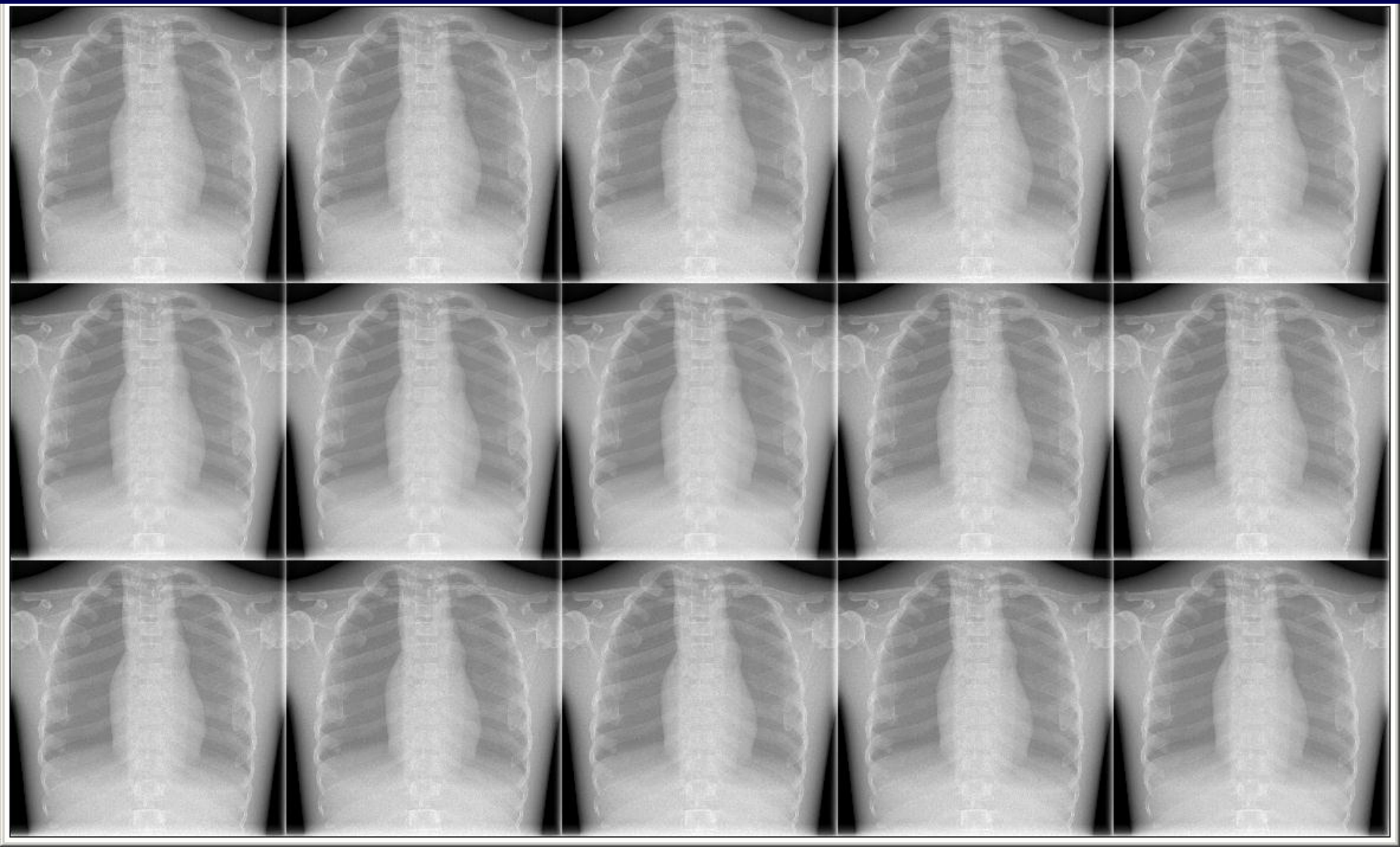


Verlustbehaftete Kompression

jp2k	jpeg	
1:10	QF_90	1:3
1:15	QF_80	1:4
1:20	QF_60	1:7
1:30	QF_50	1:8
1:50	QF_30	1:10
1:70	QF_20	1:16
1:90	QF_10	1:28

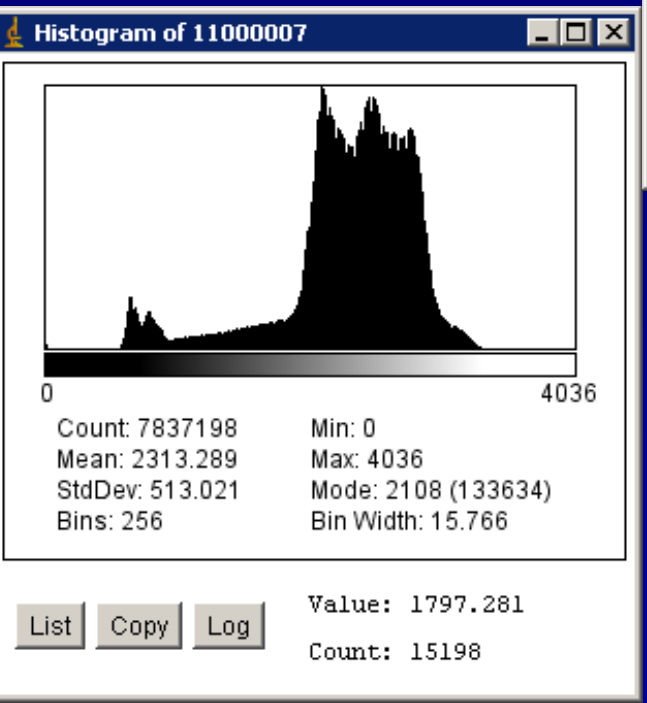


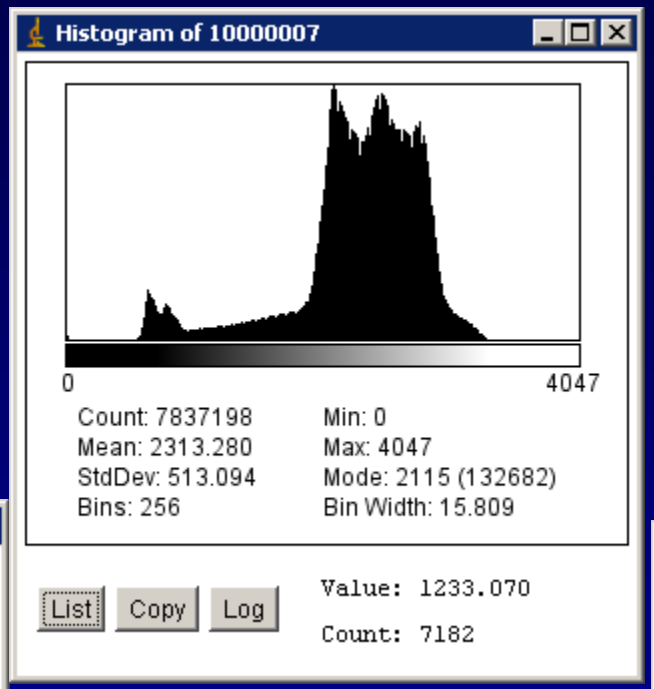
Original und Kompression für Bild_3



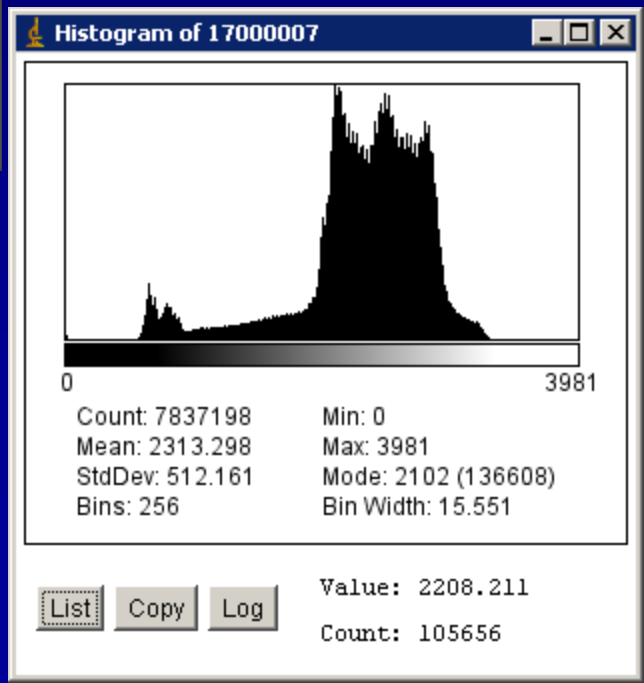
Original und Kompression
Bild_3 bei Kompression 10, 1, 90

1:10

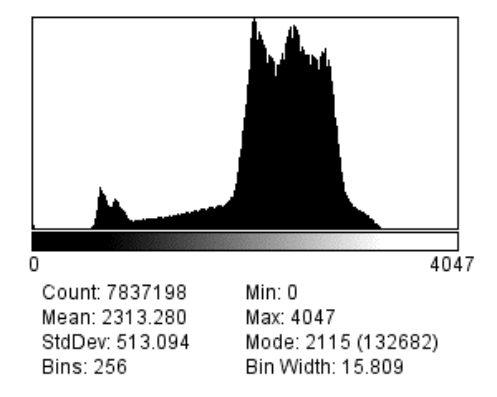


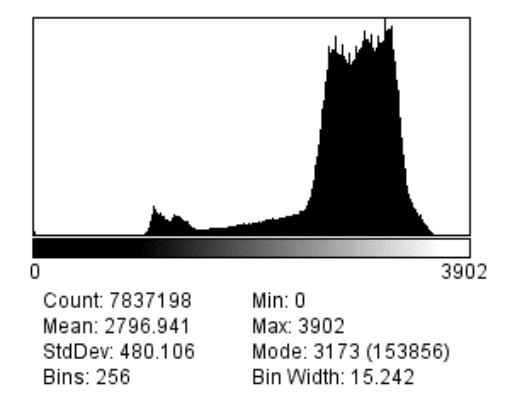


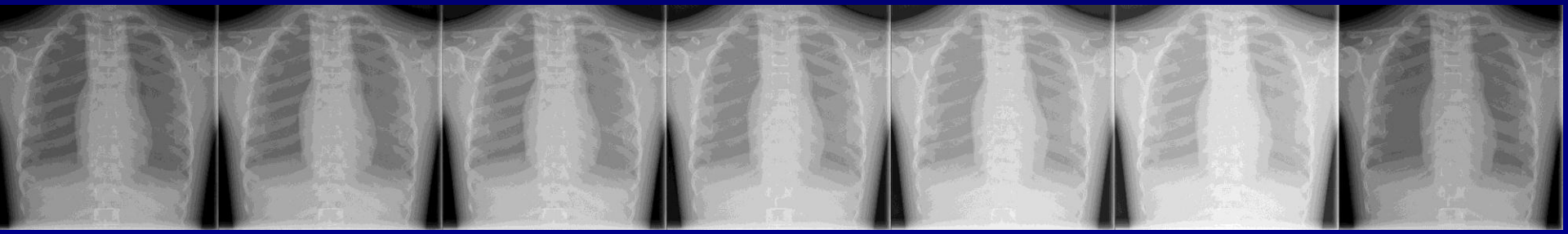
1:90



Original und Dosisvariation
Bilder 1 bis 7





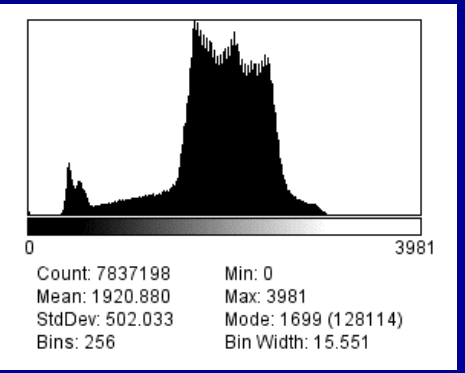


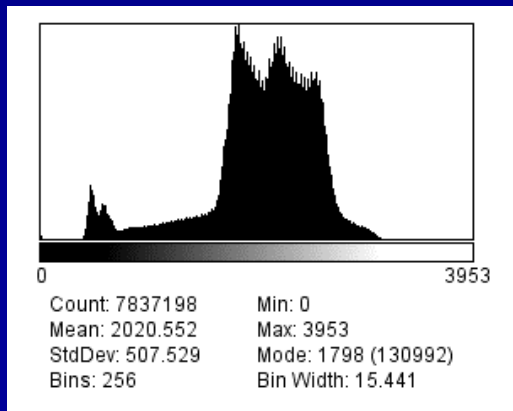
155%

100%

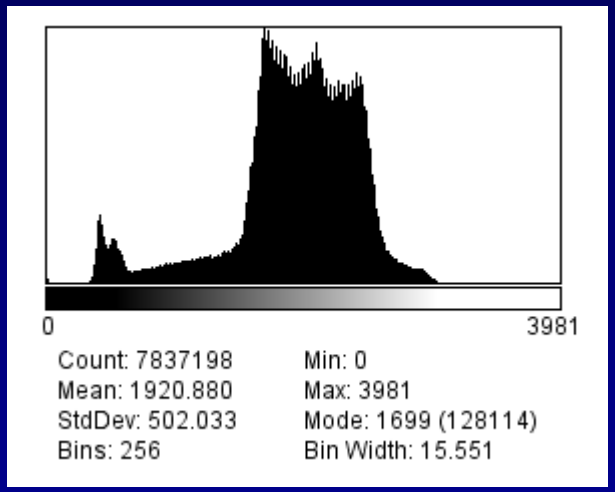
53%

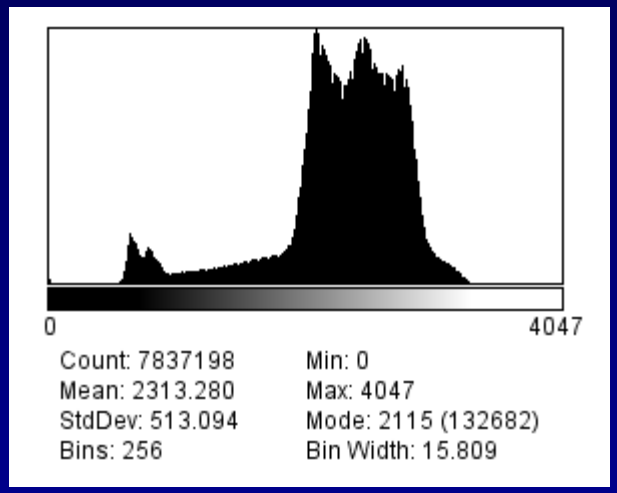
138%





Original Bilder - Kompression für Bild_3





7 Dosisstufen
(B_1 …B_7)

15 Kompressionstufen
(Einstellwerte BA; B_3)

Definition PSNR

$$PSNR = 10\, lg \frac{I_{max}^2}{MSE}\, dB$$

Peak Signal to Noise Ratio

$$PSNR = \infty$$

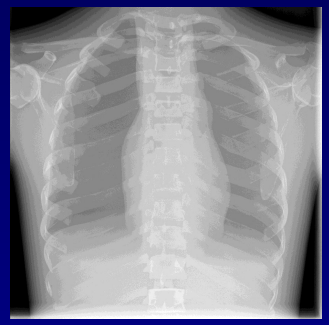
$$MSE = \frac{1}{mn} \sum_{1=0}^{m-1} \sum_{j=0}^{n-1} \|I(i,j) - K(i,j)\|^2$$

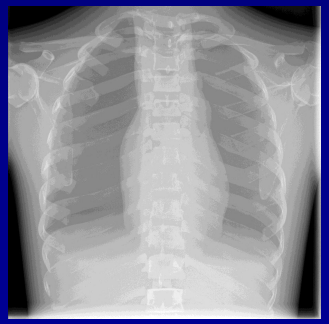
Mean Square Error

$$\forall\, I(i,j) = K(i,j)$$

$$\|I(i,j) - K(i,j)\| = 0$$

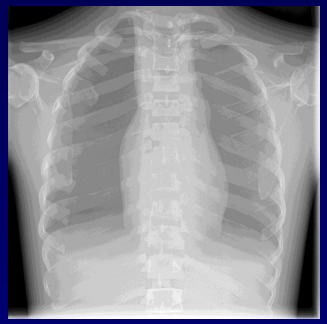
Berechnungen mit ImageJ

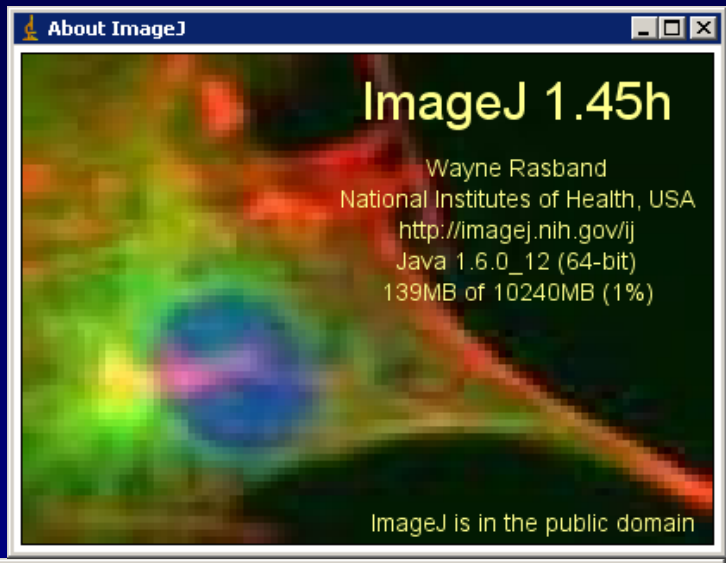


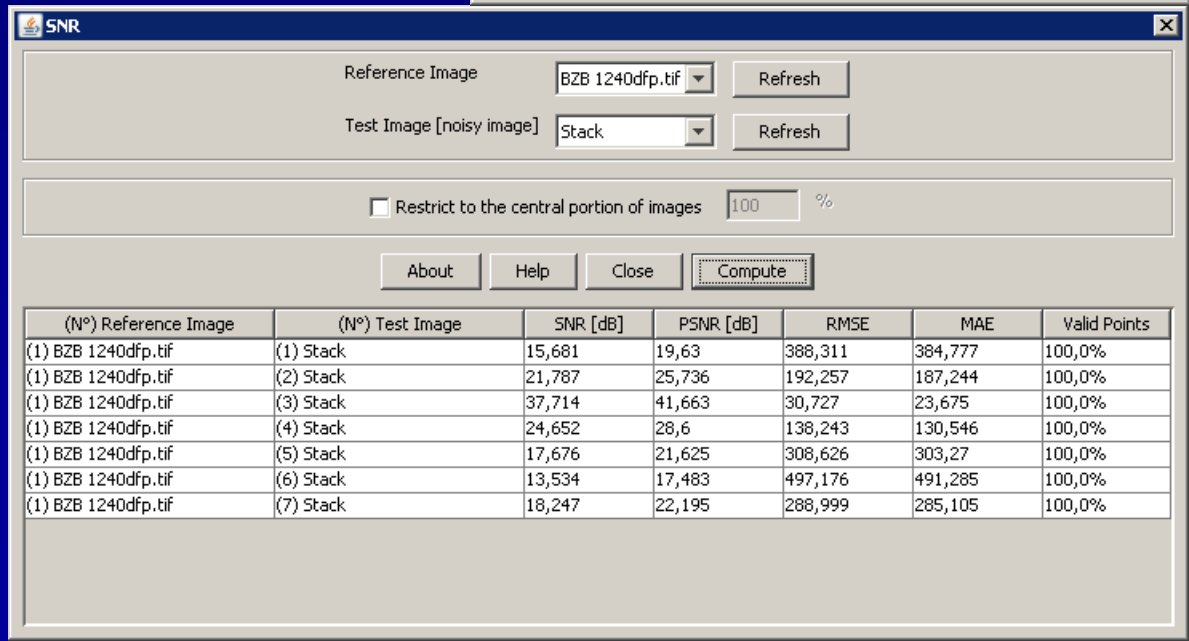


3 Bilder der Bildserie B_3

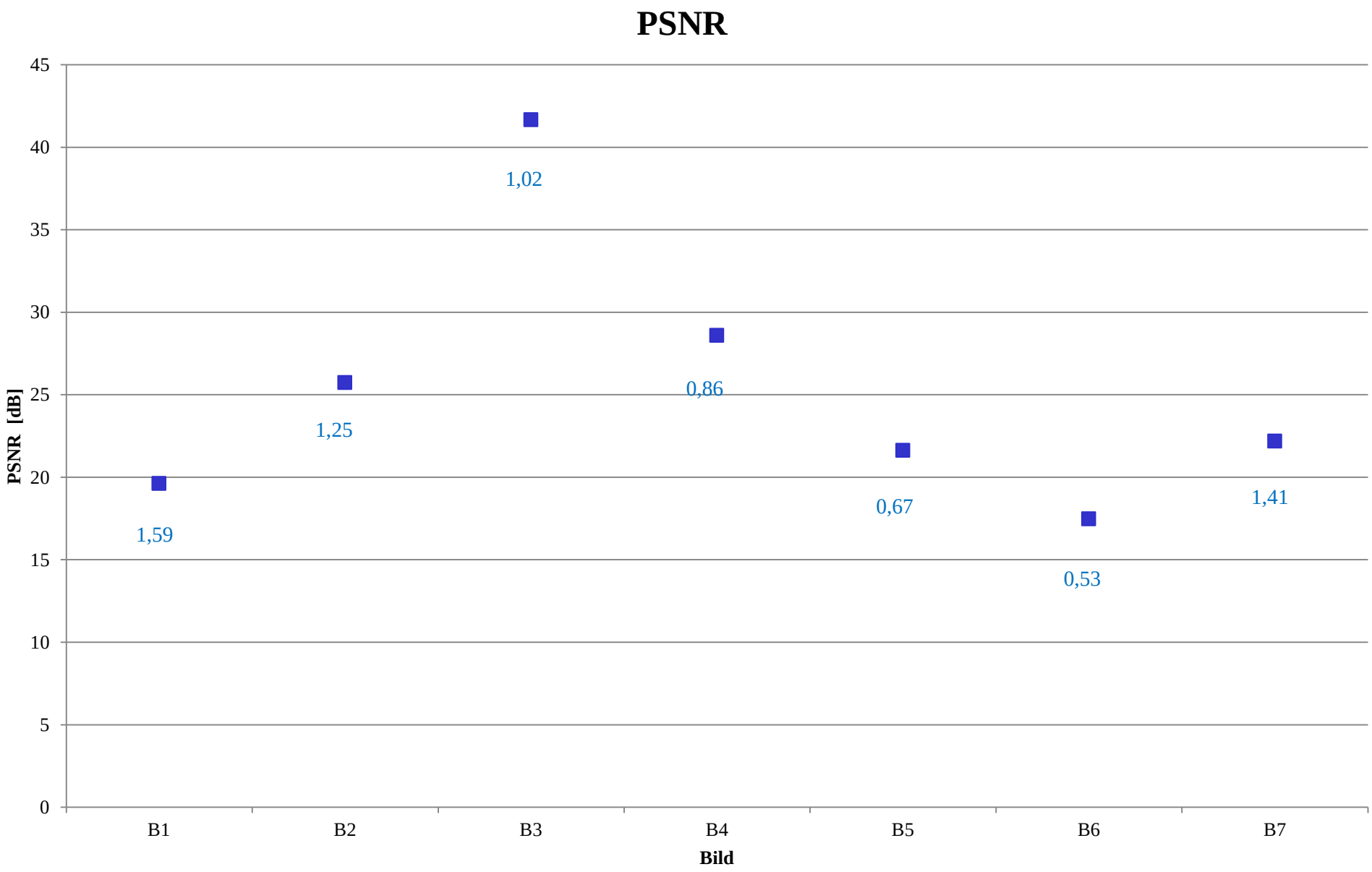
Referenzbild

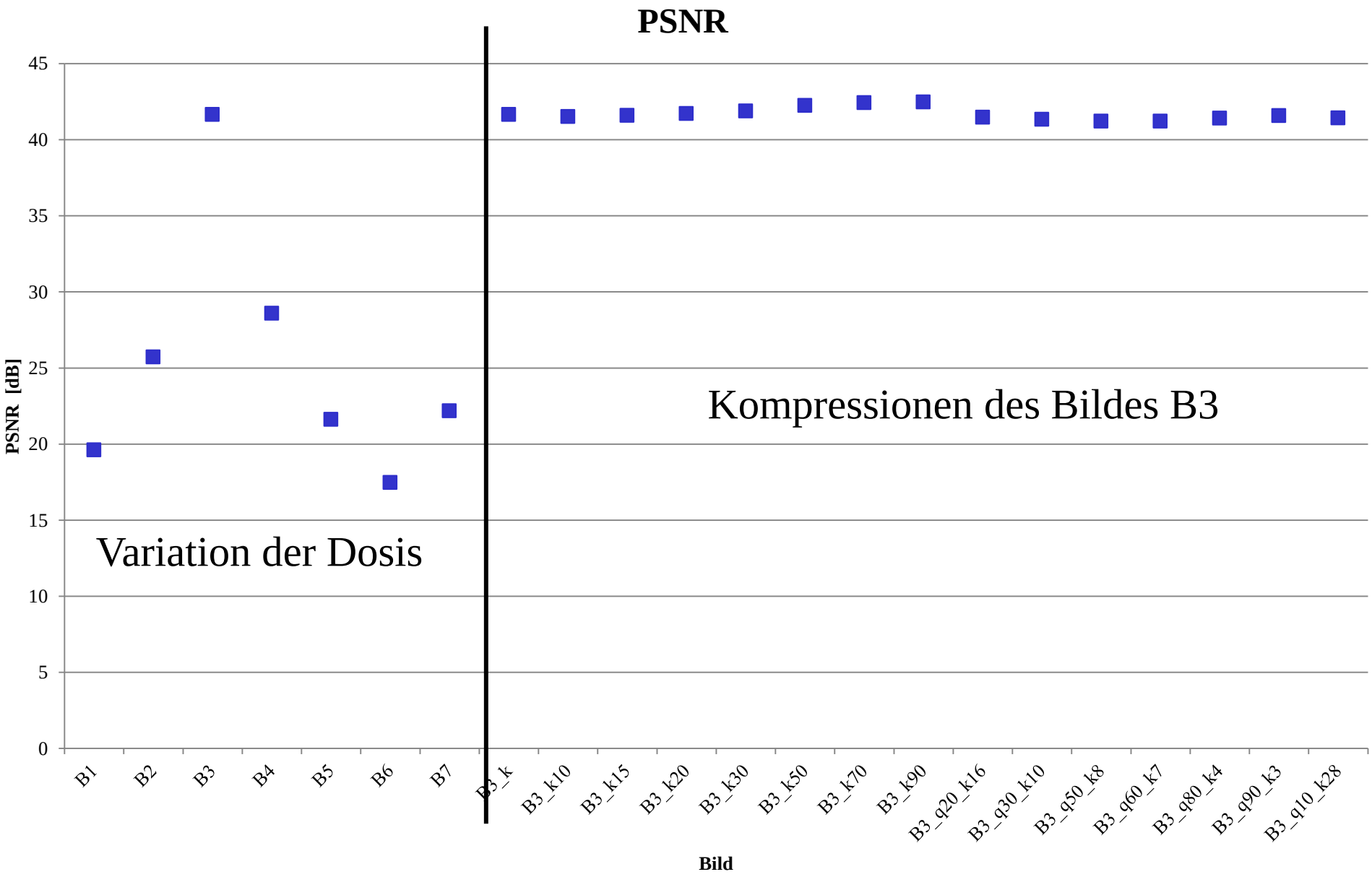


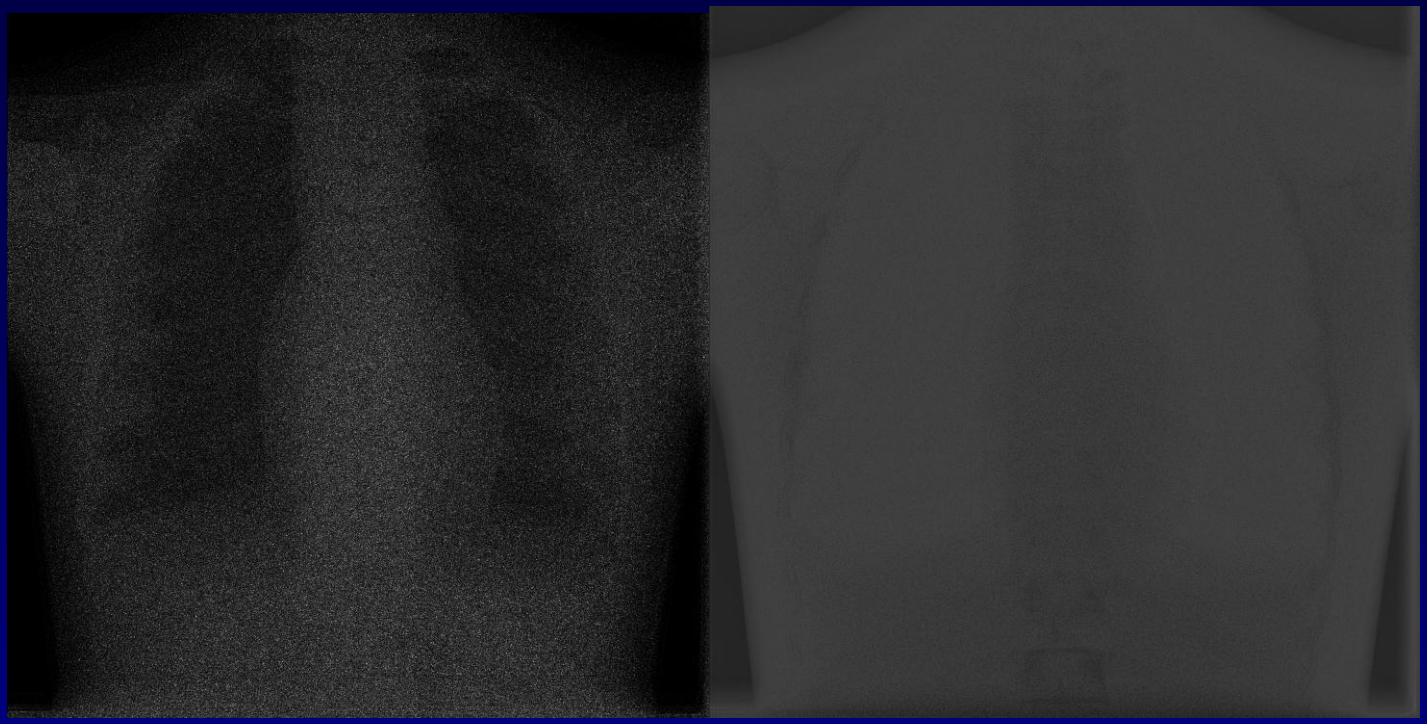


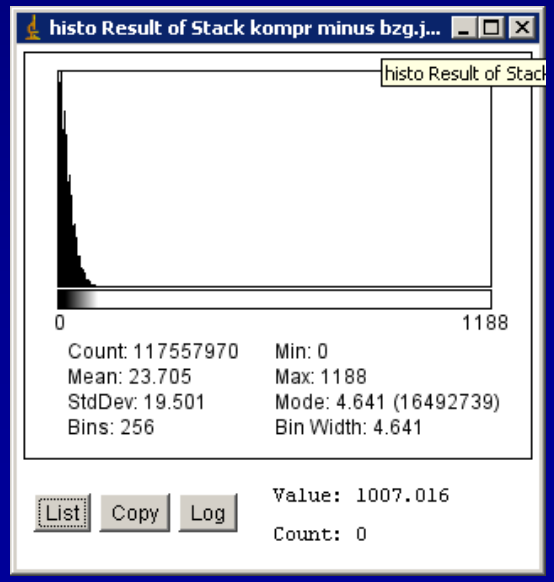


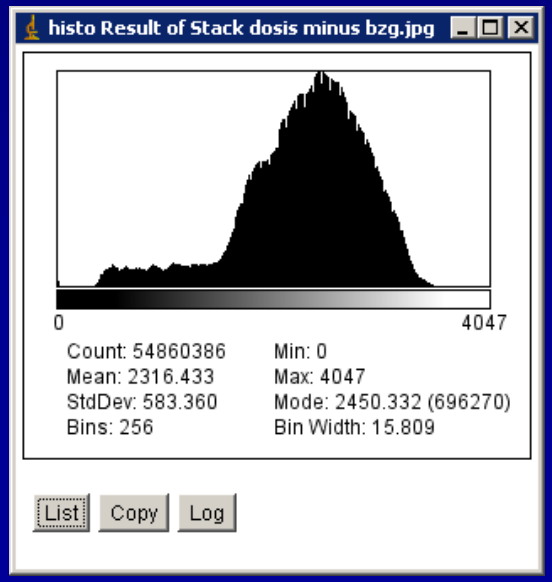
(N°) Reference Image	(N°) Test Image	SNR [dB]	PSNR [dB]	RMSE	MAE	Valid Points
(1) BZB 1240dfp.tif	(1) Stack	15,681	19,63	388,311	384,777	100,0%
(1) BZB 1240dfp.tif	(2) Stack	21,787	25,736	192,257	187,244	100,0%
(1) BZB 1240dfp.tif	(3) Stack	37,714	41,663	30,727	23,675	100,0%
(1) BZB 1240dfp.tif	(4) Stack	24,652	28,6	138,243	130,546	100,0%
(1) BZB 1240dfp.tif	(5) Stack	17,676	21,625	308,626	303,27	100,0%
(1) BZB 1240dfp.tif	(6) Stack	13,534	17,483	497,176	491,285	100,0%
(1) BZB 1240dfp.tif	(7) Stack	18,247	22,195	288,999	285,105	100,0%


PSNR
45
40
35
30
25
20
15
10
5
0
PSNR [dB]
1,59
1,25
1,02
0,86
0,67
0,53
1,41
B1
B2
B3
B4
B5
B6
B7
Bild


PSNR
PSNR [dB]
45
40
35
30
25
20
15
10
5
0
Variation der Dosis
Kompressionen des Bildes B3
B1
B2
B3
B4
B5
B6
B7
B3_k
B3_k10
B3_k15
B3_k20
B3_k30
B3_k50
B3_k70
B3_k90
B3_q20_k16
B3_q30_k10
B3_q50_k8
B3_q60_k7
B3_q80_k4
B3_q90_k3
B3_q10_k28
Bild




histo Result of Stack kompr minus bzg.j...
histo Result of Stack
0
1188
Count: 117557970
Mean: 23.705
StdDev: 19.501
Bins: 256
Min: 0
Max: 1188
Mode: 4.641 (16492739)
Bin Width: 4.641
List
Copy
Log
Value: 1007.016
Count: 0


histo Result of Stack dosis minus bzg.jpg
0
4047
Count: 54860386
Mean: 2316.433
StdDev: 583.360
Bins: 256
Min: 0
Max: 4047
Mode: 2450.332 (696270)
Bin Width: 15.809
List
Copy
Log

Zusammenfassung / Diskussion

Einsatz der Kompression ist unabhängig vom ALARA-Prinzip

Verwendete Dosiseinstellungen sind nur abhängig von der Diagnostischen Fragestellung

Konsequente Umsetzung der gesetzlichen Regelwerte führt zur minimierten Strahlenexposition

Technische Bildqualität (PSNR) ist stabiler gegen Kompression als gegen Dosisvariation

Kompressionseinführung kann zum Überdenken der aktuellen Einstellparameter an den verschiedenen Modalitäten anregen