

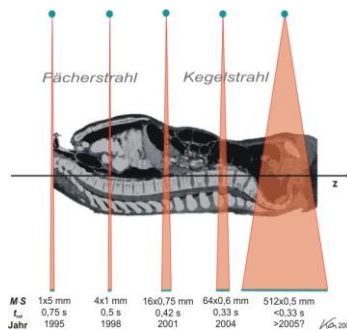


STRALENSCHUTZ UND FACHKUNDE IN DER DIGITALE VOLUMENTOMOGRAPHIE (DVT)

Martin Fiebich

Institut für Medizinische Physik und Strahlenschutz
Technische Hochschule Mittelhessen

Entwicklung der Multi Slice CT (MSCT)



CT und DVT – Definitionsversuch



- CT
 - Computertomographie
 - Patient wird auf einem Tisch liegend untersucht
 - Röhre kreist kontinuierlich um den Patienten, meist bei gleichzeitiger Bewegung des Patienten (Spiralbahn)
 - gut geeignet für die Darstellung von Objekten mit ähnlichen Schwächungskoeffizienten (kontrastarme Objekte)
- DVT
 - Digitale Volumen-Tomographie oder
 - Cone-Beam CT
 - Patient liegt, sitzt oder steht
 - eine/halbe Rotation um Patienten
 - geeignet zur Differenzierung von Objekten mit hohen Unterschieden des Schwächungskoeffizienten (kontrastreiche Objekte)

MSCT und DVT/CBCT



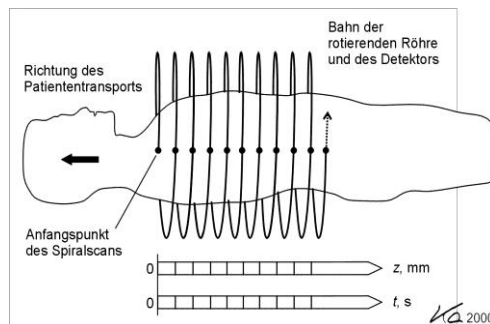
	MSCT	DVT
Detektorbreite in z-Richtung in cm	ca. 1 – 16	5 - 19
Zahl der Detektoren in z-Richtung (Zeilen)	16 - 320	512 - 2048
Auflösung in x- und y-Richtung in mm	0,2 - 0,7	0,05 - 0,2
Röhrenspannung in kV	80 - 140	ca. 60 - 100
Röhrenstrom in mA	10 - 800	0,1 - 10
Zahl der Projektionen	900 - 2320	ca. 180 - 600
Rotationszeit in sec	ca. 0,25 - 1	ca. 4 - 40

MSCT und DVT



- DVT hat bessere Auflösung in x-, y- und z-Richtung
- DVT hat geringeren Röhrenstrom und geringere Röhrenspannung, deshalb deutlich niedrigere Dosisleistung
- Detektoren sind vergleichbar, CT-Detektoren haben bessere Zeitauflösung
- CT haben bessere Rekonstruktionsalgorithmen
- CT arbeiten immer mit Hounsfield-Einheiten
- größeres Untersuchungsvolumen

Spiral CT



Beispiel: DVT im HNO-Bereich



- speziell angepasst auf HNO-Fragestellungen
- FoV-Größe an Zielvolumen anpassbar, dadurch geringere Exposition des umliegenden Gewebes



Bildquelle: SCS GmbH

THM - 2013

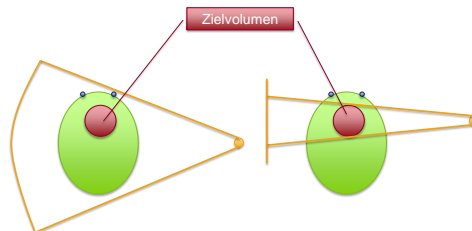
Martin Fibich - IMPS

Folie 7

Vergleich: Aufnahmegeometrie



konventionelle CT Cone Beam CT



THM - 2013

Martin Fibich - IMPS

Folie 8

DVT im orthopädischen Bereich



- Verwendung eines Flachdetektors
- Aufnahme des Volumens mit einer Rotation
- angepasst an Fragestellungen der Orthopädie



Bildquelle: SCS GmbH

THM - 2013

Martin Fibich - IMPS

Folie 9

DVT in der Angiographie



- großes Aufnahmevolumen
- schnelle Rotation
- bessere Kontrastauflösung



Bildquelle: Siemens

THM - 2013

Martin Fibich - IMPS

Folie 10

Anforderungen der Qualitätssicherung



Dosis am Detektor

- 3D-NIEDRIGKONTRASTAUFLÖSUNGSMODUS
700 μ Gy/Scan
- 3D-HOCHKONTRASTAUFLÖSUNGSMODUS
60 μ Gy/Scan

Es existieren für DVT-Untersuchungen keine eigenen diagnostischen Referenzwerte!
CTDI_{Vol} und DLP nur eingeschränkt verwendbar

THM - 2013

Martin Fibich - IMPS

Folie 11

Overranging



Protokoll bei Untersuchung Sinusitis, L = 10 cm	DLP-Erhöhung
Detektorbreite = 40 mm, 64 Schichten, Pitch = 1,0	40 %
Detektorbreite = 40 mm, 64 Schichten, Pitch = 1,5	60 %
Detektorbreite = 20 mm, 32 Schichten, Pitch = 1,0	20 %
Detektorbreite = 28,8 mm, 32 (64) Schichten, Pitch = 1,0	29 %

THM - 2013

Martin Fibich - IMPS

Folie 12

Overranging - Reduktion



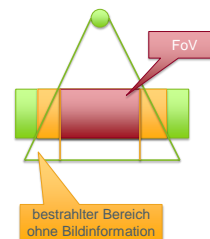
- Cone Beam CT verwenden
- bei ausreichend breiten Detektor: keine Tischbewegung oder „Step and Shoot“
- weniger Zeilen verwenden (Strahlbreite reduzieren)
- Z-Kollimation

Overbeaming



- geometrisch bedingter Overbeaming (MSCT und DVT) Verlust

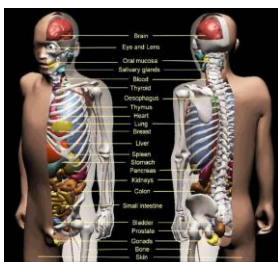
- beim CT: ca. 10 %
- Beim DVT: ca. 12-20 %



Dosisvergleich bei Sinusitis-Unters.



- Simulation der Untersuchungen mit Hilfe der Monte Carlo-Methode
- Vielzahl von Voxelphantomen zur Dosissimulation vorhanden
 - ICRPmale
 - ICRPfemale
 - ...
- Berechnung der Organdosen
- Berechnung der effektiven Dosis

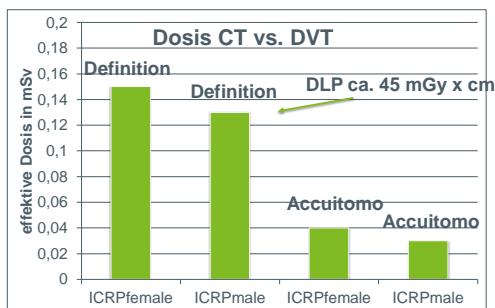


Vergleich Dosis CBCT vs. MSCT



- Cone Beam CT:
 - 90 kV, 88 mAs (360° Rotation)
 - Optimierungspotenzial...?
- Multi Slice CT:
 - 120 kV, 27 mAs / Rotation
 - 10 cm Scanlänge
 - gesamt 78 mAs
 - Optimierungspotenzial...?

Dosisberechnung für Phantome



Optimierung

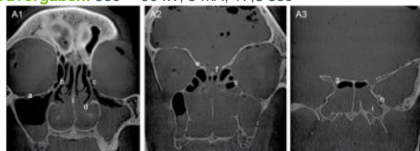


- DVT-HNO
 - schrittweise Senkung der Dosis am Testobjekt
 - Bewertung der Bildqualität
 - Festlegung der ausreichenden diagnostischen Bildqualität bei möglichst niedriger Dosis
- CT
 - nur rechnerisch
 - niedrigste einstellbare Dosis (80 kV, 10 mA)

Protokolloptimierung



Standardvorgaben: 360° 90 kV, 5 mA, 17,8 sec



Optimierungsergebnis: 180° 84 kV, 4 mA, 9,6 sec



THM - 2013

Martin Fibich - IMPS

Folie 19

Ergebnisse



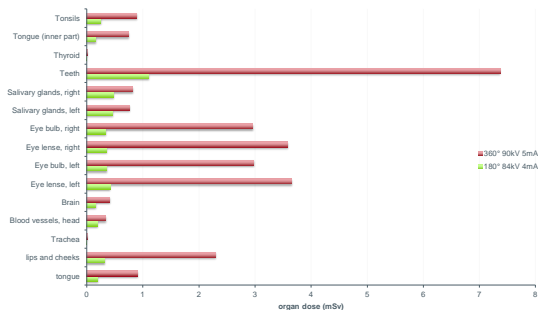
Organ	180° ICRPfemale	84kV4mA ICRPfemale	360° ICRPfemale	90kV5mA ICRP female	Dosisreduktion
Tongue	0,317 mSv	0,317 mSv	1,111 mSv	0,317 mSv	71%
Lips and cheeks	0,446 mSv	0,446 mSv	2,744 mSv	0,446 mSv	84%
Trachea	0,013 mSv	0,013 mSv	0,038 mSv	0,013 mSv	65%
Blood vessels, head	0,616 mSv	0,616 mSv	1,095 mSv	0,616 mSv	44%
Brain	0,160 mSv	0,160 mSv	0,442 mSv	0,160 mSv	64%
Eye lense, left	0,470 mSv	0,470 mSv	3,677 mSv	0,470 mSv	87%
Eye bulb, left	0,428 mSv	0,428 mSv	3,250 mSv	0,428 mSv	87%
Eye lense, right	0,443 mSv	0,443 mSv	3,707 mSv	0,443 mSv	88%
Eye bulb, right	0,399 mSv	0,399 mSv	3,244 mSv	0,399 mSv	88%
Salivary glands, left	0,657 mSv	0,657 mSv	1,216 mSv	0,657 mSv	46%
Salivary glands, right	0,675 mSv	0,675 mSv	1,261 mSv	0,675 mSv	46%
Teeth	1,287 mSv	1,287 mSv	7,092 mSv	1,287 mSv	82%
Thyroid	0,018 mSv	0,018 mSv	0,050 mSv	0,018 mSv	65%
Tongue (inner part)	0,370 mSv	0,370 mSv	1,162 mSv	0,370 mSv	68%
Tonsils	0,538 mSv	0,538 mSv	1,666 mSv	0,538 mSv	68%

THM - 2013

Martin Fibich - IMPS

Folie 20

Ergebnisse ICRP Adult male

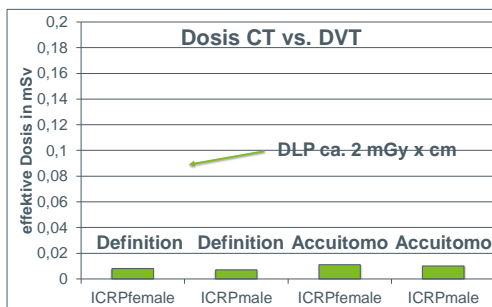


THM - 2013

Martin Fibich - IMPS

Folie 21

Dosisberechnung (Phantome)



THM - 2013

Martin Fibich - IMPS

Folie 22

Maßnahmen zum Strahlenschutz



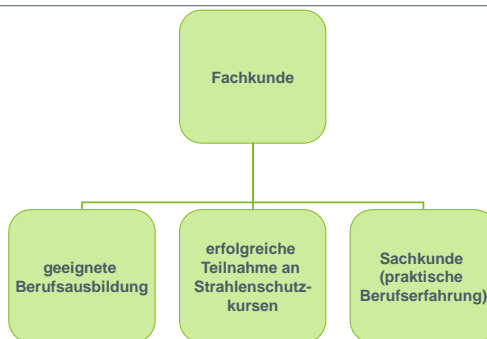
- Optimierung der Untersuchungsparameter (kV, mA)
- Verwendung einer halben Rotation, speziell im Schädelbereich (HNO und dental) günstig, da geringere Dosis an Augen, Schilddrüse und Speicheldrüse
- wenn möglich, kleines Feld verwenden (ROI-Imaging, interne Tomographie), bisher nur in Stufen möglich
- Verwendung von Strahlenschutzzubehör

THM - 2013

Martin Fibich - IMPS

Folie 23

Fachkunde DVT



THM - 2013

Martin Fibich - IMPS

Folie 24

Fachkunde



- Erteilung der Fachkunde erfolgt durch die dafür zuständige Stelle
- Fachkunde muss alle 5 Jahre durch erfolgreiche Teilnahme an einem anerkannten Kurs aktualisiert werden
- für Kenntnisse gelten die gleichen Anforderungen

THM - 2013

Martin Fibich - IMPS

Folie 25

Erlangung der Fachkunde



- **Wichtig:** Vor Aufnahme der Tätigkeit eines Arztes ohne Fachkunde 8-stündiger Unterweisungskurs, danach beginnt Sachkundezeit
- Sachkundeerwerb nur unter Aufsicht eines Arztes mit der **erforderlichen Fachkunde**
- Während Sachkundezeit erfolgreicher Besuch des Grund- und Spezialkurses (2D)
- Spezialkurs (3D)
- Nach Sachkundeerwerb und erfolgreicher Teilnahme an Strahlenschutzkursen, auf Antrag die Erteilung der Fachkunde durch zuständige Stelle

THM - 2013

Martin Fibich - IMPS

Folie 26

Sachkunde



Anwendungsgebiet	Dokumentierte Untersuchungen	Mindestzeit (Monaten)
Gesamtgebiet der Röntgendiagnostik m. CT	5.000	36 davon mind. 12 Monate CT
Notfalldiagnostik	600	12 ¹
CT	1.000	12 ¹
HNO, Schädel, Thorax (intensiv) Venensysteme.....	jeweils 100	6 ¹

¹ Erwerb der Sachkunde reduziert sich auf die Hälfte wenn die Sachkunde gänztägig in einer fachradiologischen Abteilung mit Weiterbildungsberechtigung erworben wird

THM - 2013

Martin Fibich - IMPS

Folie 27

Sachkunde



Anwendungsgebiet	Dokumentierte Untersuchungen	Mindestzeit (Monaten)
Röntgendiagnostik eines Organsystems		jeweils 12 ^{1, 2}
-Skelett	1.200	
-Thorax	1.000	Sachkundezeit reduziert sich auf 6 Monate, wenn bereits ein Teilgebiet erworben wurde
-Abdomen	200	
-Niere	100	
-Mamma	500	
-Gefäßsystem	100	

THM - 2013

Martin Fibich - IMPS

Folie 28

3D-Fachkunde (DVT)



- Festlegungen für DVT-Geräte
 - Voraussetzung 2D-Fachkunde
 - zusätzliche Sachkundezeit
 - dokumentierte Untersuchungen

Anwendungsgebiet	Dokumentierte Untersuchungen	Mindestzeit (Monaten)
DVT Hals-Nasen-Ohren-Heilkunde	50	3
Sonstige 3D-Bildgebung an Skelett, Gefäßen oder Organen mit C-Bögen	100	6
DVT dental	25	3

THM - 2013

Martin Fibich - IMPS

Folie 29

Spezialkurs DVT



Spezialkurs Digitale Volumetomographie und sonstige tomographische Verfahren für Hochkontrastbildgebung außerhalb der Zahnmedizin

- Dauer - einschließlich Prüfung - 8 Stunden
- Voraussetzung für die Teilnahme ist die erfolgreiche Teilnahme am Spezialkurs Röntgendiagnostik
- Alternativ auch anerkannter Kombinationskurs, der neben der Vermittlung des erforderlichen Wissens auch den Erwerb der Sachkunde beinhaltet
 - Anforderungen des Sachkundeerwerbs sind dann im Zeitraum zwischen zwei nicht zusammenhängenden Kurstagen von jeweils 8 Unterrichtseinheiten durch die erfolgreiche Bearbeitung von Fallsammlungen nachzuweisen.

THM - 2013

Martin Fibich - IMPS

Folie 30

3D-Fachkunde (DVT-HNO)



- Voraussetzung 2D-Fachkunde
- Sachkundeerwerb
 - durch Kurs mit Einführungsveranstaltung (8h)
 - dazwischen 50 dokumentierte Untersuchungen aus Fallsammlung innerhalb von 3 Monaten
 - Abschlussveranstaltung incl. Prüfung (8h)
- Hochkontrastuntersuchungen, keine Kontrastmitteluntersuchungen

THM - 2013

Martin Fiebich - IMPS

Folie 31

Themen/Inhalte DVT-Kurs



- Indikation für 3D-Diagnostik
- Grundlagen der Schnittbildtechnik
- Geräte- und Detektortechnologie
- Qualitätssicherung und Qualitätskontrolle
- Dosismessgrößen
- Aufnahmeparameter: Bedeutung für Bildqualität und Strahlenexposition
- Apparative Einflussfaktoren auf die Dosis
- Anwenderbedingte Einflussfaktoren auf die Dosis
- Strahlenexposition des Patienten
- Methoden zur Abschätzung der Patientenexposition
- Maßnahmen zur Dosisreduktion beim Patienten
- Spezielle Techniken

THM - 2013

Martin Fiebich - IMPS

Folie 32

Zusammenfassung



- DVT kann als sinnvolle Alternative zum CT eingesetzt werden
- Grenzen zwischen DVT und CT werden geringer
- in der Praxis meist geringere Strahlenexposition der DVT im Vergleich zur CT
- Fachkunde geregelt
- Das Segment DVT/Cone-Beam CT wird auf dem Markt weiter wachsen

THM - 2013

Martin Fiebich - IMPS

Folie 33



**VIELEN DANK FÜR IHRE
AUFMERKSAMKEIT**

Martin.Fiebich@kmub.thm.de

THM - 2013

Martin Fiebich - IMPS

Folie 34