# CT-Dosisautomatiken

## - Funktionalitäten, Arbeitsweisen und Fallstricke -

H.D. Nagel

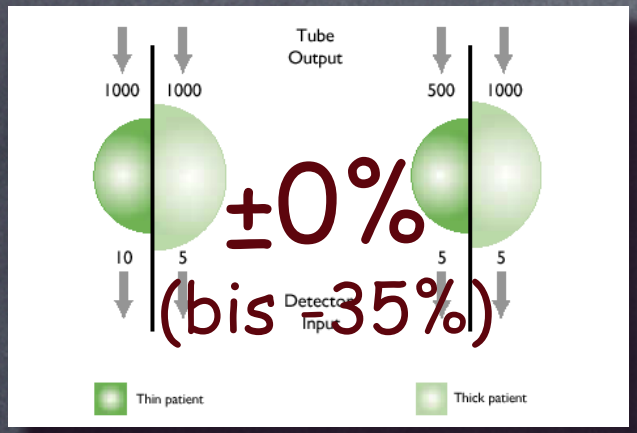
Dr. HD Nagel - Wissenschaft & Technik für die Radiologie
Buchholz i.d.N.

**www.sascrad.de**

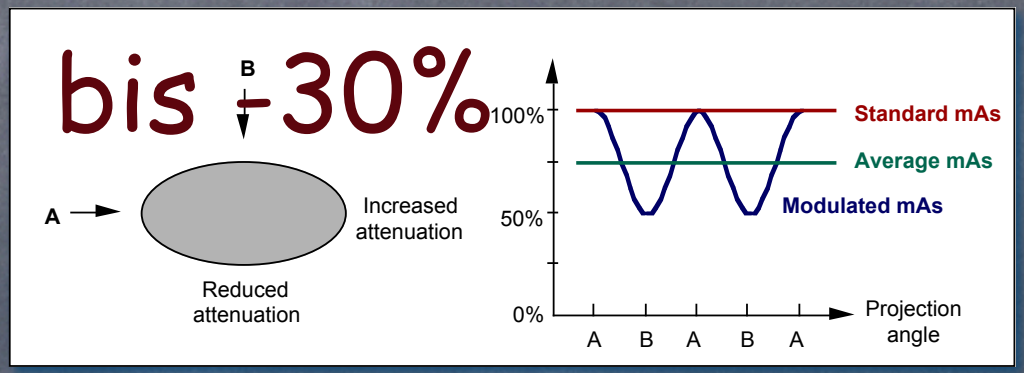
# Themen

- Funktionalitäten
- Arbeitsweisen
- Fehlerquellen
- Weitere Funktionalitäten
- Schulungsmaterial.

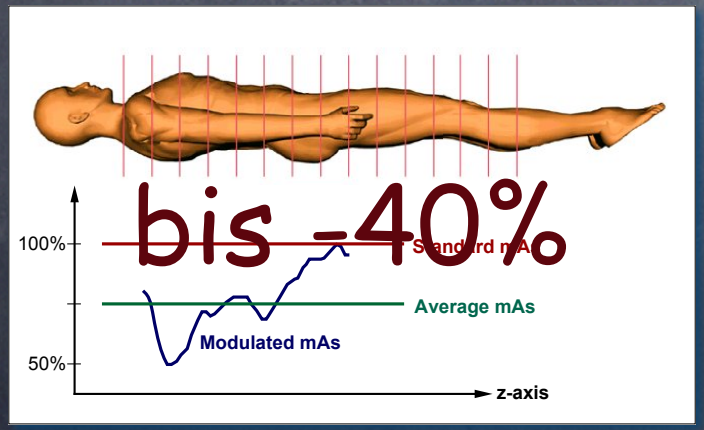
# Dosisautomatik: Funktionalitäten



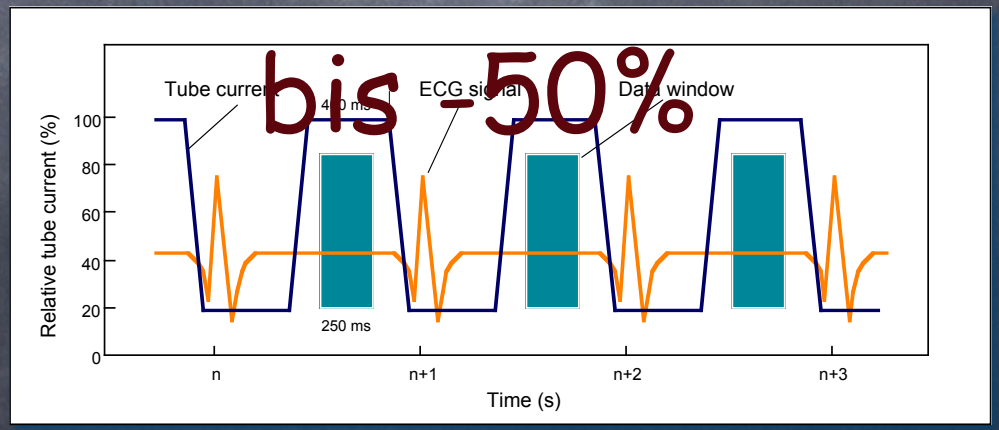

**Grundfunktion:**
Belichtungsautomatik (BA)
Dosisanpassung an Patientenstatur




**Verfeinerung:**
Anguläre (x-y-) Doismodulation (ADM)
Dosisanpassung an Patientquerschnitt




**Verfeinerung:**
Longitudinale (z-) Dosismodulation (LDM)
Dosisanpassung an lokale Patientdicke




**Verfeinerung:**
Zeitliche Dosismodulation (TDM)
Dosisreduktion außerhalb genutzter Herzphasen

# Dosisautomatik: Status

- Sämtliche Funktionalitäten bei allen Herstellern serienmäßig
  - Einzeln und in Kombination anwendbar
  - Erhebliche Unterschiede in Funktionsweise und Bedienung

**‚Konstant-Rausch'-Systeme**

- GE, Toshiba
- starke Dosisanpassung (Faktor 2 pro ca. 4 cm)
- Vorwahl: Bildrauschen (‚Noise Index')
- kein Dosisbezug (z.B. Referenzwerte)
- Reaktion auf alle Parameteränderungen

**‚Adäquat-Rausch'-Systeme**

- Philips, Siemens
- moderate Dosisanpassung (Faktor 2 pro ca. 8 cm)
- Vorwahl: mAs für Ref.-Patienten (‚Referenz-mAs')
- direkter Dosisbezug (über $CTDI_{vol}$-Anzeige)
- Reaktion auf Parameteränderungen eingeschränkt

- Jede Automatik folgt ihren eigenen Gesetzen
  - Gefahr von Fehlbedienungen (Überdosierung, unzureichende Bildqualität)
  - Ohne kompetente Einstellung und Einweisung mehr Schaden als Nutzen.

# Dosisautomatiken im Vergleich

LUND UNIVERSITY

Master of Science Thesis

**Automatic exposure control in CT:**

**an investigation between different manufacturers considering radiation dose and image quality**

Marcus Söderberg

Supervisor: Mikael Gunnarsson, PhD

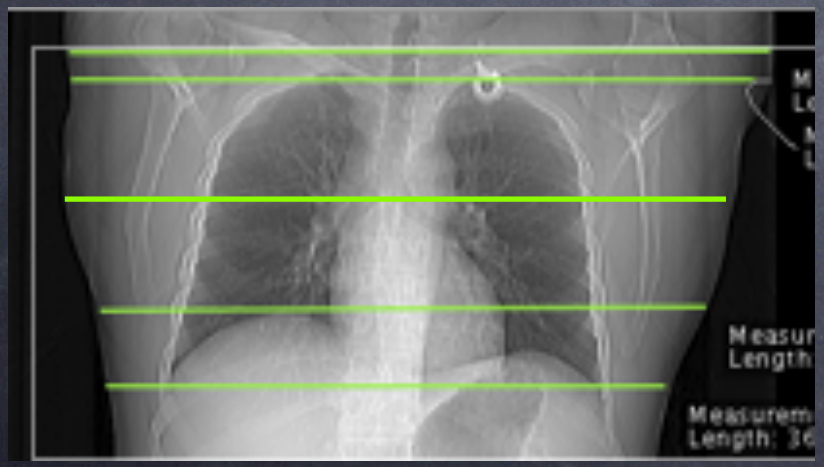
This work has been performed at the
Department of Radiation Physics
Malmö University Hospital

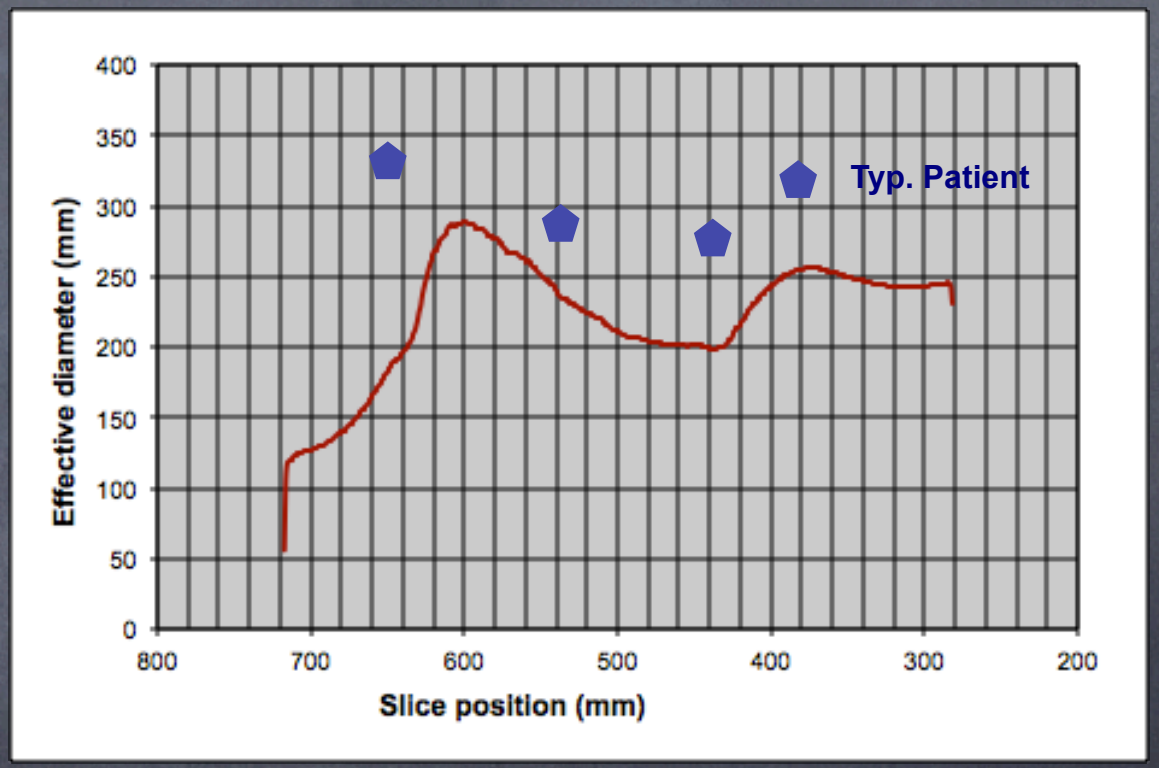
Medical Radiation Physics
Clinical Sciences, Lund
Lund University, 2008

## Scanner & Dosisautomatiken

- GE: LightSpeed 16, LightSpeed VCT, AutomA 3D
- Philips: Brilliance 16, Brilliance 64, DoseRight 2.0
- Siemens: Sensation 16, Sensation 64, CareDose 4D
- Toshiba: Aquilion 16, Aquilion 64, SureExposure 3D

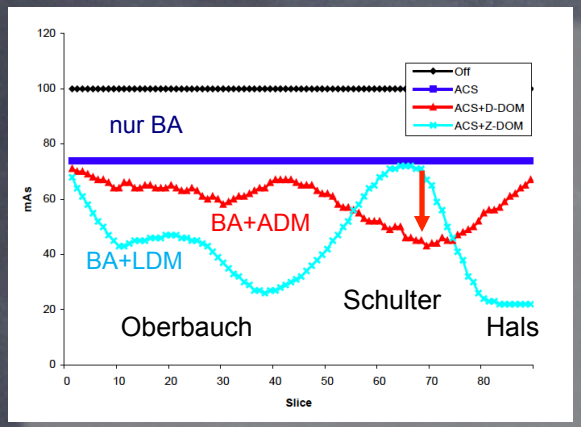
# Eigenschaften Testphantom






- Phantom wesentlich schlanker als tpischer Patient
- Schulterbereich atypisch für Thoraxscan

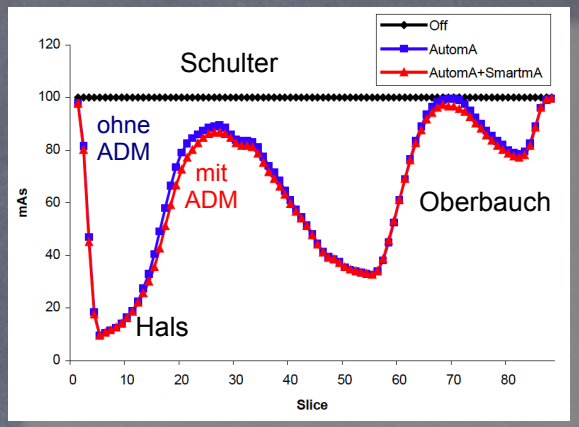
# mAs-Verläufe Thoraxscan (Q: Söderberg 2008)




2.7 mGy
10.2 HU

Philips
DoseRight 2.0

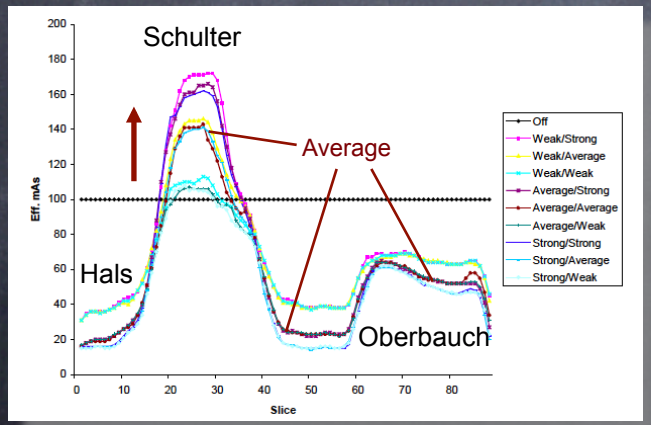
Adäquat-Rausch-Syst., Dosisvorwahl (hier: 100 Ref.-mAs)
Modi: BA, BA+LDM, BA+ADM
Keine 3D-Modulation (entweder LDM oder ADM)
Beide modulieren nur abwärts




7.0 mGy
9.6 HU

GE
AutomA 3D

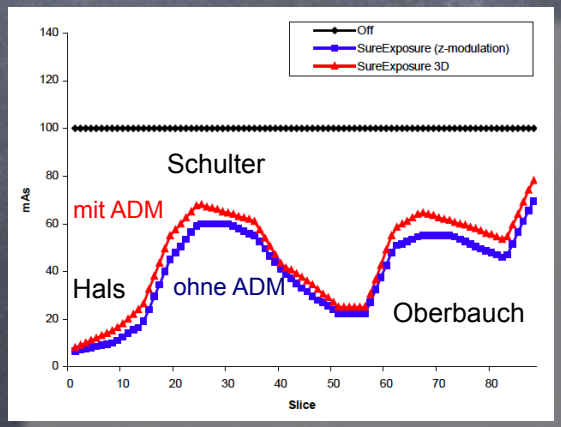
Konstant-Rausch-System, Rauschvorwahl (hier: NI=12)
Modi: 3D-Modulation und BA+LDM (ohne ADM)
ADM moduliert nur abwärts
Begrenzung min und max mA (hier: 20 / 200)




3.8 mGy
10.8 HU

Siemens
CareDose 4D

Adäquat-Rausch-Syst., Dosisvorwahl (hier: 100 Ref.-mAs)
Modi: nur 3D-Modulation
Modulationsstärke variierbar
ADM moduliert auf- und abwärts




6.5 mGy
8.1 HU

Toshiba
SureExposure 3D

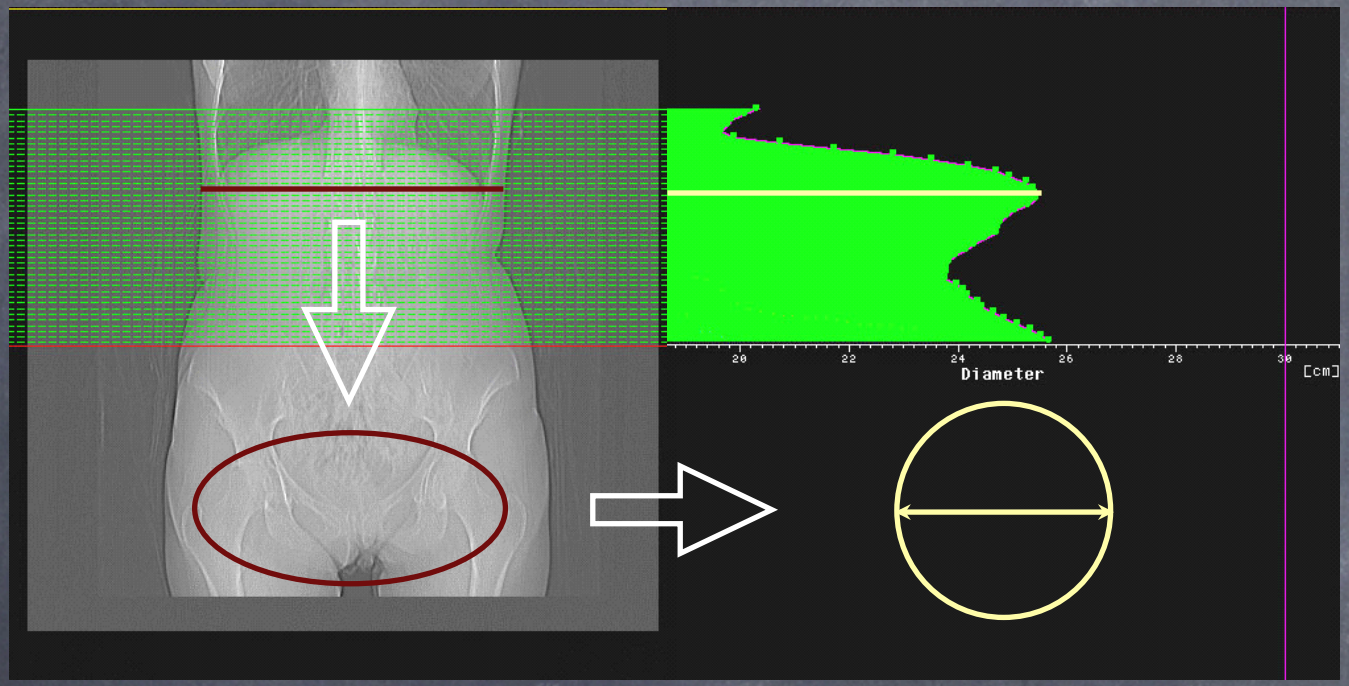
Konstant-Rausch-System. Rauschvorwahl (hier: SD=10)
Modi: 3D-Modulation und BA+LDM (ohne ADM)
ADM moduliert auf- und abwärts
Begrenzung min und max mA (hier: 10 / 500)

# Themen

- Funktionalitäten
- Arbeitsweisen
- Fehlerquellen
- Weitere Funktionalitäten
- Schulungsmaterial.

# Dosisautomatik: Dickenbestimmung

Basis: übersichtsradiogramm (‚Topogramm', ‚Surview', ‚Scout View' etc.)




Umrechnung Schwächungswerte in lat.- und a.p.-Durchmesser

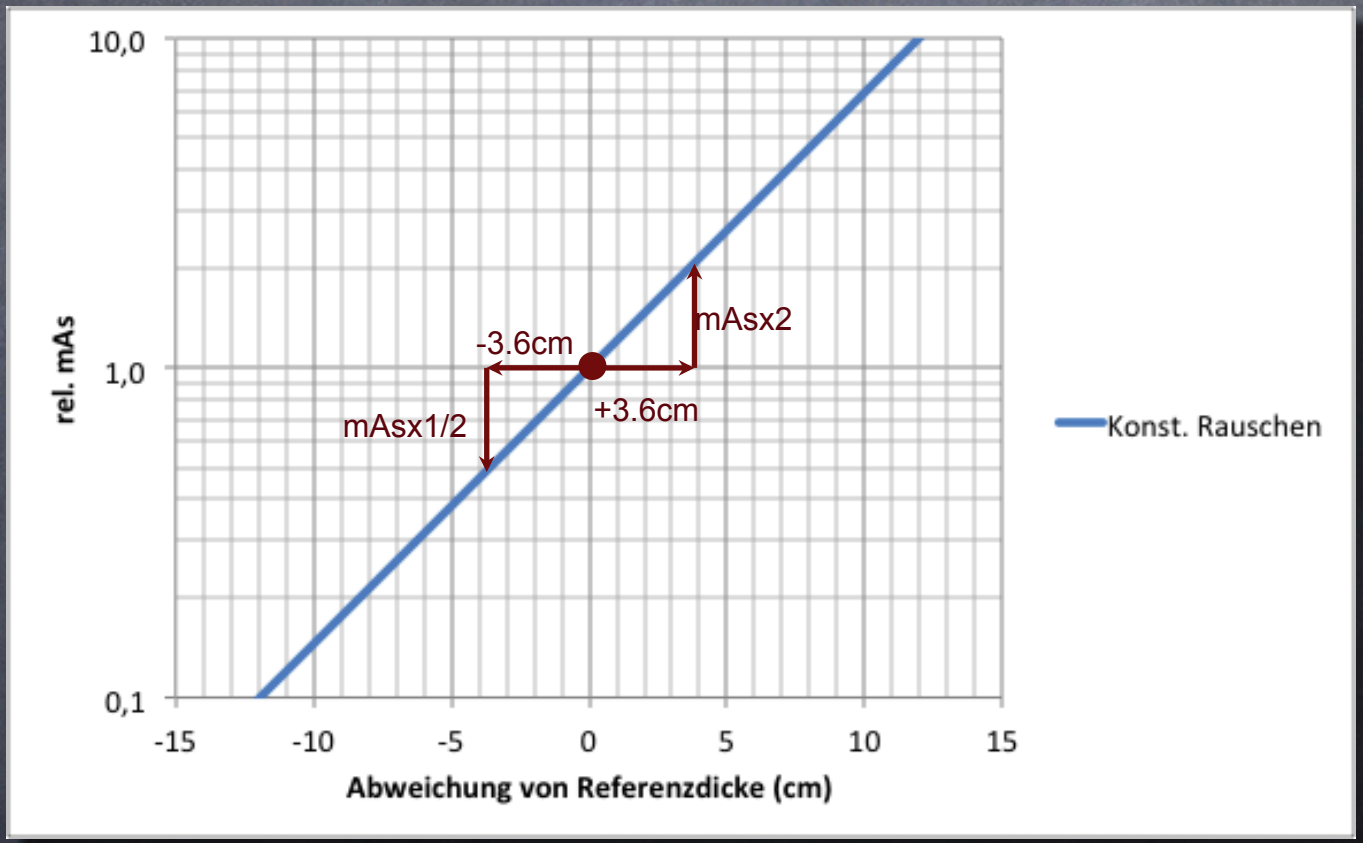
Effektivdurchmesser

Effektivdurchmesser: Gewebe-/Wasser-Äquivalent, maßgeblich für

- patientenindividuelles mAs-Niveau
- longitudinale (z-) Modulation
- bei GE und Toshiba auch für anguläre Modulation (ggf. mit zusätzlichem lateralen Topo)
- wenig Transparenz, wie im Detail bewerkstelligt; Unterschiede je nach Hersteller wahrscheinlich.

# Dosisautomatik: Regelcharakteristik

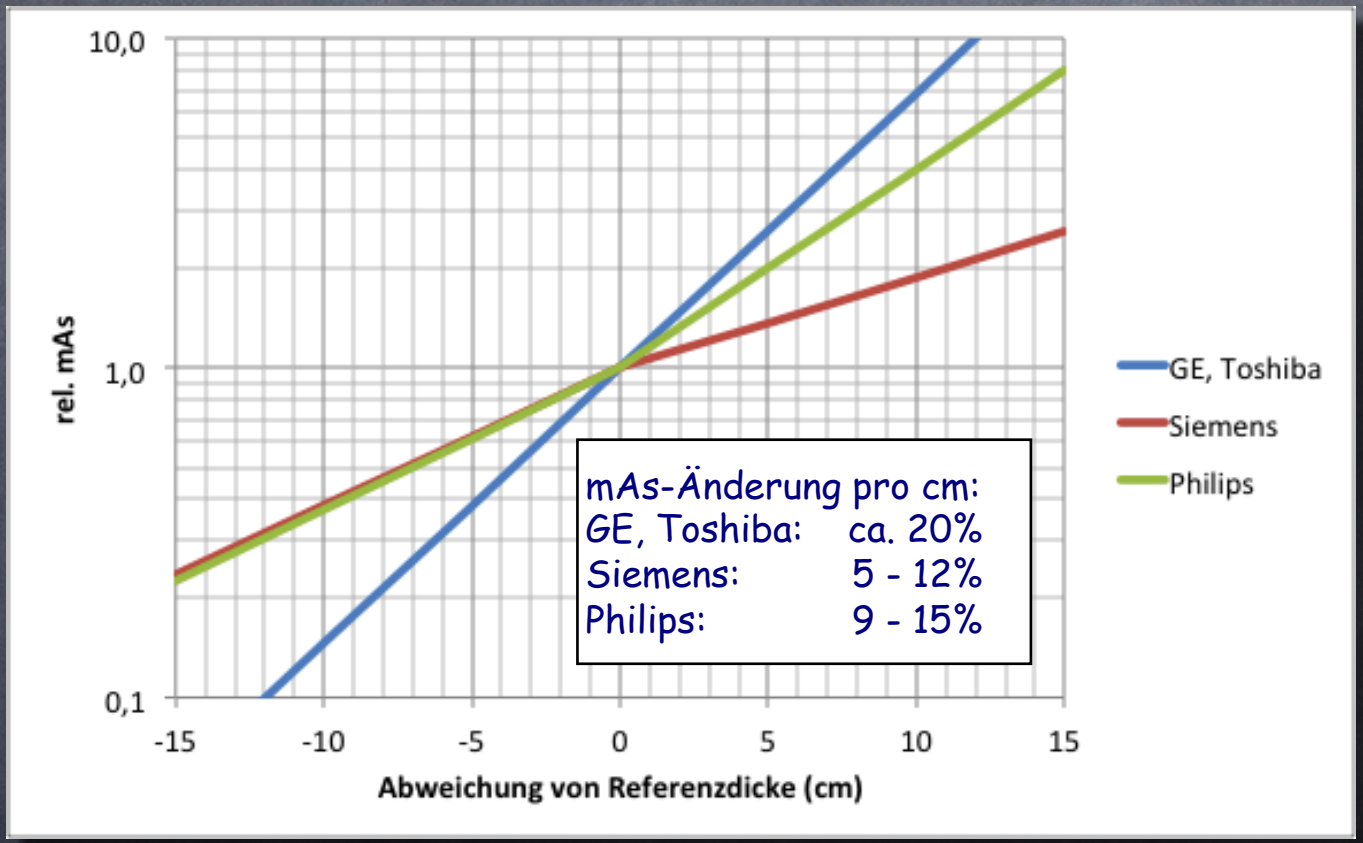
## Theorie




- Gewebehalbwertschichtdicke im Anwendungsbereich CT: ca. 3.6 cm
- mAs verdoppeln bzw. halbieren pro Änderung um +/-3.6 cm
- damit konstantes Rauschen unabhängig von der Patientendicke
- Basis für alle ‚Konstant-Rausch-Systeme'

# Dosisautomatik: Regelcharakteristik

Unterschiedliche Regelcharakteristiken je nach Hersteller




- GE, Toshiba: ‚Konstant-Rausch'-Charakteristik, steile mAs-Anpassung
- Philips, Siemens: ‚Adäquat-Rausch'-Charakteristik, sanftere mAs-Anpassung, vergleichsweise höheres Rauschen bei dickeren, geringeres Rauschen bei dünneren Patienten
- Referenzdicke: Dreh- und Angelpunkt, hersteller-, scanbereichs- und altersabhängig
- Grobe Anhaltswerte: ca. 33 cm (Rumpf), ca. 20 cm (Kopf, Hals).

# Adäquat- vs. Konstant-Rausch-System

Eur. Radiol. (2001) 11: 2627–2632
DOI 10.1007/s003300101039

PHYSICS

Janita E. Wilting
André Zwartkruis
Maarten S. van Leeuwen
Jan Timmer
Alfons G. A. Kamphuis
Michiel Feldberg

**A rational approach to dose reduction in CT: individualized scan protocols**

Wilting et al., Eur. Radiol. (2001), 11: 2627-32

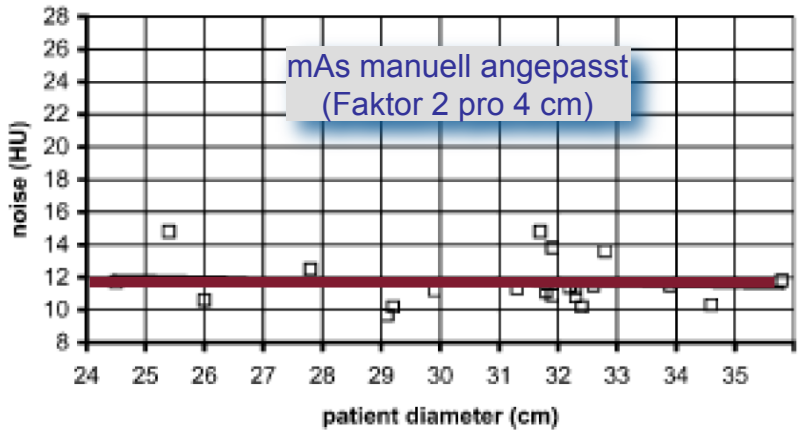



**Fig. 3** Patient diameter and measured image noise for the protocol in which the dose is adjusted to the patient size. The noise is now independent of the patient diameter

Objektive Bildqualität
(gemessenes Rauschen)

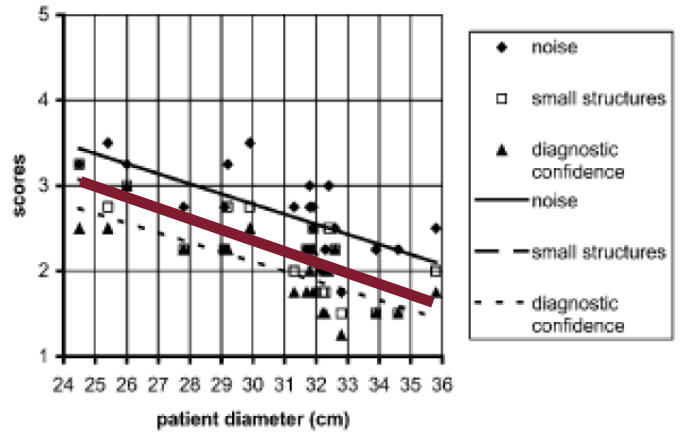


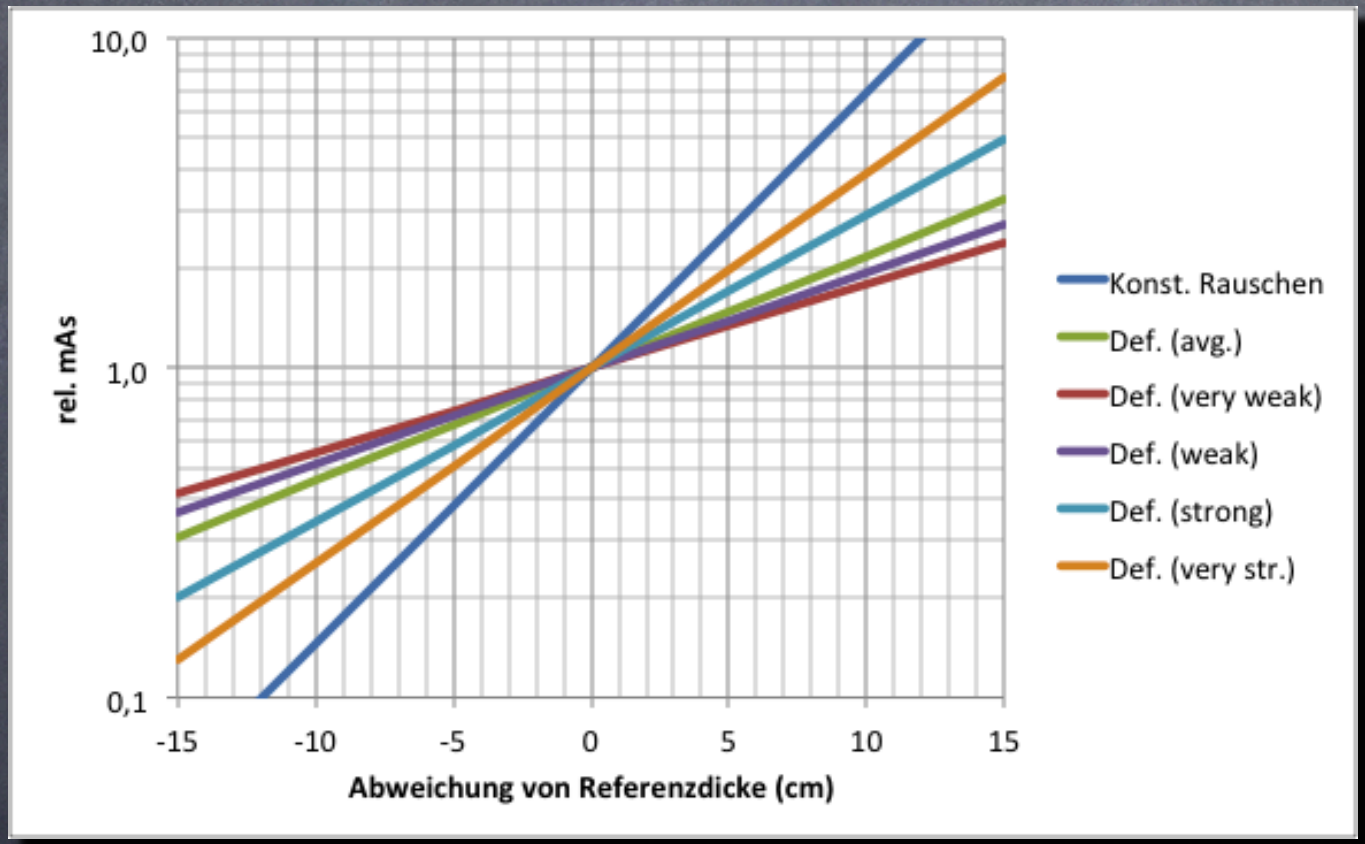

**Fig. 4** Patient diameter and subjective scores for noise, visibility of small structures and diagnostic confidence for the protocol adjusted to patient size. Scores improve with the patient diameter. Again the scores for noise impression are the most critical

Subjektive Bildqualität
(wahrgenommenes Rauschen)

- Inhärenter Kontrast bei adipösen Patienten höher (mehr Körperfett)
- Moderate Dosisanpassung (z.B. Faktor 2 pro 8 statt 4 cm) praxisgerechter.

# Dosisautomatik: Regelcharakteristik

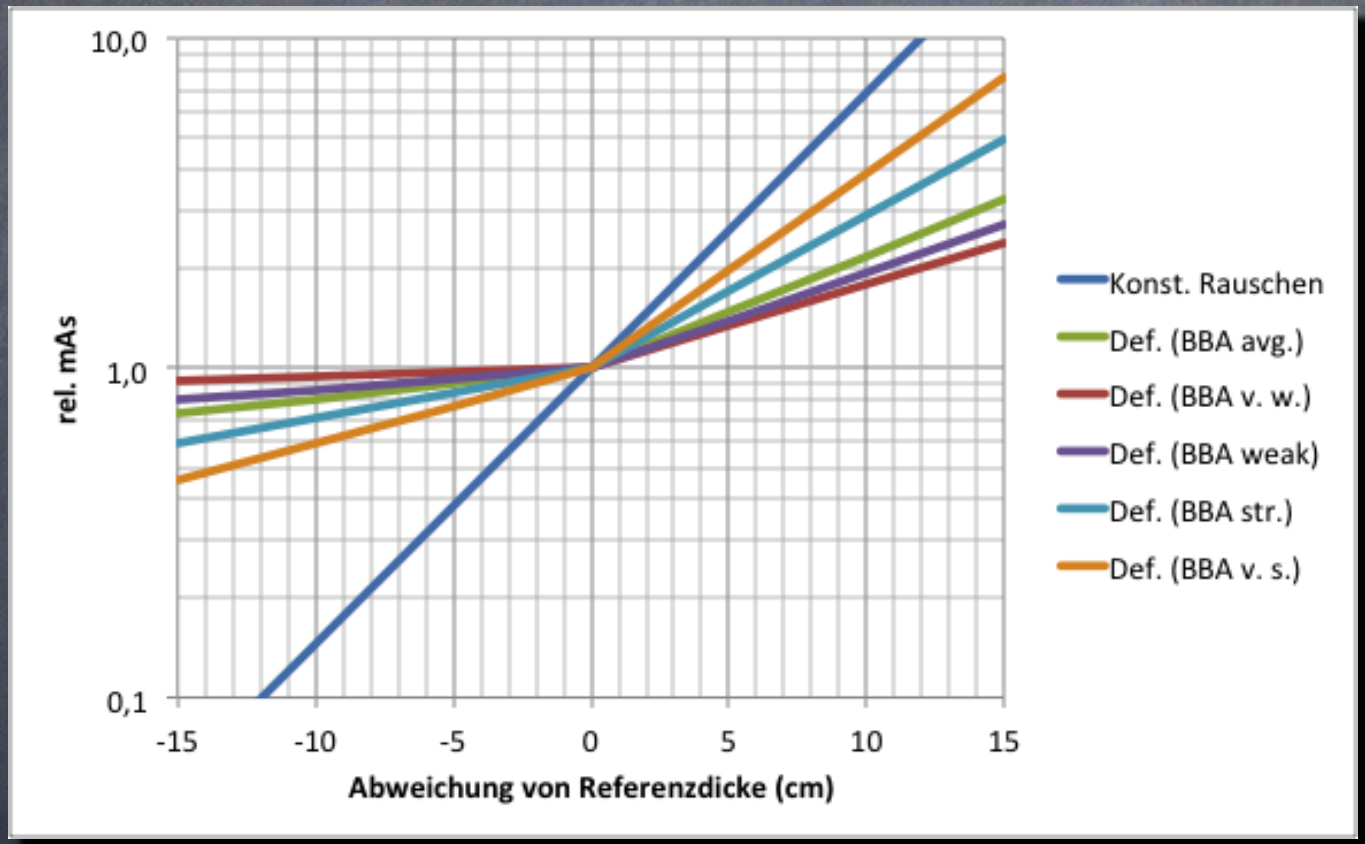
Unterschiedliche Regelcharakteristiken je nach Software-Version




- Siemens Sensation -> Definition: geänderte Charakteristik, 5 statt 3 Abstufungen
- Zusätzliche Modifikationen für komplexe Regelungsaufgaben wie
  - Becken-Bein-Angio
  - Hals-Schulter-Bereich
  - Pädiatrie

# Dosisautomatik: Regelcharakteristik

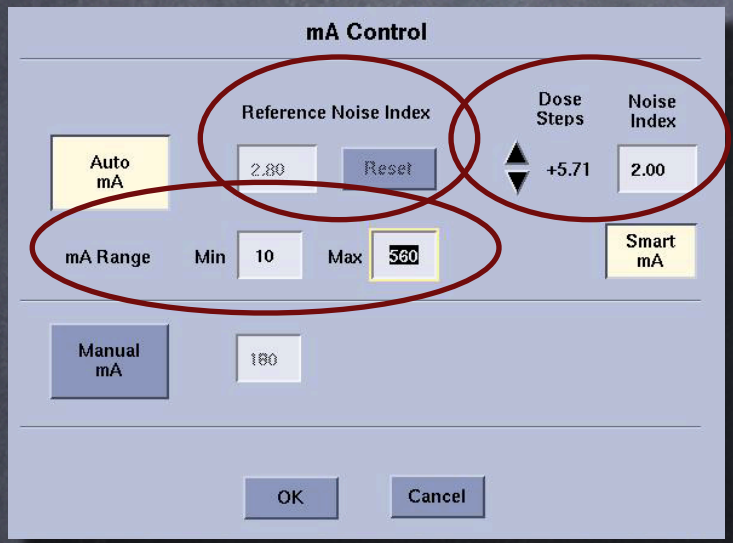
Unterschiedliche Regelcharakteristiken je nach Software-Version



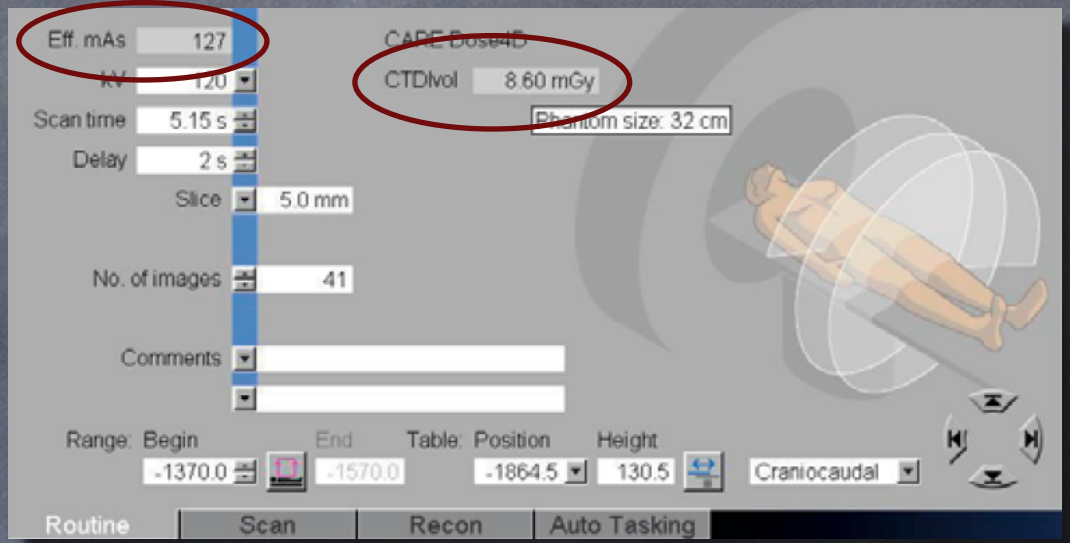

- Siemens Sensation -> Definition: geänderte Charakteristik, 5 statt 3 Abstufungen
- Zusätzliche Modifikationen für komplexe Regelungsaufgaben wie
  - Becken-Bein-Angio
  - Hals-Schulter-Bereich
  - Pädiatrie

# Dosisautomatik: Dosiseinstellung

## GE: Konstant-Rausch-System




## Siemens: Adäquat-Rausch-System




### Vorwahl: Noise Index

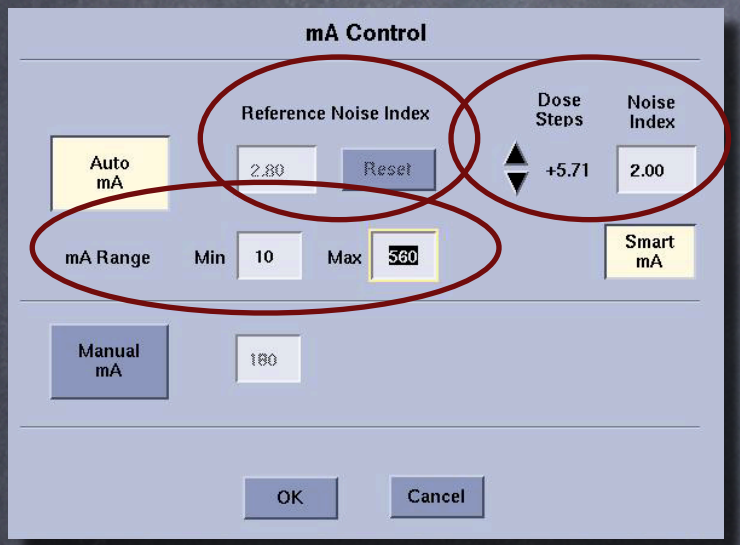
- d.h. gewünschtes Bildrauschen (in HU)
- gilt nur für die Primär-Rekonstruktion !
- andere Werte für abweichende Schichtdicken und Rekonstruktionsfilter
- Dosis für Standardpatient nicht ersichtlich
- Orientierung an Referenzwerten nicht möglich
- Begrenzung des mA-Regelbereichs erforderlich (wg. steiler Regelcharakteristik)

### Vorwahl: Referenz-mAs

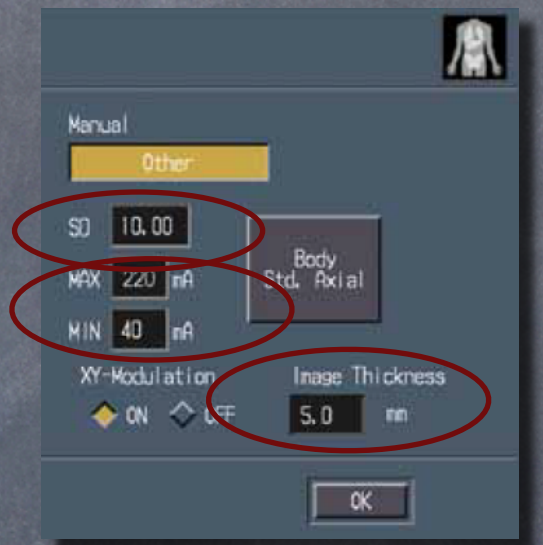
- mAs für Referenzdicke (Standard-Patient)
- in der Regel gleiche Werte wie ohne Automatik
- damit Dosiswahl (CTDIvol) für Standardpatient
- typische Dosis vorab bekannt
- Orientierung an Empfehlungen (z.B. Referenz-werte) möglich

# Dosisautomatik: Dosiseinstellung

## GE: Konstant-Rausch-System




## Toshiba: Konstant-Rausch-System




### Vorwahl: Noise Index

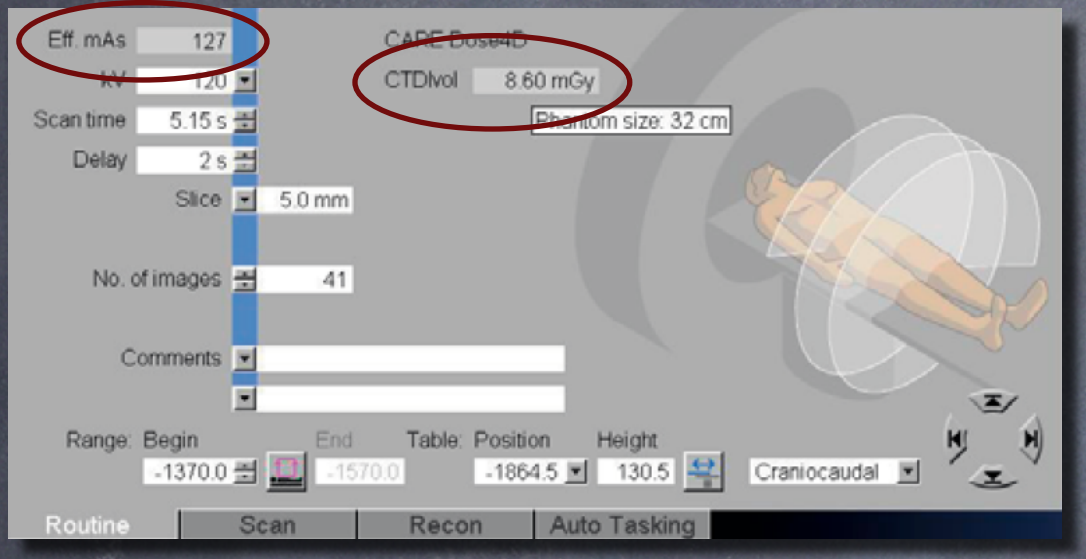
- d.h. gewünschtes Bildrauschen (in HU)
- gilt nur für die Primär-Rekonstruktion !
- andere Werte für abweichende Schichtdicken und Rekonstruktionsfilter
- Dosis für Standardpatient nicht ersichtlich
- Orientierung an Referenzwerten nicht möglich
- Begrenzung des mA-Regelbereichs erforderlich (wg. steiler Regelcharakteristik)

### Vorwahl: SD (standard deviation)

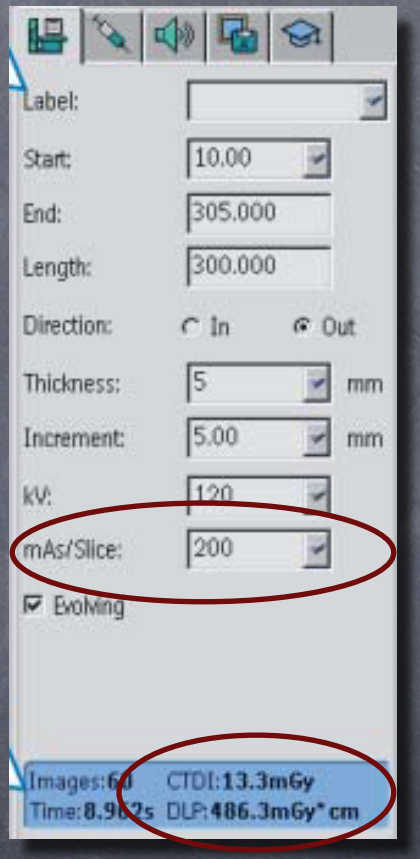
- identisch mit gewünschtem Bildrauschen
- gilt für die gewählteSchichtdicke
- alles andere (Einfluss Schichtdicke und Rekonstruktionsfilter, fehlender Dosisbezug, erforderliche mA-Begrenzung) wie bei GE

# Dosisautomatik: Dosiseinstellung

## Siemens: Adäquat-Rausch-System




## Philips: Adäquat-Rausch-System




### Vorwahl: Referenz-mAs

- mAs für Referenzdicke (Standard-Patient)
- in der Regel gleiche Werte wie ohne Automatik
- damit Dosiswahl ($CTDI_{vol}$) für Standardpatient
- typische Dosis vorab bekannt
- Orientierung an Empfehlungen (z.B. Referenz-werte) möglich

### Vorwahl: Protokoll-mAs

- identisch mit Referenz-mAs
- mAs/slice = effektive mAs
- d.h. Dosisvorwahl, Orientierung an Empfehlungen, Vorab-Dosisinfo

# Problematik Konstant-Rausch-Systeme

Problem: Regelcharakteristik zu steil

| | Weight | Noise Index | Minimum mA | Maximum mA | kV | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Routine/ initial procedures | 0-20 lbs = 0-9 kg | 5 | 65 | 130 | 80 | Pink Zone |
| | 21-60 lbs = 9.1-27.2 kg | 7 | 80 | 160 | 100 | |
| | 61-100 lbs = 27.3-45.4 kg | 10 | 95 | 190 | 120 | |
| | 101-200 lbs = 45.5-90.7kg | 12 | 110 | 220 | 120 | |
| | >200 lbs = >90.8 kg | 15 | 125 | 300 | 120 | |

Pink Zone: Use Pink for most routine procedures and/or initial scans. If unclear, use Pink.

Herstellerempfehlung (GE) zur Handhabung einer CT-Dosisautomatik mit Konstant-Rausch-Charakteristik

- Abhilfe 1:

– Unterschiedliche Noise Index-Vorgaben je nach Körpergewicht
– bestenfalls Halbautomatik (ähnlich wie gewichtsadaptierte mAs-Einstellung)

- Abhilfe 2:

– Begrenzung des mA-Regelbereich
– Eingeschränkter Modulationsspielraum (rund Faktor 2)
– Starre Grenzen -> fehlender Modulationsspielraum am unteren Ende.

Bei Adäquat-Rausch-Systemen nicht erforderlich, da bereits ‚eingebaut'

# Dosisautomatik: Ablauf

1. Schritt: Wahl des zur Fragestellung passenden Scanprotokolls, damit Wahl von
   - Referenzdicke
   - anatomischem Bereich
   - Dosiseinstellung (Referenz-mAs oder Rauschindex)
   - Regelcharakteristik

2. Schritt: Erstellung des Übersichtsradiogramms, damit
   - Bestimmung der Patientendicke zur Festlegung des individuellen Dosisniveaus
   - Ermittlung des Dickenprofils für zusätzliche Dosismodulation (longitudinal, ggf. auch angulär)

3. Schritt: Umsetzung der Patienteninformation in entsprechende mAs-Werte
   - Vergleich der lokalen Effektiv-Durchmesser mit der Referenzdicke des jeweiligen Protokolls
   - Umsetzung in lokale mAs-Werte anhand der Regelcharakteristik des jeweiligen Protokolls
   - bei dickeren Patienten/Körperpartien Erhöhung, bei dünneren Verringerung der Dosis

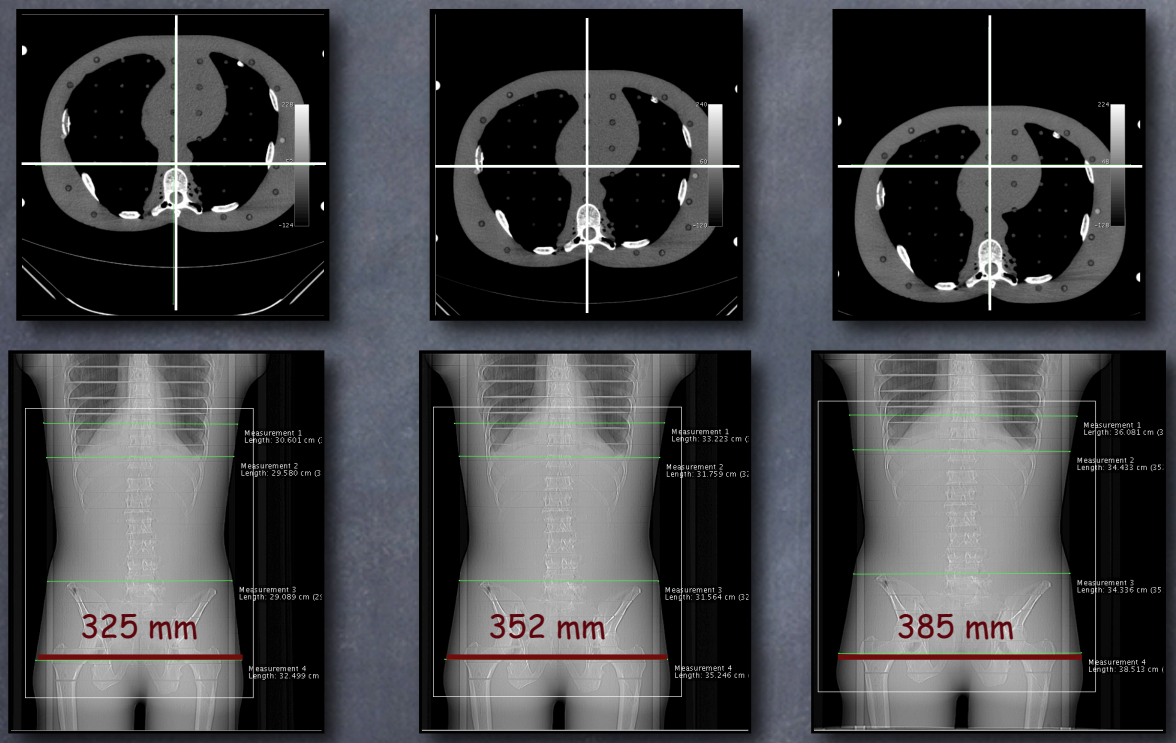
Anpassungsstrategie
- Konstant-Rausch-Systeme: basierend auf vorgewähltem Rauschindex so, dass für alle Patienten / alle Schichten das gleiche Rauschniveau erzielt wird (sofern die mA-Begrenzung dies erlaubt)
- Adäquat-Rausch-Systeme: ausgehend von der vorgewählten Dosis (Referenz-mAs) so, dass für alle Patienten / alle Schichten ein adäquates Rauschniveau erzielt wird.

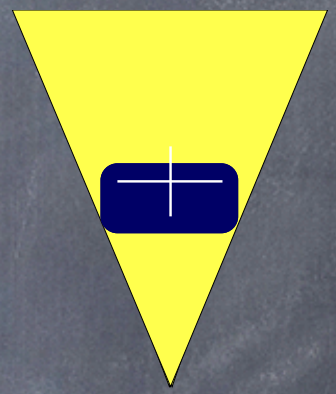
# Themen

- Funktionalitäten
- Arbeitsweisen
- Fehlerquellen
- Weitere Funktionalitäten
- Schulungsmaterial.

# Dosisautomatik: Haupt-Fehlerquellen

1. Unkorrekte Positionierung (Zentrierung) des Patienten



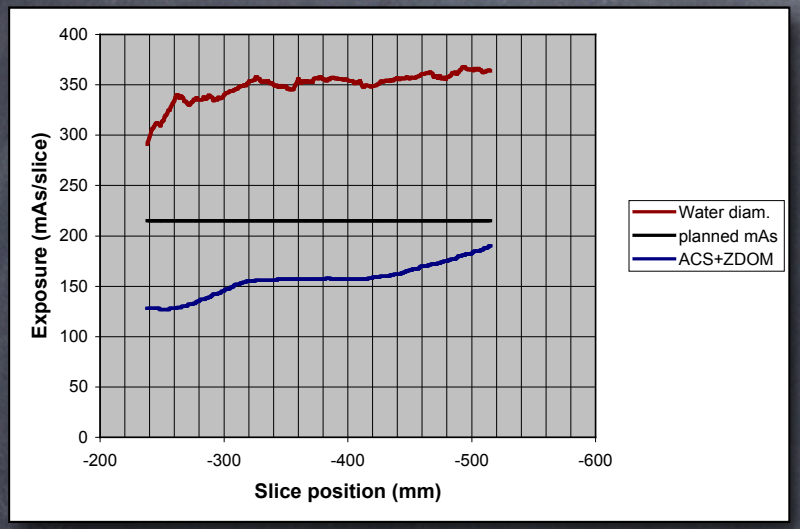
| 40 mm zu hoch | korrekt zentriert | 40 mm zu niedrig |
|---|---|---|
| Eff. Durchm.: 29.8 cm | Eff. Durchm.: 31.7 mm | Eff. Durchm.: 33.7 mm |
| **83 mAs im Mittel** | **100 mAs im Mittel** | **133 mAs im Mittel** |

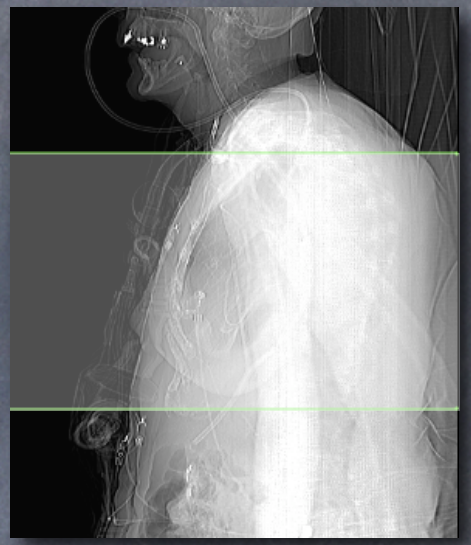
- Bei Dezentrierung fehlerhafte Bestimmung des Effektivdurchmessers
- Ursache: Vergrößerungseffekt (ca. 0.5 cm effektiv pro 10 mm Zentrierungsfehler)
- Entsprechende Fehldosierung (5 bis 10% pro 10 mm Zentrierungsfehler je nach Fabrikat )

Regel: Korrekt zentrieren (innerhalb ±2 cm), andenfalls ohne Dosisautomatik arbeiten

# Dosisautomatik: Haupt-Fehlerquellen

## 2. Unkorrekte Lagerung der Arme beim Übersichtsradiogramm



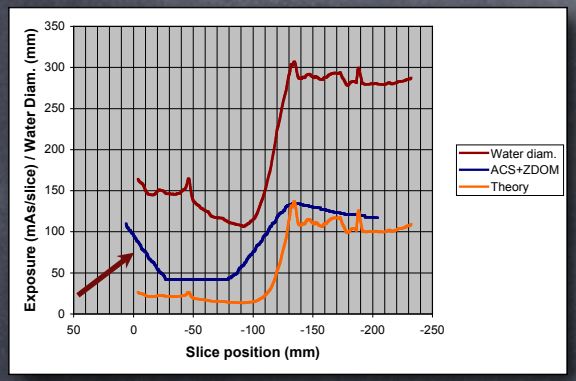
- Ursache: Arme beim Übersichtsradiogramm unten (Planung für Hals + Thorax + Abdomen)
- Arme beim Thorax-Scan oben
- Konsequenz: ca. 50% Dosisüberhöhung

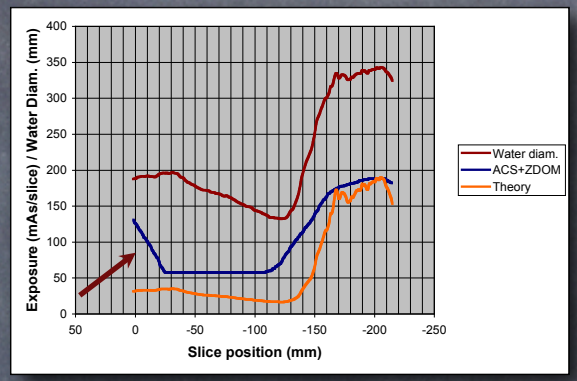
**Regel: Arme beim Übersichtsradiogramm immer so wie beim späteren Scan**

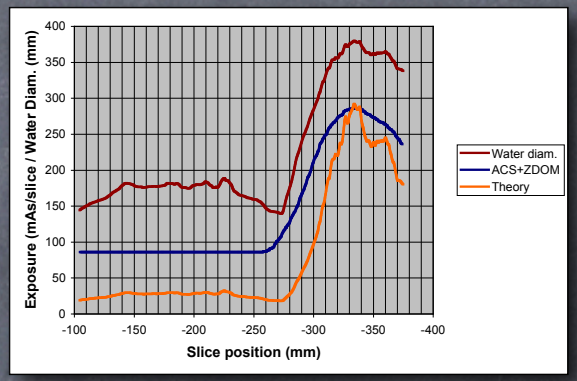
- Patienten mit Hals- plus Rumpfscans: separate Übersichtsradiogramme für jede Region
- Falls nicht machbar: Übersichtsradiogramm mit Armen oben (Dosisüberhöhung im Hals- und Kopfbereich weniger gravierend als im Rumpfbereich).

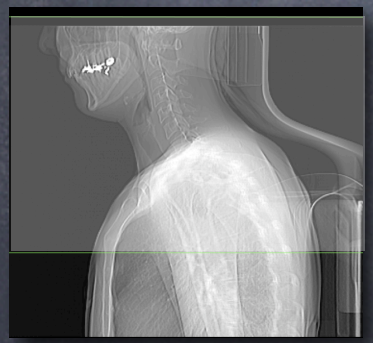
# Dosisautomatik: Haupt-Fehlerquellen

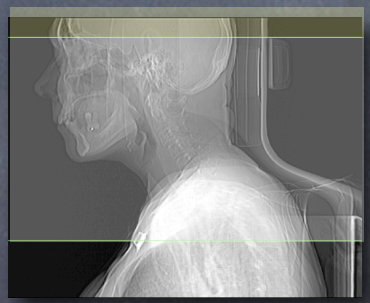
## 3. Übersichtsradiogramm zu kurz





- Überhöhung am Anfang
- Grund: Topo zu kurz

- Überhöhung am Anfang
- Grund: Overanging nicht voll erfaßt

- Modulation korrekt
- Topo ausreichend lang

**Regel: Länge des Übersichtsradiogramm großzügig bemessen**

- mindestens 5 cm mehr an jedem Ende als der eigentliche Scanbereich
- Dosisbeitrag des Topos in der Regel gering (1 bis 2% der späteren Scandosis).

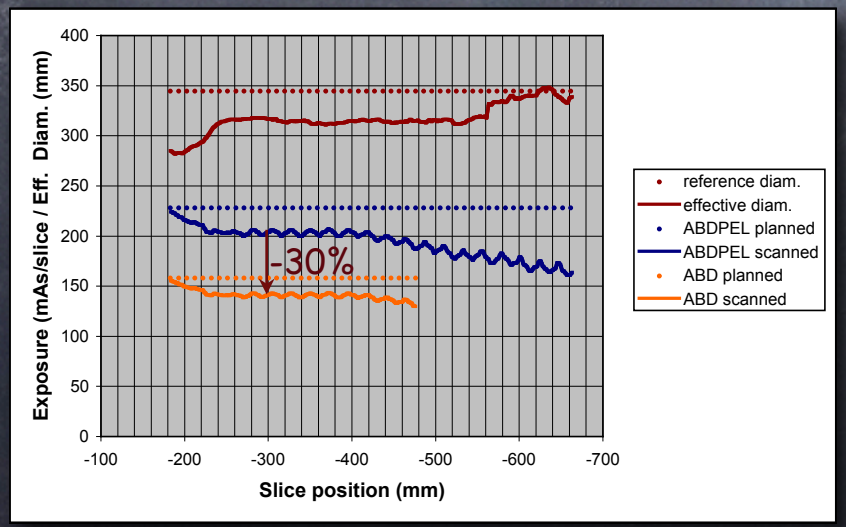
# Dosisautomatik: Haupt-Fehlerquellen

## 4. Unkorrekte Wahl des Scanprotokolls

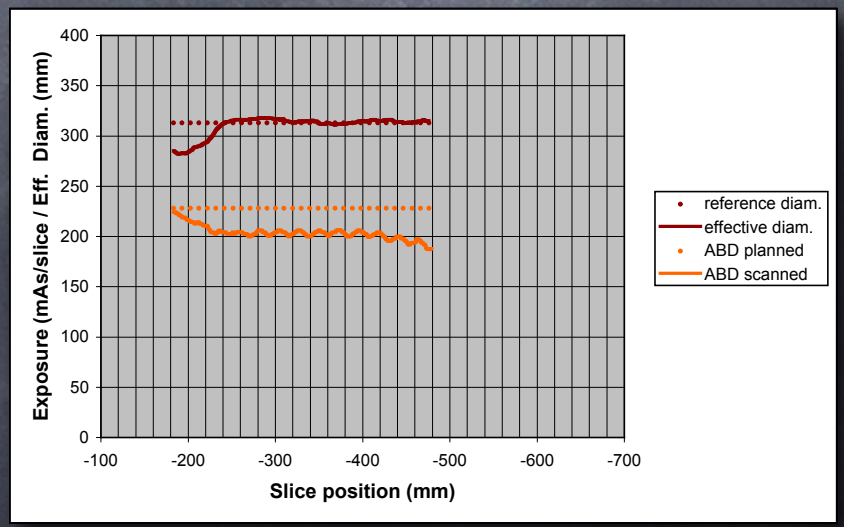
- Dosisregelung erfolgt immer mit Referenz-Durchmesser des verwendeten Protokolls
- Fehldosierung, wenn anatomische Regionen zu unterschiedlich
- Beispiel: Oberbauch mit Gesamtabdomen-Protokoll

**Regel: Stets das zur Scanregion passende Protokoll verwenden**

- Hinweis: Bei Multi-Protokollen (z.B. Oberbauch arteriell + Gesamtabdomen venös) i.d.R. jede Scanserie mit eigenem Referenzdurchmesser.




Gesamtabdomen-Protokoll

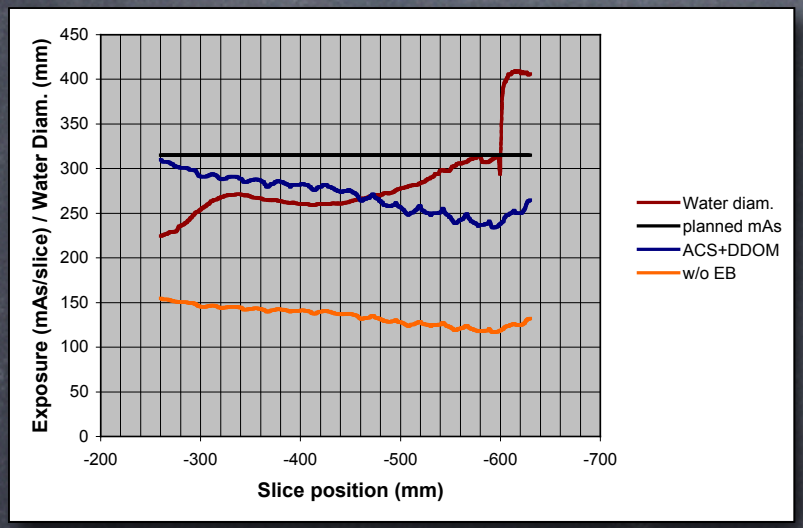


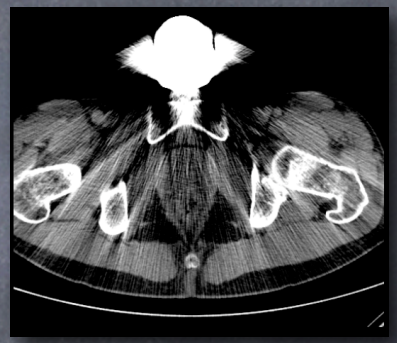

Oberbauch-Protokoll

# Dosisautomatik: Haupt-Fehlerquellen

## 5. Strahlenschutzmittel im Scanbereich

Fallbeispiel: m., 34J, 188cm / 72kg (BMI 20.4), Gesamtabdomen
BA + ADM, mAs: 220 (Prot.) / 320 (max.) / 315 (Plan) / 270 (Mittel)





- Ursache: Gonadenschutz bereits vor dem Übersichtsradiogramm angelegt
- Zusätzlich: Gonadenschutz im Scanbereich
- Konsequenz: ca. 100% Dosisüberhöhung (ca. 200% ohne mAs-Limitierung durch Röhrenlimit)

**Regel: Strahlenschutzmittel erst nach Surview anlegen**

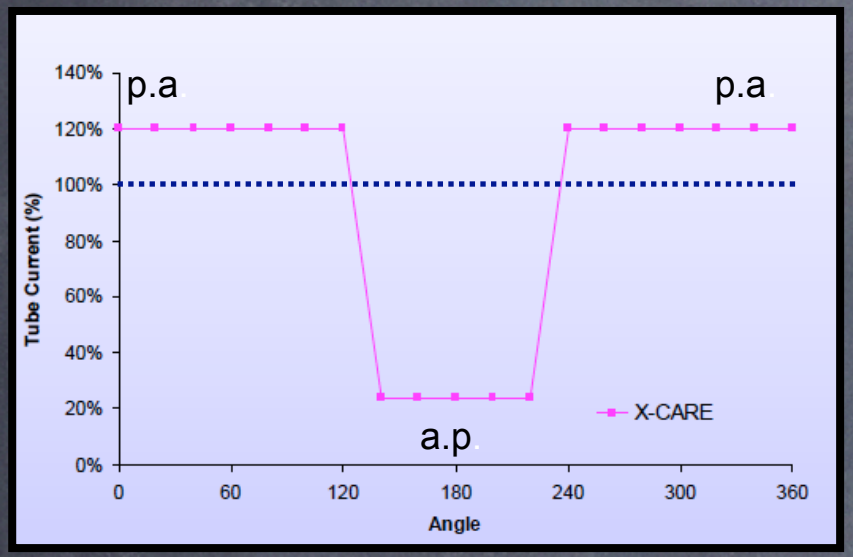
- ersatzweise: Strahlenschutzmittel beim Scan aussparen
- gleiche Probleme bei Abdeckungen im Scanbereich (Augenlinse, Schilddrüse, Brust)
- wirkungslos bei dynamischen Regelungen (CareDose 4D (SIE), DoseRight DDOM (PHI)).

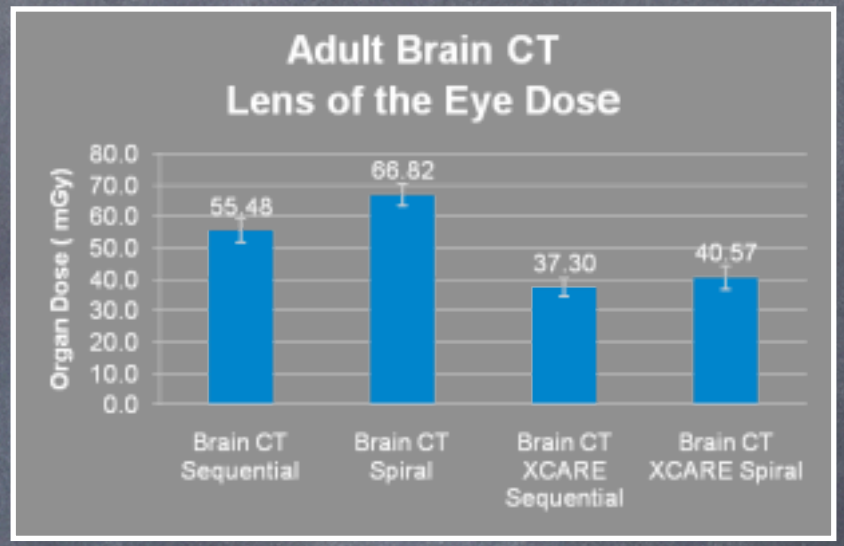
# Themen

- Funktionalitäten
- Arbeitsweisen
- Fehlerquellen
- Weitere Funktionalitäten
- Schulungsmaterial.

# Organbasierte Dosismodulation

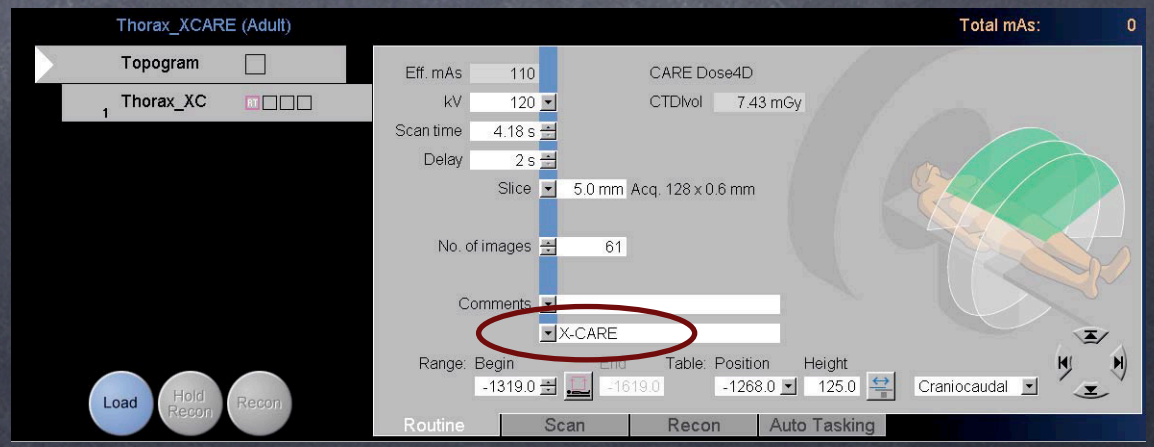
## Spezialform der angulären Dosismodulation




Q: D. Enterline

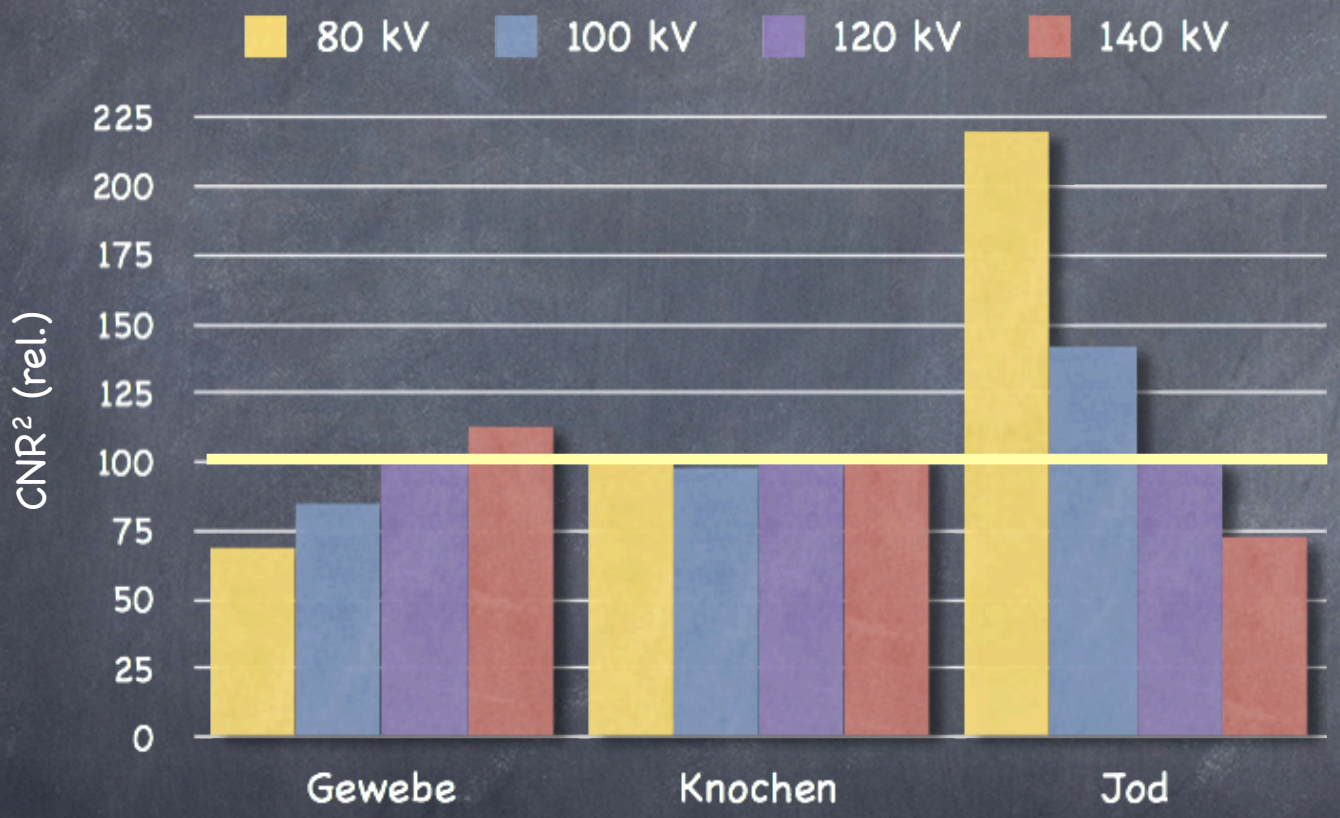
- Vorteilhaft bei Scans über Augenlinse, Schilddrüse und weibl. Brust
- artefaktfrei, HU-Werte und Bildrauschen unverändert
- derzeit nur bei Siemens-Scannern der Definition-Serie




Q: Somatom Sessions Nov. 2010

# Spannungsautomatik

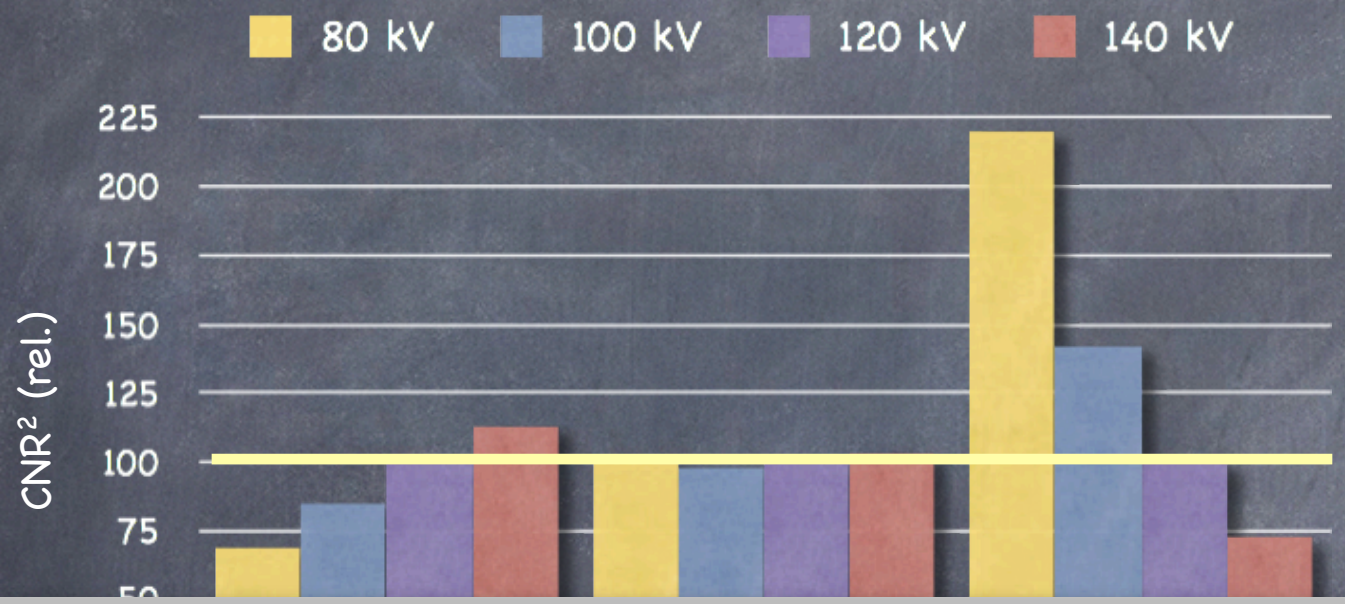
Relatives (Kontrast-Rausch-Verhältnis)$^2$ bei gleicher Patientendosis




- niedrigere Spannungen vorteilhaft bei allen Untersuchungen mit KM
- verwendbar zur Bildqualitätsverbesserung, Kontrastmittel- oder Dosisreduktion
- Anpassung der mAs erforderlich
- Einschränkungen durch verfügbare Röhrenleistung.

# Spannungsautomatik

Relatives (Kontrast-Rausch-Verhältnis)$^2$ bei gleicher Patientendosis

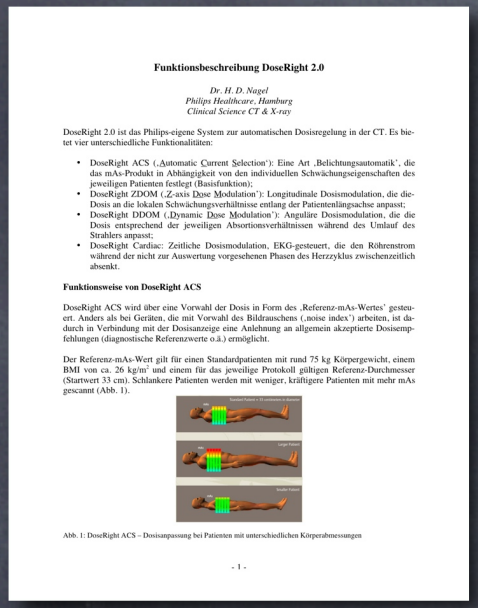


Q: Somatom Sessions Juni 2011

# Themen

- Funktionalitäten
- Arbeitsweisen
- Fehlerquellen
- Weitere Funktionalitäten
- Schulungsmaterial.

# Schulungsmaterial Philips



**Funktionsbeschreibung DoseRight 2.0**

*Dr. H. D. Nagel*
*Philips Healthcare, Hamburg*
*Clinical Science CT & X-ray*

DoseRight 2.0 ist das Philips-eigene System zur automatischen Dosisregelung in der CT. Es bietet vier unterschiedliche Funktionalitäten:

- DoseRight ACS (‚Automatic Current Selection'): Eine Art ‚Belichtungsautomatik', die das mAs-Produkt in Abhängigkeit von den individuellen Schwächungseigenschaften des jeweiligen Patienten festlegt (Basisfunktion);
- DoseRight ZDOM (‚Z-axis Dose Modulation'): Longitudinale Dosismodulation, die die Dosis an die lokalen Schwächungsverhältnisse entlang der Patientenlängsachse anpasst;
- DoseRight DDOM (‚Dynamic Dose Modulation'): Anguläre Dosismodulation, die die Dosis entsprechend der jeweiligen Absortionsverhältnissen während des Umlauf des Strahlers anpasst;
- DoseRight Cardiac: Zeitliche Dosismodulation, EKG-gesteuert, die den Röhrenstrom während der nicht zur Auswertung vorgesehenen Phasen des Herzzyklus zwischenzeitlich absenkt.

**Funktionsweise von DoseRight ACS**

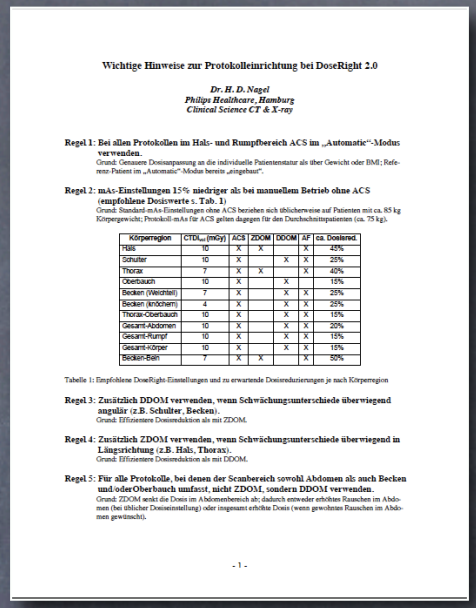
DoseRight ACS wird über eine Vorwahl der Dosis in Form des ‚Referenz-mAs-Wertes' gesteuert. Anders als bei Geräten, die mit Vorwahl des Bildrauschens (‚noise index') arbeiten, ist dadurch in Verbindung mit der Dosisanzeige eine Anlehnung an allgemein akzeptierte Dosisempfehlungen (diagnostische Referenzwerte o.ä.) ermöglicht.

Der Referenz-mAs-Wert gilt für einen Standardpatienten mit rund 75 kg Körpergewicht, einem BMI von ca. 26 kg/m² und einem für das jeweilige Protokoll gültigen Referenz-Durchmesser (Startwert 33 cm). Schlankere Patienten werden mit weniger, kräftigere Patienten mit mehr mAs gescannt (Abb. 1).

Abb. 1: DoseRight ACS – Dosisanpassung bei Patienten mit unterschiedlichen Körperabmessungen

- 1 -

Funktionsbeschreibung
(4 S. incl. Abbildungen)



**Wichtige Hinweise zur Protokolleinrichtung bei DoseRight 2.0**

*Dr. H. D. Nagel*
*Philips Healthcare, Hamburg*
*Clinical Science CT & X-ray*

**Regel 1: Bei allen Protokollen im Hals- und Rumpfbereich ACS im „Automatic"-Modus verwenden.**
Grund: Genauere Dosisanpassung an die individuelle Patientenstatur als über Gewicht oder BMI; Referenz-Patient im „Automatic"-Modus bereits „eingebaut".

**Regel 2: mAs-Einstellungen 15% niedriger als bei manuellem Betrieb ohne ACS (empfohlene Dosiswerte s. Tab. 1)**
Grund: Standard-mAs-Einstellungen ohne ACS beziehen sich üblicherweise auf Patienten mit ca. 85 kg Körpergewicht; Protokoll-mAs für ACS gehen dagegen für den Durchschnittspatienten (ca. 75 kg).

| Körperregion | $CTDI_{vol}$ [mGy] | ACS | ZDOM | DDOM | AF | ca. Dosisred. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Hals | 10 | X | X | | X | 45% |
| Schulter | 10 | X | | X | X | 25% |
| Thorax | 7 | X | X | | X | 40% |
| Oberbauch | 10 | X | | X | | 15% |
| Becken (Weichteil) | 7 | X | | X | X | 25% |
| Becken (Knöchern) | 4 | X | | X | X | 25% |
| Thorax-Oberbauch | 10 | X | | X | X | 15% |
| Gesamt-Abdomen | 10 | X | | X | X | 20% |
| Gesamt-Rumpf | 10 | X | | X | X | 15% |
| Gesamt-Körper | 10 | X | | X | X | 15% |
| Beckeh-Bein | 7 | X | X | | X | 50% |

Tabelle 1: Empfohlene DoseRight-Einstellungen und zu erwartende Dosisreduzierungen je nach Körperregion

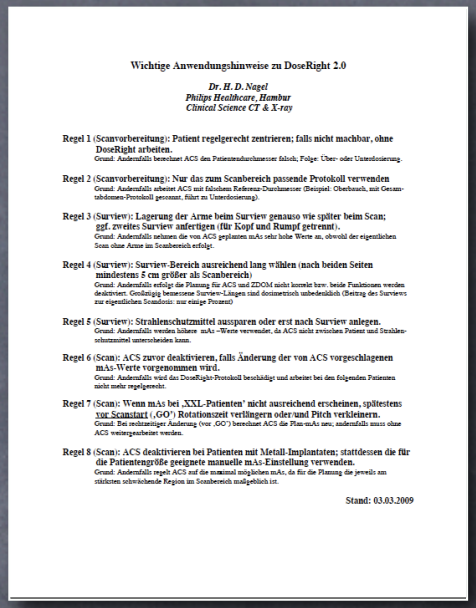
**Regel 3: Zusätzlich DDOM verwenden, wenn Schwächungsunterschiede überwiegend angulär (z.B. Schulter, Becken).**
Grund: Effizienteres Dosisreduktion als mit ZDOM.

**Regel 4: Zusätzlich ZDOM verwenden, wenn Schwächungsunterschiede überwiegend in Längsrichtung (z.B. Hals, Thorax).**
Grund: Effizienteres Dosisreduktion als mit DDOM.

**Regel 5: Für alle Protokolle, bei denen der Scanbereich sowohl Abdomen als auch Becken und/oder Oberbauch umfasst, nicht ZDOM, sondern DDOM verwenden.**
Grund: ZDOM senkt die Dosis im Abdomenbereich ab; dadurch entweder erhöhtes Rauschen im Abdomen (bei üblicher Dosiseinstellung) oder insgesamt erhöhte Dosis (wenn gewohntes Rauschen im Abdomen gewünscht).

- 1 -

Hinweise zur Proto-
Kolleinrichtung (1.5 S.)



**Wichtige Anwendungshinweise zu DoseRight 2.0**

*Dr. H. D. Nagel*
*Philips Healthcare, Hamburg*
*Clinical Science CT & X-ray*

**Regel 1 (Scanvorbereitung): Patient regelgerecht zentrieren; falls nicht machbar, ohne DoseRight arbeiten.**
Grund: Andernfalls berechnet ACS den Patientendurchmesser falsch; Folge: Über- oder Unterdosierung.

**Regel 2 (Scanvorbereitung): Nur das zum Scanbereich passende Protokoll verwenden**
Grund: Andernfalls arbeitet ACS mit falschem Referenz-Durchmesser (Beispiel: Oberbauch, mit Gesamtabdomen-Protokoll gescannt, führt zu Unterdosierung).

**Regel 3 (Surview): Lagerung der Arme beim Surview genauso wie später beim Scan; ggf. zweites Surview anfertigen (für Kopf und Rumpf getrennt).**
Grund: Andernfalls nehmen die von ACS geplanten mAs sehr hohe Werte an, obwohl der eigentliche Scan ohne Arme im Scanbereich erfolgt.

**Regel 4 (Surview): Surview-Bereich ausreichend lang wählen (nach beiden Seiten mindestens 5 cm größer als Scanbereich)**
Grund: Andernfalls erfolgt die Planung für ACS und ZDOM nicht korrekt bzw. beide Funktionen werden deaktiviert. Genäherungsweise bemessene Surview-Längen sind dosimetrisch unbedenklich (Beitrag des Surviews zur eigentlichen Scandosis: nur einige Prozent)

**Regel 5 (Surview): Strahlenschutzmittel aussparen oder erst nach Surview anlegen.**
Grund: Andernfalls werden höhere mAs -Werte verwendet, da ACS nicht zwischen Patient und Strahlenschutzmittel unterscheiden kann.

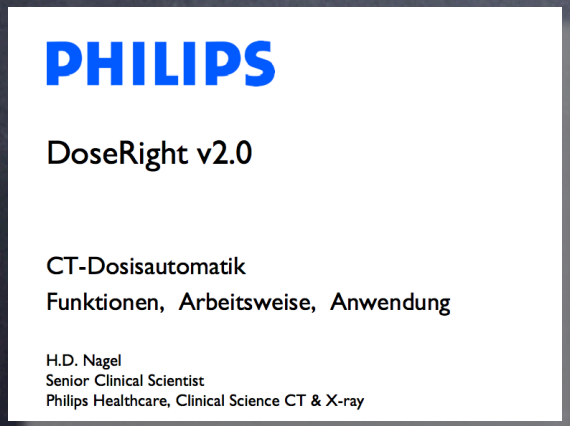
**Regel 6 (Scan): ACS zuvor deaktivieren, falls Änderung der von ACS vorgeschlagenen mAs-Werte vorgenommen wird.**
Grund: Andernfalls wird das DoseRight-Protokoll beschädigt und arbeitet bei den folgenden Patienten nicht mehr regelgerecht.

**Regel 7 (Scan): Wenn mAs bei ‚XXL-Patienten' nicht ausreichend erscheinen, spätestens vor Scanstart (‚GO') Rotationszeit verlängern oder und Pitch verkleinern.**
Grund: Bei nachträglicher Änderung (vor ‚GO') berechnet ACS die Plan-mAs neu; andernfalls muss ohne ACS weitergearbeitet werden.

**Regel 8 (Scan): ACS deaktivieren bei Patienten mit Metall-Implantaten; stattdessen die für die Patientengröße geeignete manuelle mAs-Einstellung verwenden.**
Grund: Andernfalls regelt ACS auf die maximal möglichen mAs, da für die Planung die jeweils am stärksten schwächende Region im Scanbereich maßgeblich ist.

**Stand: 03.03.2009**

Hinweise zur
Anwendung (1 S.)



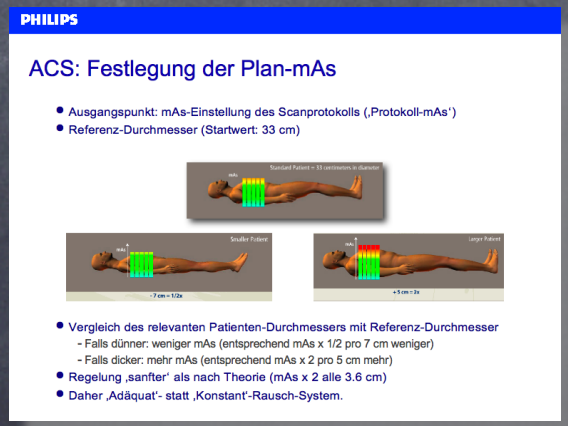
PHILIPS

DoseRight v2.0

CT-Dosisautomatik
Funktionen, Arbeitsweise, Anwendung

H.D. Nagel
Senior Clinical Scientist
Philips Healthcare, Clinical Science CT & X-ray

Schulungspräsentation

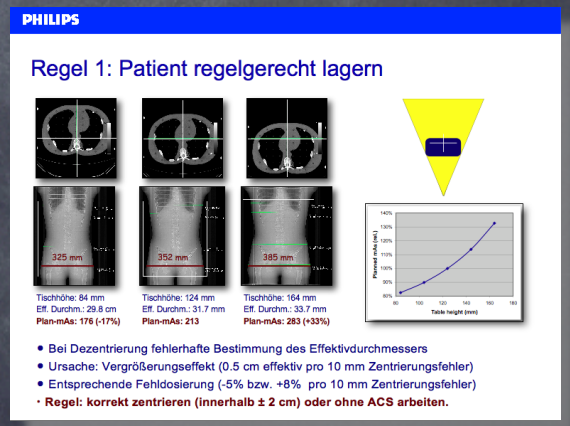


PHILIPS

ACS: Festlegung der Plan-mAs

- Ausgangspunkt: mAs-Einstellung des Scanprotokolls (‚Protokoll-mAs')
- Referenz-Durchmesser (Startwert: 33 cm)

- Vergleich des relevanten Patienten-Durchmessers mit Referenz-Durchmesser
  - Falls dünner: weniger mAs (entsprechend mAs x 1/2 pro 7 cm weniger)
  - Falls dicker: mehr mAs (entsprechend mAs x 2 pro 5 cm mehr)
- Regelung ‚sanfter' als nach Theorie (mAs x 2 alle 3.6 cm)
- Daher ‚Adäquat'- statt ‚Konstant'-Rausch-System.



PHILIPS

Regel 1: Patient regelgerecht lagern

Tischhöhe: 84 mm
Eff. Durchm.: 29.8 cm
Plan-mAs: 176 (-17%)

Tischhöhe: 124 mm
Eff. Durchm.: 31.7 mm
Plan-mAs: 213

Tischhöhe: 164 mm
Eff. Durchm.: 33.7 mm
Plan-mAs: 283 (+33%)

- Bei Dezentrierung fehlerhafte Bestimmung des Effektivdurchmessers
- Ursache: Vergrößerungseffekt (0.5 cm effektiv pro 10 mm Zentrierungsfehler)
- Entsprechende Fehldosierung (-5% bzw. +8% pro 10 mm Zentrierungsfehler)
- **Regel: korrekt zentrieren (innerhalb ± 2 cm) oder ohne ACS arbeiten.**

# Performance-Tests (gemeinsam mit Uni Leipzig)



## Performance of an Automatic Dose Control System for CT: Specifications and Basic Phantom Tests

Praxistauglichkeit eines Systems zur automatischen Dosisregelung für CT: Spezifikationen und grundlegende Phantomtests

Autoren H. D. Nagel[1], P. Stumpp[2], T. Kahn[2], D. Gosch[2]

Institute [1] Wissenschaft & Technik für die Radiologie, Dr. HD Nagel
[2] Klinik und Poliklinik für Diagnostische und Interventionelle Radiologie, Universitätsklinikum Leipzig

Nagel et al. RoeFo Heft 1/2011



## Performance of an Automatic Dose Control System for CT: Anthropomorphic Phantom Studies

Praxistauglichkeit eines Systems zur automatischen Dosisregelung für CT: Untersuchungen mit einem anthropomorphen Phantom

Autoren D. Gosch[1], P. Stumpp[1], T. Kahn[1], H. D. Nagel[2]

Institute [1] Klinik und Poliklinik für Diagnostische und Interventionelle Radiologie, Universitätsklinikum Leipzig
[2] Wissenschaft & Technik für die Radiologie, Dr. HD Nagel

Gosch et al. RoeFo Heft 2/2011



## Performance of an Automatic Dose Control System for CT: Patient Studies

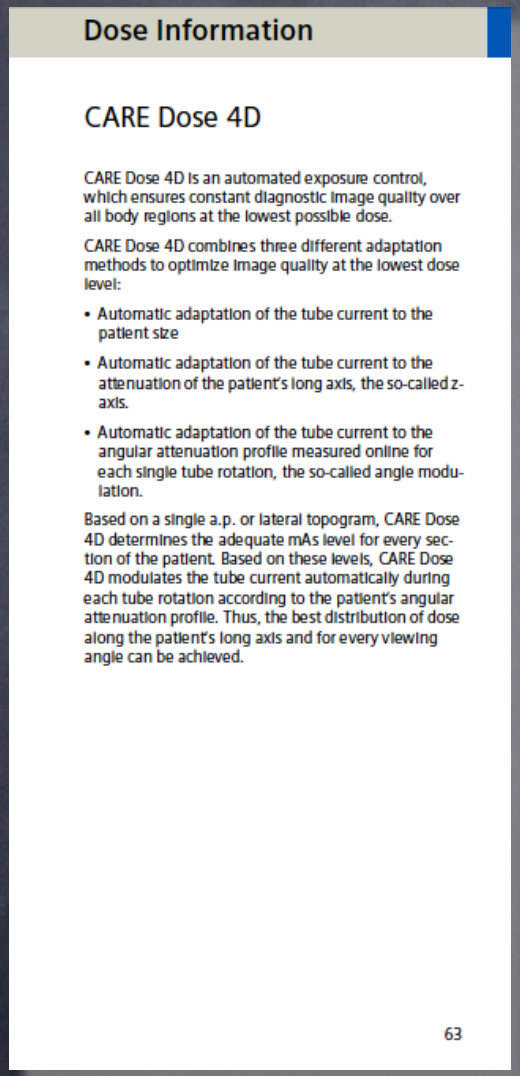
Praxistauglichkeit eines Systems zur automatischen Dosisregelung für CT: Untersuchungen an Patienten

Authors P. Stumpp[1], D. Gosch[1], A. Kühn[1], I. Sorge[1], D. Weber[2], L. Lehmkuhl[3], T. Kahn[1], H. D. Nagel[4]

Affiliations [1] Klinik und Poliklinik für Diagnostische und Interventionelle Radiologie, Universitätsklinikum Leipzig
[2] Röntgendiagnostik, St. Elisabeth-Krankenhaus Leipzig
[3] Diagnostische und Interventionelle Radiologie, Universität Leipzig – Herzzentrum
[4] Wissenschaft & Technik für die Radiologie, Dr. HD Nagel

Stumpp et al. RoeFo Heft 2/2013

# Schulungsmaterial Siemens



## Dose Information

### CARE Dose 4D

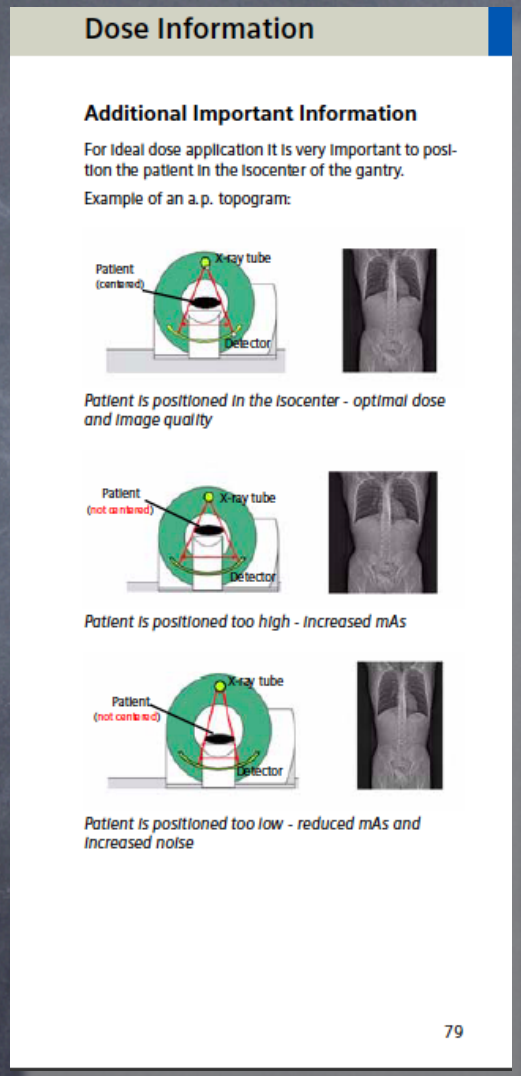
CARE Dose 4D is an automated exposure control, which ensures constant diagnostic image quality over all body regions at the lowest possible dose.

CARE Dose 4D combines three different adaptation methods to optimize image quality at the lowest dose level:

- Automatic adaptation of the tube current to the patient size
- Automatic adaptation of the tube current to the attenuation of the patient's long axis, the so-called z-axis.
- Automatic adaptation of the tube current to the angular attenuation profile measured online for each single tube rotation, the so-called angle modulation.

Based on a single a.p. or lateral topogram, CARE Dose 4D determines the adequate mAs level for every section of the patient. Based on these levels, CARE Dose 4D modulates the tube current automatically during each tube rotation according to the patient's angular attenuation profile. Thus, the best distribution of dose along the patient's long axis and for every viewing angle can be achieved.

63



## Dose Information

### Additional Important Information

For ideal dose application it is very important to position the patient in the isocenter of the gantry.

Example of an a.p. topogram:



*Patient is positioned in the isocenter - optimal dose and image quality*



*Patient is positioned too high - increased mAs*



*Patient is positioned too low - reduced mAs and increased noise*

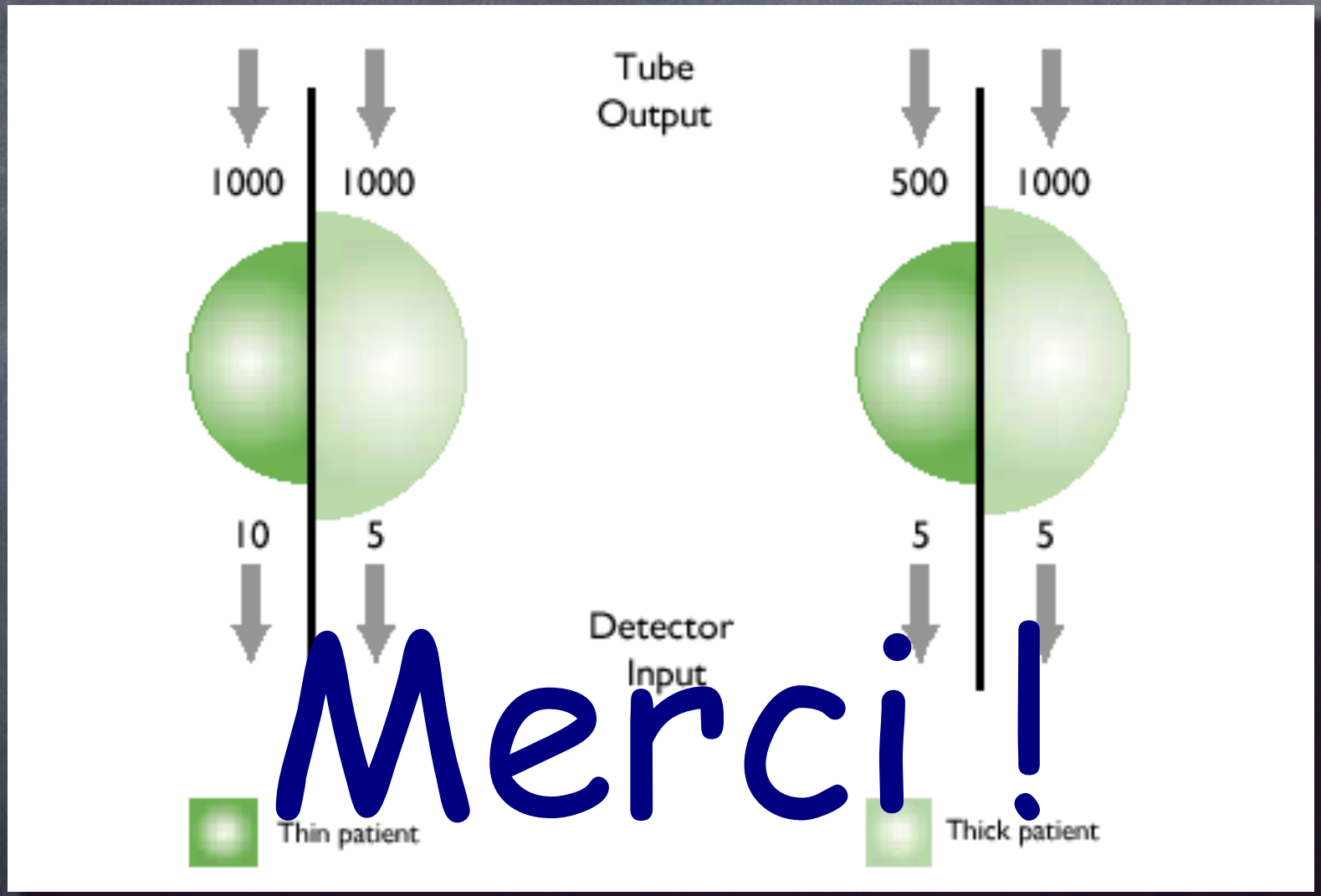
79

Application Guide (19 S)

E-Learning (DVD)

# Resumée

- Vier Funktionalitäten
  - ‚Belichtungsautomatik', anguläre, longitudinale und zeitliche Dosismodulation
- Funktionsweise
  - Patientendickenbestimmung, Regelungscharakteristik, Dosisvorwahl
  - Erhebliche Unterschiede zwischen Konstant- und Adäquat-Rausch-Systemen
- Haupt-Fehlerquellen
  - Zentrierung, Lagerung der Arme, Topo-Länge, korrekte Protokollwahl, Schutzmittel
  - Dosisautomatiken ohne fachkundige Einstellung und Schulung mehr Schaden als Nutzen
- Weitere Funktionalitäten
  - Organbasierte Dosismodulation, Spannungs-Automatik
  - derzeit nur für Siemens Definition-Scanner; andere Hersteller: WIP.




Merci !

One size should never fit all !