

2/5/2010

# Medizinische Bildverarbeitung

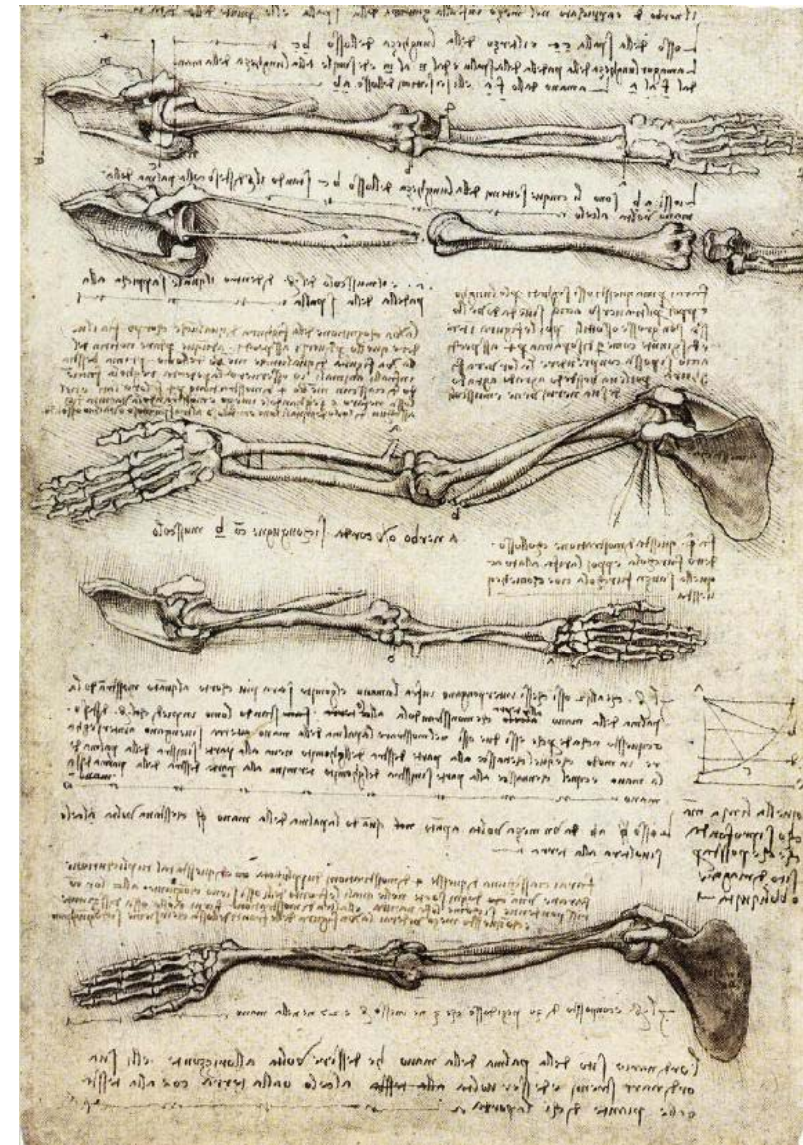
Prof. Dr. Hans-Peter Meinzer

Medizinische und Biologische Informatik  
Deutsches Krebsforschungszentrum  
Heidelberg



DEUTSCHES  
KREBSFORSCHUNGSZENTRUM  
IN DER HELMHOLTZ-GEMEINSCHAFT

- Erlauben einen Blick in das Innere des Körpers
- Bis vor ca. 100 Jahren nur möglich durch Untersuchungen an Verstorbenen
- Leonardo da Vinci (1452-1519): der erste Bildverarbeiter?
- Diagnose von inneren Krankheiten nur von außen möglich!

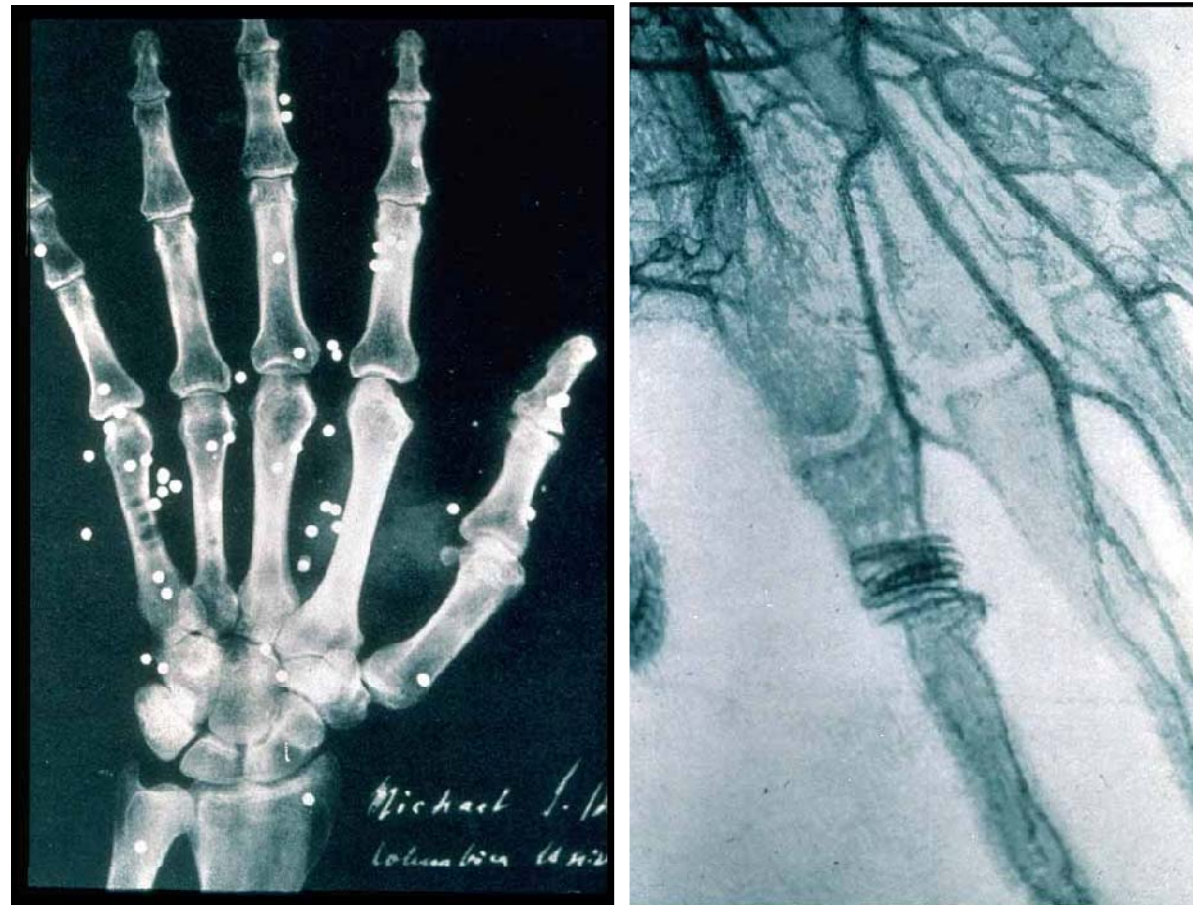


- Am 08.11.1895 bemerkt Wilhelm Konrad Röntgen bei einem Experiment seltsame Effekte
- Röntgenstrahlen durchdringen feste Materialien (auch Kleidung und Gewebe!)
- 1901 bekommt er dafür den ersten Nobelpreis in Physik



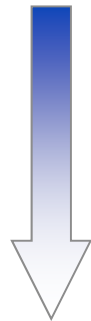


- Die neue Art von Strahlen findet schnell viele Anwendungen



Aufnahmen aus dem Jahr 1896

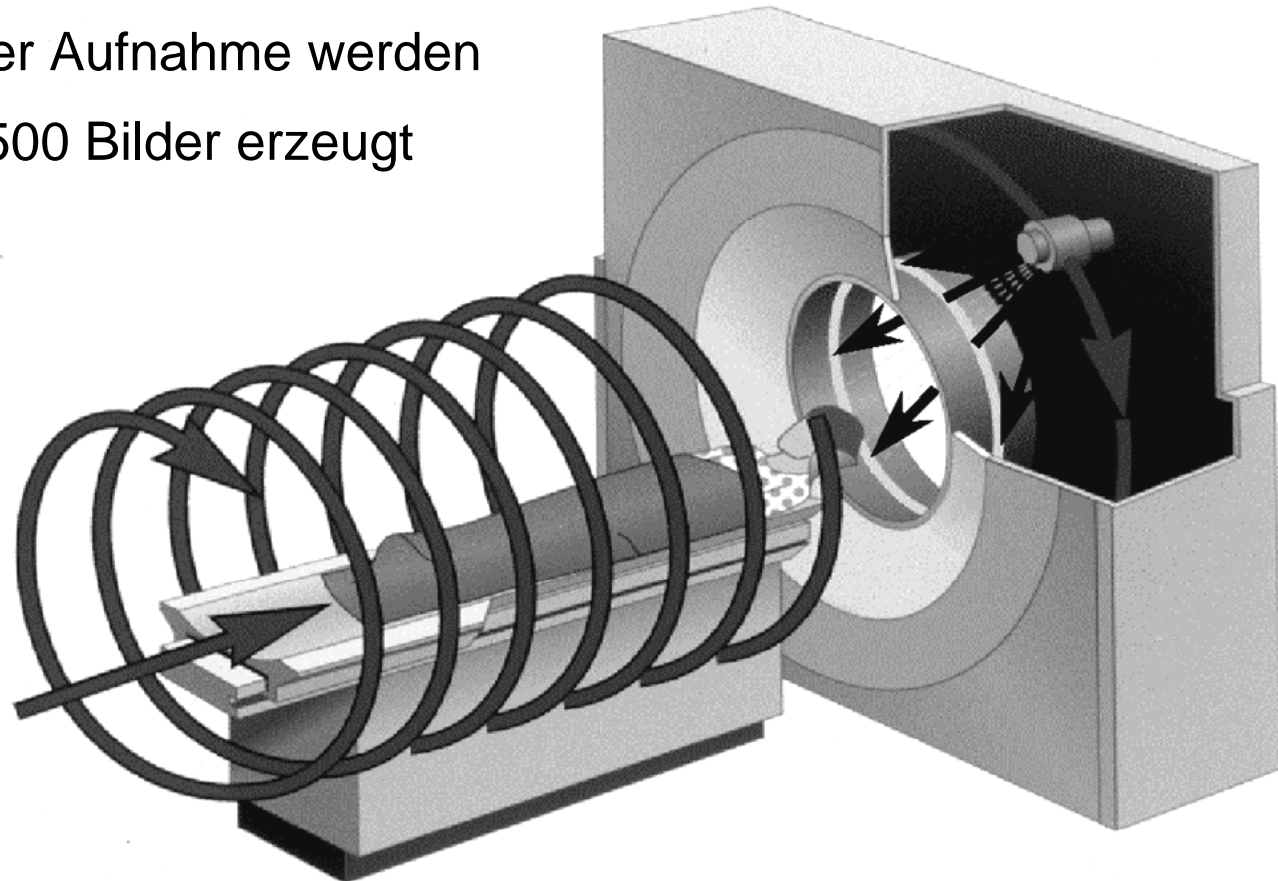
- Röntgen ist immer noch die Standardtechnik
- Strahlen werden auf ihrem Weg durch den Körper abgeschwächt
  - Luft
  - Fett
  - Weichteilgewebe
  - Knochen
  - Metall
- Die verbleibende Strahlung wird wie ein Foto aufgenommen



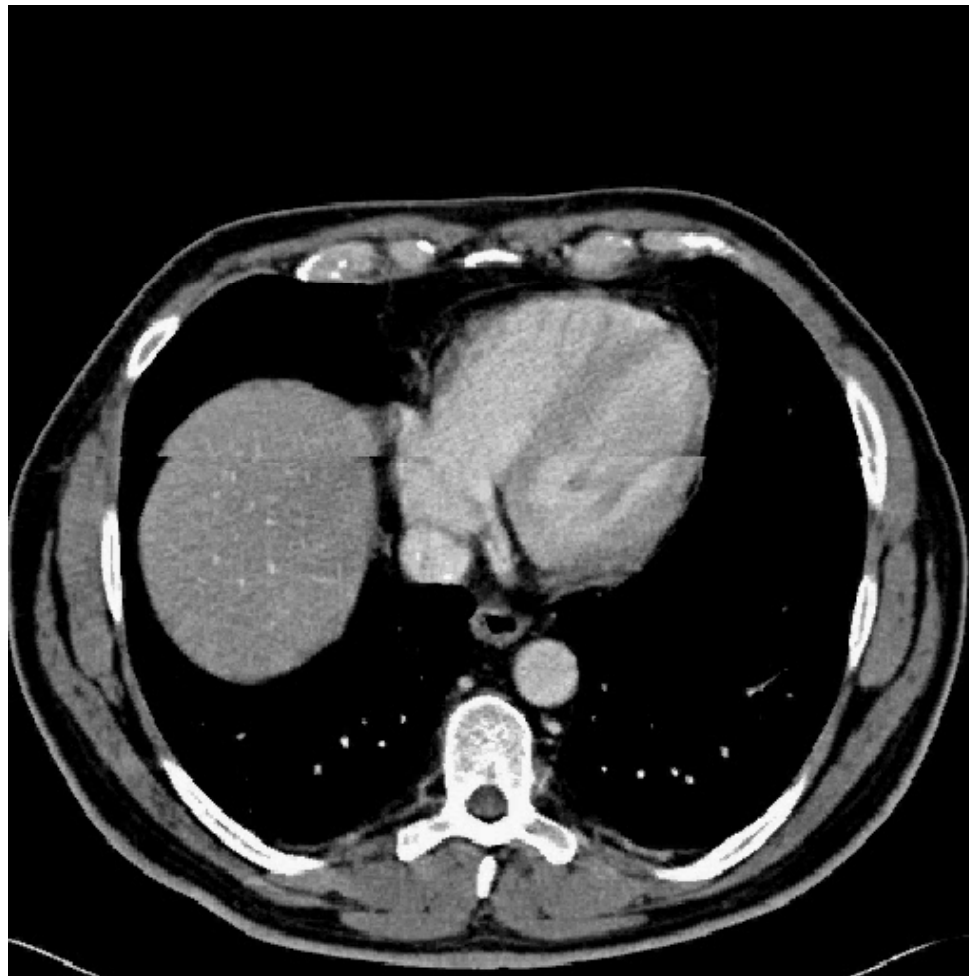
Luft  
Fett  
Weichteilgewebe  
Knochen  
Metall



- Tomographie bedeutet „Darstellung in Schichten/Scheiben“
- Ähnlich wie Röntgen
- Bei einer Aufnahme werden 50 bis 500 Bilder erzeugt



- Die CT ist nach Röntgen das wichtigste bildgebende Verfahren



- Verwendet keine schädlichen Strahlen, sondern starke Magnete





- Im CT und MR sind unterschiedliche Gewebsstrukturen sichtbar



MR

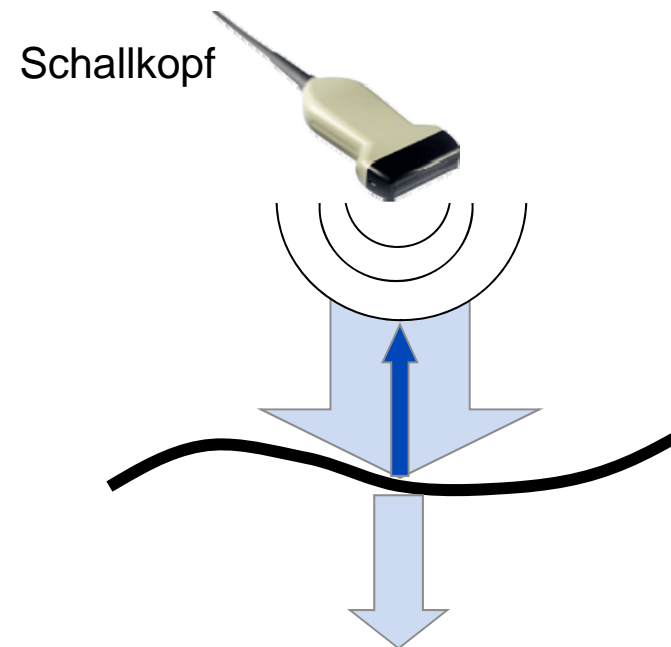


CT

- Ein kleiner Lautsprecher sendet Schall aus
- Am Gewebe prallt ein Teil des Schalls ab und wird wieder zurückgesendet
- Ein kleines Mikrofon nimmt den zurückgesendeten Schall auf



Ultraschallgerät



- Der gemessene Schall wird unterschiedlich hell dargestellt



Erst aufschneiden, dann reinschauen

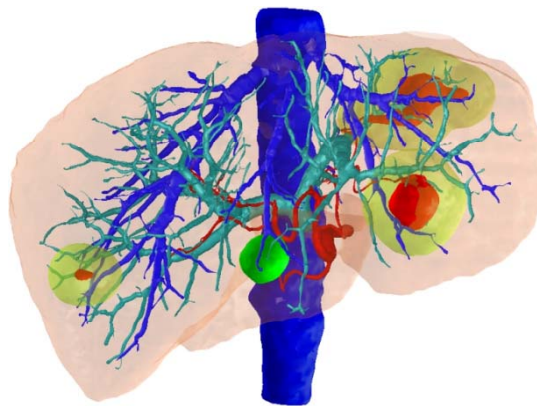


**Rembrandt (1632)**

*The Anatomy Lecture of Dr. Nicolas Tulp*



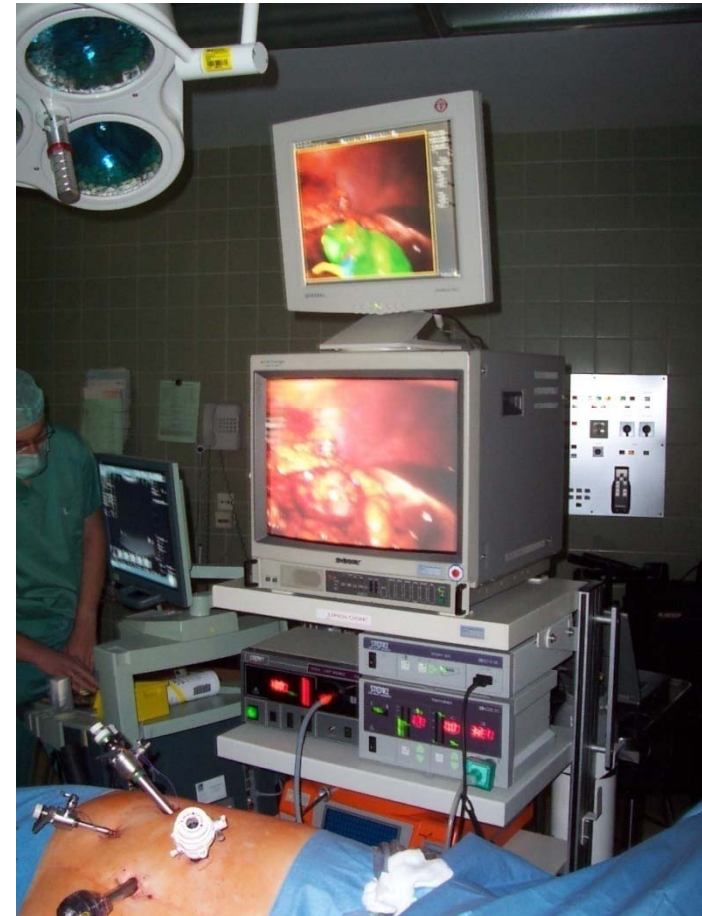
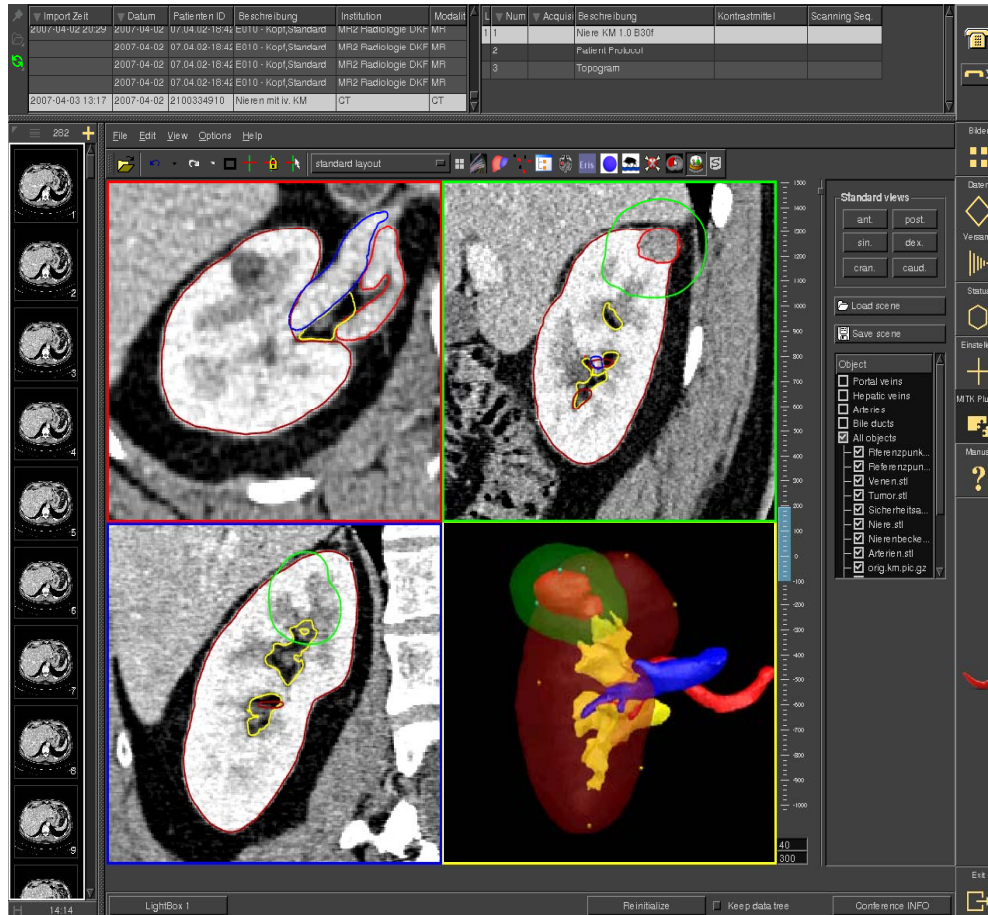
## Erst planen, dann operieren



Präoperative  
Planung



Intraoperative  
Visualisierung



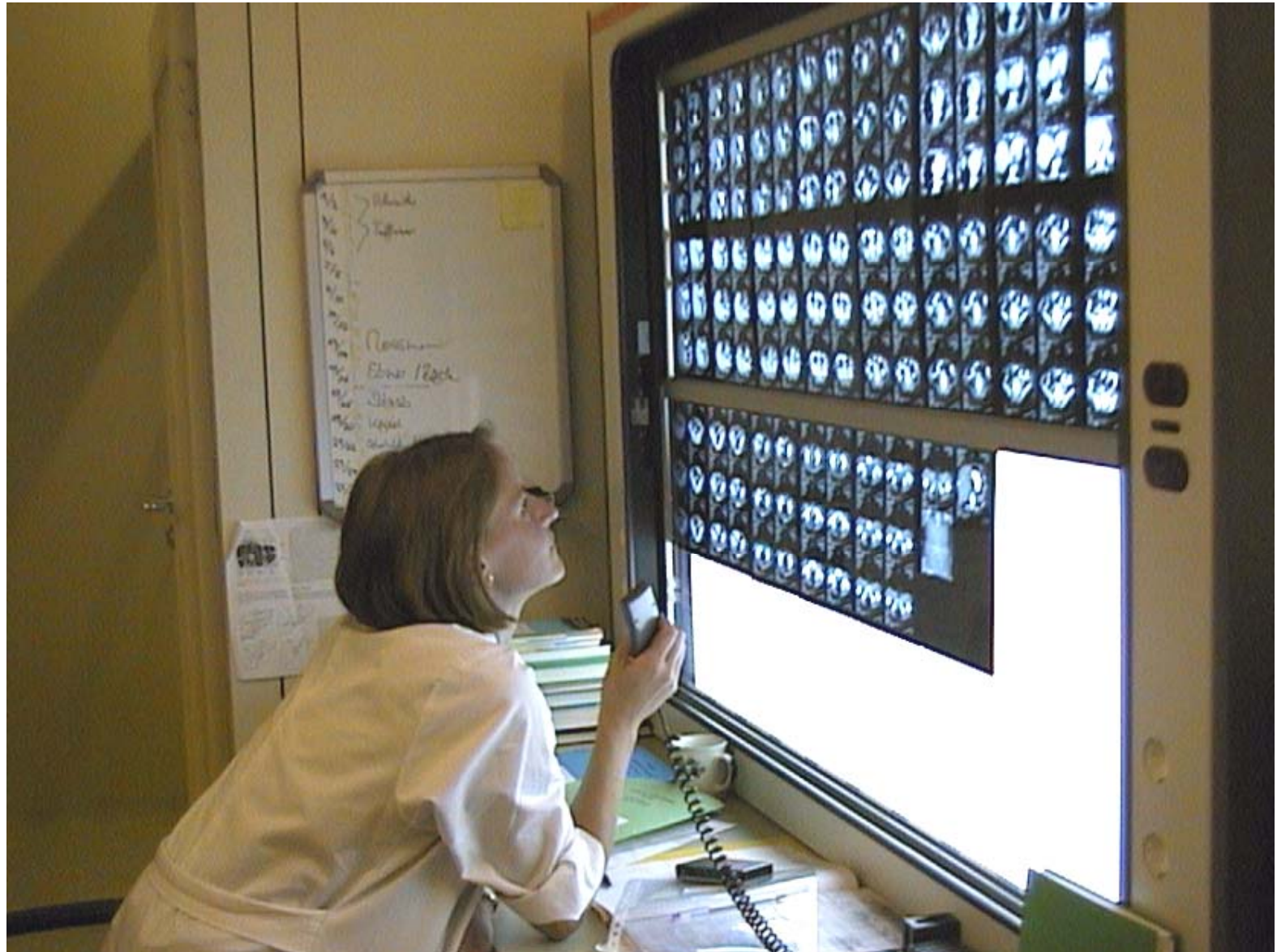
## Bildgeführte Therapieunterstützung

## Bildbasierte Systeme unterstützen:

- Diagnose
- Therapieplanung
- Therapieunterstützung
- Nachuntersuchungen (Monitoring)



# Radiologischer Alltag - früher

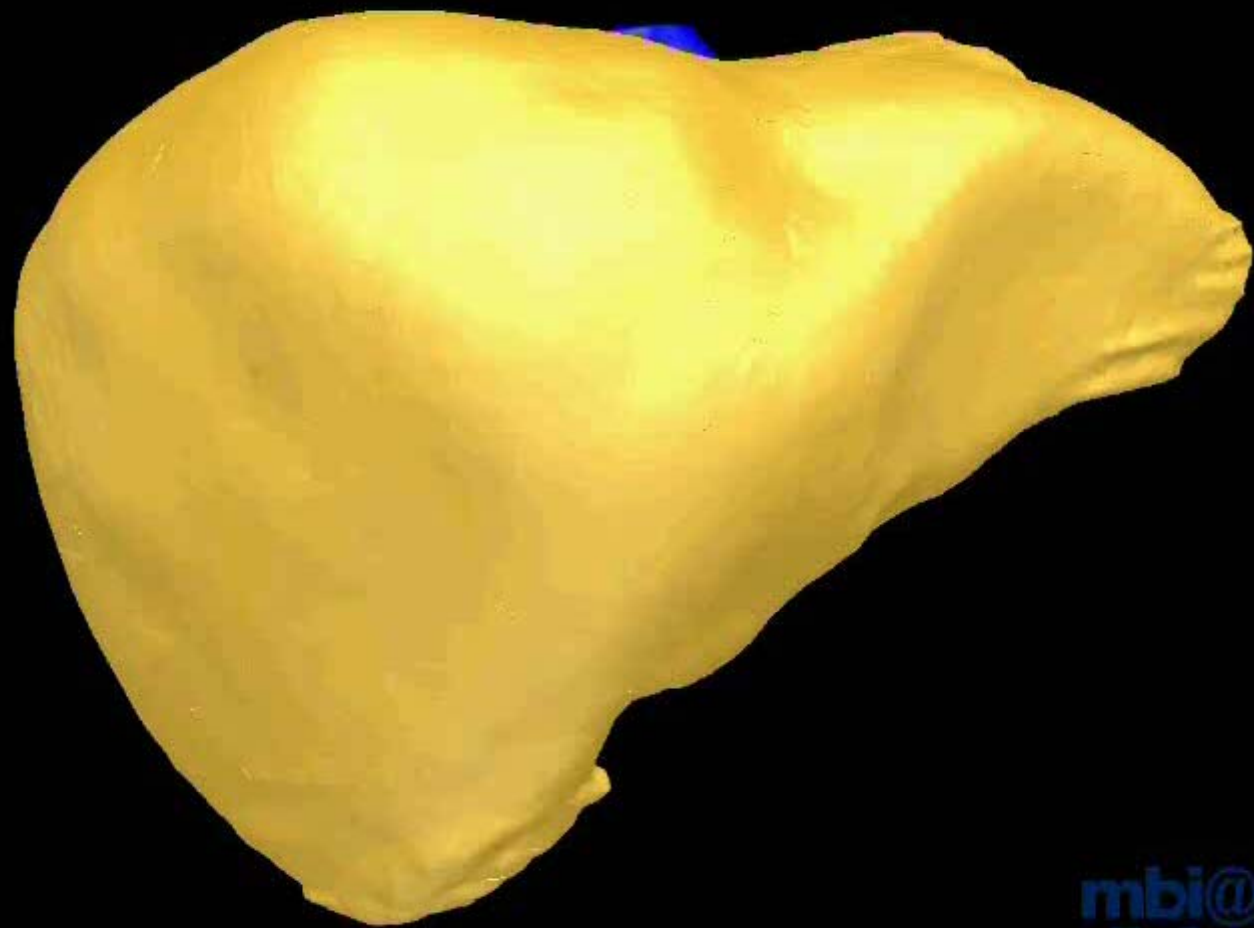








**100-200 CT-Bilder  
für eine Leber!!!**



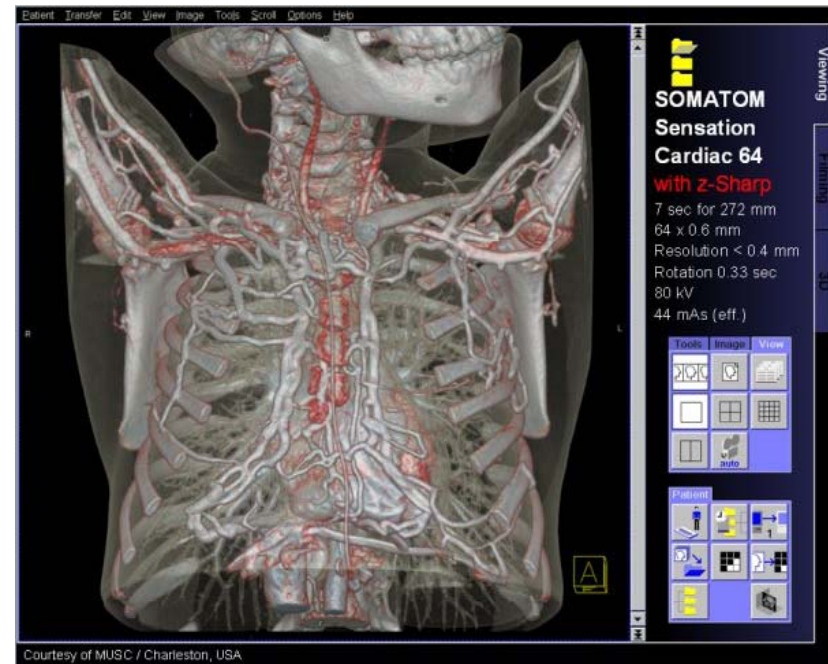
mbi@  
dkfz.

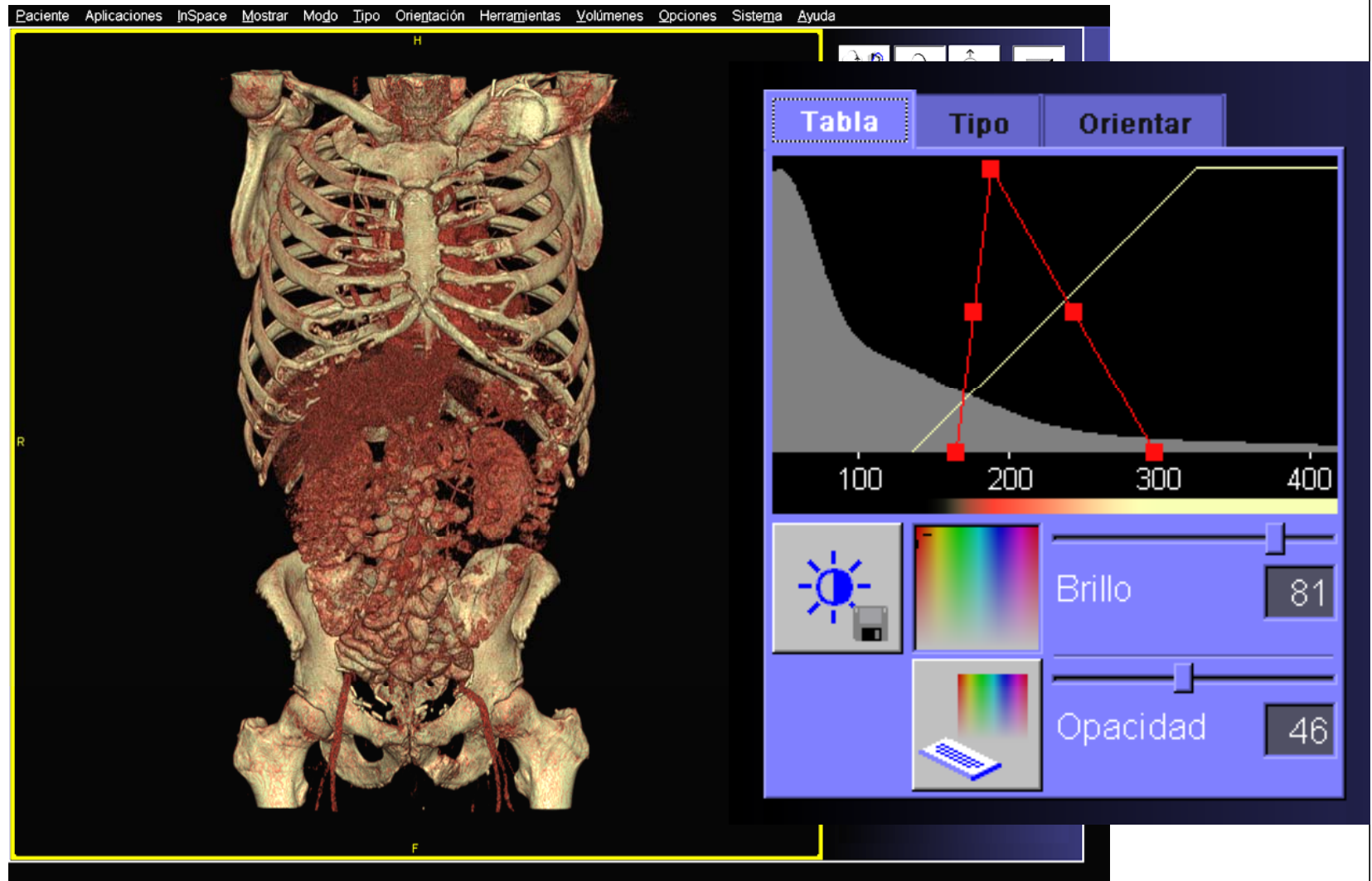
## Problem II





- Einige 3D Technologien sind vorhanden, werden aber kaum genutzt





mit vielem Dank an Dr. Pablo Soffia, Clinica Alemana, Santiago de Chile

- Quantitative Aussagen unmöglich
  - Volumetrie?
  - Gefäße?
  - Therapiemonitoring?
  
- Qualitative Aussagen auf schwachem Fundament
  - Tumorlage und -ausdehnung?
  - Gefäßinfiltration?
  - Anomalie oder Visualisierungsproblem?

- ist das **signal-to-symbol gap**, d.h. es gelingt nicht, die Zuordnung von Signal (Pixel, Voxel) zu einer hochstehenden symbolischen Beschreibung zu finden
  - ein Tisch, eine Arterie, ein Aortenaneurysma, ein gebrochener Arm
- **Segmentierung** ist die Grundlage

# Grundlagen

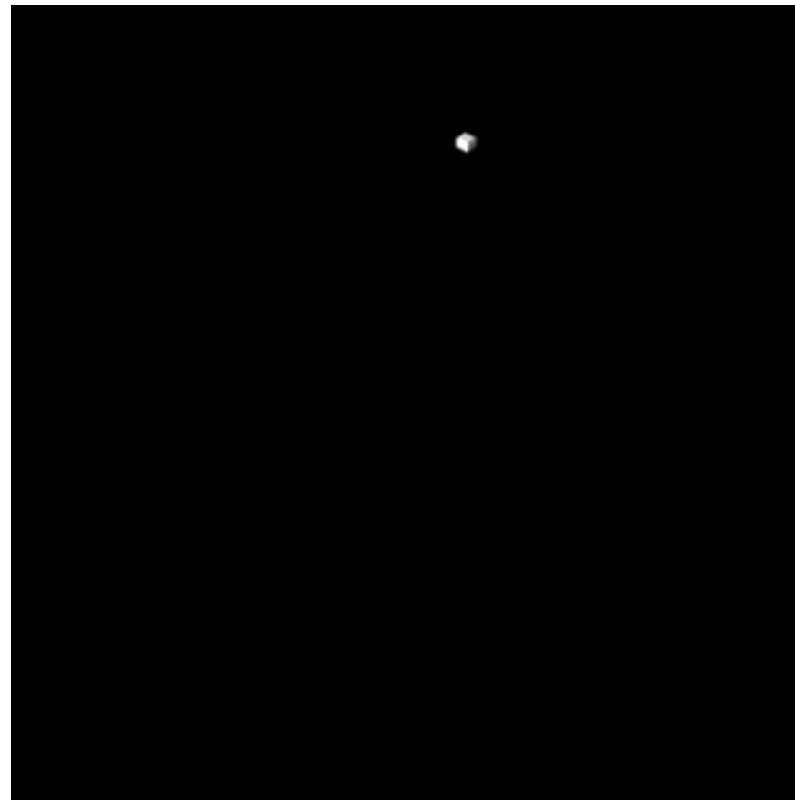


Im praktischen Einsatz  
anzutreffende Verfahren  
sind zumeist

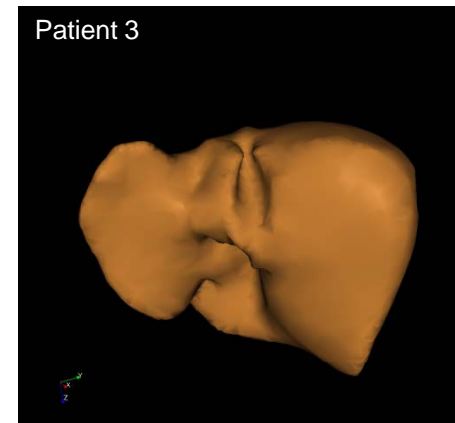
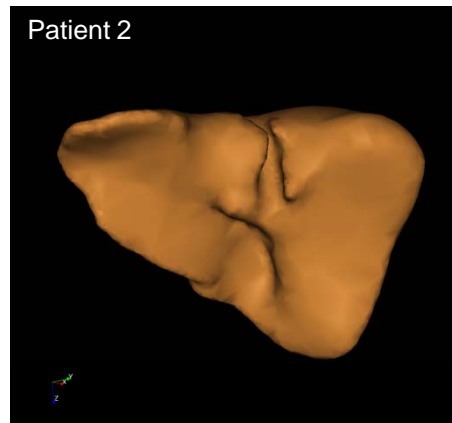
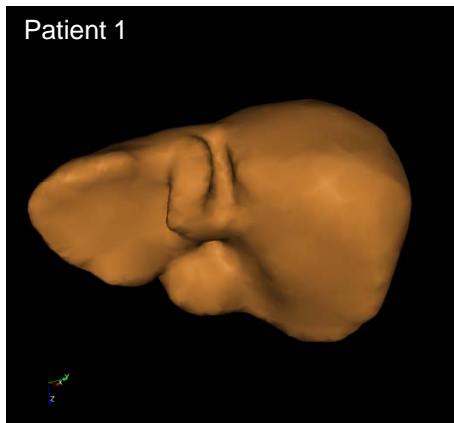
- manuell bzw.
- semiautomatisch und
- schichtbasiert (2D)



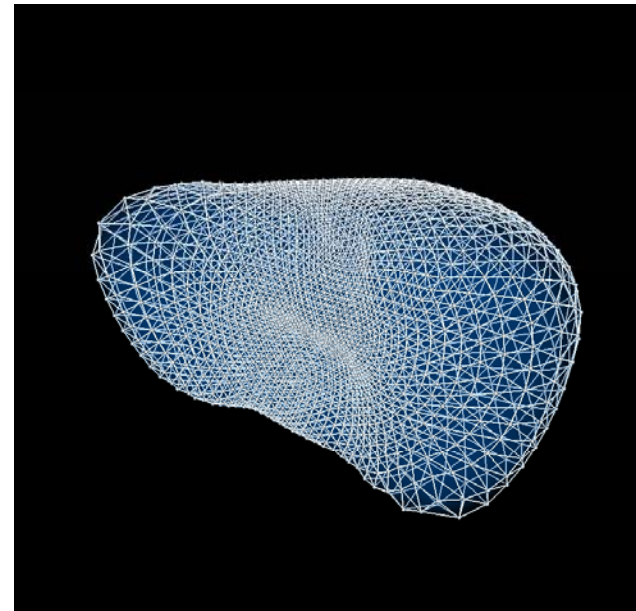
- Automatische 3D-Segmentierung
- Nur für sehr einfache Probleme oder unter speziellen Randbedingungen realisierbar!



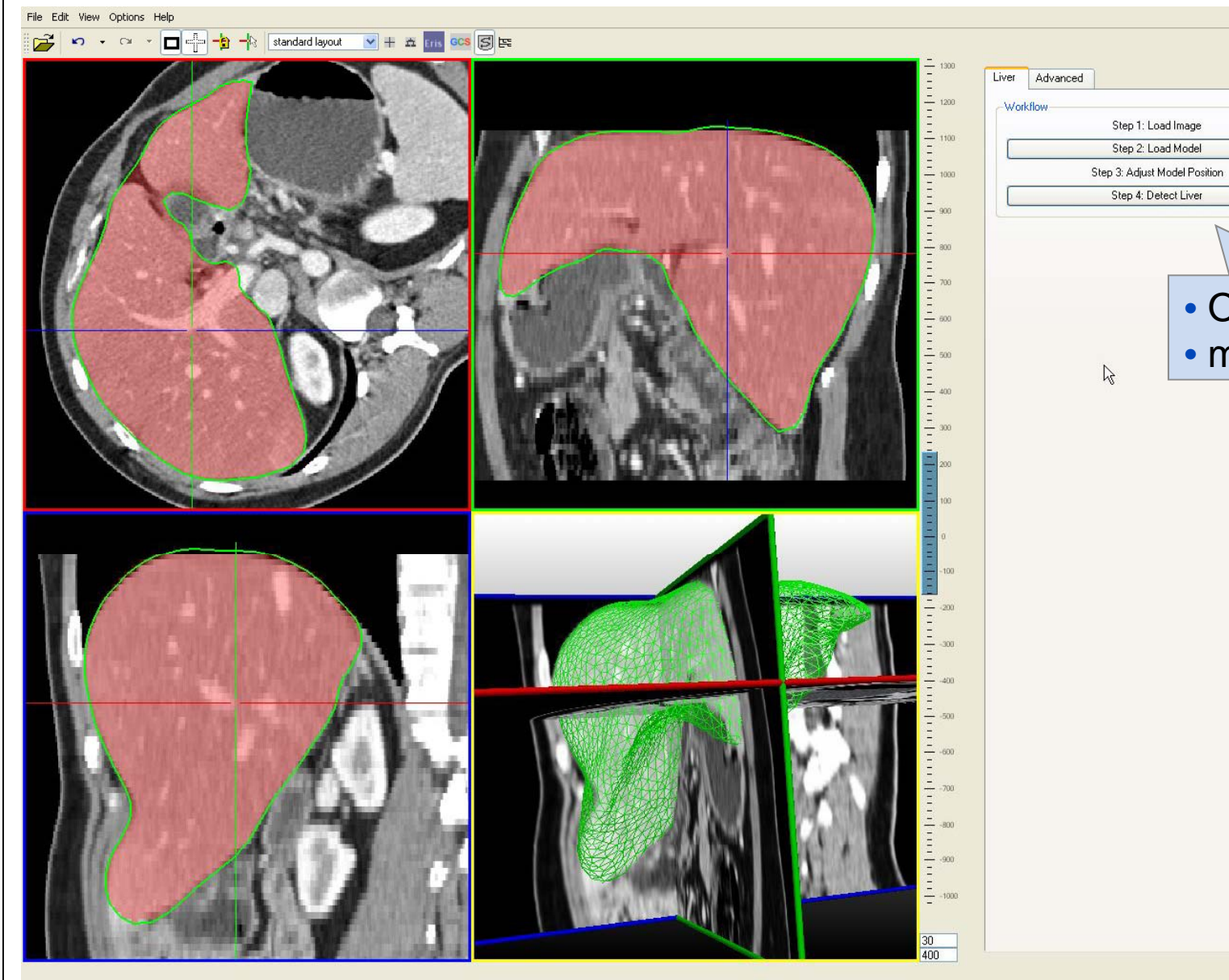
- Segmentierung mittels statistischer Formmodelle



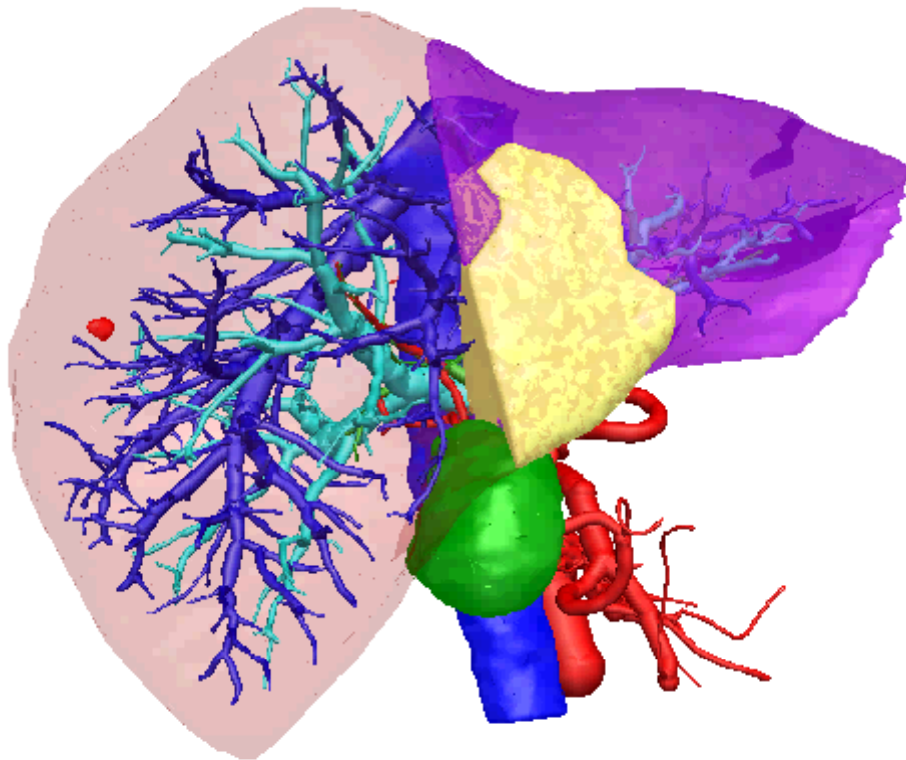
- Berechnung eines mittleren Organmodells und dessen Formvarianzen
- Übertragung des Modells auf den Patienten



# Segmentierung (3D) – Statistische Formmodelle



- One click
- max. 2 Minuten



Segmentierung ermöglicht:

- Diagnoseunterstützung
- Therapieplanung
- Quantifikation
  - Volumetrie
  - Messfunktionen
  - Funktionsbestimmung und –vorhersage
  - Risikoanalysen
- Exakte und problemspezifische Visualisierung

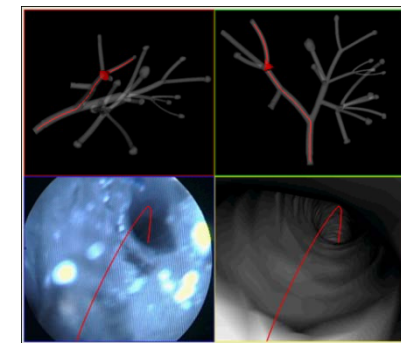
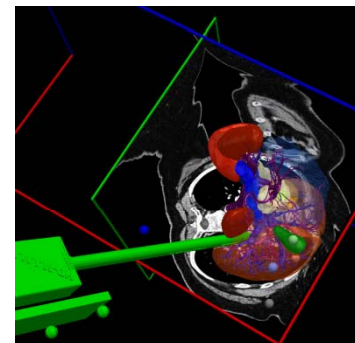
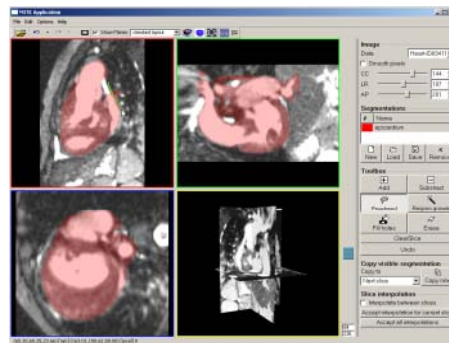
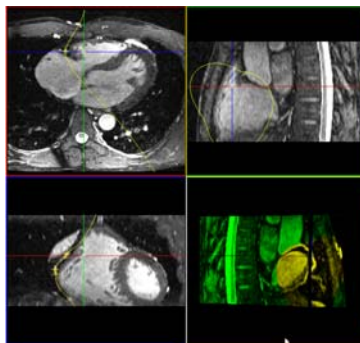


- 3D Visualisierung hat ihren festen Platz in der radiologischen Routine
- Segmentierungsverfahren müssen ebenso etabliert werden. Diese müssen
  - **SCHNELL** sein,
  - **ROBUST**, d.h. auf den echt existierenden, z.T. traurigen Daten funktionieren (GIGO),
  - **REIBUNGSLOS** in klinische Arbeitsabläufe einfließen

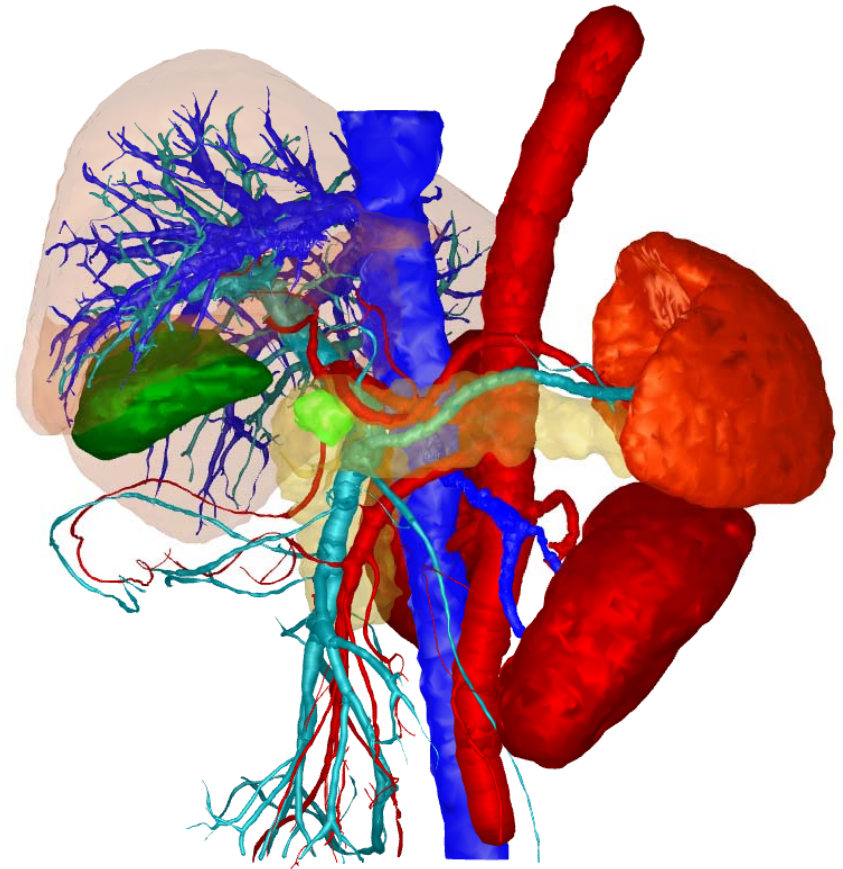
- **MITK**

<http://www.mitk.org>

- Ein Framework zur Entwicklung von **benutzbaren** interaktiven medizinischen Anwendungen
- Entwickelt am DKFZ
- Als generisches PlugIn innerhalb von CHILI verfügbar
- Grundlage aller Anwendungen

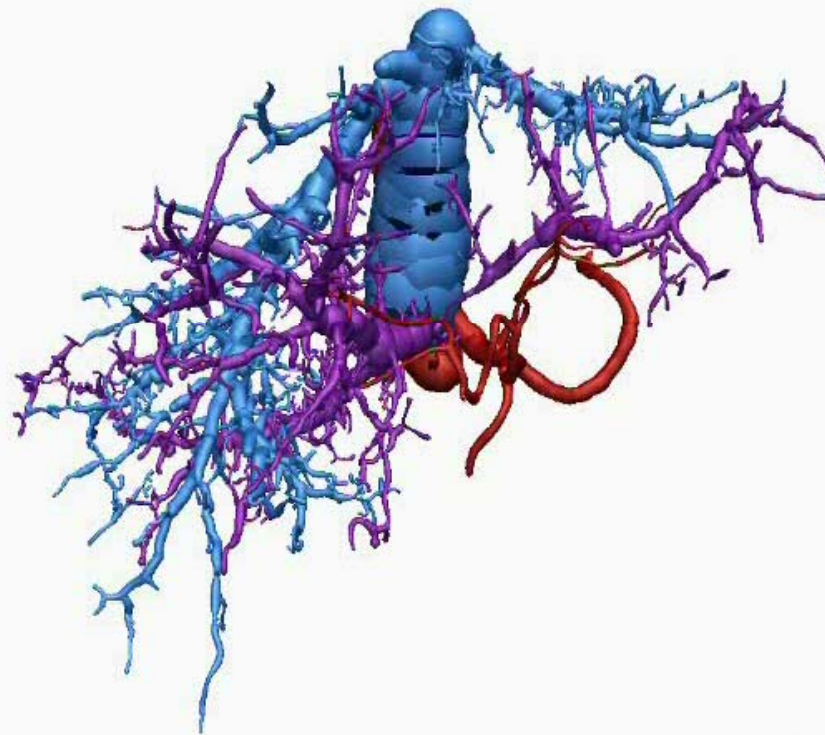


# Anwendungen



# Operationsplanung für die Leberchirurgie

- 3D-Darstellung der Gefäßanatomie des Patienten
- Erstellung von Operationsvorschlägen
- Berechnung des Lebervolumens



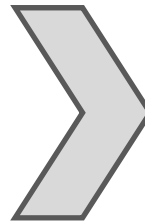
- Kombinierte Darstellung von Portalbaum, Lebervenen, Arterien und Gallengängen
- Volumetrie von Leber und Transplantat
- Evaluation potentieller Spender
- Computergestützte Operationsplanung obligatorischer Schritt der Vorbereitung von Leber-Lebendspenden in Heidelberg



- Leber-Lebendspende
- Bewertung und Auswahl eines geeigneten Spenders

## Spender: Großmutter

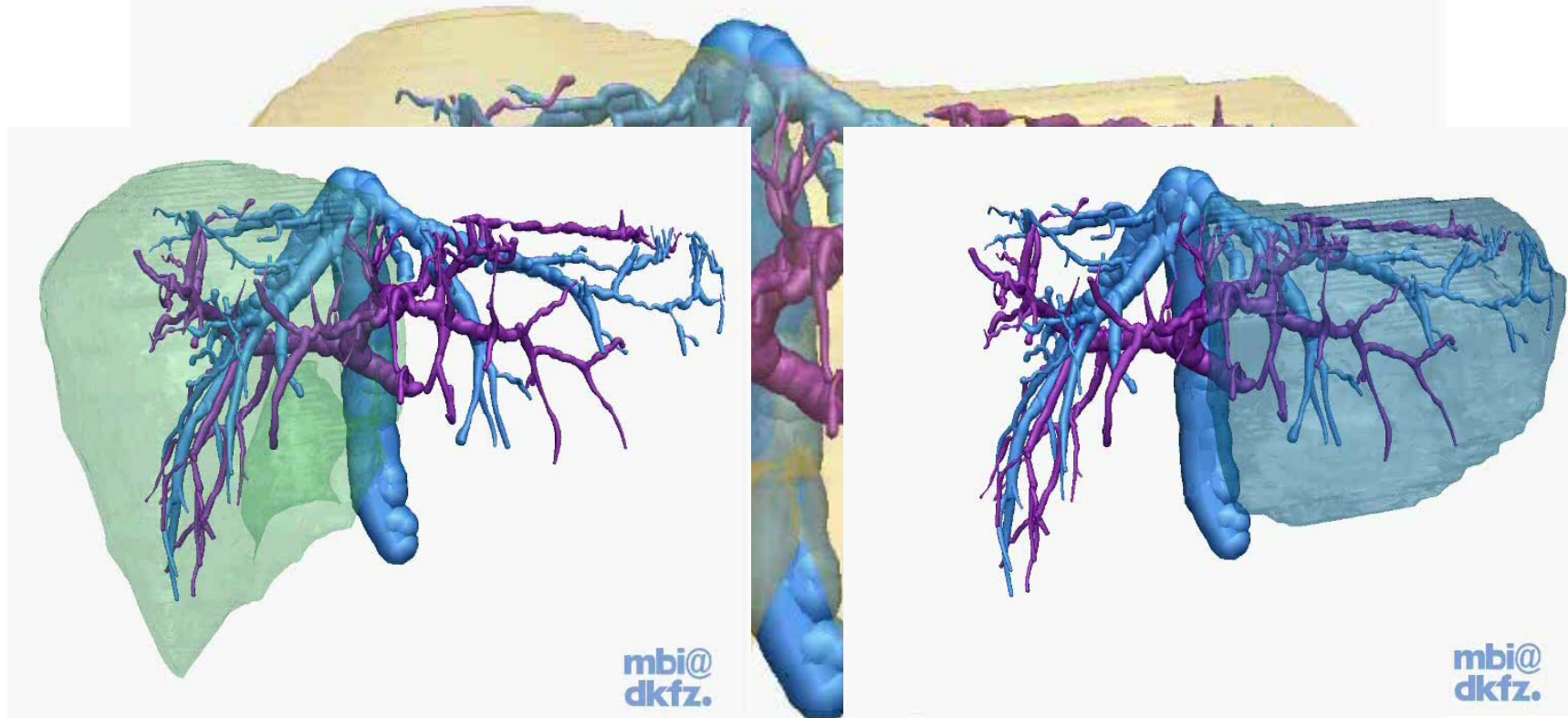
- 48 Jahre
- 158 cm
- 50 kg



## Empfänger: Enkel

- 5 Monate
- 57 cm
- 5 kg

# Leber-Lebendspende



Restvolumen: 1165 ml

Gespendet: 406 ml

- Einsatz im Operationssaal



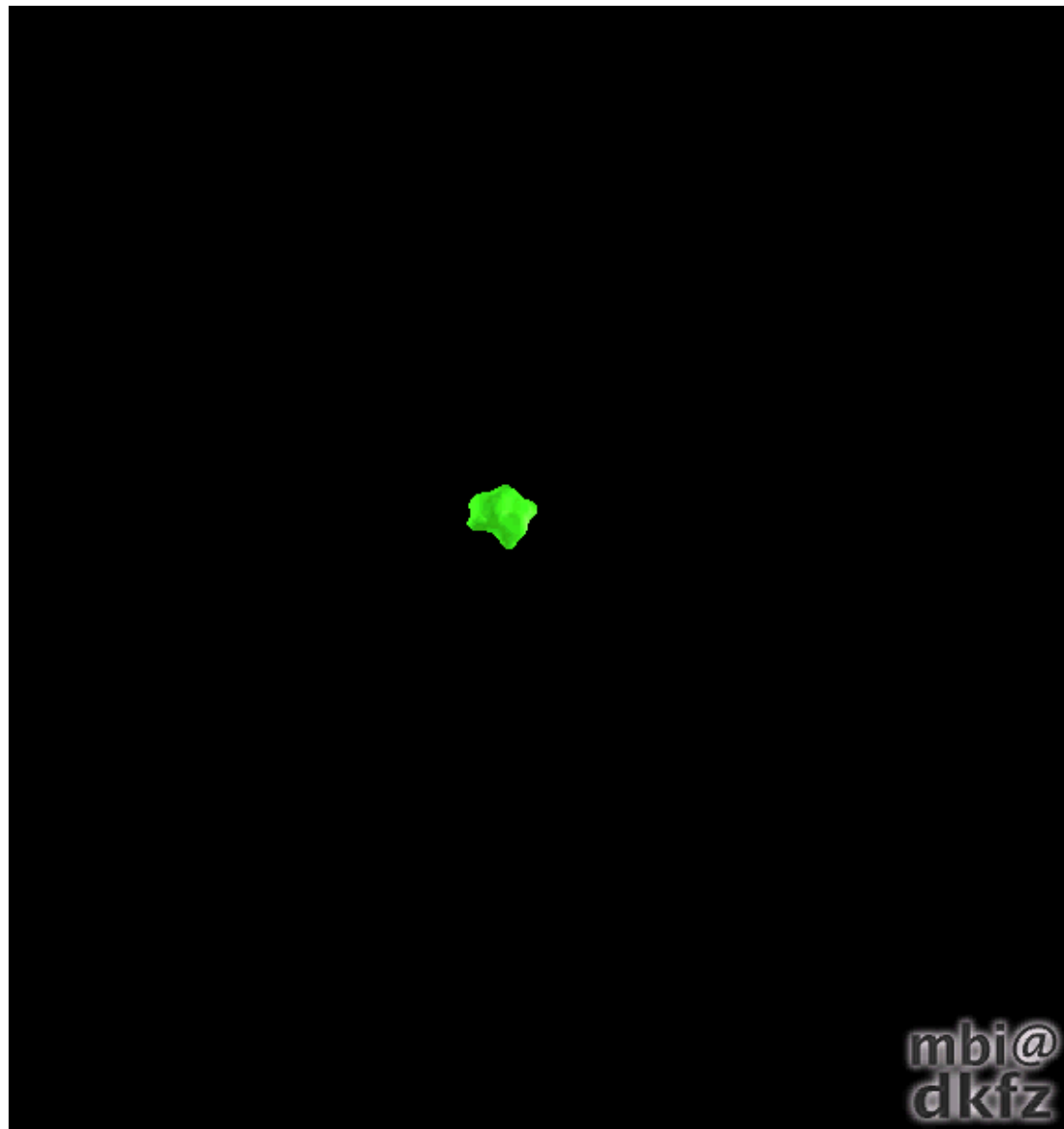
- In Deutschland 10.500 Neuerkrankungen pro Jahr
  - 3% aller Krebserkrankungen
  - 5. häufigste Todesursache
- 5-Jahres Überlebensrate 0.4 %
- Bei 80%-90% ist zum Zeitpunkt der Diagnose eine Heilung nicht mehr möglich
- Ursachen weitgehend unbekannt, Risikofaktoren:
  - Rauchen,
  - erhöhter Konsum tierischer Fette
  - Chronische Entzündung des Pankreas



- Datenakquisition und -übertragung
- Segmentierung
- Gefäßanalyse
- Datenfusion
- 3D Rekonstruktion
- Präoperative Planung
- Integration in den OP



# Bauchspeicheldrüsen-OP



- Der Chirurg hat viel mehr Informationen als zuvor
- Die Operation wird kalkulierbarer
- Mit großer Wahrscheinlichkeit mehr Sicherheit für den Patienten
- Patienten können besser im Voraus selektiert werden
- Der tatsächliche Einfluss auf den Operationserfolg ist noch unklar
- Studie mit 60 Patienten untersucht den Einfluss der präoperativen Bildgebung auf das chirurgische Vorgehen

# Segmentierung (4D) – Lungenfunktion

Import Zeit	Datum	Patienten ID	Beschreibung	Institution	Modalität	L Num	Acquis	Beschreibung	Kontrastmittel	Scanning Seq.
2006-08-17 11:54	2006-08-11	007	Abdomen,02_Leber_3F	Medizinische Klinik U	CT	4		t2_haste_tra_bh_eoc_5mm		SE
2006-08-18 09:38	2006-02-08	513/04	E010 - Thorax_Schwein	dkfz. MR2 Physik	MR	5		VIBE_ganzeLunge		GR
2006-08-23 14:15	2006-08-22			Universität Heide lb	US	6		fl2d_dyn_Koronar		GR
2006-08-29 10:29	2006-08-23	06.08.23-17:15	E010 - Thorax_Mukovisc	dkfz. MR2 Physik	MR	7		fl2d_dyn_Koronar		GR
2006-08-29 11:33	2006-06-28	0001380062	E010 - Studien_LUFU_M	MR2 Radiologie DKF	MR	8		fl2d_dyn_Koronar		GR
2006-08-29 16:09	2004-04-29	schrud	PCA	UNI1 ULM2	PT	9		fl2d_dyn_Sagittal_Rechts		GR
2006-08-29 16:10	2004-04-29	schrud	PCA	UNI1 ULM2	CT	10		fl2d_dyn_Sagittal_Rechts		GR

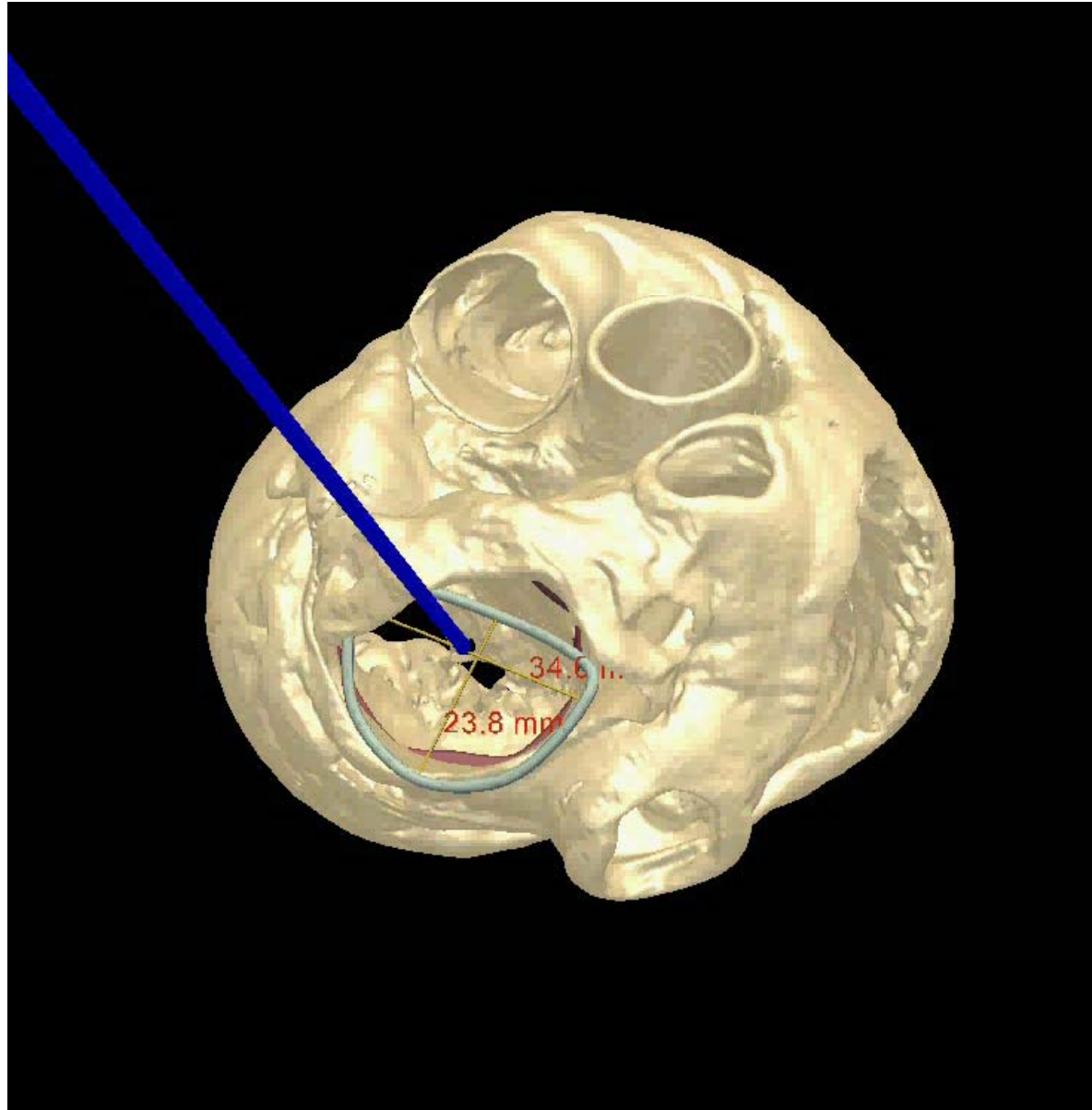
  

400 + File Edit View Options Help

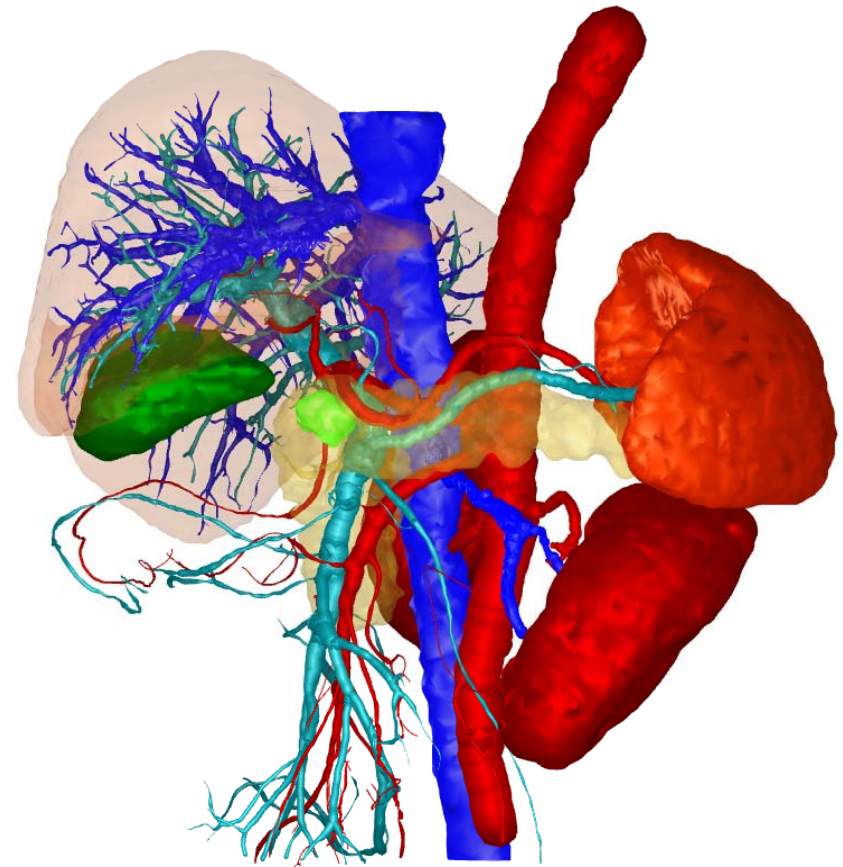
standard layout

LightBox 1 Re initialize  Keep data tree Conference INFO

# Erstellung einer künstlichen Herzklappe



# Intraoperative Navigation







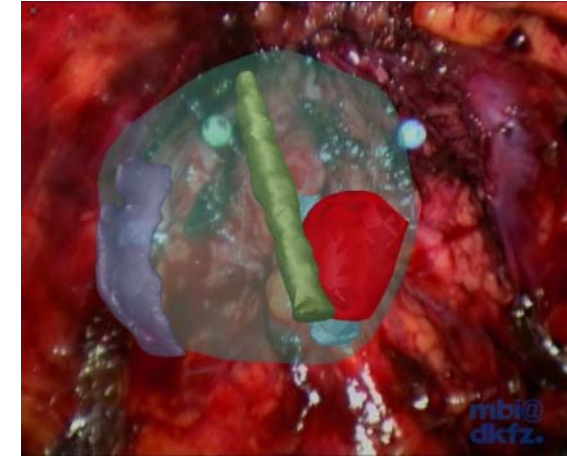
Status Quo  
Weichgewebeoperation

Aufwändige Sammlung von heterogenen und verteilten Informationen vor einer Operation



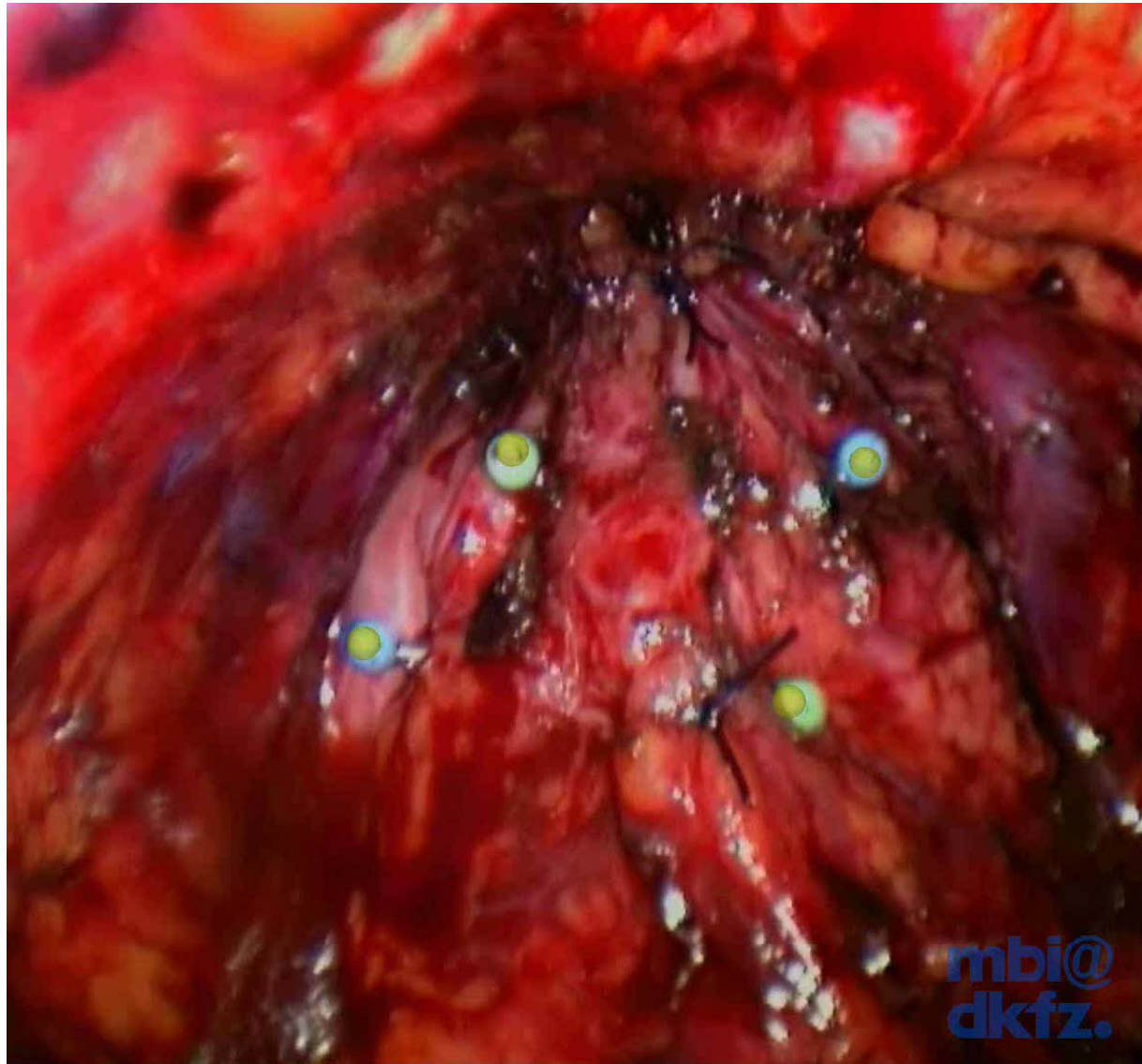
Problem:  
Patientenanatomie

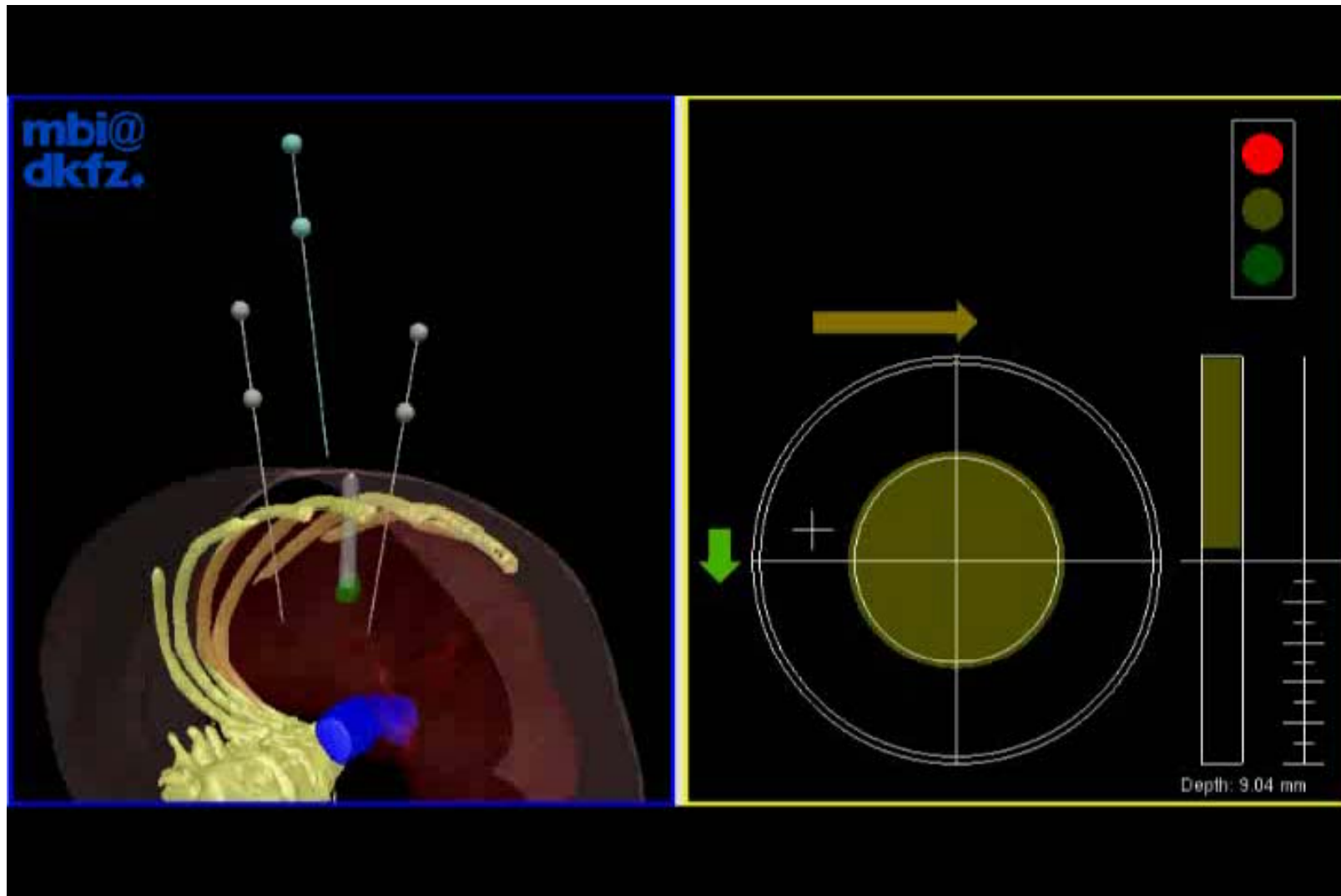
Sicht immer auf Oberfläche beschränkt, Verlust von Informationen



Lösung:  
Navigation

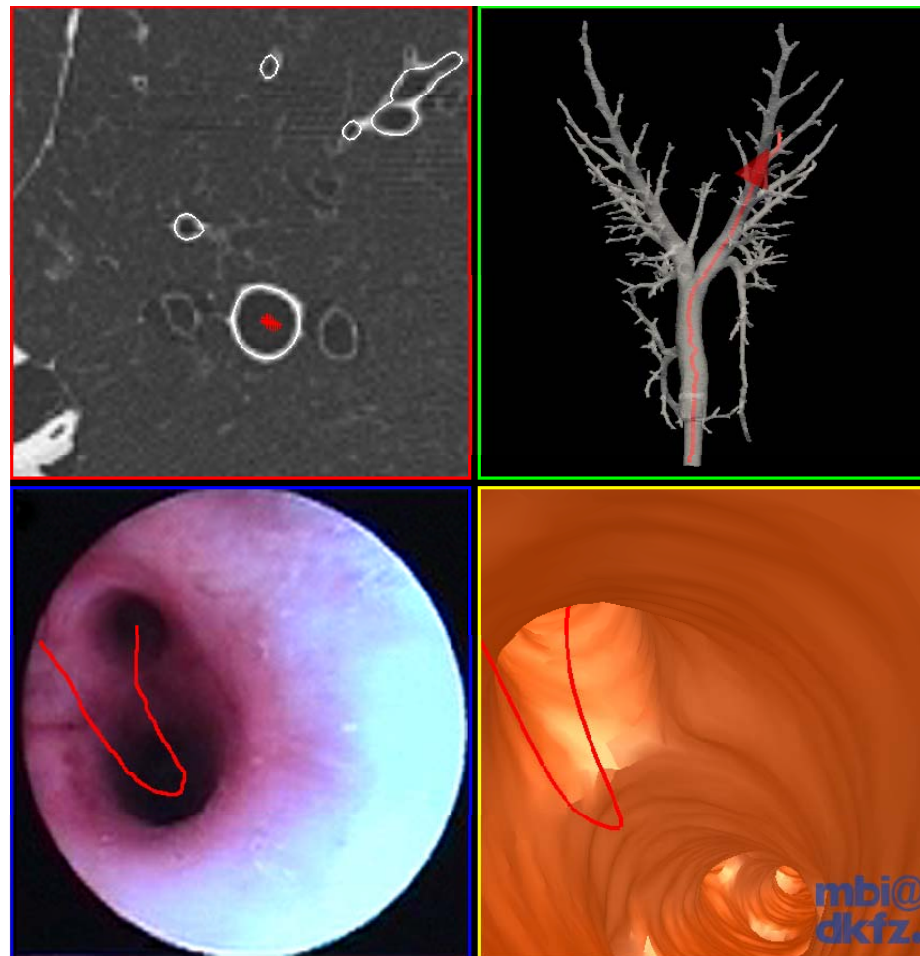
Blick in das Innere des Patienten-Organ *vor und während* der OP





# Lunge: Navigierte Bronchoskopie / Brachytherapie

- Bestimmung eines Weges zum Tumor
- Bestrahlung von Innen





# Lunge: Navigierte Bronchoskopie / Brachytherapie







**Danke! Fragen?**