Niedrigdosis Computertomographie mit neuer iterativer Rekonstruktion

Christian Kistner
Geschäftsbereichleiter CT
PhD Paul Deak
Clinical Research Leader CT

GE imagination at work

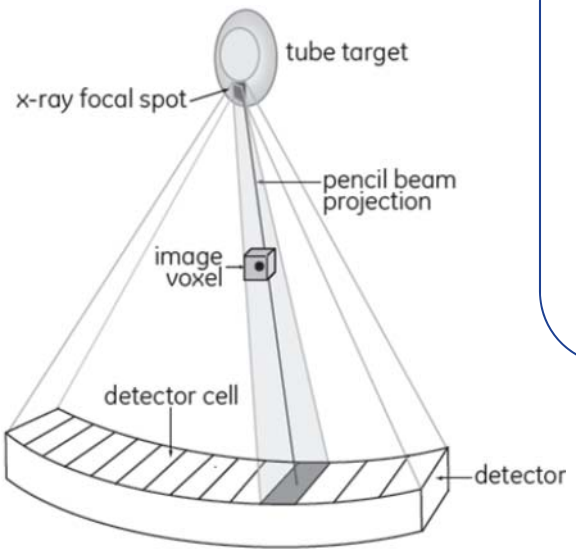
14. Fortbildungsseminar der Arbeitsgemeinschaft Physik und Technik der Deutschen Röntgengesellschaft

Akademie für Fort- und Weiterbildung in der Radiologie

Theorie der CT-Bildrekonstruktion

$$f(x,y,z) = \int_{\beta_{\min}}^{\beta_{\max}} \frac{R^2}{L^2(x,y,\beta)} w(\gamma,\beta,\alpha) \int_{-\infty}^{\infty} h(\gamma'-\gamma) p(\gamma,\beta,\alpha) d\gamma d\beta$$

Was macht ASiR™ besser?

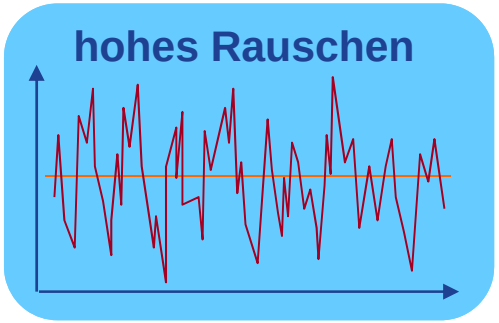


FBP - Filtered Back Projection („gefilterte Rückprojektion“)

Punktgenauer Focal Spot
Punktgenaue Detektorzelle
Punktgenaues Voxel
Punktgenauer Strahl
Perfektes Objekt
Linearität
= viele Unschärfen

ASiR™ - Adaptive Statistische iterative Rekonstruktion

Focal Spot = Fläche
Detektorfläche
Kubisches Voxel
Strahlenbündel
Statistisches Objektmodell
Nicht linear
= präzises Modell



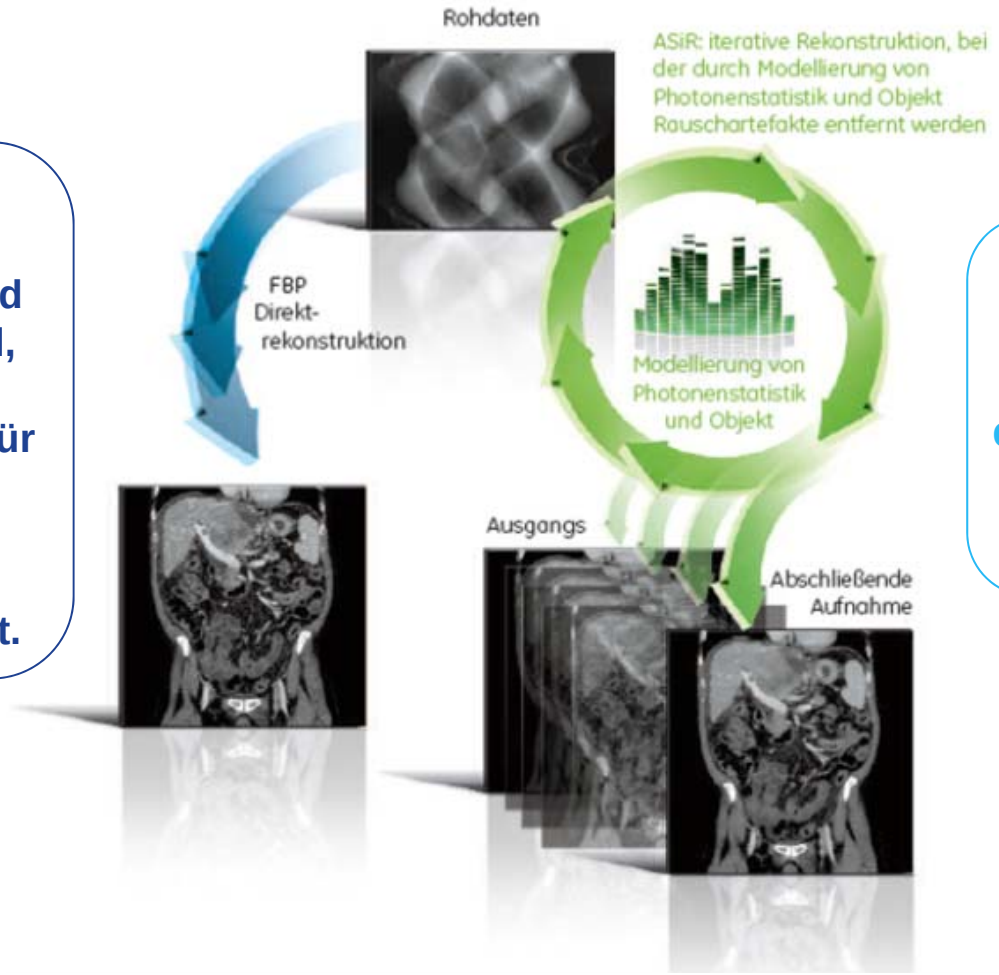
FBP

ASiR

ASiR™ - das präzise Modell

Adaptive Statistische iterative Rekonstruktion

Herkömmliche CT-Rekonstruktions-techniken (FBP) sind einfach und schnell, jedoch durch eine höhere Sensitivität für Rauschen und Artefakte in der klinischen Anwendung limitiert.

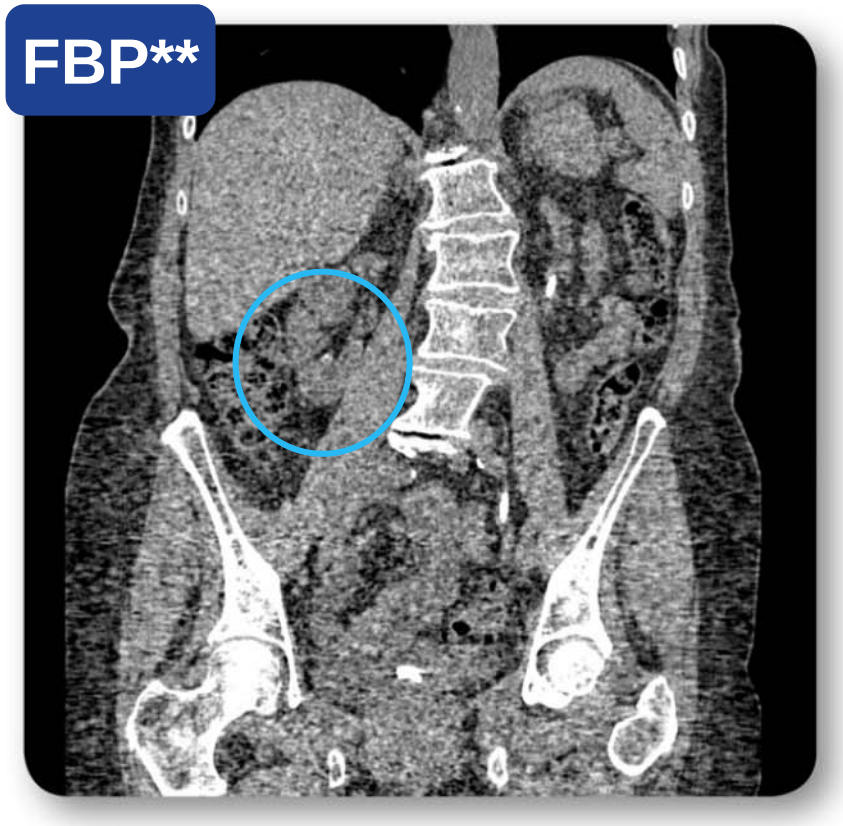


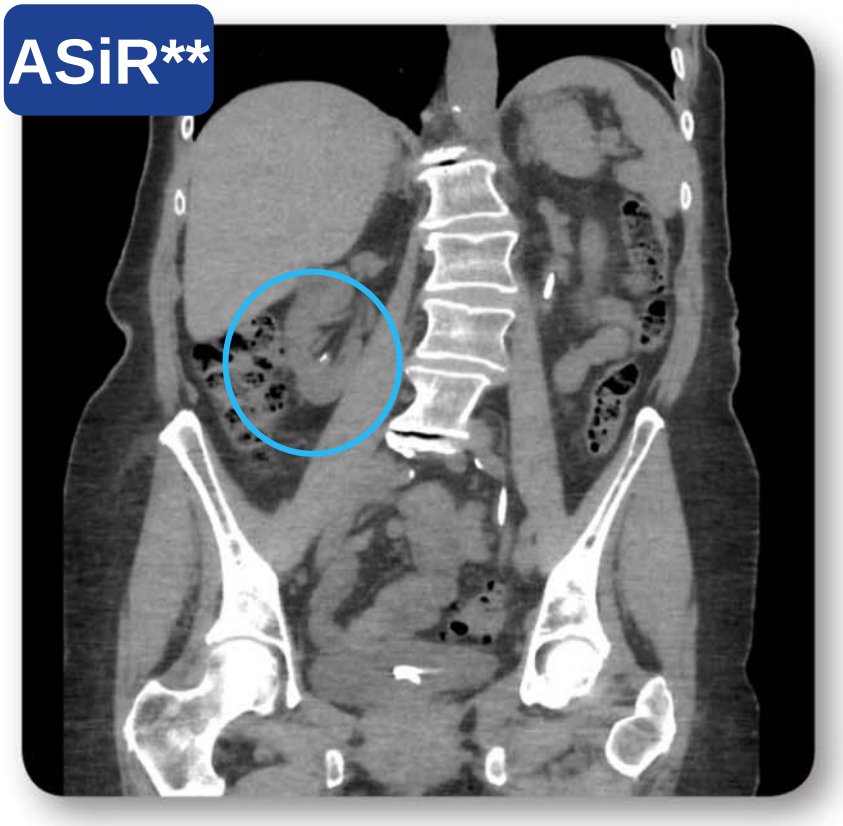
ASiR reduziert auf Basis der Rohdaten das Rauschen und eliminiert Artefakte in jeder Körperregion und bei jeder Anwendung.

GE imagination at work

ASiR™

Gleiche Bildqualität = 40%* weniger Dosis
Gleiche Dosis = bessere Bildqualität





GE imagination at work

*am Discovery CT750 HD = bis zu 50%
**beide Bilder bei gleicher Dosis, CDTI = 9 mGy

ASiR™ Faustformel 1-2-3

1 mSv = koronare CTA und Koloskopie

2 mSv = Thorax

3 mSv = Abdomen + Becken

Entwicklung der Rekonstruktionstechniken

1. Generation

Filtered Back Projection (FBP)
- Filter & Kernels
- 3D-Modulation, Bowtie-Filter, adapt. Kollimation

FBP

2. Generation

Adaptive Statistische iterative Rekonstruktion
- Rohdaten-basiert
- Modell Signal/Rauschen
- **Signifikante Dosisreduktion**
- **Verlustfreie Bildqualität**

ASiR™

3. Generation

Modell Basierte Iterative Rekonstruktion
- Iterative Recon Scan Approach
- Modelliert phy. Bedingungen zur Verbesserung der Exaktheit
- **Deutlich erhöhte Auflösung & Niedrigkontrast**
- **Weitere Dosisreduktion**

MBIR

Erhöhte Bildqualität & Geringere Dosis

GE imagination at work

Rekonstruktionsansätze

Rohdaten-basierte Rekonstruktion

1980: FBP Rekon

- Keine Modellierung des Signal/Rauschen
- Schnelle Berechnung
- Bildqualität suboptimal

CPU Anforderung

2008: Adaptive Statistische

- Modellierung
  Signal/Rausc
- Gleiche Bildq
  geringerer Do
- Aufwändige H

ASiR™

CPU Anforderung

2010: Modell Basierte IR

System Optik
g S/R & Physik
mliche
niedrigste

- Extrem aufwändige HW

MBIR

CPU Anforderung

Die Lösung:
1. Präzises Modell
2. Proprietäre Hardware
3. Intelligente Software

1980 — 2005 — 2008 — 2010

IR im 'Image Space'

2005: IR im 'Image Space'

- Keine Modellierung des Signal/Rauschen (S/R) => "blindes" Processing
- = klassischer Filter

CPU Anforderung

GE imagination at work

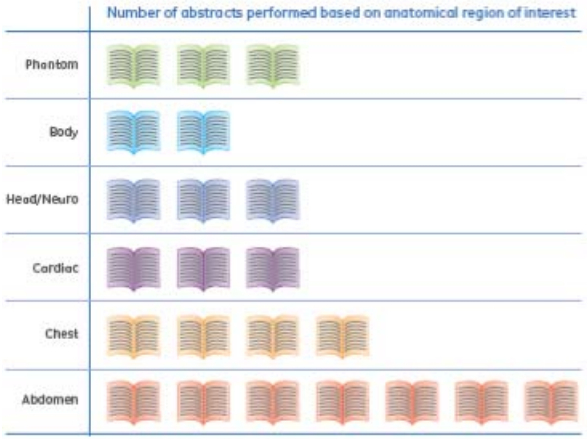
ASiR™ Zusammenfassung

1. ASiR setzt an den Rohdaten an – ASiR ist kein Filter.
2. ASiR ist seit Januar 2009 verfügbar.
3. Bereits über 1,2 Mio. Patienten mit ASiR untersucht.
4. Wirksamkeit von ASiR in über 20 klinischen Studien belegt.
5. ASiR ist uneingeschränkt für die Routine tauglich.
6. ASiR wirkt additiv zu konventionellen Dosismaßnahmen.
7. ASiR ist in allen CT-Produktgruppen von GE verfügbar.

ASiR™ Zusammenfassung

- ✓ **ASiR** senkt die Strahlendosis um bis zu 40%* bei gleicher oder besserer Bildqualität.
- ✓ **ASiR** ist kein Filter - alle Details bleiben erhalten.
- ✓ **ASiR** Wirksamkeit ist wissenschaftlich belegt.

RSNA 2009 ASIR ABSTRACTS



Abstract publications	Study/ site group	Patient cohort	Anatomical ROI
Evaluation of Noise and SDNR Characteristics of Blended ASIR and FBP Images Obtained with the GE Discovery CT 750 HD Scanner[1]	AAPM & the American Association of Physicists in Medicine	Phantoms	N/A
Adaptive Statistical Iterative Reconstruction (ASIR) for CT Dose Reduction of Head and Body Examinations: A Phantom Study[2]	Robert Peden, MS	Phantoms	Head and Body
Iterative Reconstruction Technique for Reducing Body Radiation Dose in CT: Feasibility Study[3]	Amy Ward, MD	12 patients	Body
Estimated Radiation Dose of CT Exams Reconstructed Using Adaptive Statistical Iterative Reconstruction Compared with Filter Back Projection: Comparison of Patients with Multiple Exams[4]	James Earls, MD	2,178 patients	Body
Adaptive Statistical Iterative Reconstruction (ASIR) Markedly Improves Signal- and Contrast-to-Noise Ratios in Low Dose Head CT Scanning[5]	Sherwin Kamdolon, MD	40 patients	Head
Reducing Effective Dose from CT Perfusion with Adaptive Statistical Iterative Reconstruction (ASIR)[6]	Ting-Yim Lee PhD, PhD	4 patients	Neuro
A Multicenter Evaluation of Estimated Radiation Dose of Coronary CT Angiography Using Adaptive Statistical Iterative Reconstruction (ASIR)[7]	James Earls, MD	1,120 patients	Cardiac
High-Definition Multidetector Computed Tomography for Evaluation of Coronary Artery Stents: Comparison to Standard-definition 64-Detector Row Computed Tomography[8]	James Min, MDs	phantoms	Cardiac
Estimated Radiation Dose of Coronary CT Angiography Using Adaptive Statistical Iterative Reconstruction (ASIR): A Nonobese Patient[9]	Jonathan Leipsic, MD	289 patients	Cardiac
Adaptive Statistical Iterative Reconstruction for Dose Reduction in Chest CT[10]	Sandeep Singh, MBBS	19 patients	Chest
Radiation Dose Reduction with Chest CT Using Adaptive Statistical Iterative Reconstruction Technique: Initial Experience[11]	Priyanka Prakash, MBBS	152 patients	Chest
Effect of Blending of ASIR and FBP Reconstruction Techniques on Image Quality and Artifacts in Chest CT[12]	Sandeep Singh, MBBS	19 patients	Chest
Chest CT for Diffuse Lung Disease Using Adaptive Statistical Iterative Reconstruction Technique[13]	Priyanka Prakash, MBBS	24 patients	Lung/Chest
Optimization of Radiation Dose Exposure with Utilization of Adaptive Statistical Iterative Reconstruction (ASIR): Initial Experience[14]	Sourav Basu, MBBS	200 patients	Abdomen
Effect of Body Mass Index on Image Quality and Dose Reduction for Low Dose Abdominal CT Using Adaptive Statistical Iterative Reconstruction (ASIR)[15]	Vasileios Stagos, MD	57 patients	Abdomen
Image Quality and Radiation Dose in Patients with Large Body Habitus on MDCT Images Reconstructed with Adaptive Statistical Iterative Reconstruction (ASIR)[16]	Ashish Sharma, MBBS	48 patients	Abdomen
Effect of an Adaptive Statistical Iterative Reconstruction Algorithm on Image Noise and Detection of Hypervascular Liver Tumors Using a Low Tube Voltage, High Tube Current MDCT Technique[17]	Daniele Marin, MD	32 patients	Abdomen
Radiation Dose Reduction in MDCT of Patients with Crohn's Disease Using Iterative Reconstruction Technique[18]	Avinash Kambadakone R, MD, FRCR	18 patients	Abdomen
Comparison of Iterative and Filtered Back Projection Techniques for Abdominal CT: A Prospective Double-Blinded Clinical Study[19]	Sandeep Singh, MBBS	15 patients	Abdomen
Achieving Optimal Balance between Radiation Dose and Image Quality in Postoperative CT Evaluation of Living Liver and Renal Donors[20]	Avinash Kambadakone R, MD, FRCR	30 patients	Abdomen

GE imagination at work

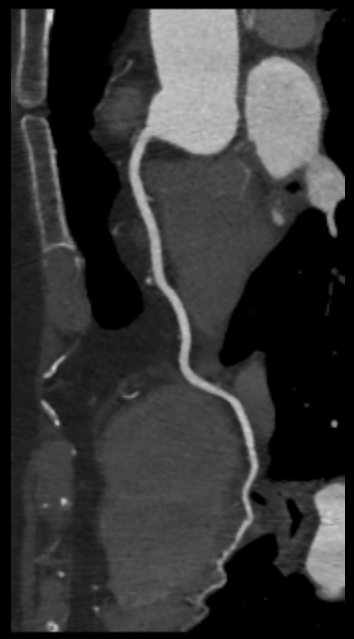
*am Discovery CT750 HD = bis zu 50%

Klinische Fälle

GE imagination at work

Koronare CTA: 0.22 mSv

ASiR™

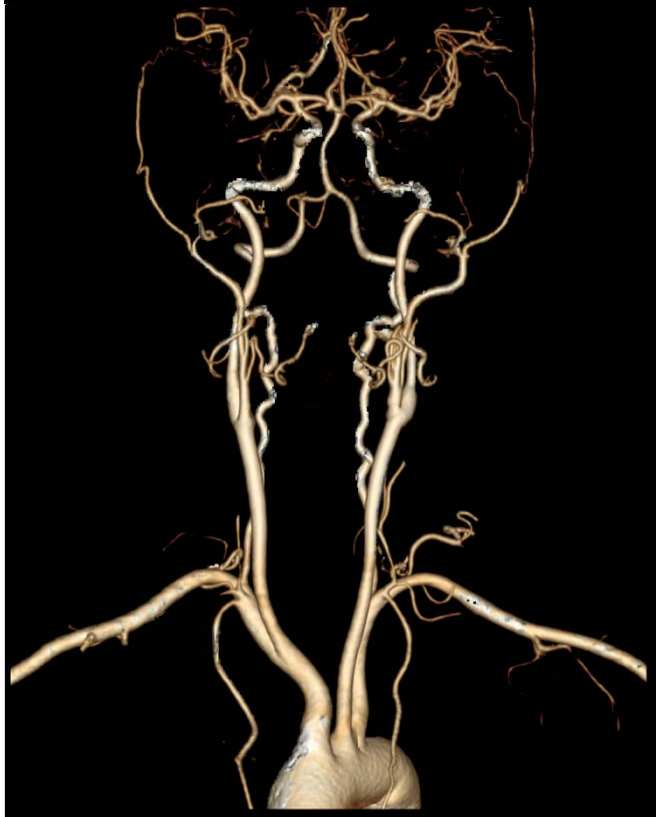


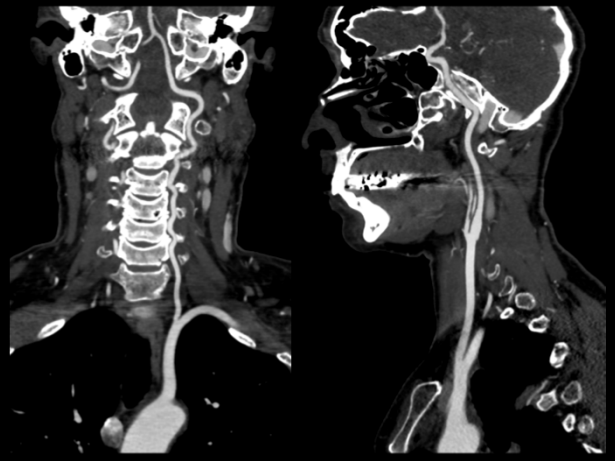
‘5 beats - Snapshot pulse’ Akquisition
Akquisitionszeit: 1.7 s
80 kV & 90 mAs
DLP = 15.78 mGy.cm
Äqv.Dosis = 0.22 mSv*

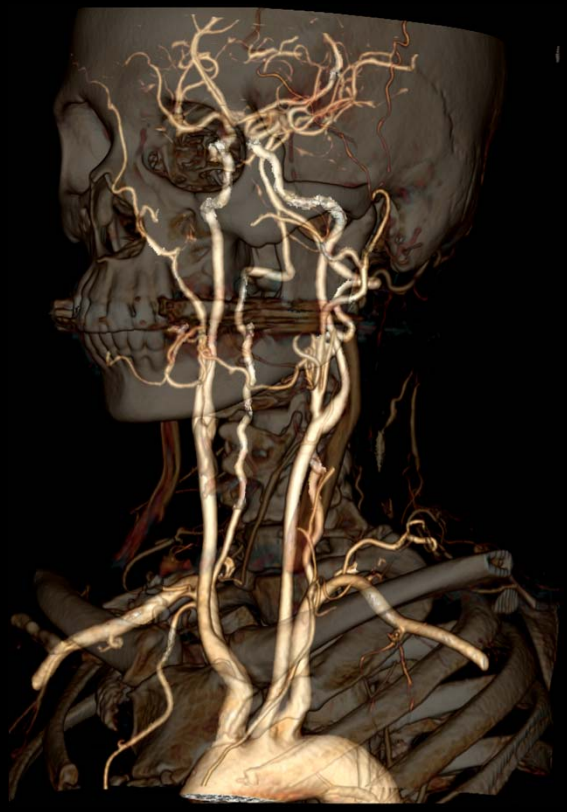
* Obtained by IRCP, using an adult chest factor of 0.014*DLP

Niedrigdosis Karotiden: 0,91 mSv

ASiR™







4,2 s Akquisition mit Submillimeter Schichten DLP = 170 mGy.cm

Äqv. Dosis = 0,91mSv*

* Obtained by EUR-16262 EN, using a neck factor of 0.0054*DLP

Niedrigdosis Becken/Bein Angio

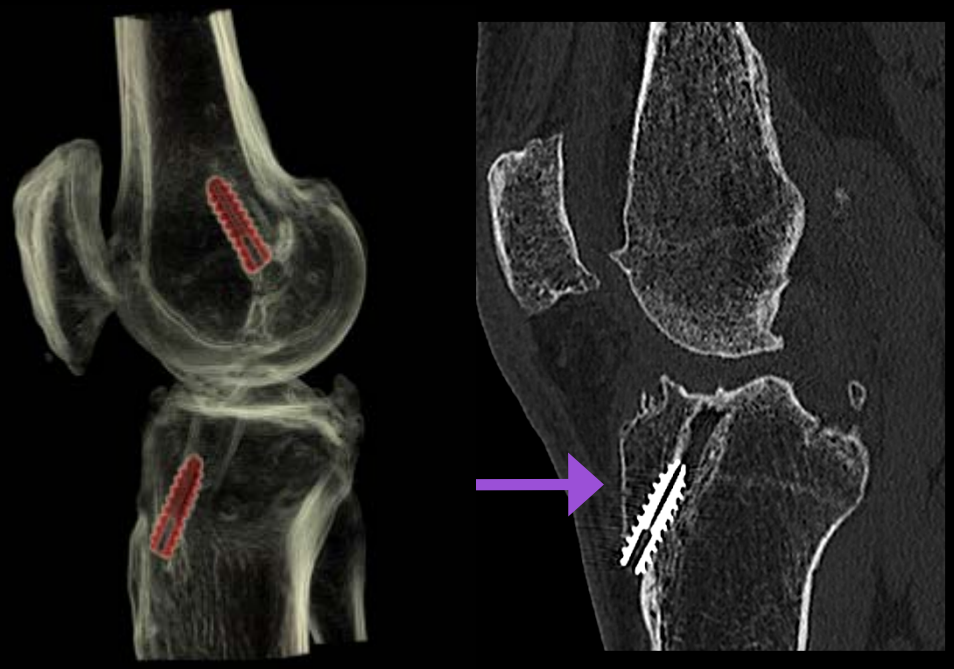
ASiR™

43 s Akquisition
DLP = 656 mGy.cm
Äqv. Dosis = 7,17mSv*

* Obtained by EUR-16262 EN, using an adult abdomen-pelvis factor of 0.017*DLP and RunOff factor of 0.009*DLP

Dosisreduzierung & Bildqualität

ASiR™



DLP = 199 mGy.cm
Äqv. Dosis = 1.7 mSv*

ASiR reduziert Metallartefakte

* Obtained by EUR-16262 EN, using an adult lower limb factor of 0.009*DLP

Vielen Dank
für Ihre Aufmerksamkeit

Christian Kistner
Geschäftsbereichleiter CT
PhD Paul Deak
Clinical Research Leader
CT

GE imagination at work