

Funktionelle CT: Neue Möglichkeiten durch 4D-CT

Hans-Ulrich Kauczor

dkfz. DEUTSCHES
KREBSFORSCHUNGSZENTRUM
IN DER HELMHOLTZ-GEMEINSCHAFT

4D: 3D + X

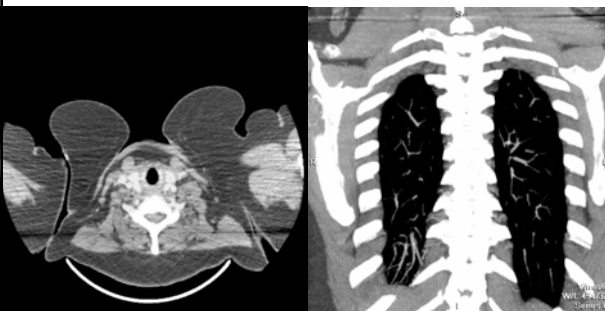
- **3D = Struktur im Volumen:** „Schnappschuss“
- **X = Funktion:** Veränderung über die Zeit
- **Warum jetzt?**
Raum- und Zeitauflösung gleichzeitig verfügbar
Bildverarbeitung zur Extraktion der Information
- **Anwendungen Lunge**
Bewegung
Perfusion

Seite 2

Prof. Dr. H.-U. Kauczor
Abteilung Radiologie

dkfz.

Struktur: feiner, schneller, schärfer



Seite 3

Prof. Dr. H.-U. Kauczor
Abteilung Radiologie

dkfz.

Struktur: 3D



Seite 4

Prof. Dr. H.-U. Kauczor
Abteilung Radiologie

dkfz.

Struktur: 3D

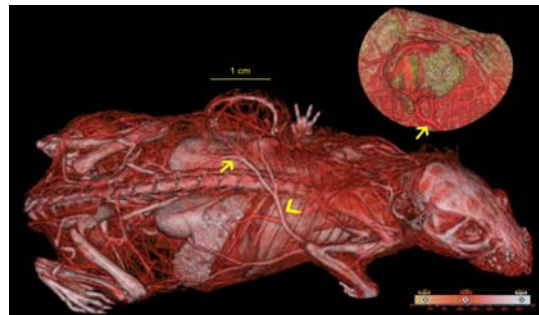


Seite 5

Prof. Dr. H.-U. Kauczor
Abteilung Radiologie

dkfz.

Struktur: 3D



Kiessling et al. Nat Med 2004

Seite 6

Prof. Dr. H.-U. Kauczor
Abteilung Radiologie

dkfz.

Struktur: 3D

- Bildbasierte Geometrien zur Simulation
- Rapid Prototyping zur Validierung

CT Geometrie Druck Simulation Validierung He-MRT

Seite 7 | Prof. Dr. H.-U. Kauczor | Abteilung Radiologie | dkfz.

Struktur: 3D

- Rapid Prototyping und He-MRT zur Validierung

CFD MRI

Velocity m s^{-1}

1 2 3 4 5 6 7 8 9

Rochefort L et al, J Appl Physiol 2007

Seite 8 | Prof. Dr. H.-U. Kauczor | Abteilung Radiologie | dkfz.

Funktion: 2D + t

ARDS Schweinemodell Tracheomalazie in COPD

Markstaller et al. Br J Anaesth 2001 + 2003; Heussel et al. Eur Radiol 2001

Seite 9 | Prof. Dr. H.-U. Kauczor | Abteilung Radiologie | dkfz.

Funktion: 2D + t

Prä Lungenvolumenreduktion Post

Darim MPEG Encoder demo Darim MPEG Encoder demo

Kauczor et al. Fortschr Röntgenstr 1996

Seite 10 | Prof. Dr. H.-U. Kauczor | Abteilung Radiologie | dkfz.

Funktion: 3D + t

(c) J. Zaporozhan & S. Ley

Zaporozhan et al. Invest Radiol 2006

Seite 11 | Prof. Dr. H.-U. Kauczor | Abteilung Radiologie | dkfz.

Funktion: 3D + t

- 5 Schweine
- PEEP \uparrow \Rightarrow eff. Tidalvolumen \downarrow

PEEP 0 Inspiration PEEP 10

Expiration

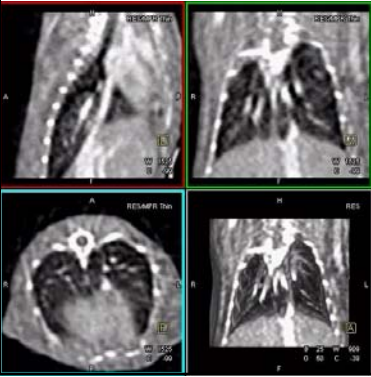
WIL 346 Segm

Ley et al. Exp Lung Res 2006

Seite 12 | Prof. Dr. H.-U. Kauczor | Abteilung Radiologie | dkfz.

Funktion: 3D + t

■ Maus Imaging im VCT (intrinsisches Gating)

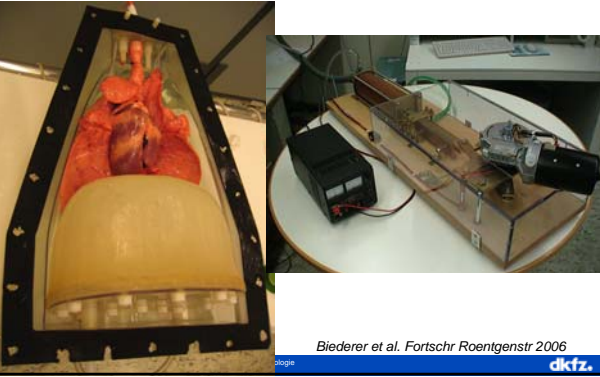


Bartling, Dinkel et al. submitted

dkfz.

Funktion: 3D + t

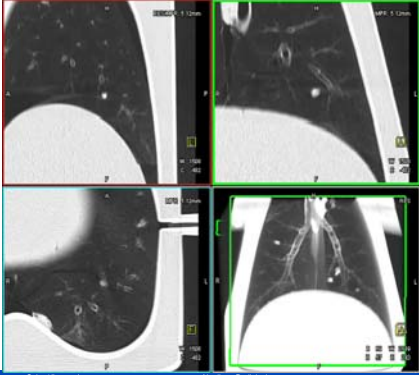
■ Phantom Herz-Lungenblock



Biederer et al. Fortschr Roentgenstr 2006

dkfz.

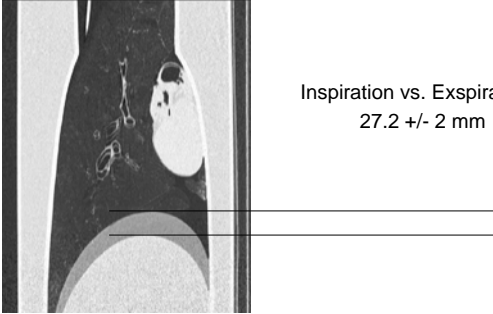
Funktion: 3D + t



Seite 15 | Prof. Dr. H.-U. Kauzior | Abteilung Radiologie

dkfz.

Funktion: 3D + t

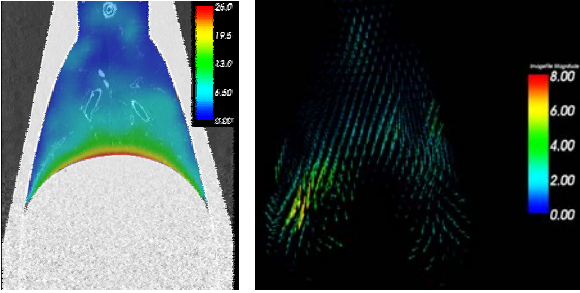


Inspiration vs. Expiration
27.2 +/- 2 mm

Seite 16 | Prof. Dr. H.-U. Kauzior | Abteilung Radiologie

dkfz.

Funktion: 3D + t

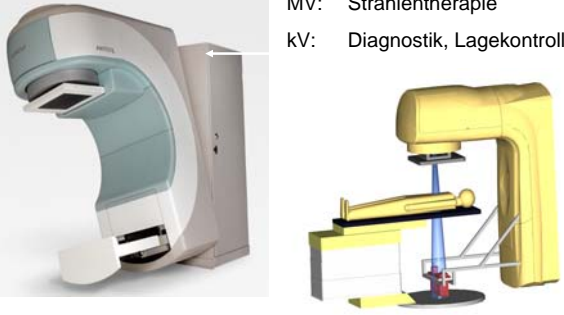


Bewegungskarte Vektor-Auswertung

Seite 17 | Prof. Dr. H.-U. Kauzior | Abteilung Radiologie

dkfz.

Funktion: 3D + t mit Cone-Beam CT

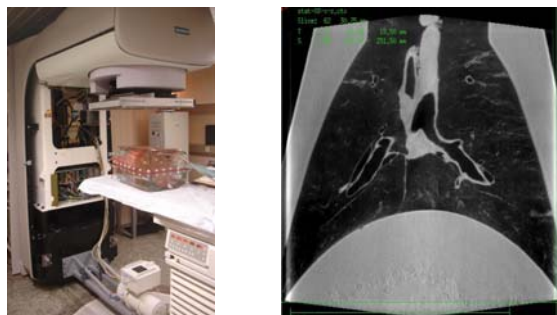


MV: Strahlentherapie
KV: Diagnostik, Lagekontrolle

Seite 18 | Prof. Dr. H.-U. Kauzior | Abteilung Radiologie

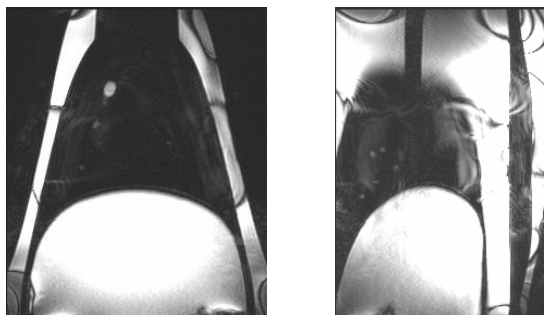
dkfz.

Funktion: 3D + t mit Cone-Beam CT



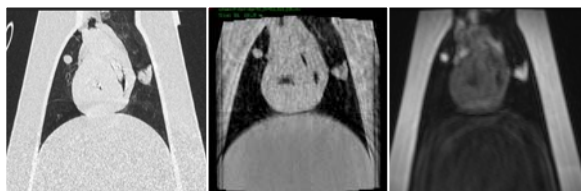
Seite 19 | Prof. Dr. H.-U. Kauzior | Abteilung Radiologie | dkfz.

Funktion: 3D + t mit MRT



Biederer et al. Radiology 2003
Seite 20 | Prof. Dr. H.-U. Kauzior | Abteilung Radiologie | dkfz.

3D + t: Modalitäten-Vergleich

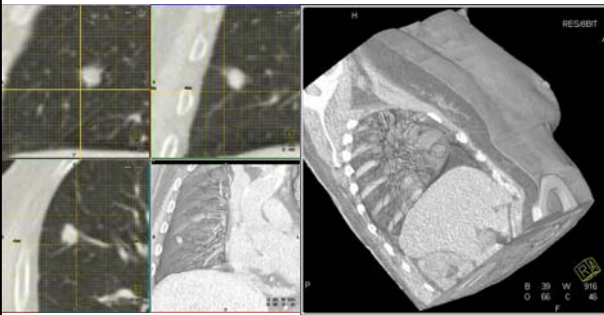


Method	4D helical CT	4D CBCT	4D MRI
Temporal res. [s]	0.5	~1	~1.75
Voxel size [mm]	0.7x0.7x1.5	0.5x0.5x1.0	2.7x2.7x4

Biederer et al. RSNA 2007 angenommen
Seite 21 | Prof. Dr. H.-U. Kauzior | Abteilung Radiologie | dkfz.

Funktion: 3D + t CT beim Patienten

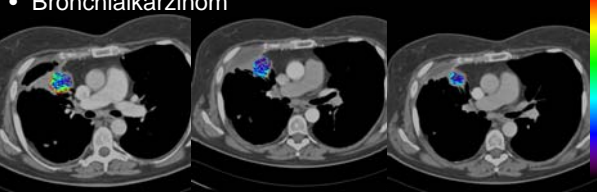
■ Tumorbewegung für Strahlentherapie-Planung



Seite 22 | Prof. Dr. H.-U. Kauzior | Abteilung Radiologie | dkfz.

Funktion: 2D + KM dynamisch

• Bronchialkarzinom

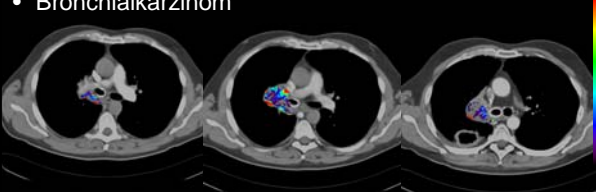


	vor Chemo	nach 1. Zyklus	nach 3. Zyklus
Größe		stabil	part. Rem.
Perf. 100		35	32 ml/min*100g
		part. Rem.	stabil

Kiessling et al. 2004
Seite 23 | Prof. Dr. H.-U. Kauzior | Abteilung Radiologie | dkfz.

Funktion: 2D + KM dynamisch

• Bronchialkarzinom



	vor Chemo	nach 1. Zyklus	neue Therapie
Größe		Progress	stabil
Perf. 5		19 ml/min*100g	5 ml/min*100g
		Progress	part. Rem.

Kiessling et al. 2004
Seite 24 | Prof. Dr. H.-U. Kauzior | Abteilung Radiologie | dkfz.

Funktion: 3D + KM dynamisch

Perfusion

Ventilation

MultiSlice-CT

Dank an J. Wildberger, Aachen, jetzt Berlin

Seite 25 | Prof. Dr. H.-U. Kauczor | Abteilung Radiologie | **dkfz.**

Funktion: 3D + KM dynamisch

Perfusion

Ventilation

MultiSlice-CT

Dank an J. Wildberger, Aachen, jetzt Berlin

Seite 26 | Prof. Dr. H.-U. Kauczor | Abteilung Radiologie | **dkfz.**

Funktion: 3D + KM dynamisch

■ **Subtraktionstechnik**

Dank an J. Wildberger, Aachen, jetzt Berlin

Seite 27 | **dkfz.**

Take Home: 4D-CT

- Komplexe räumliche und zeitliche Information
- Struktur und Funktion
- Bildverarbeitung, Quantifizierung, Simulation
- Funktionen:
 - Atembewegung, Ventilation
 - Perfusion

Seite 28 | Prof. Dr. H.-U. Kauczor | Abteilung Radiologie | **dkfz.**