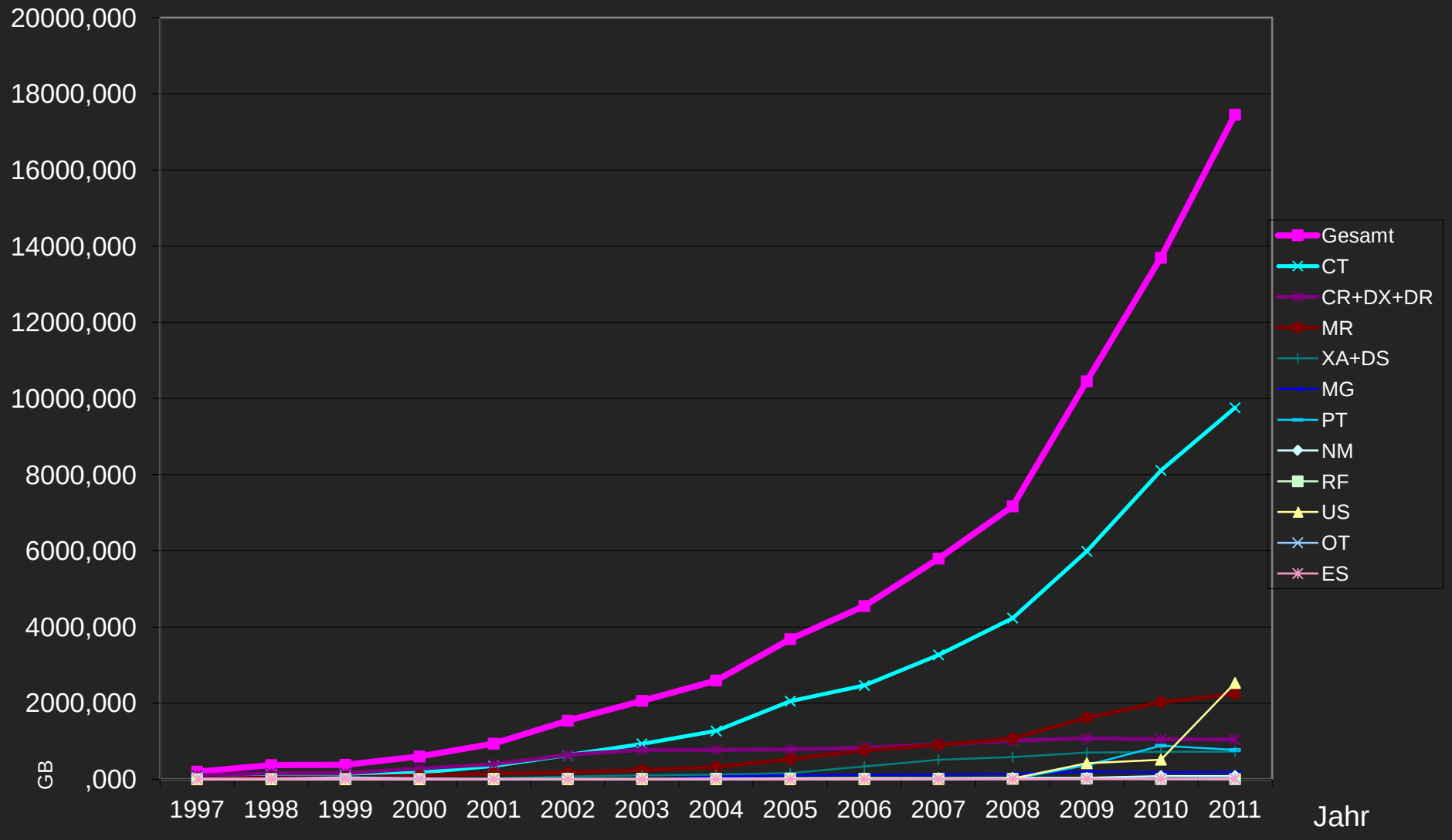
DRK 2012

Kompression von Bilddaten Aktueller Stand

Elmar Kotter, R. Loose, R. Braunschweig, P. Mildenberger, R. Simmler, M. Wucherer

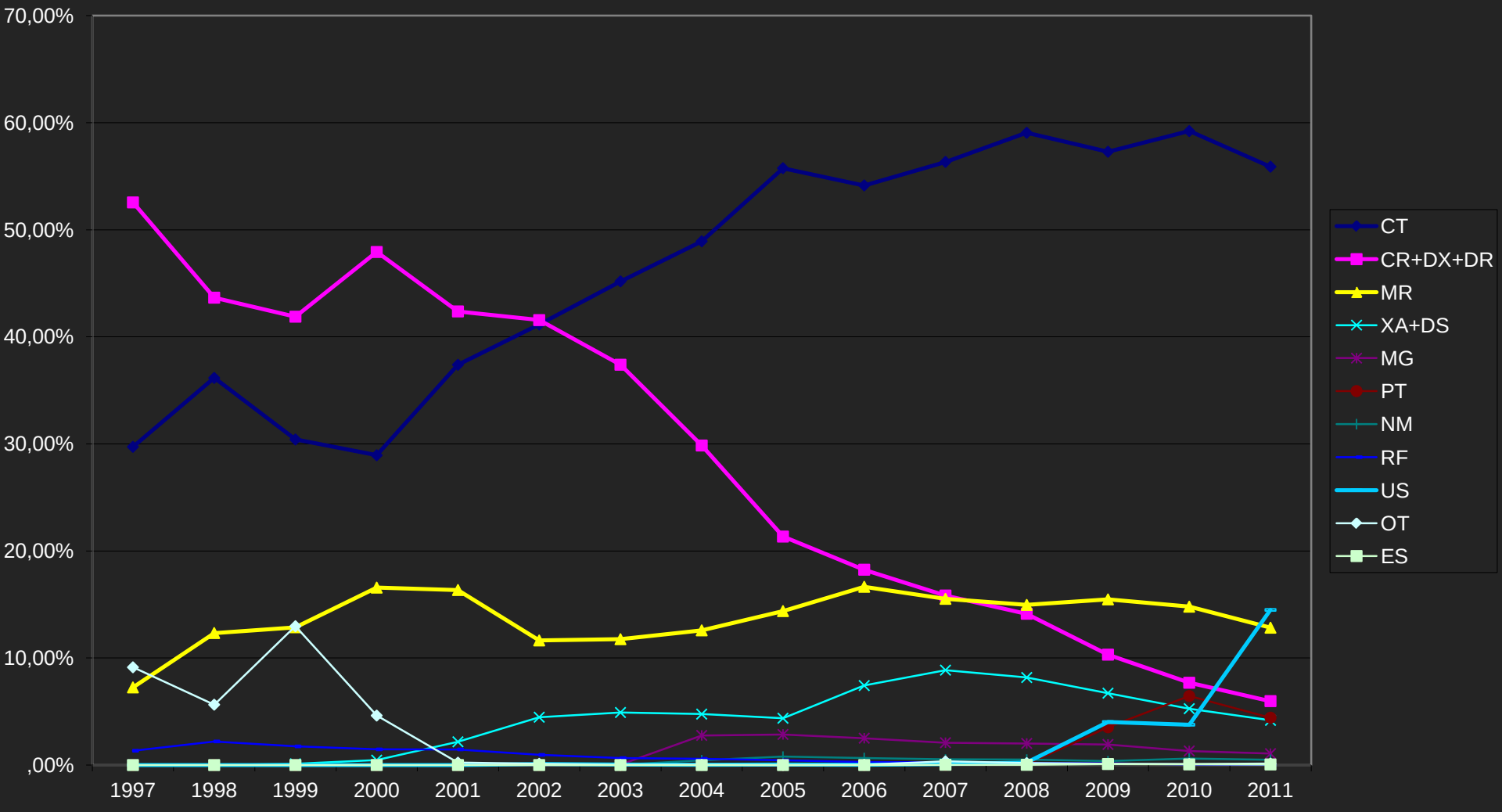
Erste ‚Festplatte‘
IBM Mod 350 Disk File
1956
>1000 kg
5 MByte

Datenproduktion Freiburg



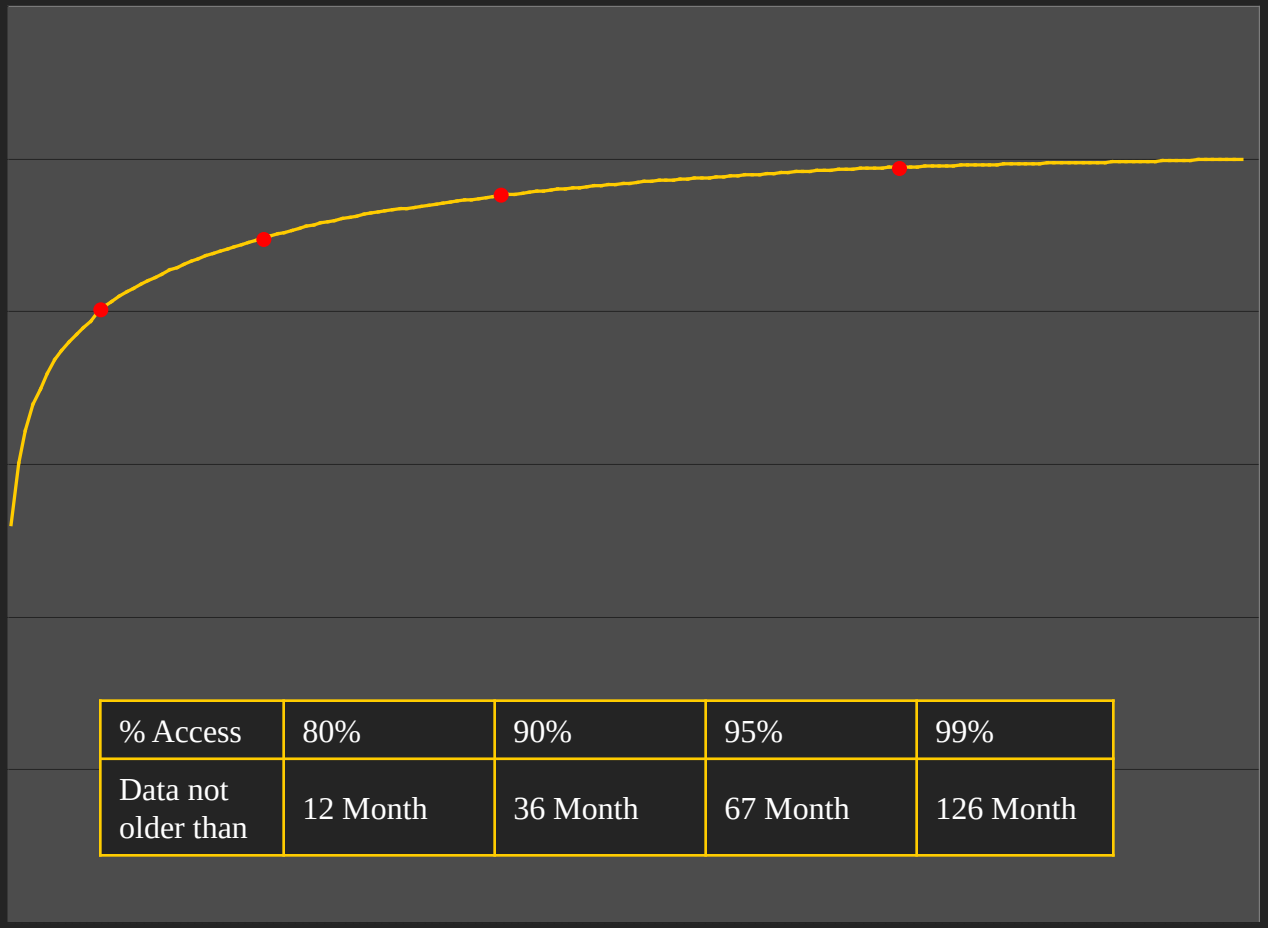
Daten für 2011 extrapoliert aus Monaten 1-5

Relativer Anteil

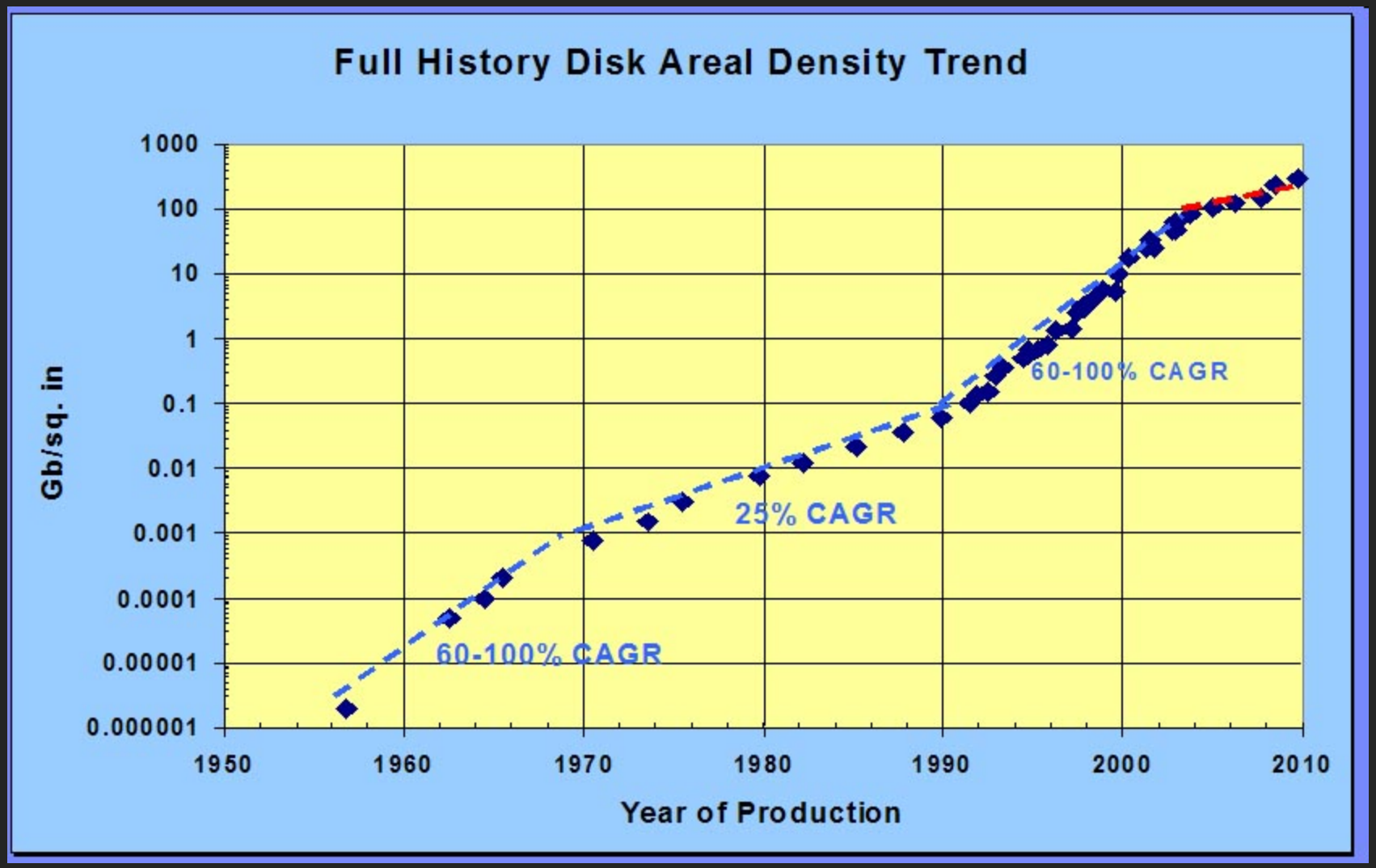


Daten für 2011 extrapoliert aus Monaten 1-5

Zugriffshäufigkeit



% Access	80%	90%	95%	99%
Data not older than	12 Month	36 Month	67 Month	126 Month



CAGR: Compound annual growth rate

Source credits :
Disk drive evolution – "Technological impact of magnetic hard disk drives on storage systems", Grochowski & Halem, IBM Systems Journal Vol 42, number 2, 2003

8“

5.25“ 3.5“ 2.5“ 1.8“ 1“

1990: 5.25“ HDD – 40 MB
Heute: USB Stick – 64 GB
Faktor: 1600

Resultierende Herausforderungen

- Langzeitarchivierung
  - Hohe Anforderungen an Datensicherheit
  - Kostspielig auch wenn Festplattenpreise sinken
  - Archivmigration problematisch (Dauer)
- Datenübermittlung
  - In House
  - Außerhalb – Teleradiologie
- Umgang mit Daten für volumetrische und funktionelle Bildgebung

Verlustfreie Datenkompression

- Unterdrückung redundanter Information bei Speicherung
- Vollständig reversibel
- Nach Dekompression ist der Originaldatensatz wiederhergestellt
- Kompressionsfaktor 2-3
- Breit angewendet

Verlustbehaftete Datenkompression

- Unterdrückt nicht wiederherstellbare Information
- Nicht reversibel
- Der Originaldatensatz kann nicht 1:1 wiederhergestellt werden
- Kompressionsrate abhängig
  - Für die Anwendung akzeptabler Datenverlust
  - Kompressionsverfahren (Radiologie: JPEG/JPEG 2000)
- Bisher in der Radiologie kaum verwendet

Datenkompression

- Akzeptabler Datenverlust: Anwendungsabhängig
  - Musik: ...
  - Video: ...
  - Radiologie: „**Erhalt der diagnostischen Aussagekraft**“ (§28 RöV) <-> Abhängig von der Modalität und dem untersuchten Organ / Fragestellung

Studienlage

- Analyse Literatur der letzten 15 Jahre*
- 216 Studien insgesamt, 56 Studien Evidenzlevel III (Einschlußkriterium)
- Kompressionsfaktoren die von jeweils mind. 75 % der Studien vertreten werden.

Modalität	Kompression
CR	10
CT	7,25
MR	7
XA	6,3
MG	25

*R. Braunschweig, Vortrag im Rahmen der Konsensuskonferenz am 23.02.2008

Studienmethodik

- Viele Studien, aber variable Methodik
  - Diagnostische Wertigkeit vs. Visuelle Differenz
  - Unterschiedliche Kompressionsalgorithmen und Faktoren
  - Unterschiedliche Fragestellungen
- Statistischer Fehler 2. Art: aufgrund zu geringer Stichprobe wird der tatsächlich vorhandene Unterschied nicht erkannt
- Aussage abhängig von Fragestellung: CT-Thorax-Rundherderkennung vs. Weichteile

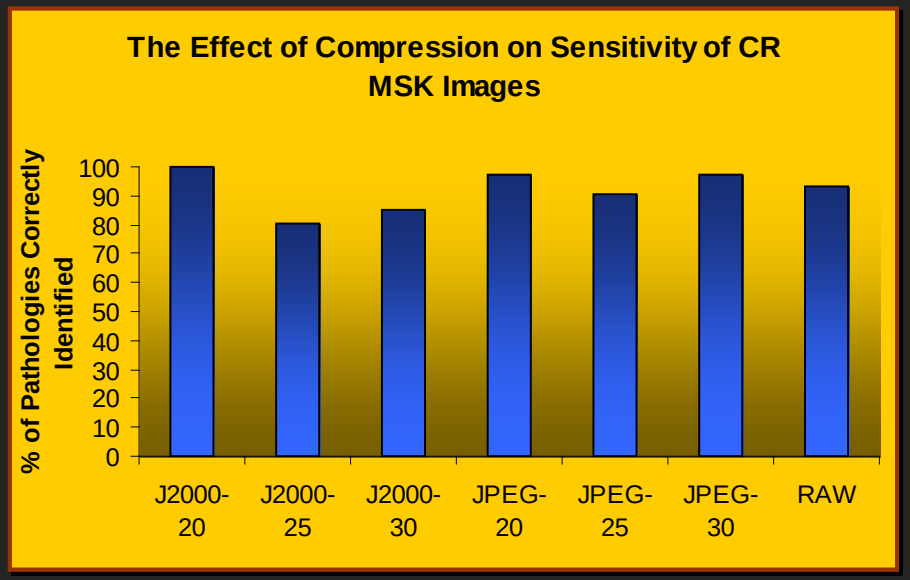
Empfehlungen Fachgesellschaften

- CAR -Canadian Asociation of Radiologists
- DRG – Deutsche Röntgengesellschaft
- RCR – Royal College of Radiologists

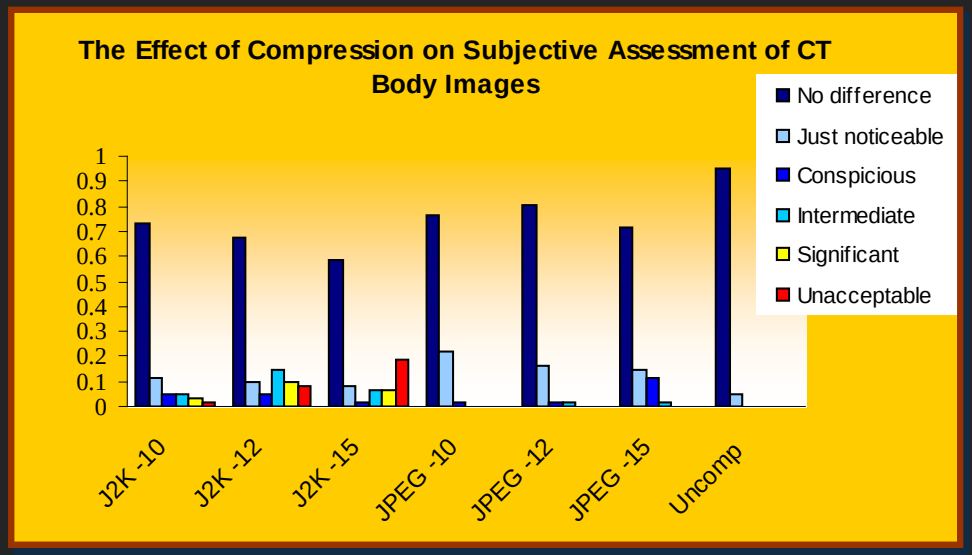
- Positionspapier der ESR

CAR

- ROC und JND Studie
- Mehr als 100 Reader
- Modalität / Organ / Kompressionsstufe



ROC-Auswertung



JND-Auswertung

Recommended values (CAR)

	CR/DR	CT	US	MR	NM	MG
	20	8-10		16		15
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	

An Overview of Digital Compression of Medical Images: Can We Use Lossy Image Compression in Radiology? Can Assoc Radiol J 2006; 57(4): 211–217.

DRG - Konsensuskonferenz

Bis zu welchem Faktor können radiologische Bilddaten (ausschließlich DICOM) nicht reversibel komprimiert werden, so dass die **diagnostische Aussagekraft erhalten** bleibt?

Für welche Untersuchungsverfahren (Modalität, Organ) gelten welche Faktoren?

§28 RöV Röntgenbilder können bei der Aufbewahrung auf elektronischem Datenträger komprimiert werden, wenn sichergestellt ist, dass die diagnostische Aussagekraft erhalten bleibt.

TED Fragentyp: Beispiel MRT

Bis zu welcher Kompression wird die diagnostische Aussagekraft eines MR-Bildes nicht beeinträchtigt?

1. Bei verlustfreier Kompression
2. Kompression 1:7
3. Kompression 1:10
4. Kompression 1:16
5. Kompression 1:24
6. Kompression > 1:24

Modal.	Organsystem	Kompr.	Zustimmung
CT	Gehirn	1:5	87,5 %
CT	Abdomen	1:8	82,5 %
CT	Thoraxweichteile	1:8	79,7 %
CT	Lunge	1:8	78,8 %
CT	Skelett	1:8	81,3 %
CR / DR	Radiographie Lunge	1:10	85,0 %
CR / DR	Muskulo-Skeletal	1:10	73,8 %
CR / DR	Abdomen	1:10	81,5 %
CR / DR	Mammographie	1:15	84,8 %
MR	alle Anwendungen	1:7	91,1 %
RF / XA	Durchleuchtung / DSA Kardangio	1:6	86,4 %

Ergebnisse - Vereinfacht

Modal.	Organsystem	Kompr.	Zustimmung
CT	alle Anwendungen	1:5	78,8 %
CR / DR	alle Anwendungen	1:10	73,8 %
MG	Mammographie	1:15	84,8 %
MR	alle Anwendungen	1:7	91,1 %
RF / XA	Durchleuchtung / DSA Kardangio	1:6	86,4 %

Empfehlungen des RCR

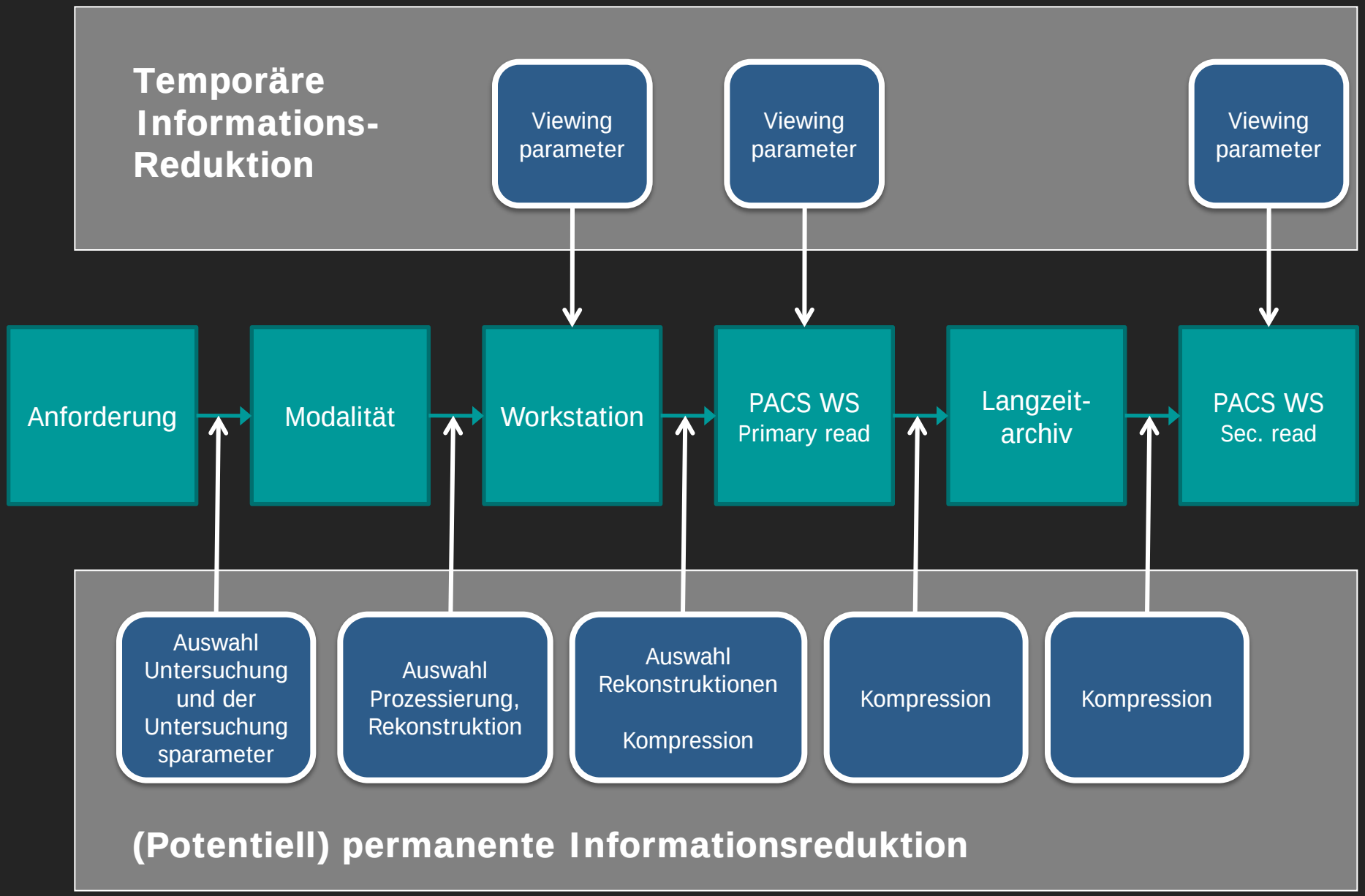
Modality	Compression
Chest Radiography	10:1
Skeletal radiography	10:1
CT (all areas)	5:1
Mammography	20:1
MR	5:1
US	10:1
DSA	10:1
Radiotherapy CT	No compression

The adoption of lossy image data compression for the purpose of clinical interpretation. The Royal College of Radiologists, Version 1.0, April 2008 http://www.rcr.ac.uk/docs/radiology/pdf/IT_guidance_LossyApr08.pdf

Im Vergleich

Modalität	DRG	Kanada	RCR	Lit.
CT	1:5	1:8	1:5	1:7,25
CR/DR	1:10	1:20	1:10	1:10
MG	1:15	1:15	1:20	1:25
MR	1:7	1:16	1:5	1:7
RF/XA	1:6		1:10	1:6,3

Expertenmeeting ESR


Temporäre Informations-Reduktion
Viewing parameter
Viewing parameter
Viewing parameter
Anforderung
Modalität
Workstation
PACS WS Primary read
Langzeit-archiv
PACS WS Sec. read
Auswahl Untersuchung und der Untersuchung sparameter
Auswahl Prozessierung, Rekonstruktion
Auswahl Rekonstruktionen
Kompression
Kompression
Kompression
(Potentiell) permanente Informationsreduktion

Positionspapier ESR

- Irreversible Bilddatenkompression bis zu einem bestimmten Niveau kann in der diagnostischen Bildgebung akzeptiert werden (Bezeichnung: **DAIC**)
- Um sicherzugehen dass die irreversible Bilddatenkompression visuell und diagnostisch verlustfrei ist, sollten die Empfehlungen der CAR, der DRG und des RCR befolgt werden

Therapieplanungssysteme

- Sowohl Systeme zur Planung der Strahlentherapie, als auch chirurgische Navigationssystem akzeptieren keine irreversibel komprimierten Daten
- Dies muss bei Anwendung irreversibler Bilddatenkompression bei der Planung des Workflow berücksichtigt werden

Nachverarbeitung

- Die Auswirkungen der irreversiblen Datenkompression auf CAD sowie 3D-Nachverarbeitungen ist nicht ausreichend untersucht
- Hier sind weitere Studien nötig
- Klinischer Einsatz in Kombination mit irreversibler Datenkompression nur unter Vorbehalten

Arten Datenkompression

Bezeichnung		Evaluation
Verlustfreie (lossless), reversible Bilddatenkompression		Sehr einfach mathematisch prüfbar
Verlustbehaftete (lossy), irreversible Datenkompression	Visually lossless: ohne wahrnehmbare Unterschiede	Relativ einfach zu prüfen (JND)
	Diagnostically lossless: keine Auswirkungen auf die diagnostische Aussage	Prüfungen sehr aufwändig, z.B. ROC-Studien

Visually lossless impliziert nicht Diagnostically lossless, und umgekehrt

Quality assurance DAIC - Image Quality Metric -

- Was ist geeignet um die Qualität des irreversibel komprimierten Bildes zu beschreiben?
- Quality Factor vs. Kompressionsfaktor?
- Empfehlung ESR-Expertengremium:
  - PSNR = Peak Signal to Noise Ratio

Archivierungsstrategie von Volumendaten

- Im Prinzip enthält der Volumendatensatz in Dünnschichten alle Informationen
- Archivierung von MPRs ist redundant
  - Aber schneller MPR an PACS-Workstations?
  - Gleiche Qualität der MPRs WS vs. Scanner?
- Archivierung von dickeren Schichten ebenfalls redundant
- Medico-legales Problem ...

Mehrfachkompressionen

- Von der sequentiellen Anwendung unterschiedlicher Algorithmen oder unterschiedlicher Implementationen desselben Algorithmus wird abgeraten (unvorhersehbare Effekte).
- Also gehört die Bilddatenkompression zentral ins PACS
- Cave bei Weitergabe dekomprimierter Bilder

Message

- DAIC = Diagnostically Acceptable Irreversible Compression
- DAIC ist von mehreren Fachgesellschaften konsentiert und zulässig
- Bildprozessierung hat gößeren Einfluss auf die Bildqualität als DAIC
- Kompression Dekompression ist ein zentraler Prozess
- Sorgfältige Planung des Workflow nötig

Expertengruppe

Braunschweig	*Rainer.Braunschweig@Bergmannstrost.com*
Ewen	*profewen@t-online.de*
Forster	Forster@tu.muenchen.de
Heinlein	*heinlein@imagediagnost.de*
Herold	*alexander.herold@siemens.com*
Huhn	*Walter.Huhn@mags.nrw.de*
Janssen	*Johannes.Janssen@dfg.de*
Kamm	*karl-friedrich.kamm@philips.com*
Klose	*klose@med.uni-marburg.de*
Kotter	*elmar.kotter@uniklinik-freiburg.de*
Loose	*loose@klinikum-nuernberg.de*
Mildenberger	*milden@radiologie.klinik.uni-mainz.de*
Sabin	*sabin@digitalhurst.com*
Schinkmann	*MSchinkmann@medicalcommunications.com*
Simmler	*simmler@klinikum-nuernberg.de*
Unglauben	*frank.unglauben@agfa.com*
Wucherer	*wucherer@klinikum-nuernberg.de*

Peter Bak, PhD, CMC Assistant Professor Medical Imaging Informatics Research Centre at McMaster University Department of Radiology, Faculty of Health Sciences McMaster Innovation Park, Canada.

Michel Claudon, Service de Radiologie, Hôpital d'Enfants, Vandoeuvre les Nancy, France.

David Clunie, MD, MB,BS, FRACR, Chief Technology Officer RadPharm, Inc., Chair DICOM WG 5, USA.

Remy Demuth, MD, Radiologist, Président Société luxembourgeoise de radiologie, Luxembourg.

Neelam Dugar, MD, Consultant Radiologist Clinical PACS Lead Doncaster and Bassetlaw Hospitals NHS Trust Chairman of The UK PACS and Teleradiology Group, Great Britain.

Dave Harvey, MD, Radiologist, Director Medical Connections, Great Britain.

Peter Heiles, Agfa HealthCare GmbH, Bonn, Germany.

Marc Kämmerer, MD, PhD, Radiologist, VISUS Technology Transfer GmbH, Bochum, Germany.

David Koff, MD FRCPC Chief/Chair Dept. of Radiology, McMaster University, Hamilton, Ontario, Canada, Director MIIRCAM, co-founder, treasurer IHE Canada.

Elmar Kotter, MD, PhD, Radiologist, Vice-Chair Dept. of Radiology, University Freiburg, Germany; chairman of the DRG IT Working group.

Torbjörn Kronander, PhD, CEO Sectra Imtec AB, Sweden.

Reinhard Loose, MD, PhD, Chair Dept. of Radiology, Hospital Nuremberg, Germany.

Claes Lundström, PhD, Research Director Medical ITSectra Imtec AB, Sweden.

Jens Martin, VISUS, Bochum, Germany.

Uwe-Erik Martin, Siemens AG, Healthcare Sector Imaging & IT Division, Erlangen, Germany. Insights Imaging

Peter Mildenberger, MD, PhD, Radiologist, Dept. of Radiology, University Medicine Mainz, Germany; Chairman of the ESR ICT Subcommittee.

Dennis Müller, Agfa HealthCare GmbH, Bonn, Germany.

Jarmo Reponen, Radiologist, Research manager, FinnTelemedicum, Univ. of Oulu, Finland, President, Finnish Society of Telemedicine and eHealth Past-President EuroPACS association, Finland.

Alan Rowberg, MD, Northwest Hospital, Seattle, Washington, USA and Co-Chair of DICOM Working Group Four on Compression, USA.

Laurence Sutton, FRCR, FRCP, National Clinical Advisor PACS, Calderdale and Huddersfield NHS Foundation Trust, Great Britain.

David Taubman, Head, Telecommunications Research Group, School of Electrical Engineering and Telecommunications, The University of New South Wales, Sydney, Australia.

Alexis Tzannes, PhD, Technical Manager, Medical Imaging Products, Aware, Inc., Bedford, USA.

Frank Unglauben, Agfa HealthCare GmbH, Bonn, Germany

Quellen

- Royal College of Radiologists (RCR, UK) “The adoption of lossy data compression for the purpose of clinical interpretation” (April 2008) https://www.rcr.ac.uk/docs/radiology/pdf/IT_guidance_LossyApr08.pdf
- German Röntgen Society (DRG, Germany) “Compression of digital images in radiology—results of a consensus conference”, Röfo 2009
- Canadian Association of Radiologists (CAR, Canada) “Pan-Canadian evaluation of irreversible compression ratios (“lossy” compression) for the development of national guidelines”, J Digit Imaging, 2009
- ESR „Usability of irreversible image compression in radiological imaging“. A position paper by the European Society of Radiology (ESR), Insights Imaging 2011