

Röntgendiagnostik Thorax: Kardiale Diagnostik



**Tipps und Tricks der
Diagnostik und Differentialdiagnose**





Grundlagen der Kardiodiagnostik

Institut für Diagnostische und Interventionelle Radiologie,
Johann Wolfgang Goethe Universität Frankfurt

SO haben Sie Ihr Herz noch nie gesehen!

Das Herzohr

Professor Dr. Peter Markworth (59, Kardiologische Praxis am Hamburger Jerusalemkrankenhaus): „Das Herzohr ist eine Auswölbung der linken Herzkammer. Dort können Blutgerinnsel entstehen, die leicht zu einem Schlaganfall führen können.“

Berlin – Wir sehen den pumpenden Muskel, der uns am Leben hält. Ein schlagendes Menschen-Herz, zum ersten Mal dreidimensional aufgenommen von einer Hightech-Maschine aus Japan. So scharf und detailliert wie noch nie!

Der Computertomograph „Aquilion 64“ steht in der berühmten Berliner Charité, ist eine Leihgabe der Firma „Toshiba“, die das Gerät entwickelt hat.

Bisher konnten Ärzte keine scharfen Aufnahmen vom Herz machen, weil es ständig pumpet. Doch das neue Gerät fotografiert so schnell, dass es jede Bewegung „einfriert“ (siehe Kasten rechts). So können die Mediziner erkennen, ob sich in den Herzkammern winzige Kalkklümpchen verstecken, ob die Kranzgefäße verstopft sind und ein Infarkt droht.

Dr. Patrick Ragalla (38) von der Charité sagt: „Bisher müssen Ärzte bei Infarktverdacht einen Katheter durch die Schlagader an der Leiste bis zum Herzen schieben und mit einer darin steckenden winzigen Kamera die Adern untersuchen. 664 000 solcher Untersuchungen gab es letztes Jahr in Deutschland. Sie sind schmerzhaft und nicht ungefährlich. Da ist das neue Gerät eine sensationelle Ergänzung.“

Hauptschlagader

Sie ist die Hauptversorgungsader für alle Organe. Professor Markworth: „Das Herz pumpt fünf bis sieben Liter sauerstoffreiches Blut pro Minute durch die Aorta.“

Lungenarterie

Professor Markworth: „Durch sie fließt das gesamte sauerstoffarme Blut zu den Lungen, wird dort mit Sauerstoff angereichert.“

Linke Herzkammer

Das Hauptpumporgan des Herzens. Die linke Kammer erzeugt den Blutdruck. Schlägt 60- bis 100-mal pro Minute, beim Sport bis zu 200-mal

Herzkranzgefäß

Es versorgt die Vorder- und Hinterwand der linken Herzkammer mit frischem Blut. Das Fat macht sogar Ablagerungen (weiße Punkte) sichtbar. Professor Markworth: „Bei Verstopfung droht Herzinfarkt.“



Das ist die Wunder-Kamera

So funktioniert das Gerät, das das Herz fotografiert. Der Computertomograph Aquilion 64 „teilt“ den Körper in 0,5 Millimeter dünne Scheiben, macht bei jedem „Schnitt“ 64 Aufnahmen in 400 Millisekunden – aus verschiedenen Winkeln. Überlagert ergeben die Scheiben dann ein 3-D-Bild des Körpers, aller Organe. Kosten für das Gerät: 1,2 Millionen Euro



... und so wollen Sie Ihr Herz nie sehen!



Vorsicht: Röntgen!

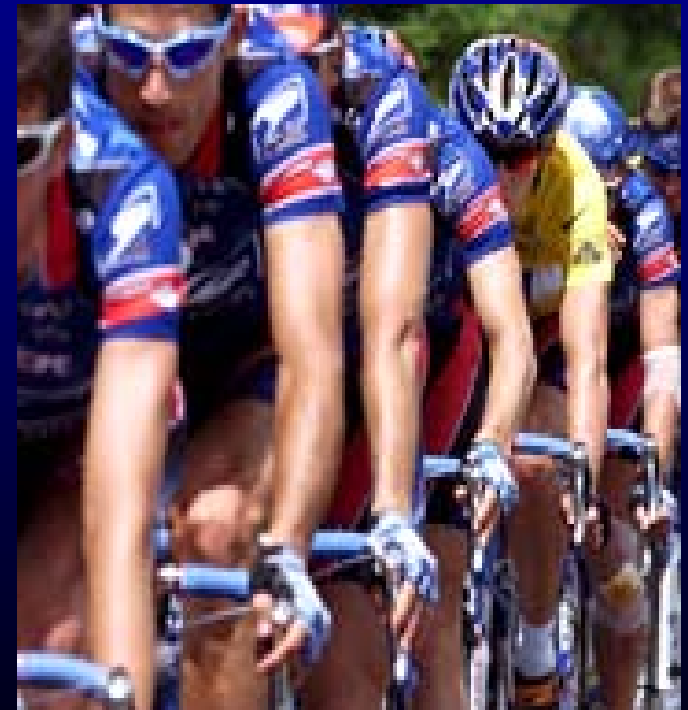


Diagnostik der Koronaren Herzerkrankung



Kardiologie

Radiologie



Röntgendiagnostik



Institut für
Diagnostische und
Interventionelle
Radiologie



**Whatever you want,
Whatever you need...**



Entdeckung der Röntgenstrahlung



Prof. Dr. W.C. Röntgen

8. November 1895

Vor mehr als 100 Jahren
entdeckte

Wilhelm Conrad Röntgen
die Röntgenstrahlung.



Röntgenstrahlung

.... erlaubte zum ersten Mal einen Blick in
den menschlichen Körper

➔ Beurteilung der **Anatomie** non-invasiv

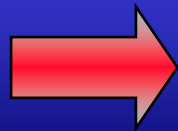
« Überlagerung von anatomischen Strukturen

« Weichteilgewebe kann nicht differenziert werden



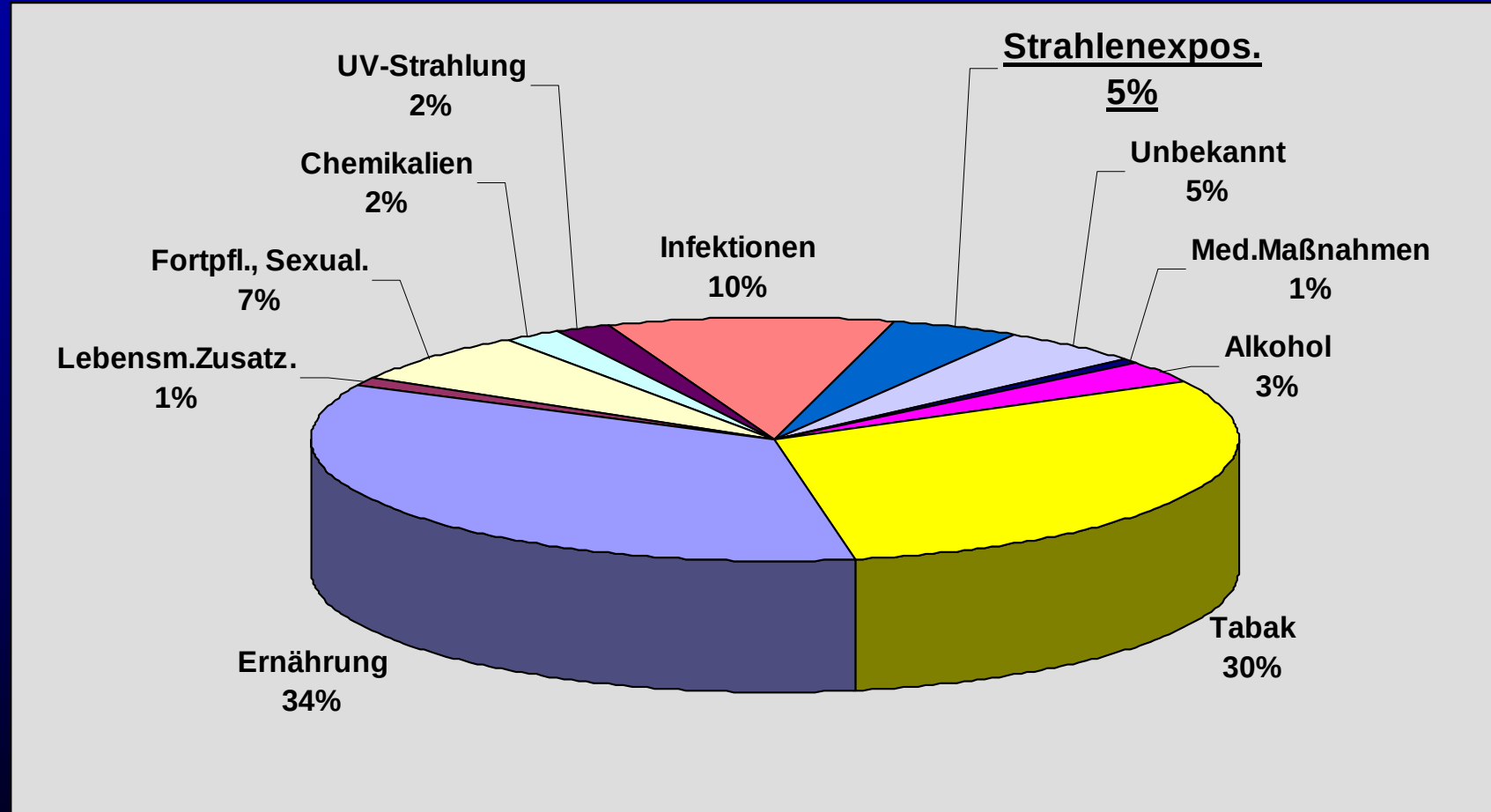
Röntgeneinrichtung

**Technische Apparaturen zur
Gewinnung von Bildinformationen
mit Hilfe von ionisierender Strahlung**



Röntgenabbildungssysteme

Krebsmortalität: Risikofaktoren



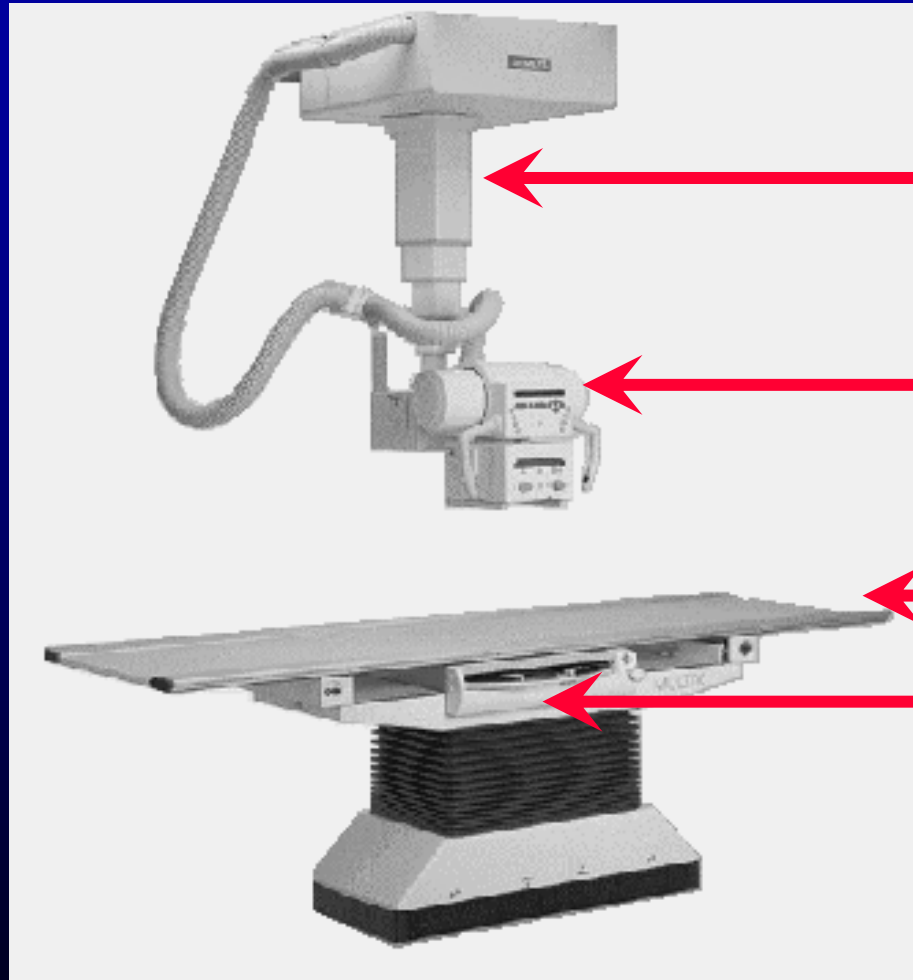
Aufgabe einer Röntgeneinrichtung

**Kontrastreiche Bilder mit
wenig Unschärfe und Rauschen**

Strahlenexposition möglichst niedrig



Röntgeneinrichtung



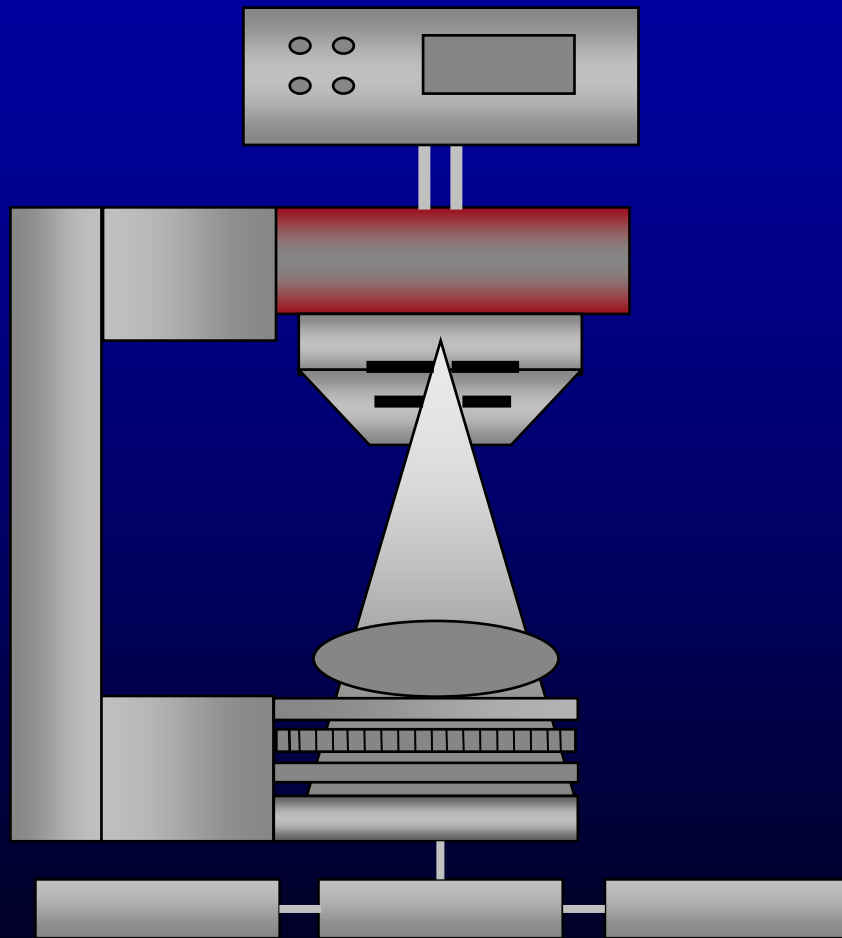
Strahlerhalterung

Röntgenstrahler mit
Blendeneinrichtung

Patientenlagerung

Streustrahlenraster
Belichtungssteuerung
Bildempfänger

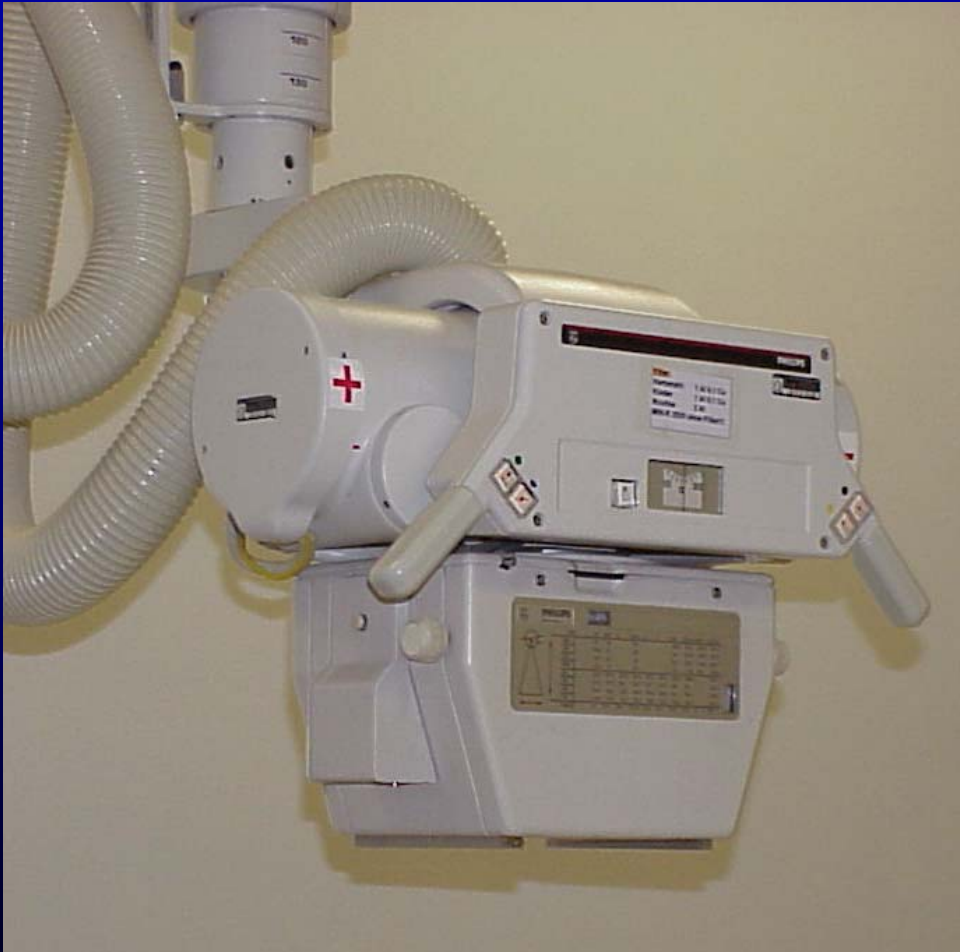
Röntgenstrahler



Erzeugung der
Röntgenstrahlung mit
Hilfe von Hochspannung

Umsetzung von $< 1\%$ der
Energie der Elektronen in
Röntgenstrahlung

Röntgenstrahler



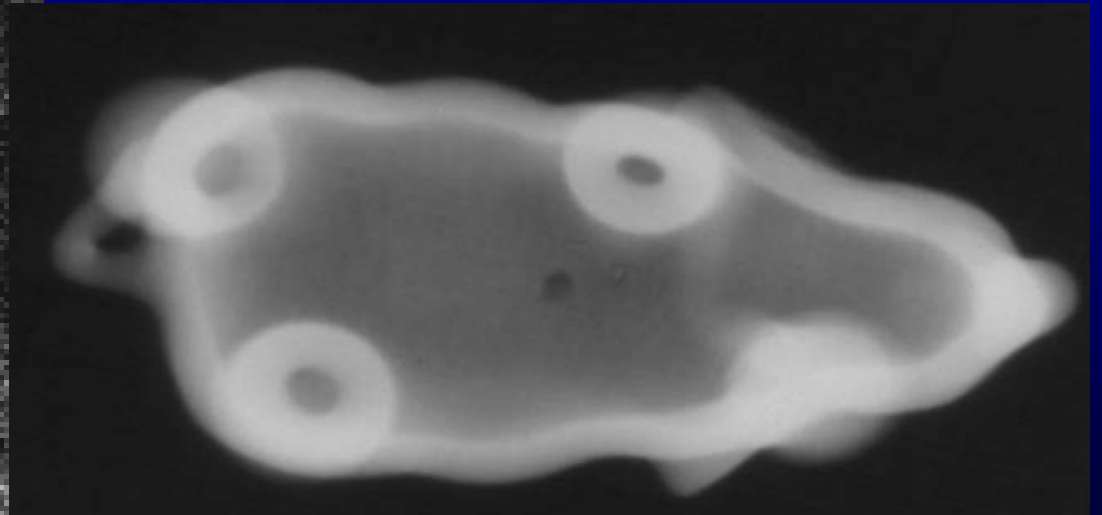
Erzeugung der
Röntgenstrahlung mit
Hilfe von Hochspannung

Umsetzung von $< 1\%$ der
Energie der Elektronen in
Röntgenstrahlung

„Man sieht nur was man kennt“



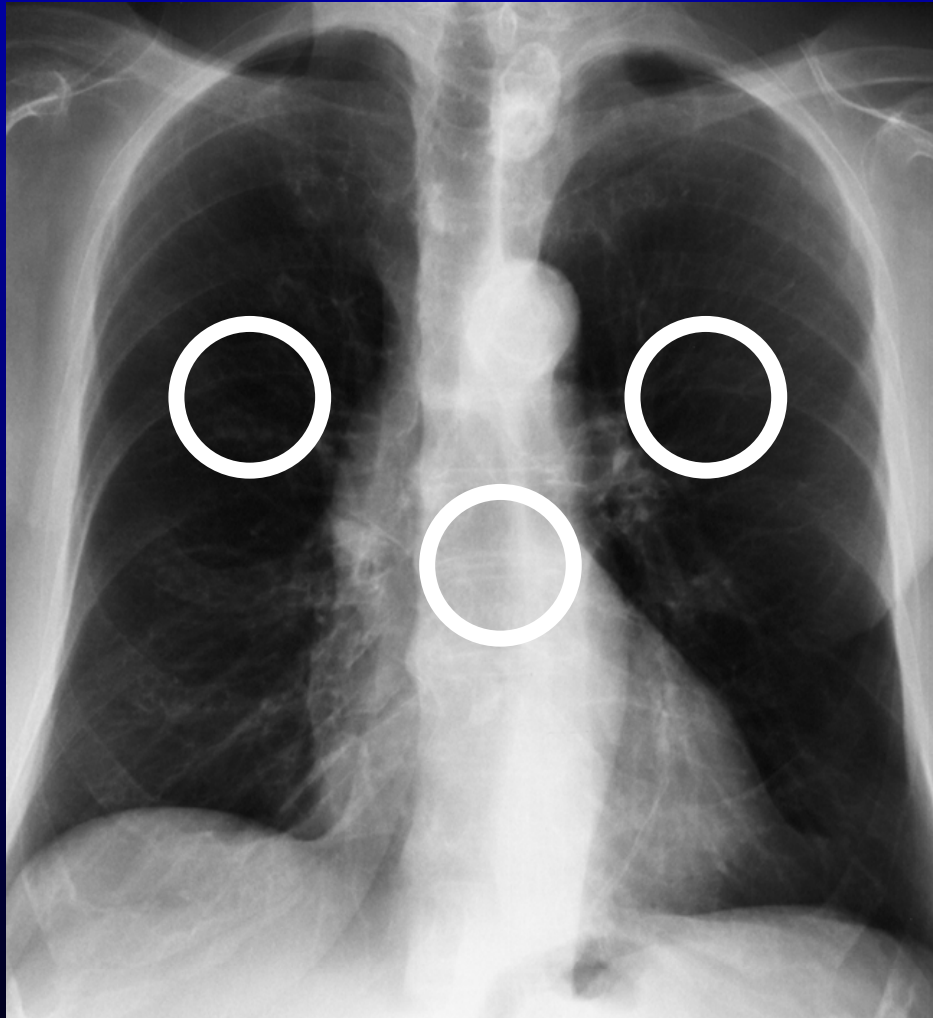
- Unklare Zeichnungsvermehrung
- Betonung der pulmonalen Strukturen
- Retikulonoduläres Muster



Johann Wolfgang von Goethe
(1749-1832)

**Eine interstitielle Lungenerkrankung
kann nicht ausgeschlossen werden!**

Anordnung der Messfelder

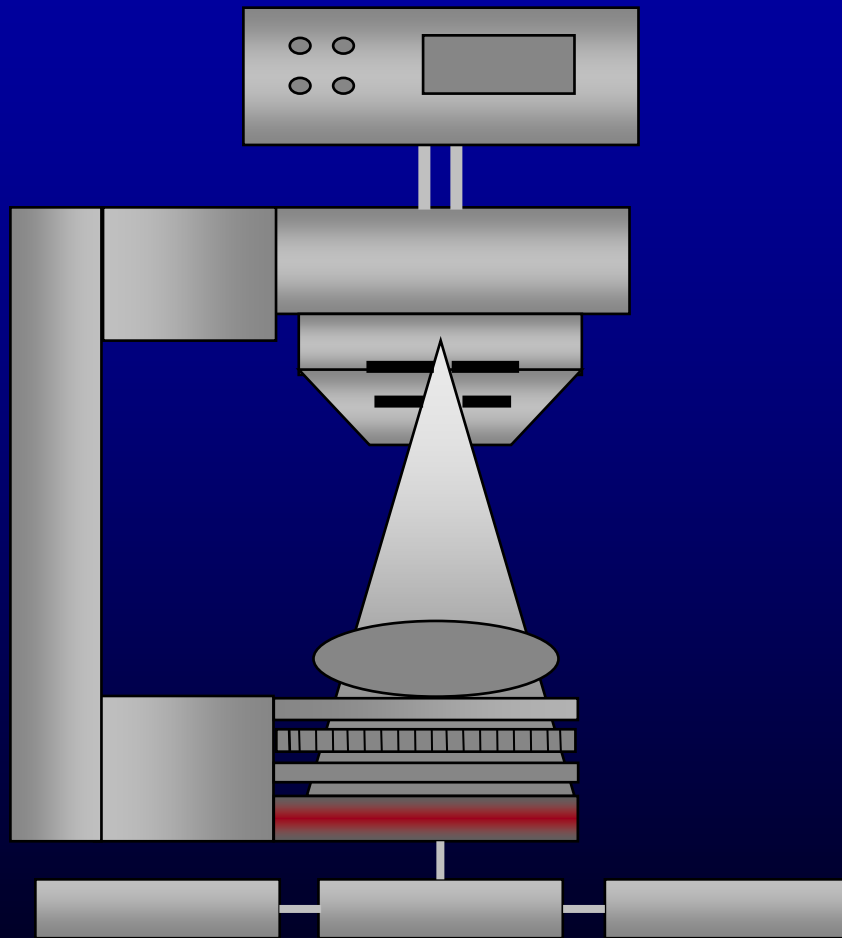


Fehlermöglichkeiten:

Ungeeignete Lage und
Wahl des Messfeldes

Einblenden ins Messfeld

Bildempfänger



Auffangen des
Strahlenreliefs und
Umwandlung in
verwertbare
Bildinformationen

Klassische Form:

Röntgenfilm mit
Verstärkerfolien in
lichtdichter Kassette

Bildempfänger



Auffangen des
Strahlenreliefs und
Umwandlung in
verwertbare
Bildinformationen

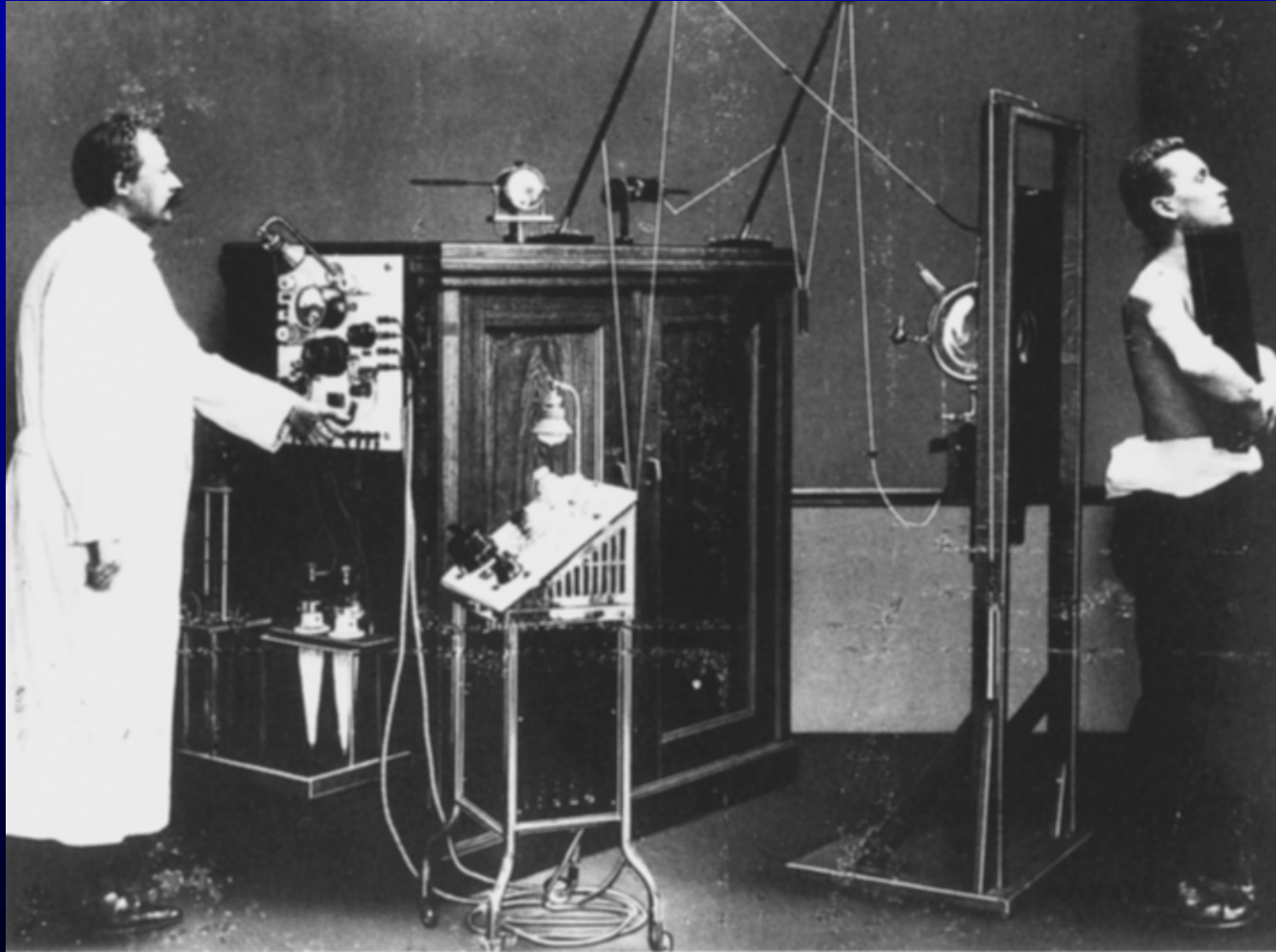
Klassische Form:

Röntgenfilm mit
Verstärkerfolien in
lichtdichter Kassette

Team Meeting



Thorax-Untersuchung



Aufnahmesystem



Rastertisch



Raster-Wandstativ

Lungenaufnahmesystem



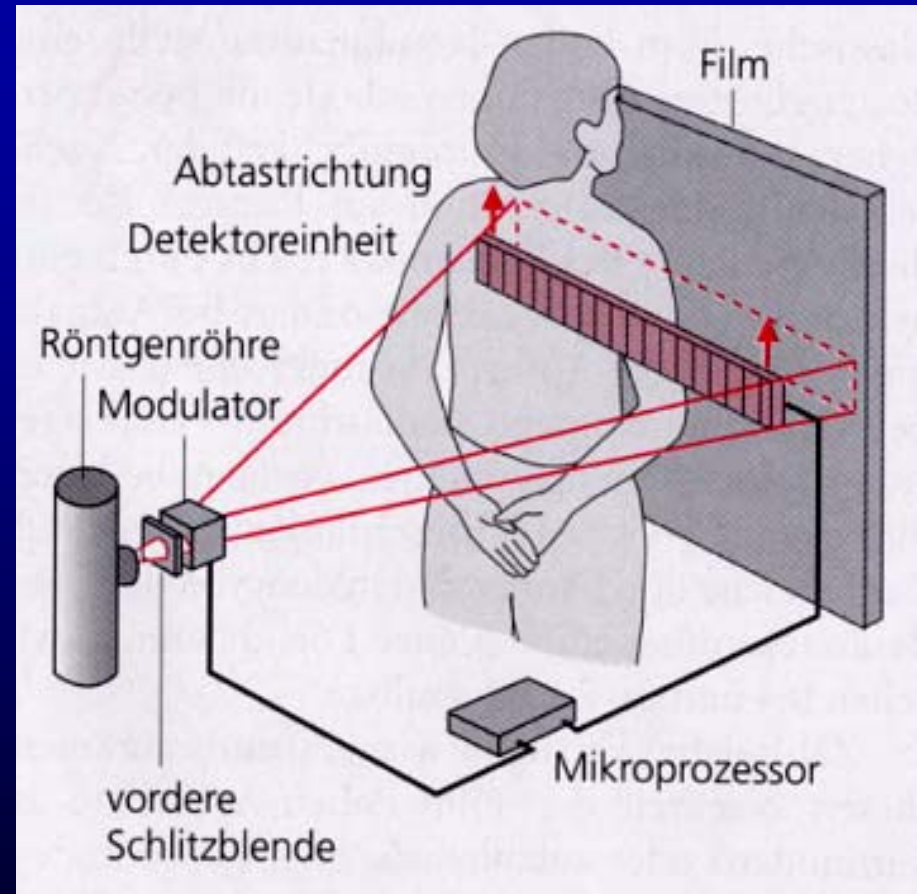
> 30 % aller Röntgenaufnahmen

Hoher Kontrastumfang

Hohe (Lungenflügel) und
niedrige Strahlentransparenz
(Mediastinum)

➔ Hartstrahltechnik
(hohe Spannung, Zusatzfilterung)

Lungenaufnahmesystem

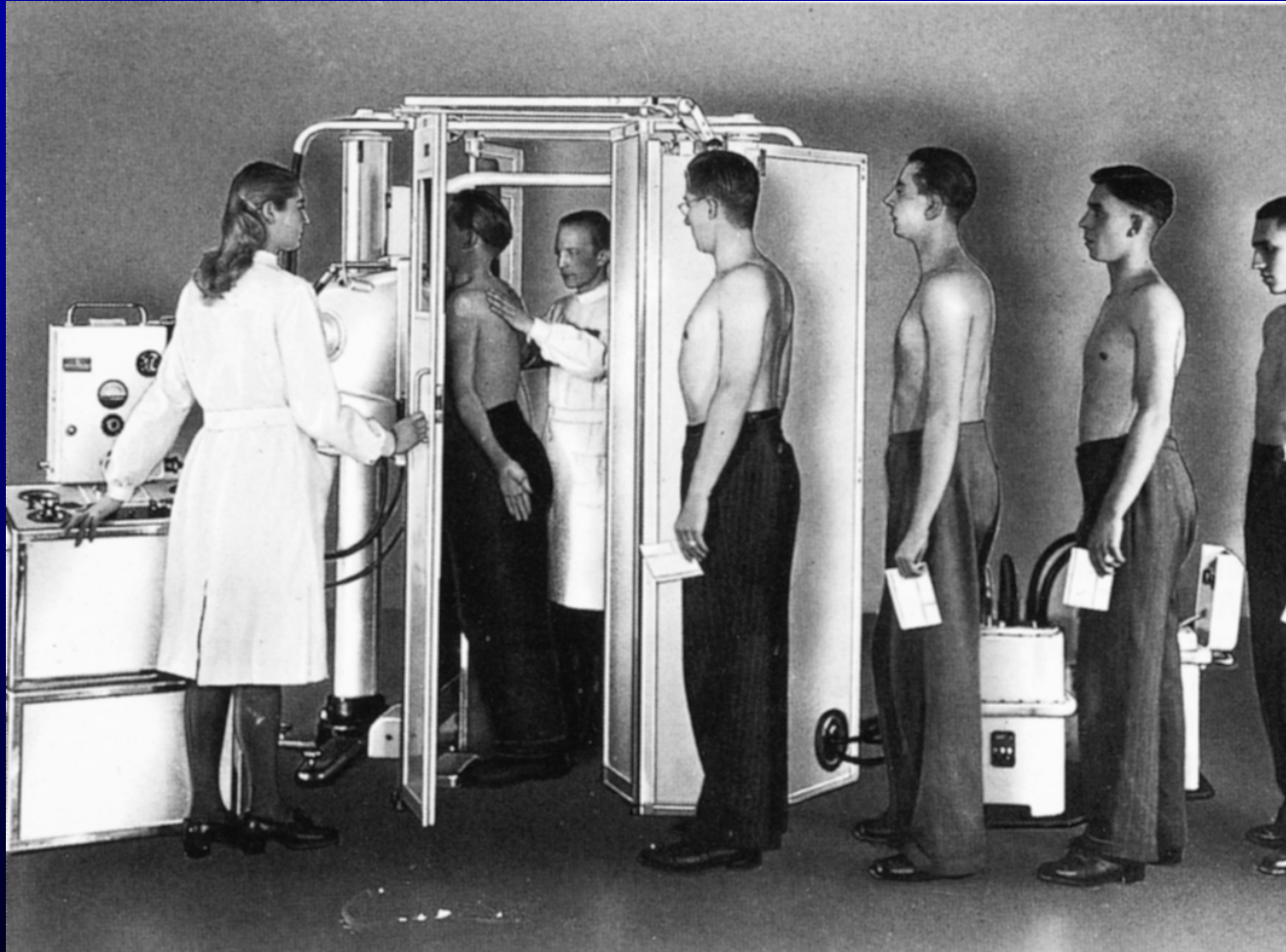


Schlitz- (Amber)-Technik

Strahlenschutz: Patient



Tuberkulose-Reihenuntersuchung (1948)



Anamnese!

Anamnese!

Anamnese!

Anamnese!

Anamnese!

Anamnese!

Anamnese!

Anamnese!

Anamnese!

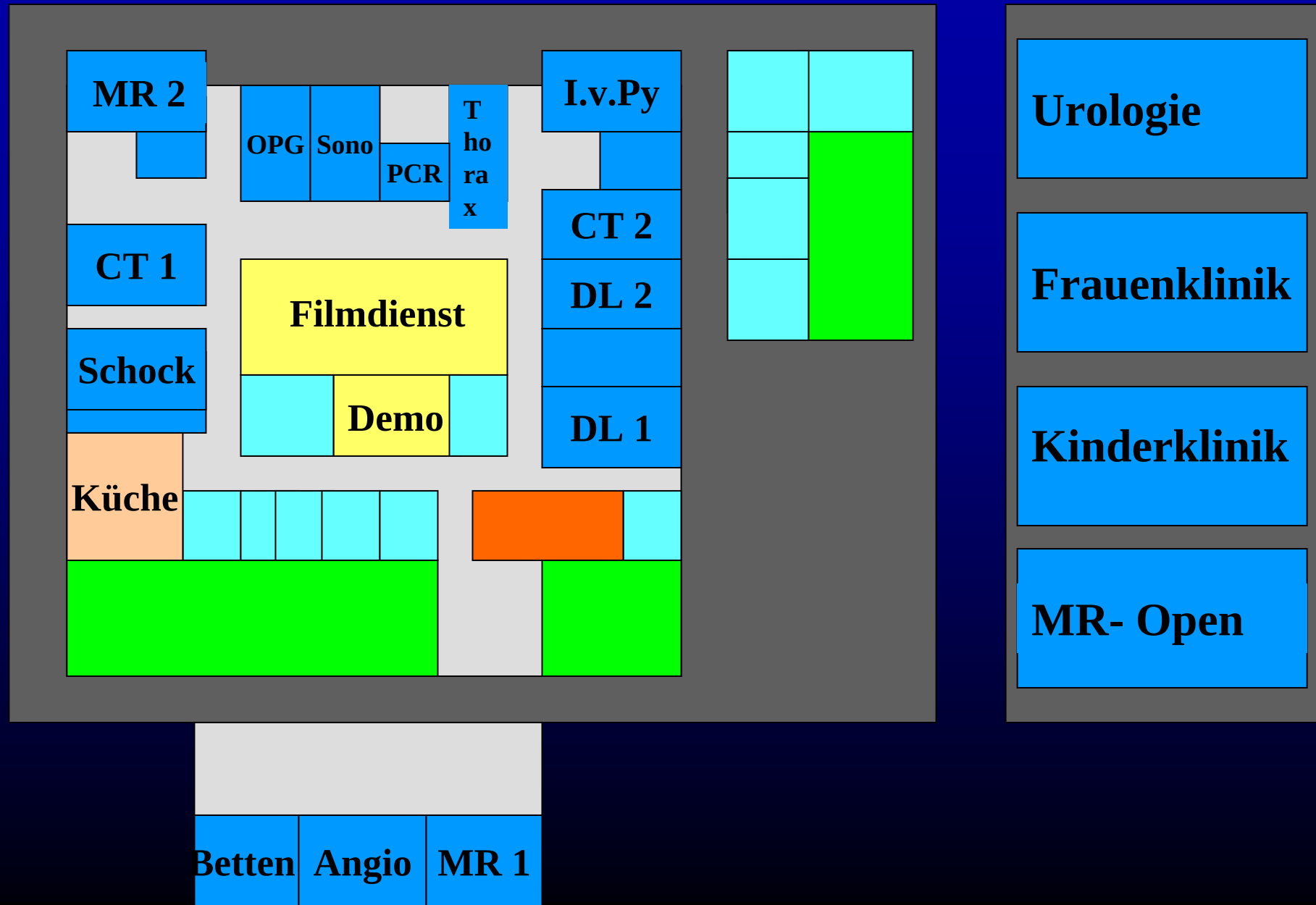
Anamnese!

6 Hauptkategorien:

1. Inhalation- Hypersensitivity
2. Idiopathic Pulmonary Fibrosis (IPF)
3. Granulomatous
4. Collagen Vascular
5. Specific-BOOP / Drugs
6. Familial



Röntgenabteilung Universität Frankfurt



Funktionsdiagnostik des Herzens



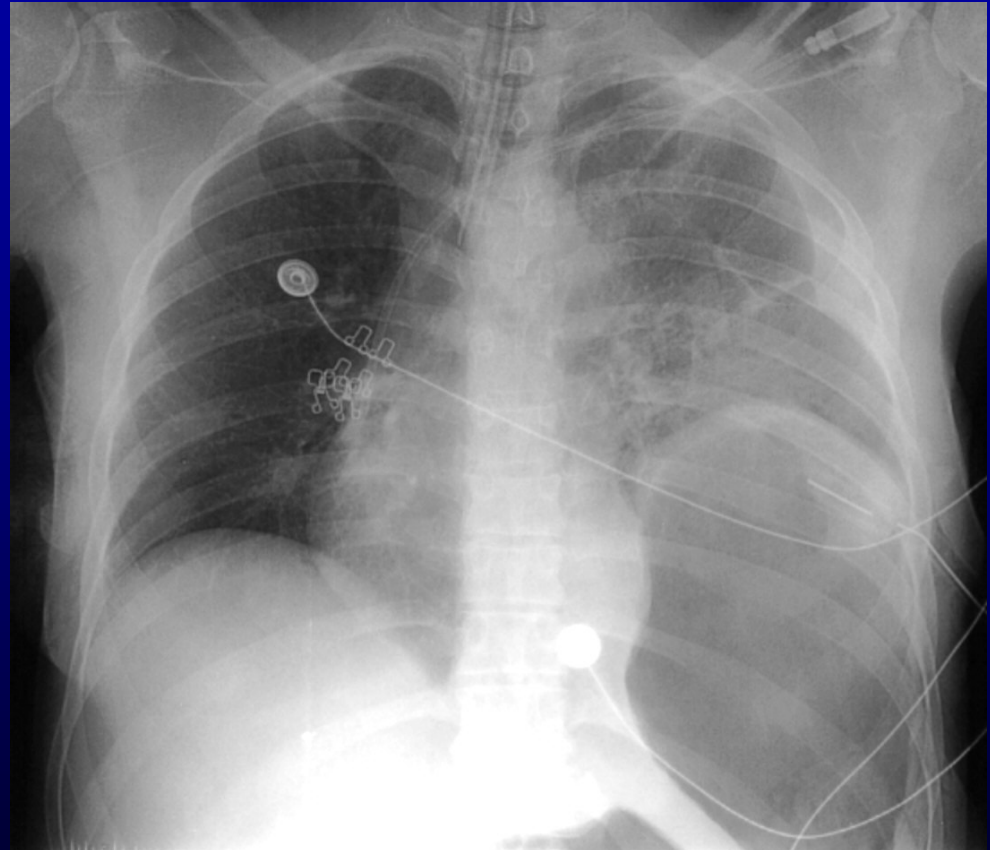
Mehr als nur Koronarien:

- Ca-Scoring
 - CT-Koronarangiographie
 - Plaque Bildgebung
 - Funktionsdiagnostik
- => „One-Stop“-Strategie?

Thorax-Arbeitsplatz

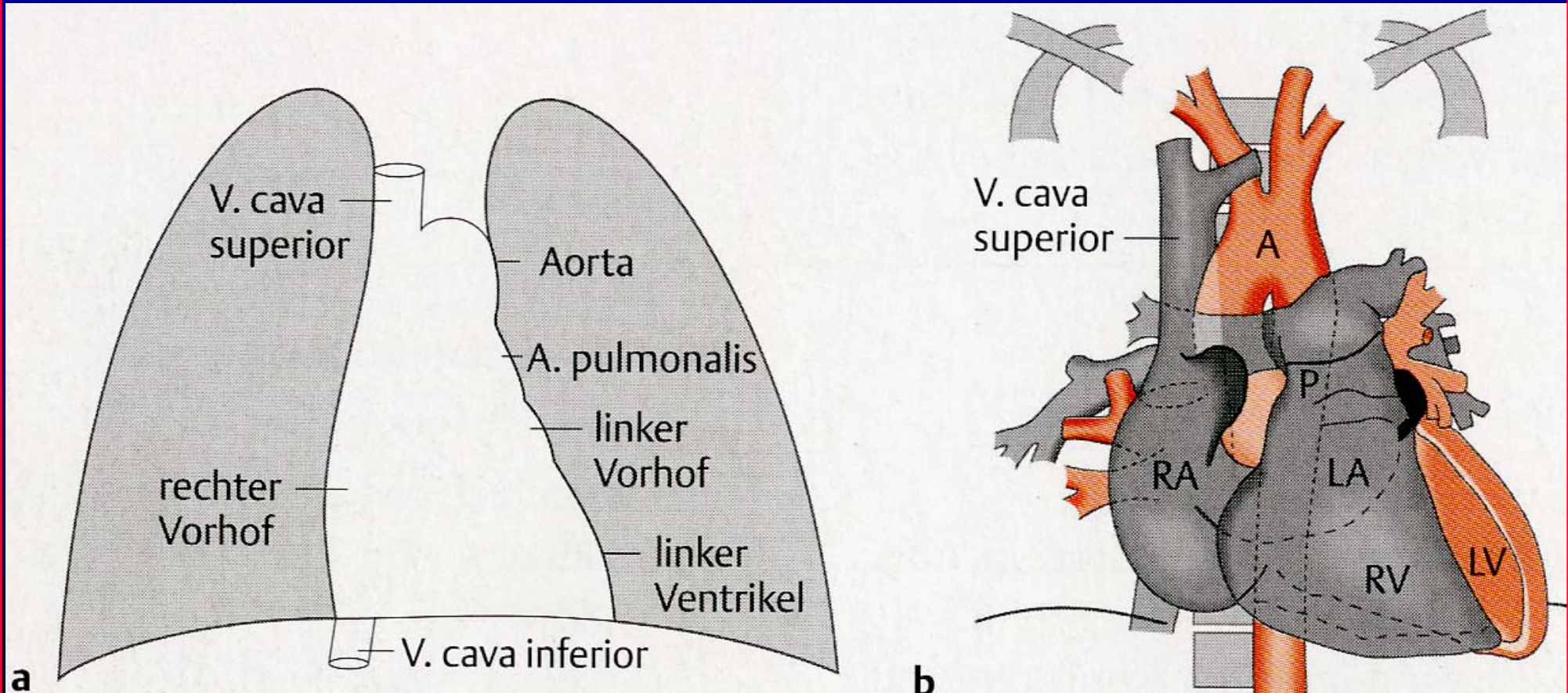


PCR

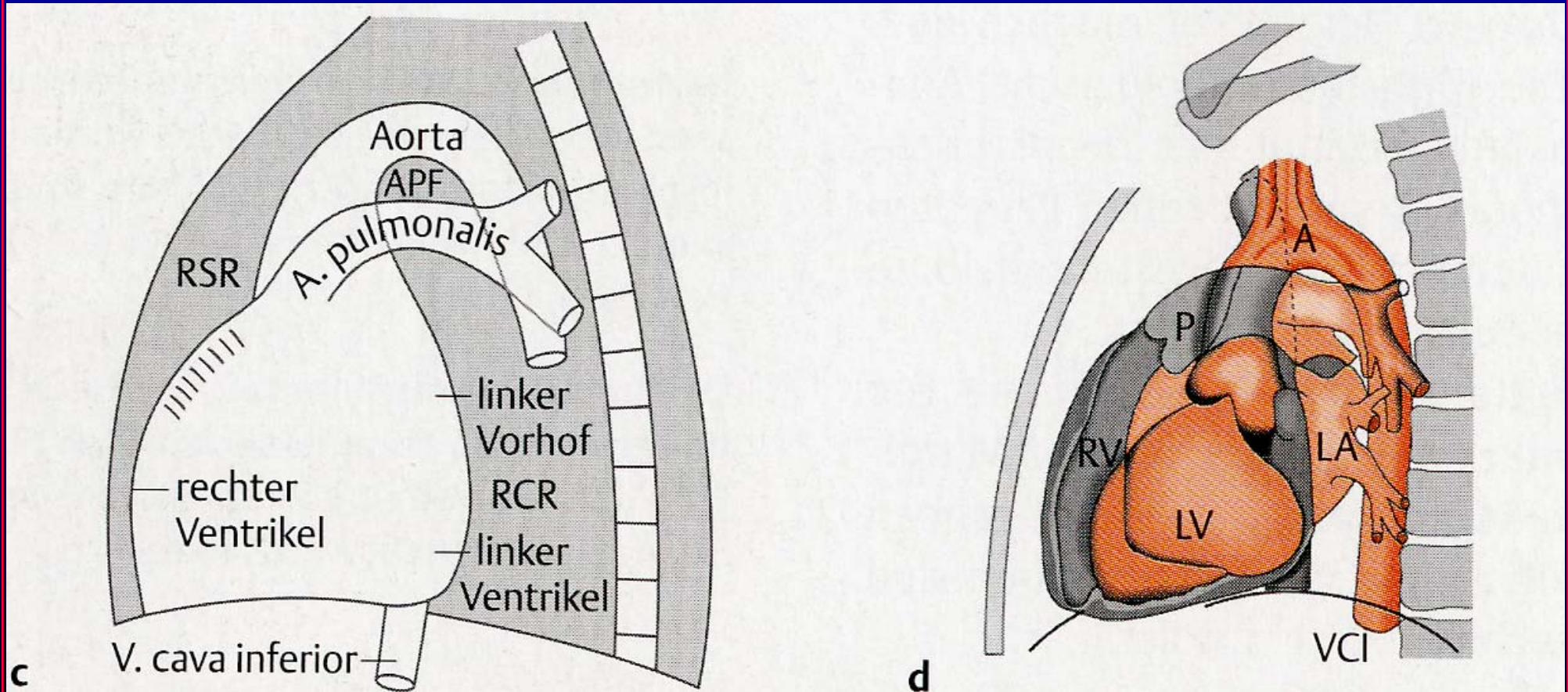


Speicherfolien: Betaufnahmen - Abdomen, Weichteile, Knochen

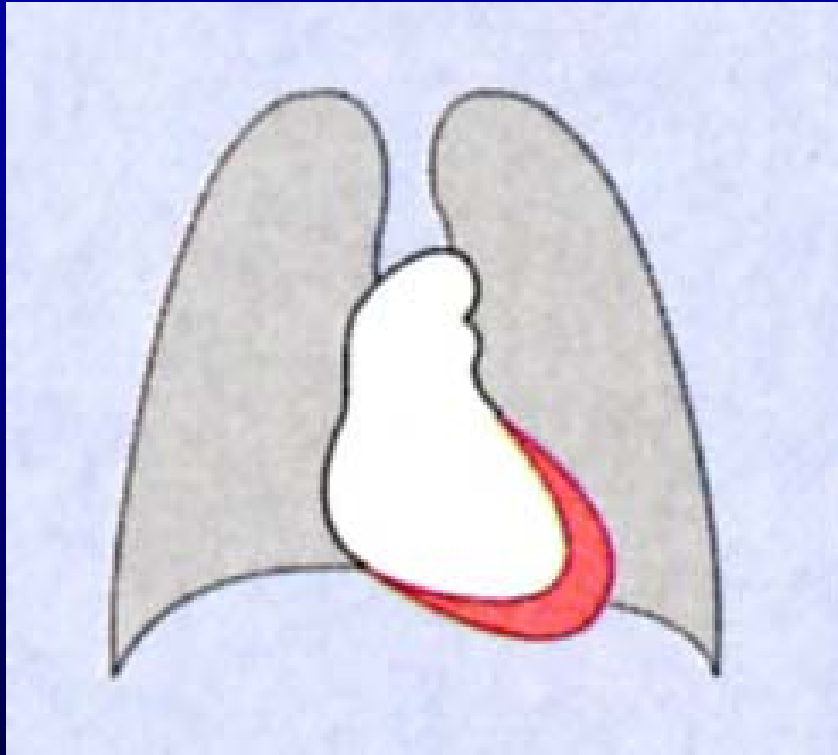
Röntgenologische Basisdiagnostik des Herzens: Herzfernaufnahme in 2 Ebenen



Röntgenologische Basisdiagnostik des Herzens: Herzfernaufnahme in 2 Ebenen



Vergrößerung des linken Ventrikels



Röntgen p.a.:

- Aortal konfiguriertes Herz:
- Herzspitze nach lateral und unten verlagert
- Linksbetonte Größenzunahme des Transversaldurchmessers
- Vermehrt gerundete linke Herzkontur
- Herzbucht konkav betont

Seitbild:

- Eineingung des Retrokardialraums

LAO: Vergrößerung des linken Ventrikels nach schräg hinten

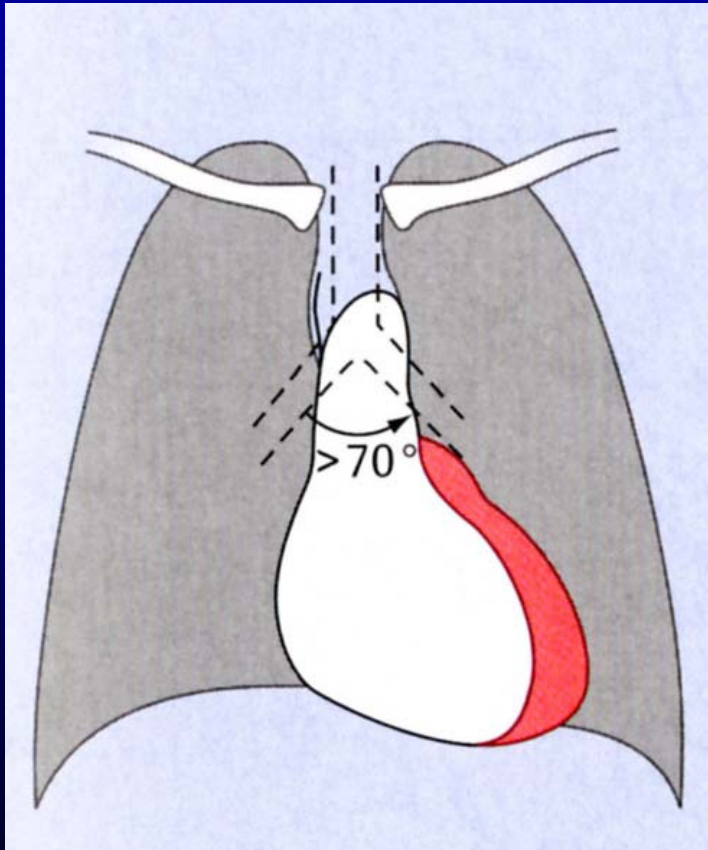
Mögliche Ursachen:

Aortenklappenfehler, Mitralinsuffizienz, Kardiomyopathie, Herzinsuffizienz, Arteriosklerotische Herzschädigung, Chron. art. Hypertonie



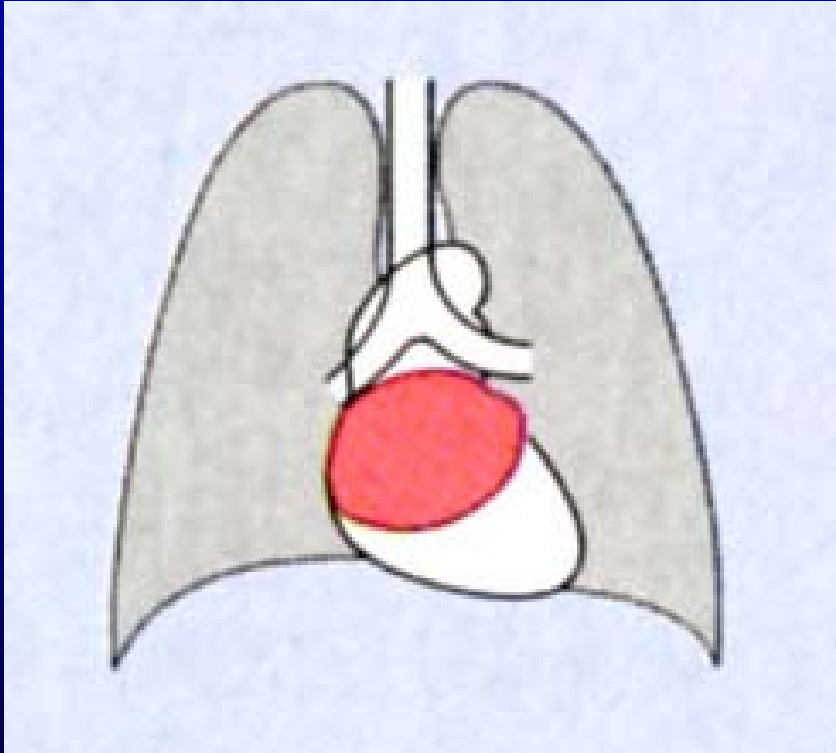
Mitralklappeninsuffizienz (Grad 3)

Mitralklappeninsuffizienz



Definition: Infolge einer Schlussunfähigkeit der Klappe kommt es systolisch zum Blutrückstrom in den linken Vorhof. Es entsteht ein Pendelblutvolumen mit Volumenbelastung von linkem Vorhof und Ventrikel.

Vergrößerung des linken Vorhofs



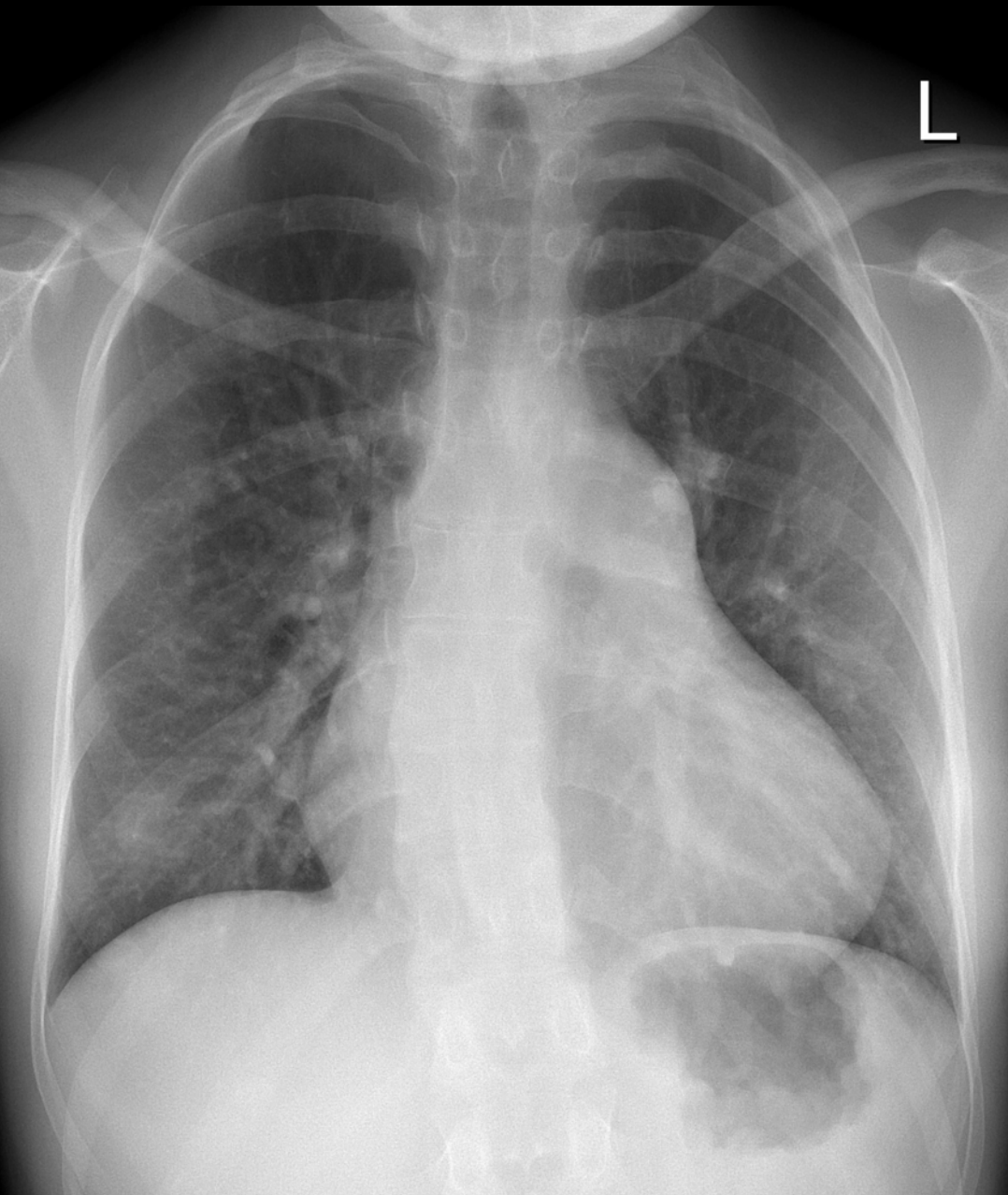
Röntgen p.a.:

- Vergrößerung nach links lateral mit prominentem linken Herzohr
- Rechte Herzkontur verdoppelt durch den Vorhofkernschatten
- Spreizung des Karinawinkels $> 60^\circ$, linker Hauptbronchus angehoben

Seitbild: Dorsalverlagerung der Speiseröhre (Ösophagogramm)

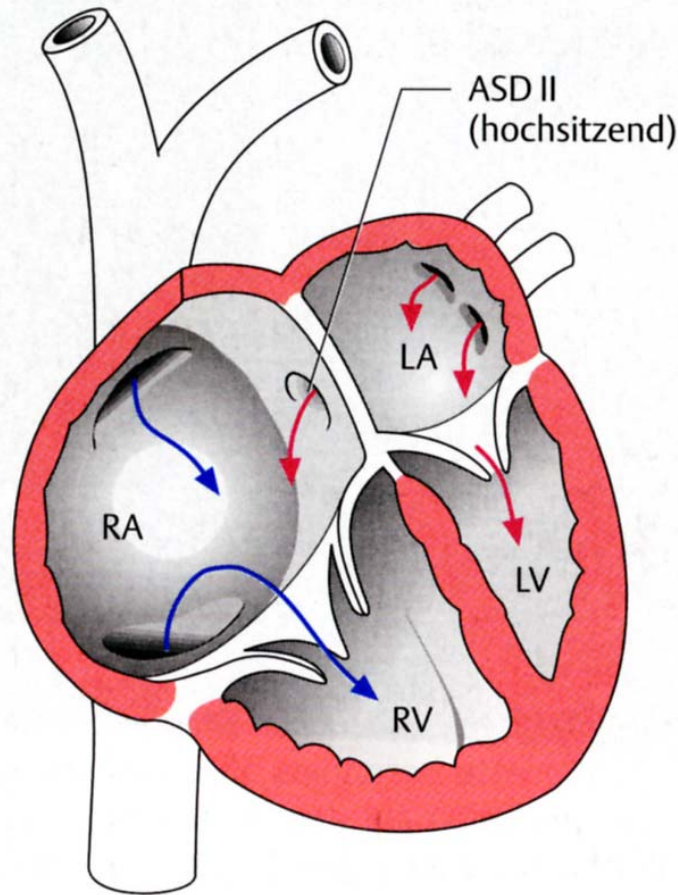
Mögliche Ursachen:

- Mitralklappenfehler
- Vorhofseptumdefekt
- Ventrikelseptumdefekt
- Tumoren des linken Vorhofs
- Offener Ductus arteriosus



Atrio-Septaler Defekt (ASD)

Vorhofseptumdefekt (ASD)



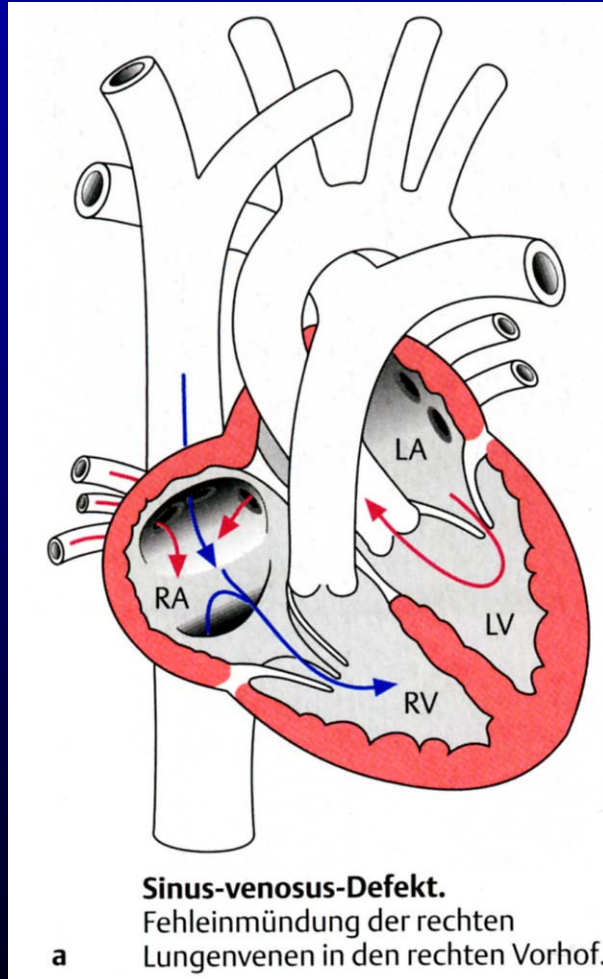
Ostium-secundum-Defekt (ASD II).
Da der Defekt weiter posterior liegt,
ist die Schnittebene nach dorsal verlagert.

Definition: Angeborene offene Verbindung zwischen linkem und rechtem Vorhof. Infolge des Links-Rechts-Shunts kommt es zu einer diastolischen Volumenbelastung des rechten Vorhofs und des rechten Ventrikels.

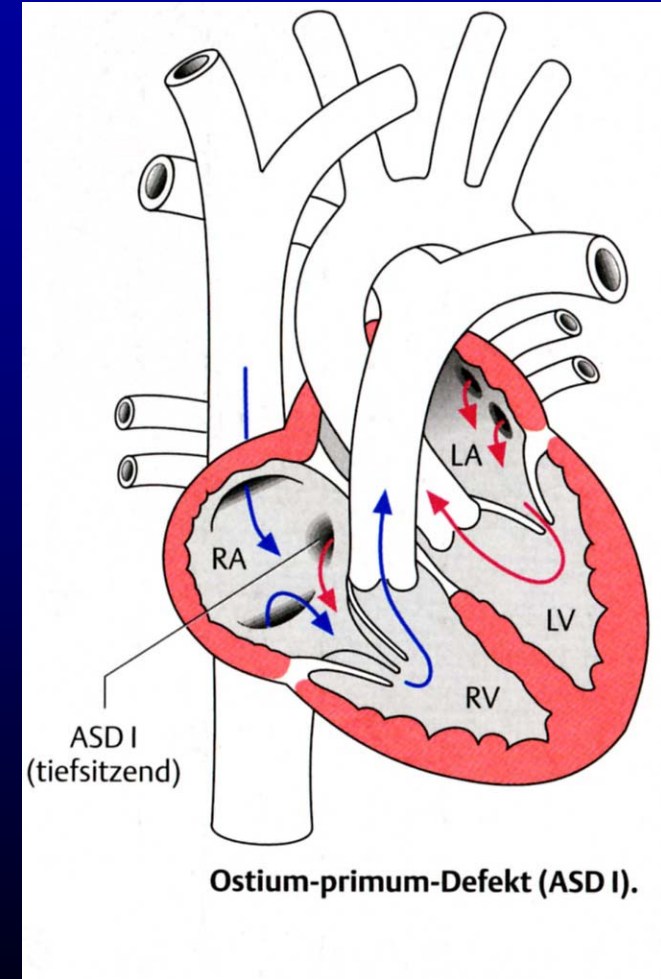
Am häufigsten:
Ostium-secundum-Defekt (ASD II)

Vorhofseptumdefekt

Sinus-venosus-Defekt (ASD I)

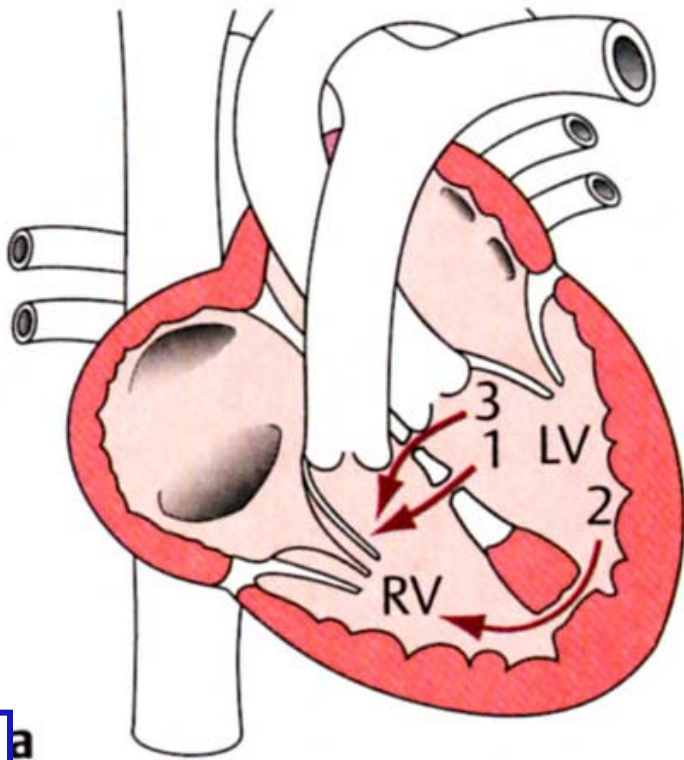


Ostium-primum-Defekt (ASD I)

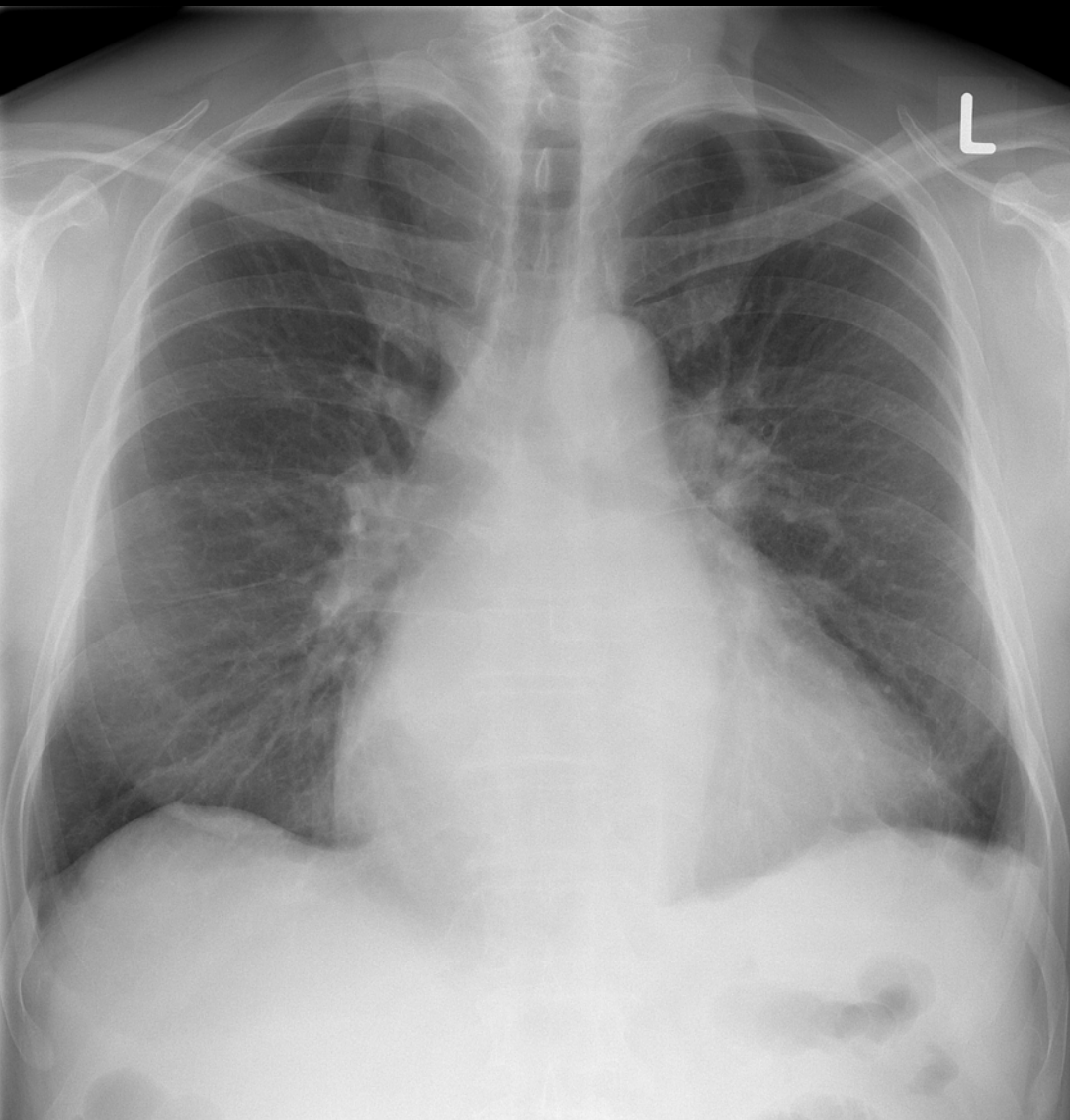


Ventrikelseptumdefekt (VSD)

- 1 (peri-) membranöser VSD
- 2 muskulärer VSD
- 3 suprakristaler VSD
im infundibulären Septum

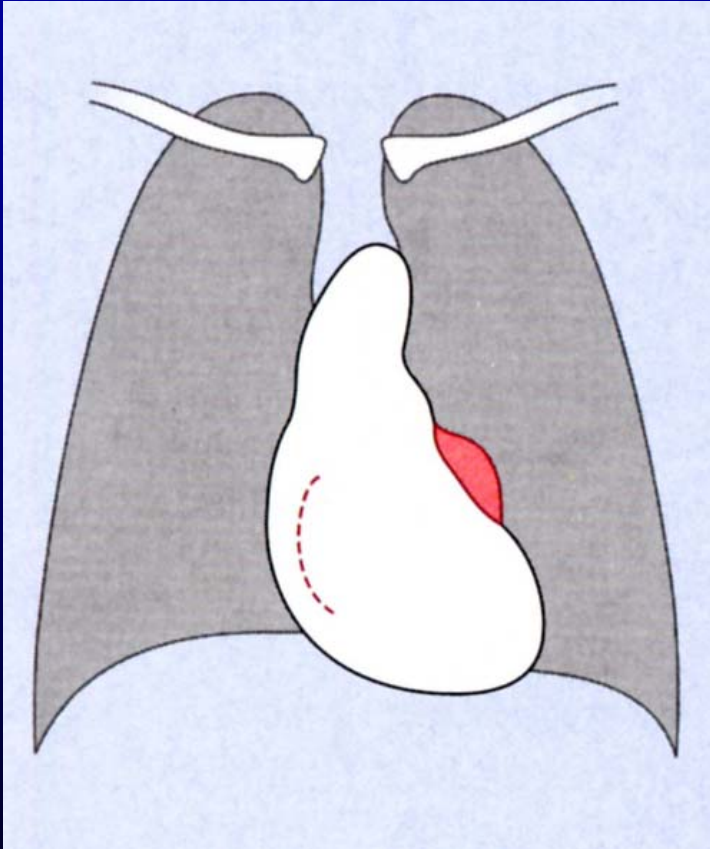


Definition: Es besteht eine Kurzschlussverbindung zwischen linker und rechter Herzkammer mit Links-Rechts-Shunt und Volumenbelastung des rechten Ventrikels



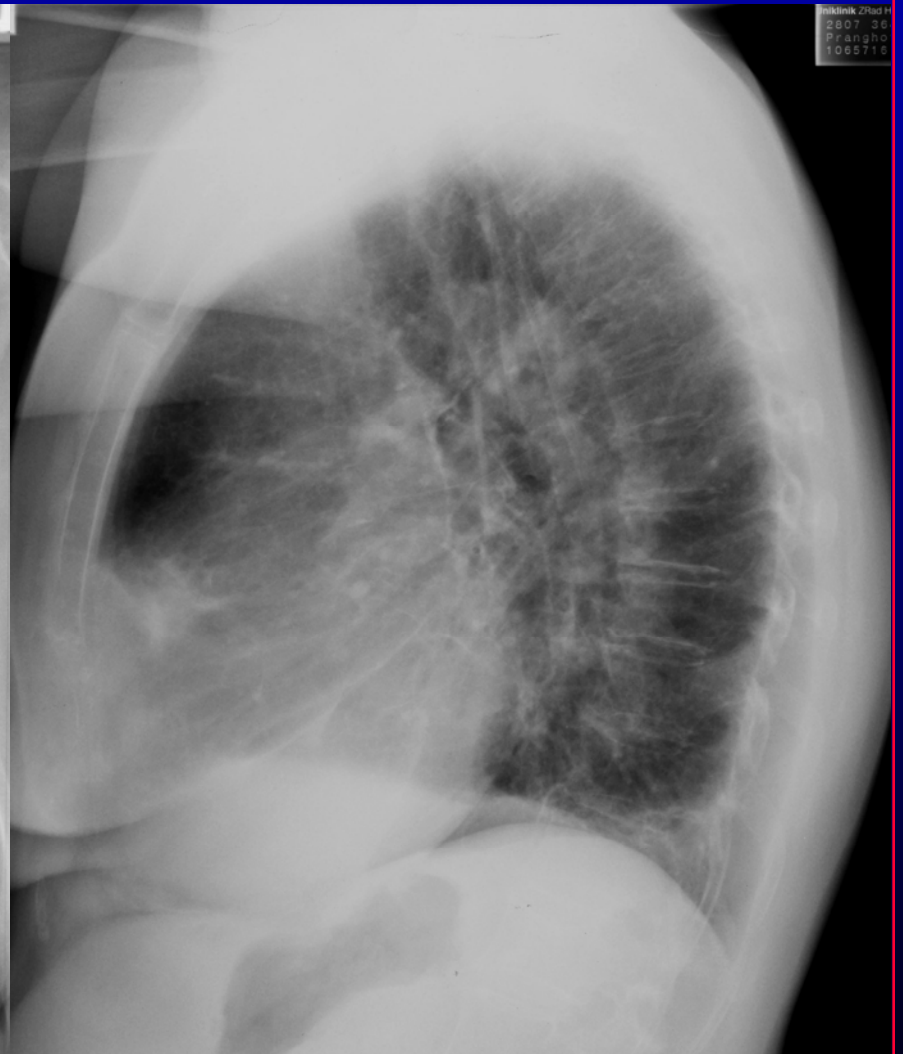
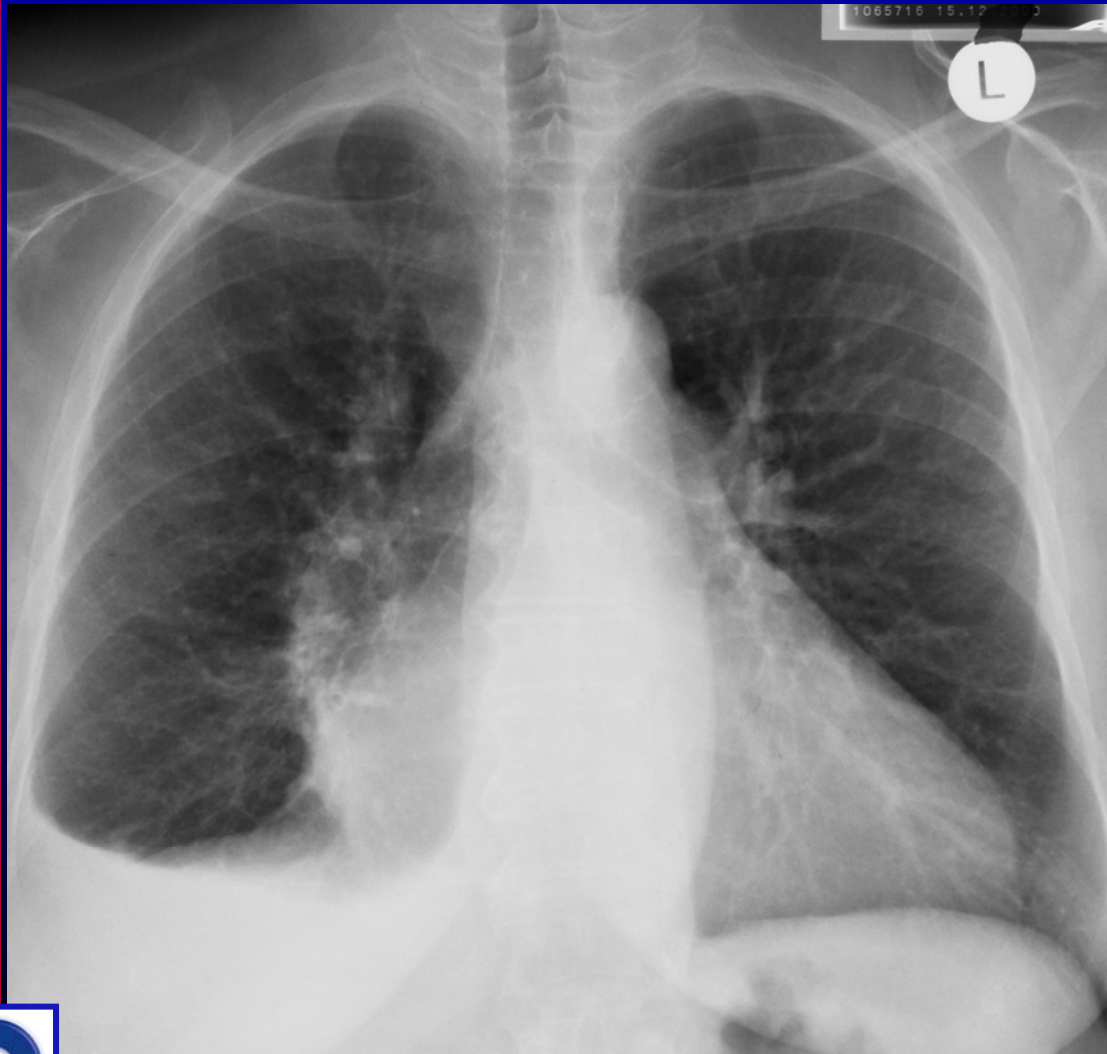
Mitralstenose

Mitralklappenstenose



Definition: Bei diesem häufigsten erworbenen Klappenfehler ist aufgrund der Verkleinerung der Klappenöffnungsfläche der diastolische Bluteinstrom in die linke Herzkammer erschwert. Es kommt zur Druckbelastung von linkem Vorhof und Lungenkreislauf.

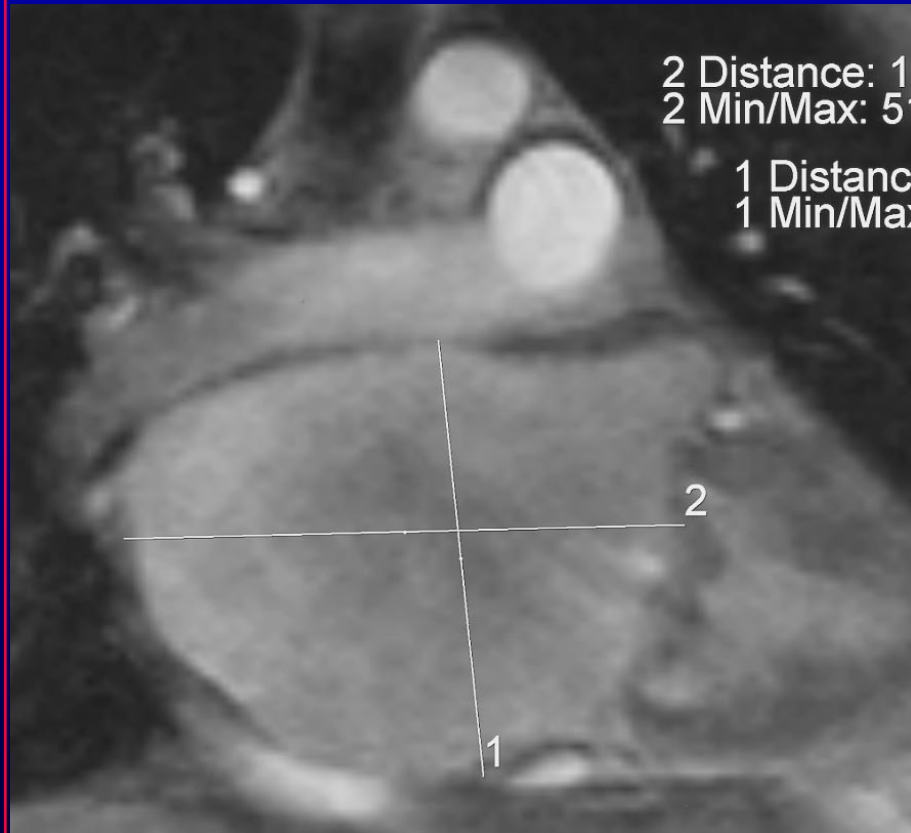
Mitralstenose



Mitralstenose

2 Distance: 11.0 cm
2 Min/Max: 51 /96

1 Distance: 8.5 cm
1 Min/Max: 46 /89



2 Distance: 11.1 cm
2 Min/Max: 62 /134

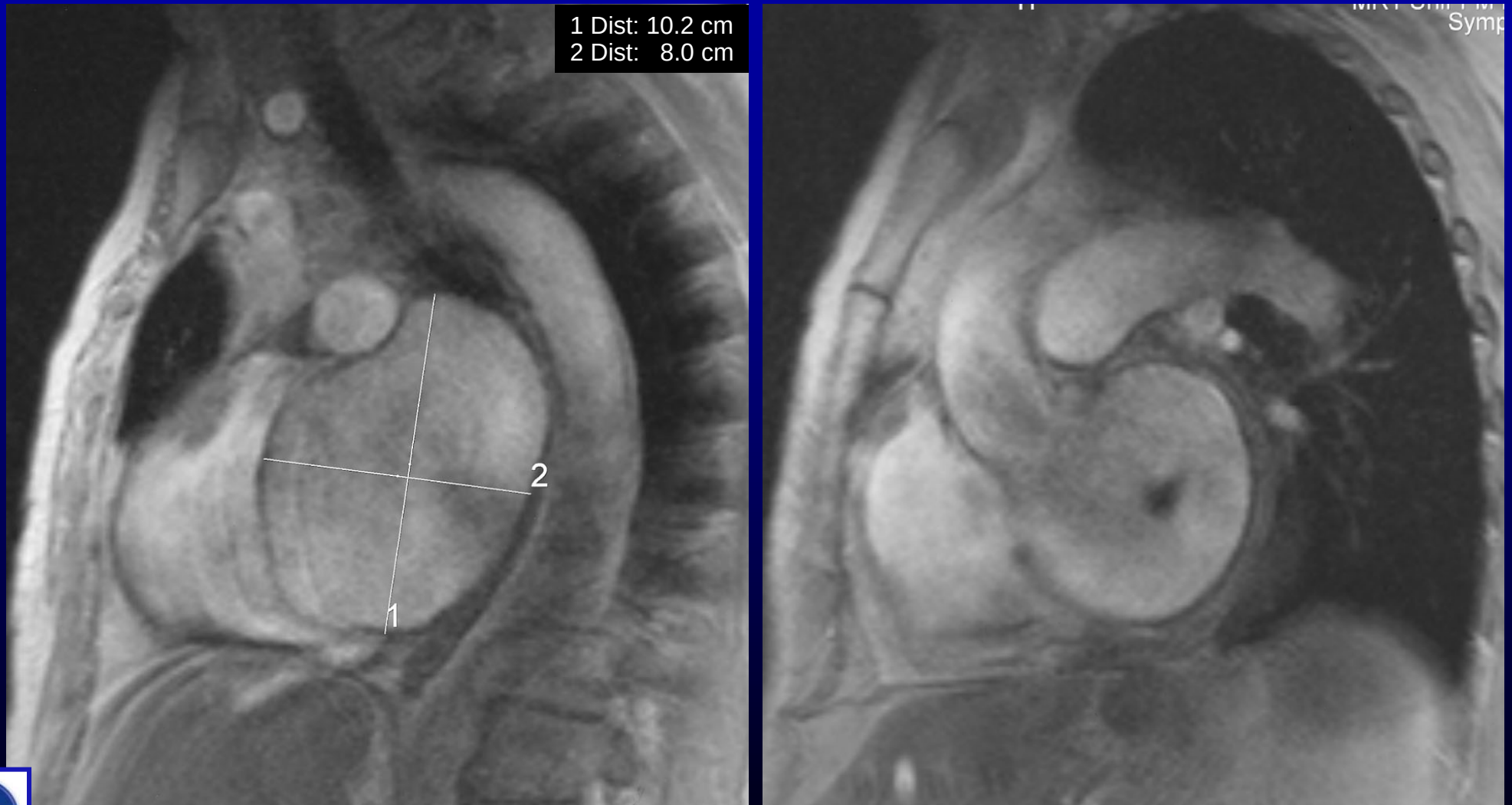
1 Distance: 8.3 cm
1 Min/Max: 74 /150

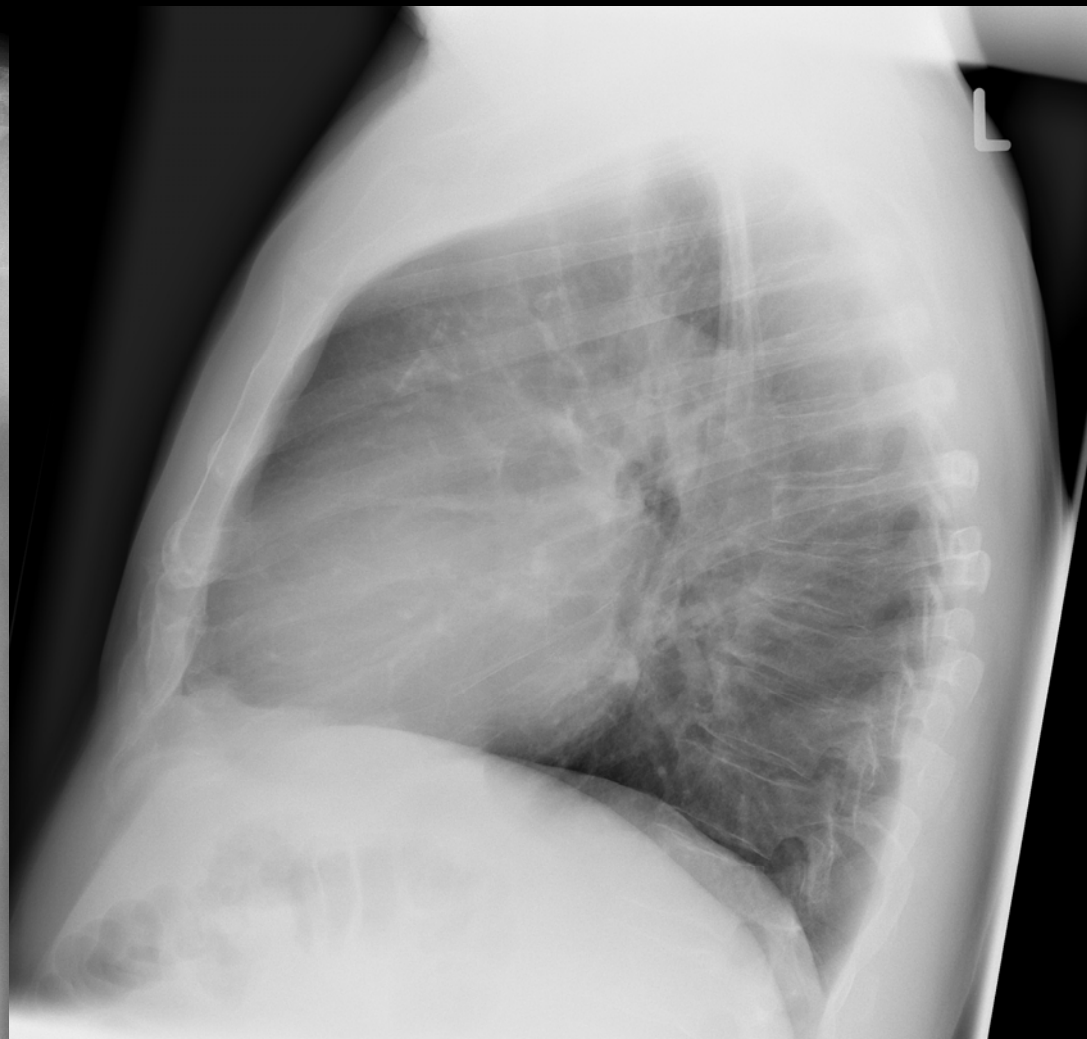
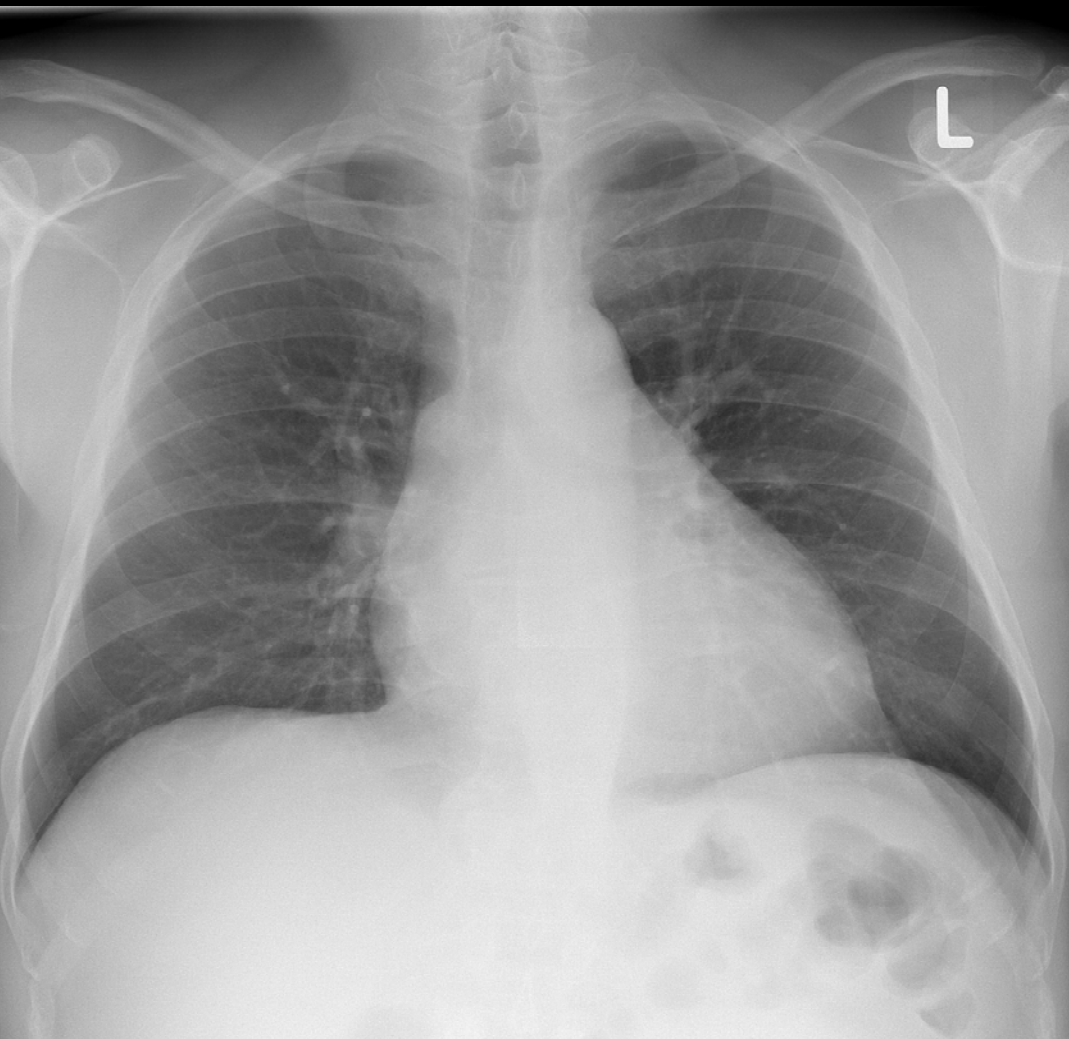


Mitralstenose



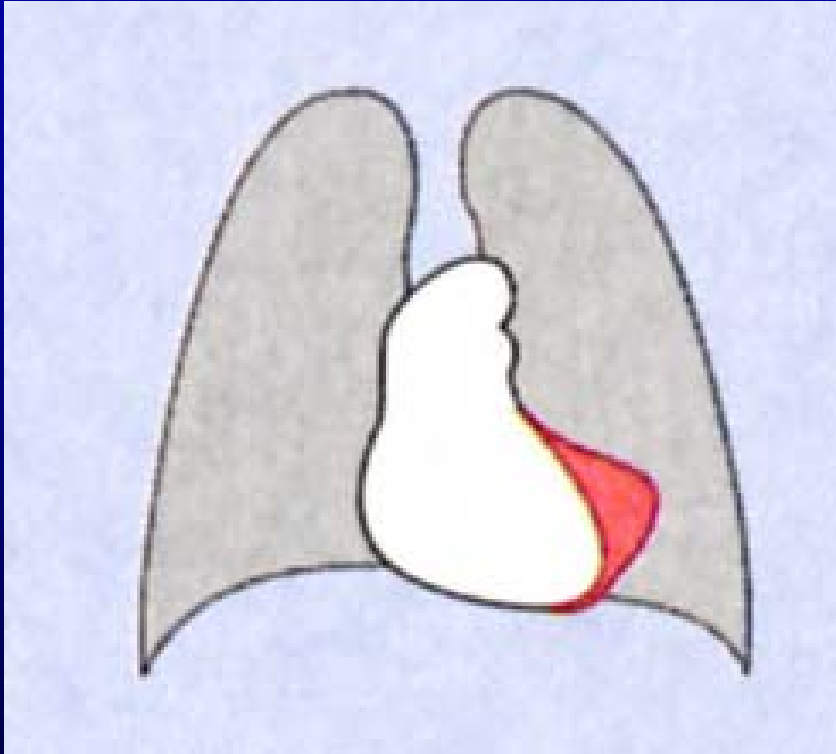
Mitralstenose





Kombiniertes Aortenvitium (AI & AS)

Vergrößerung des rechten Ventrikels



Röntgen p.a.:

- Rechter Ventrikel wird an der linken Herzkontur randbildend
- Herzspitze scheint angehoben

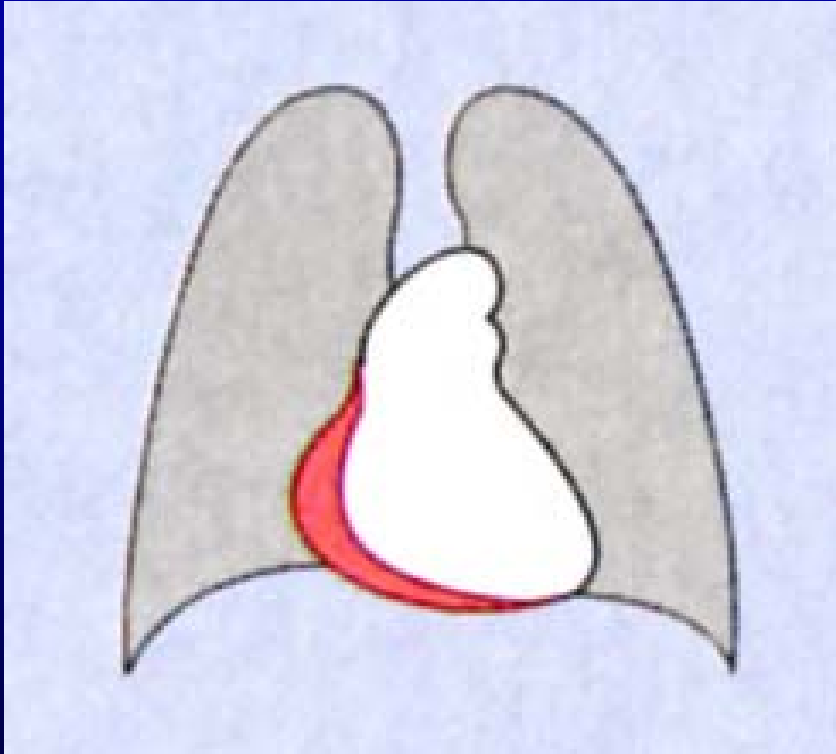
Seitbild: Einengung des Retrosternalraums

RAO: Verbreiterung der Ausflusssbahn des rechten Ventrikels (Infundibulum und Pulmonalarterie)

Mögliche Ursachen:

- Cor pulmonale
- Pulmonalstenose
- Fallot-Tetralogie
- Trikuspidalatresie
- Herzfehler mit Links-rechts-Shunt

Vergrößerung des rechten Vorhofs

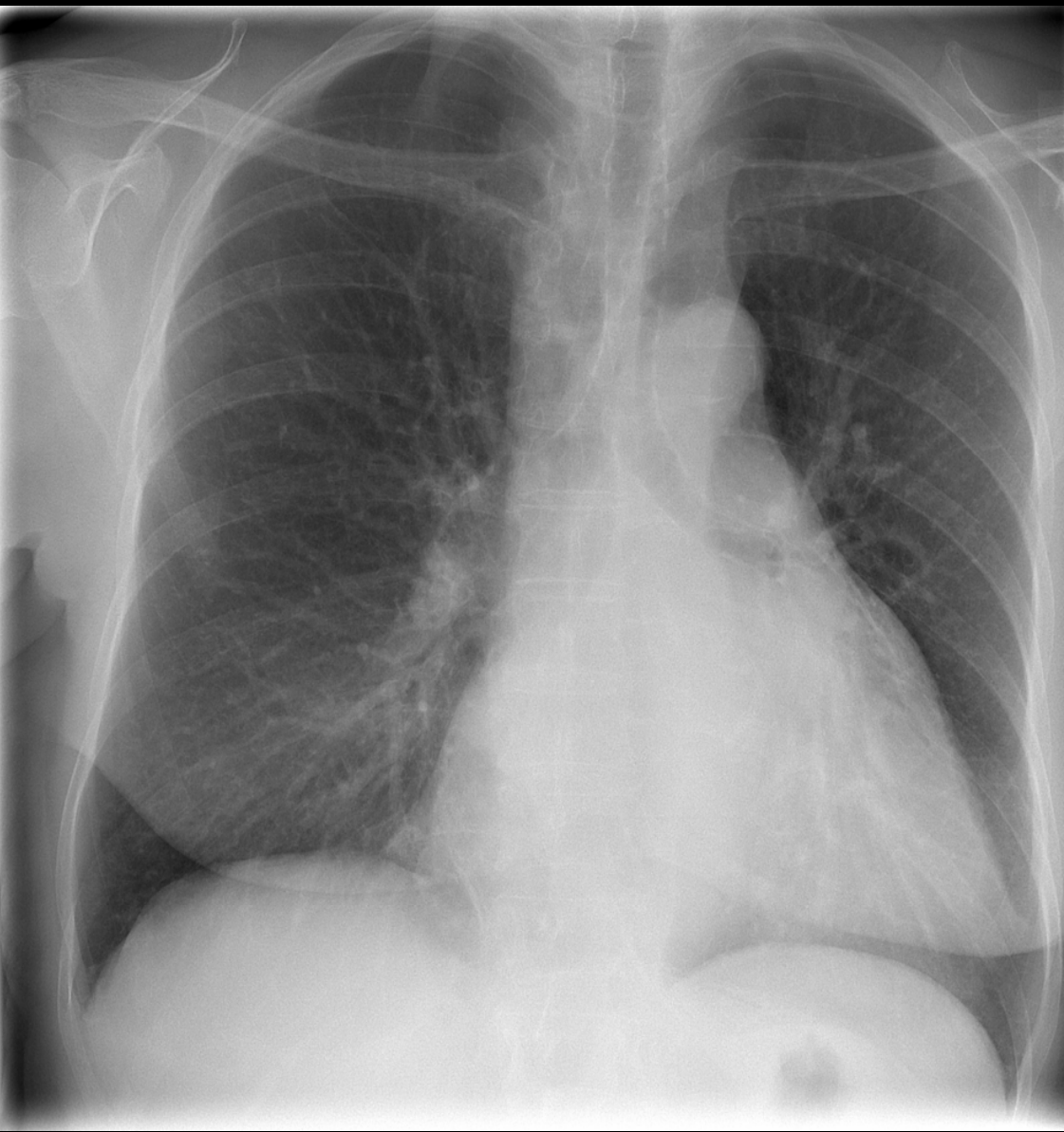


Röntgen p.a.:

- Tritt selten isoliert auf, schwer beurteilbar
- Rechte Herzkontur nach rechts verlagert
- Evtl. verbreiteter Schatten der Vv. cavae

Mögliche Ursachen:

- Trikuspidalklappenfehler
- Ebstein-Anomalie
- Vorhofseptumdefekt



Kombiniertes Vitium (AS & TI)

Globale Herzvergrößerung

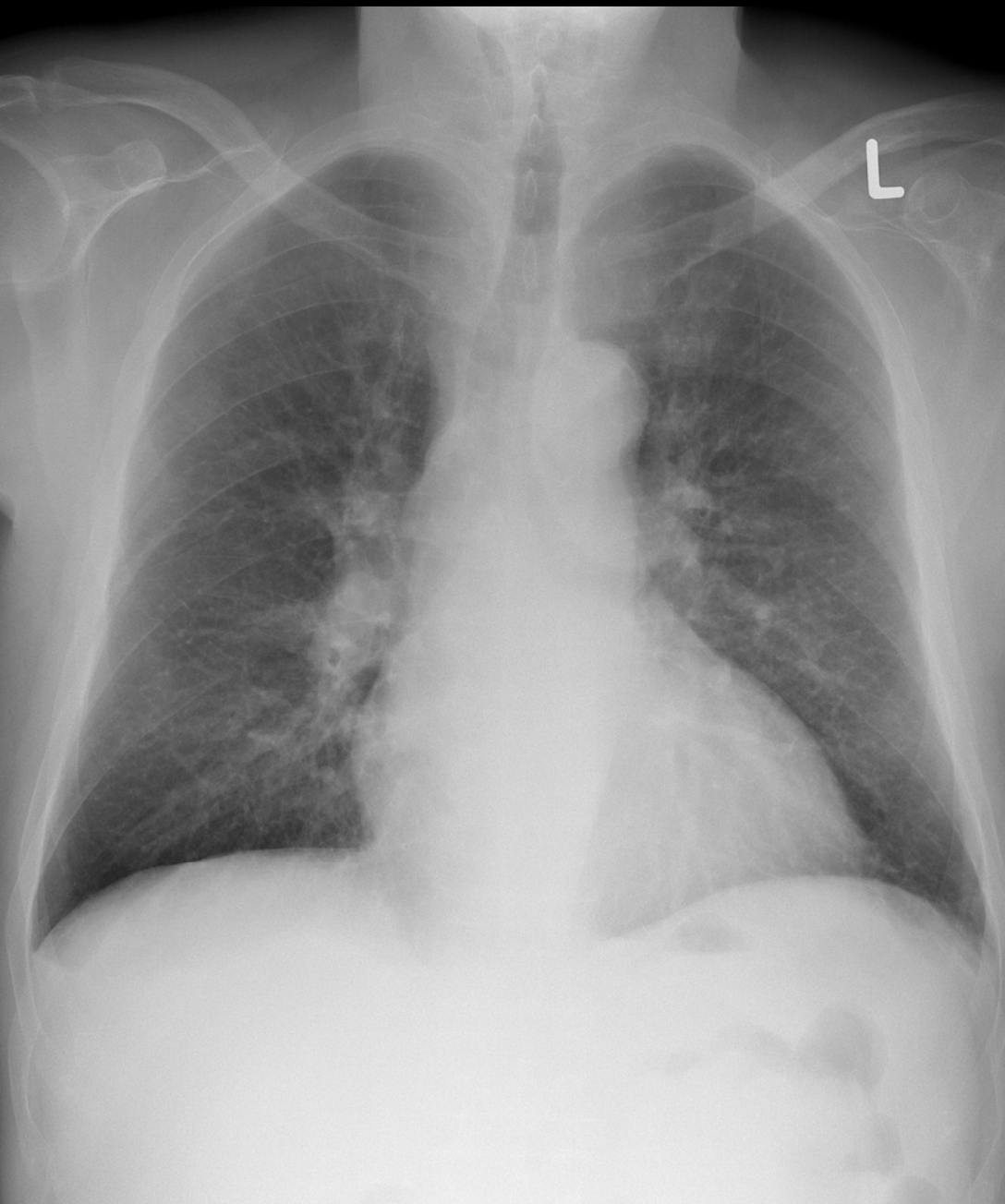
- **Röntgen p.a.:**

- Herzschaten ist nach allen Seiten verbreitert

- **Mögliche Ursachen:**

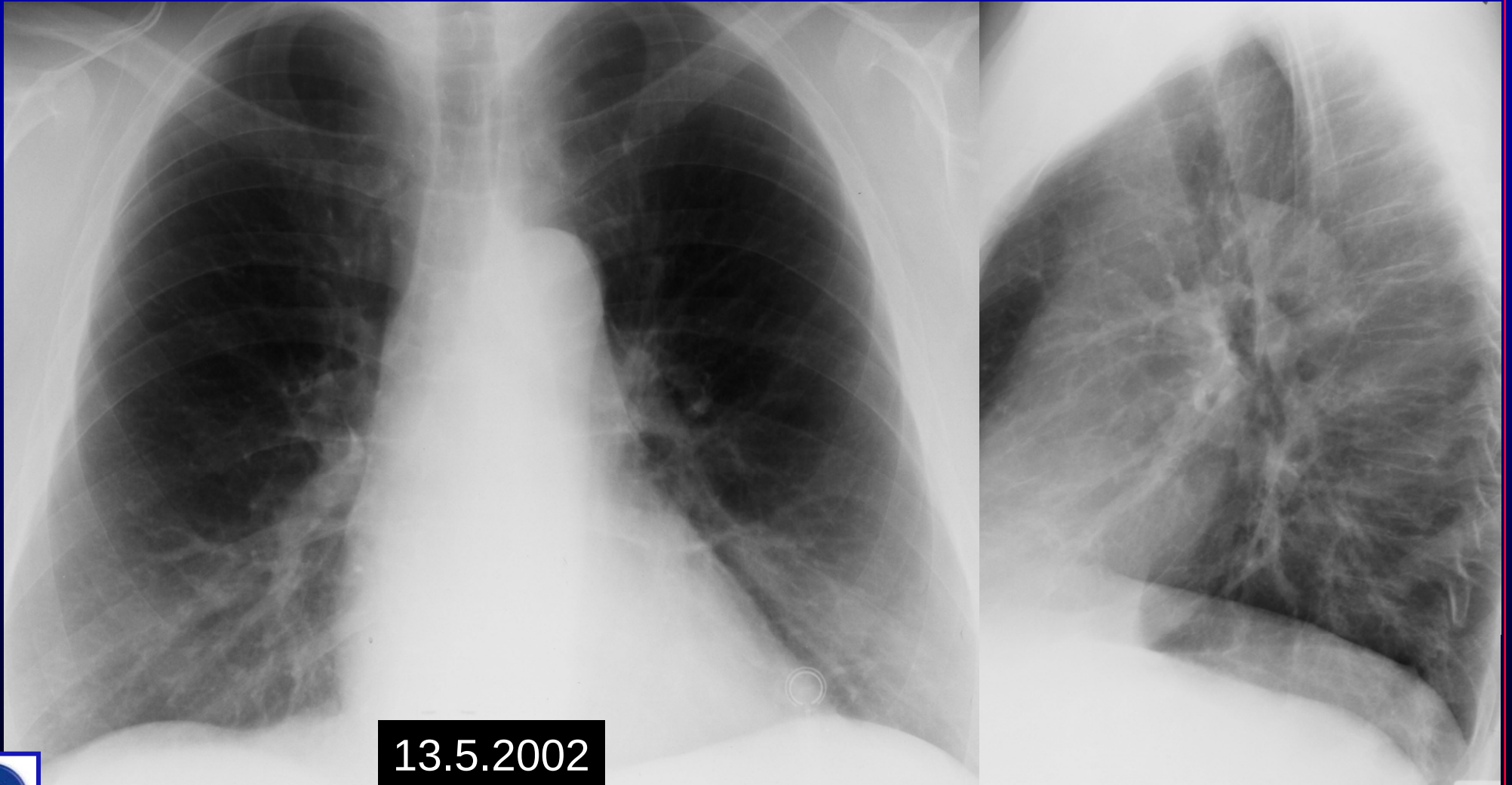
- Kardiomyopathie
 - Myokarditis
 - Pericarderguss
 - Multivalvuläre Vitien





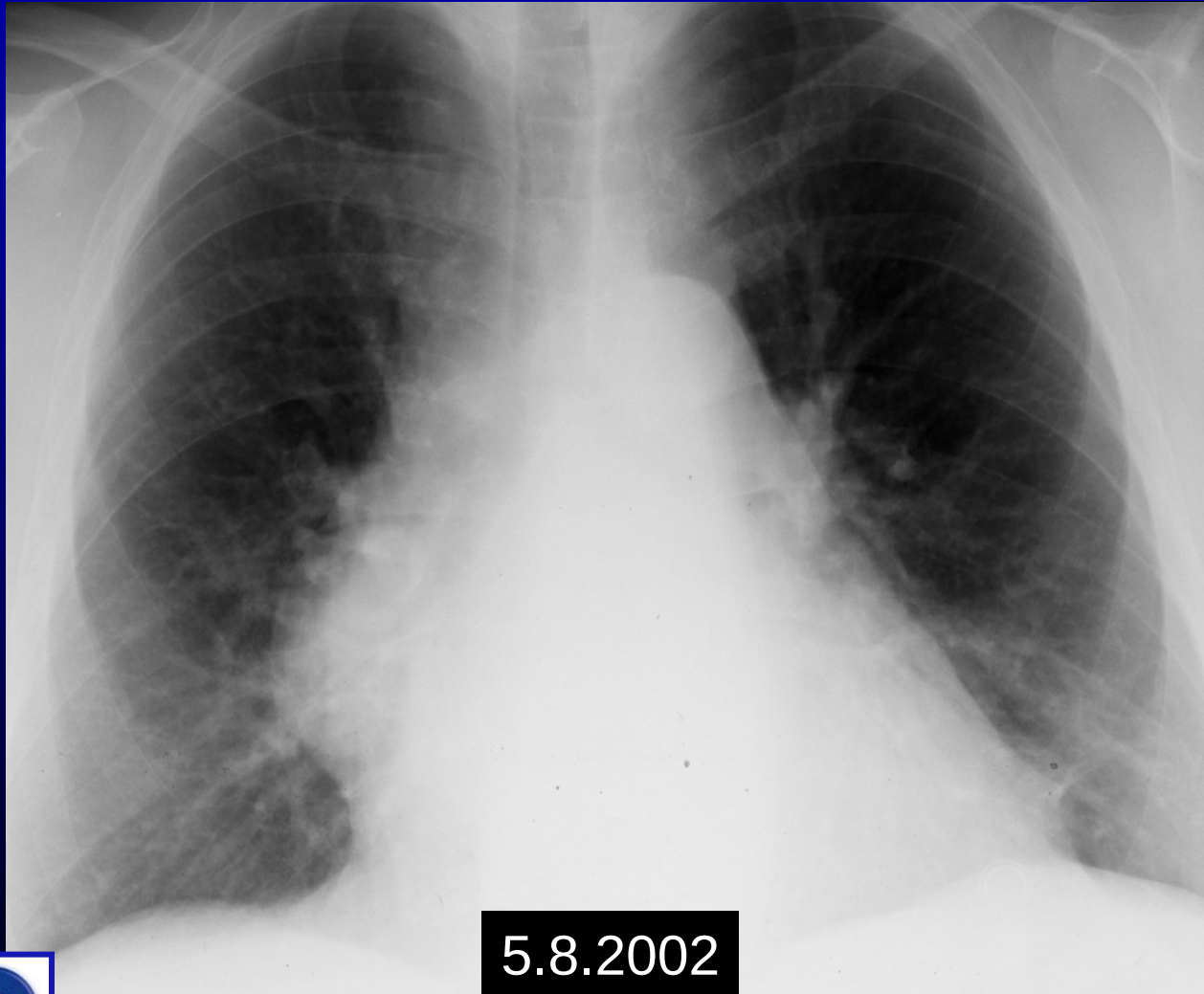
Pulmonalarterielle Hypertonie

Entwicklung einer Pericardzyste

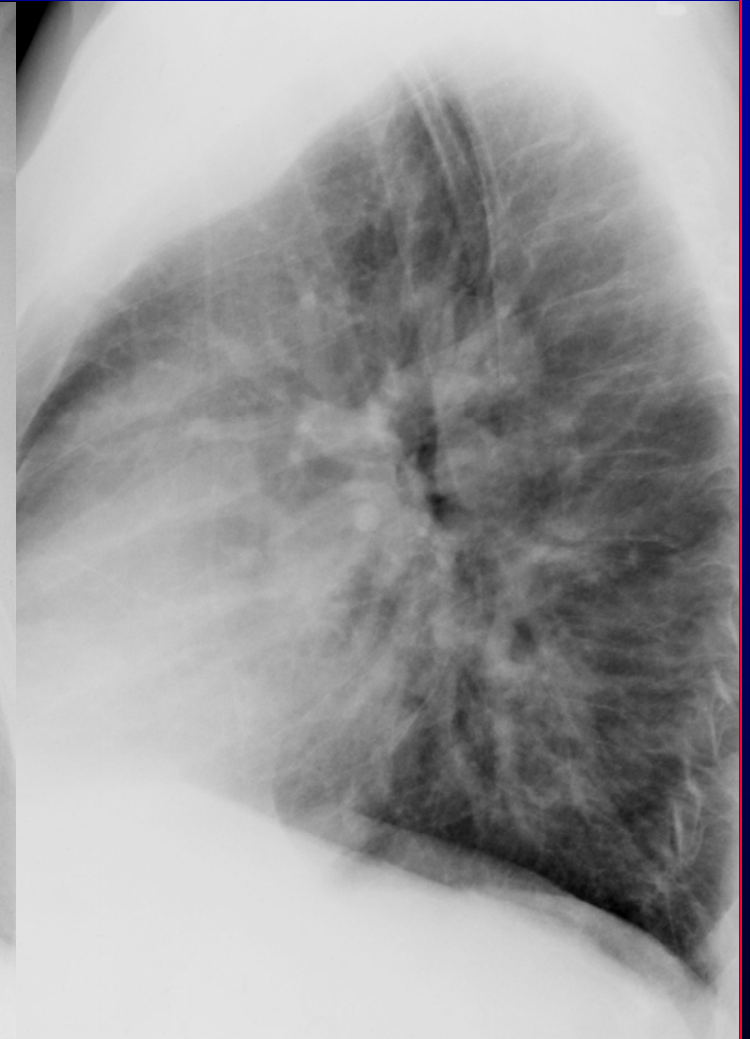


13.5.2002

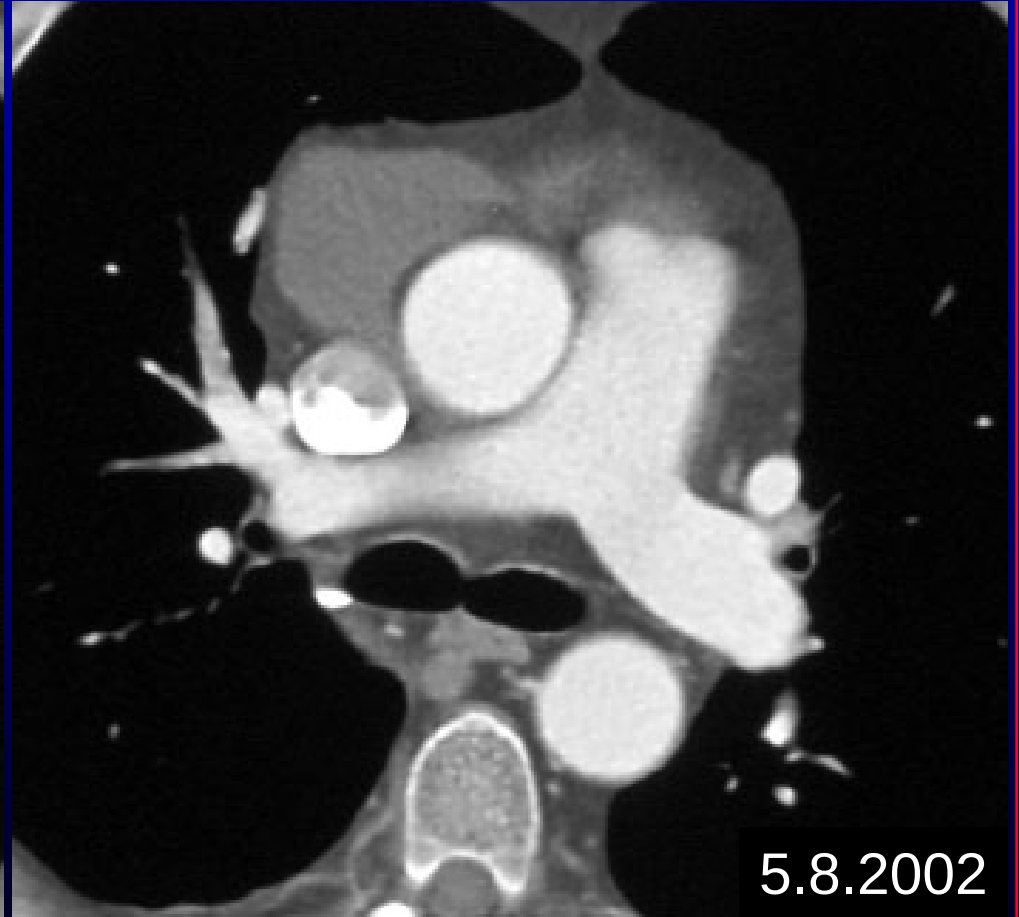
Entwicklung einer Pericardzyste



5.8.2002



Pericardzyste

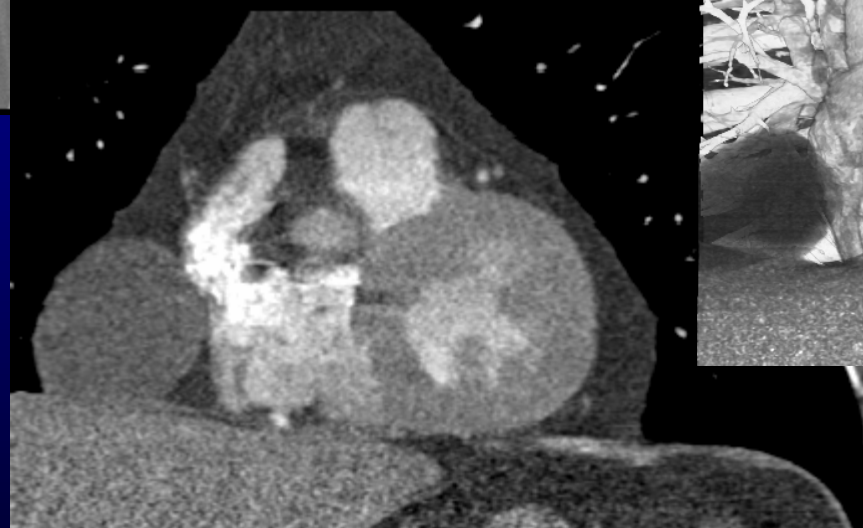
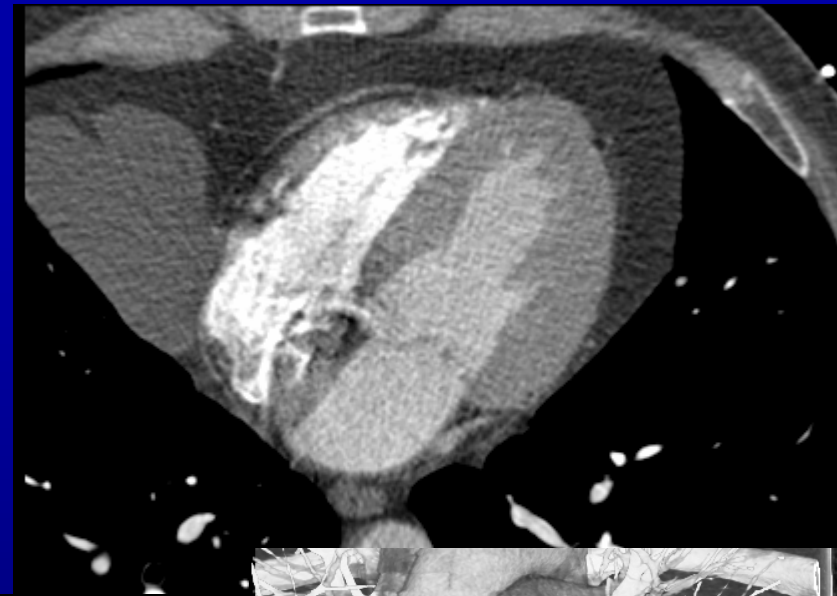


5.8.2002

Pericardzyste

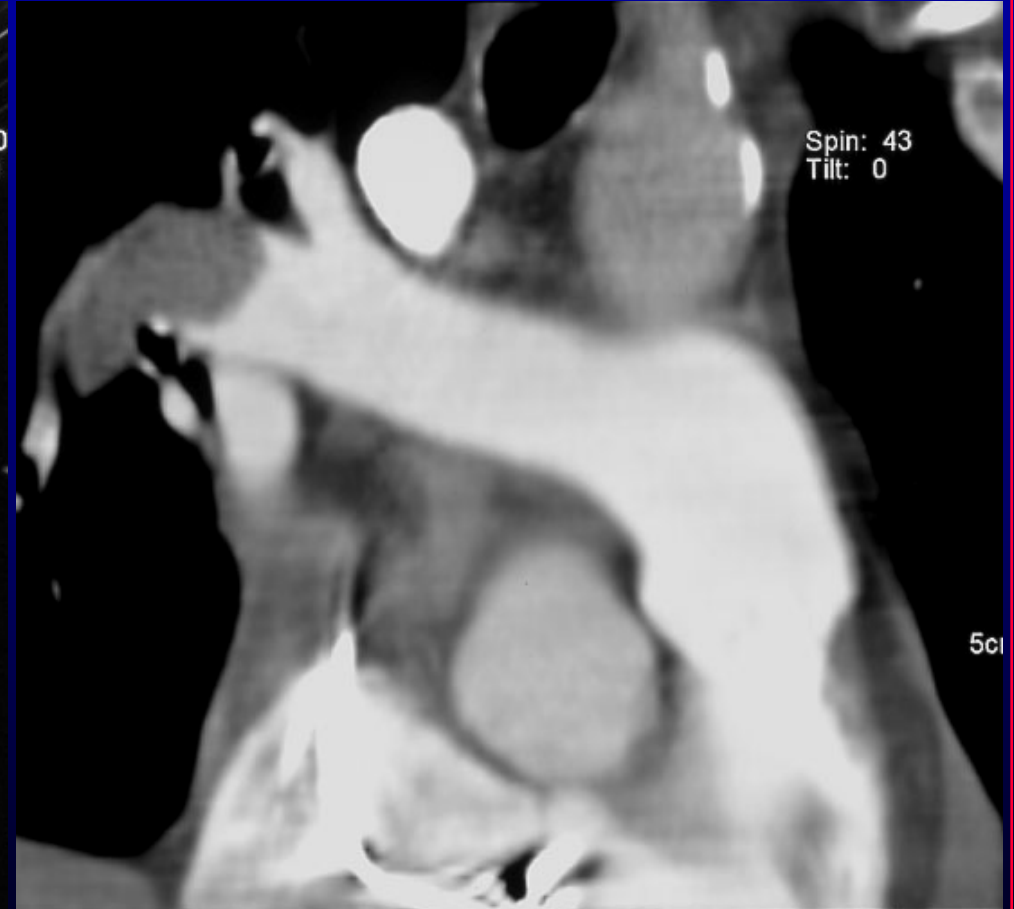
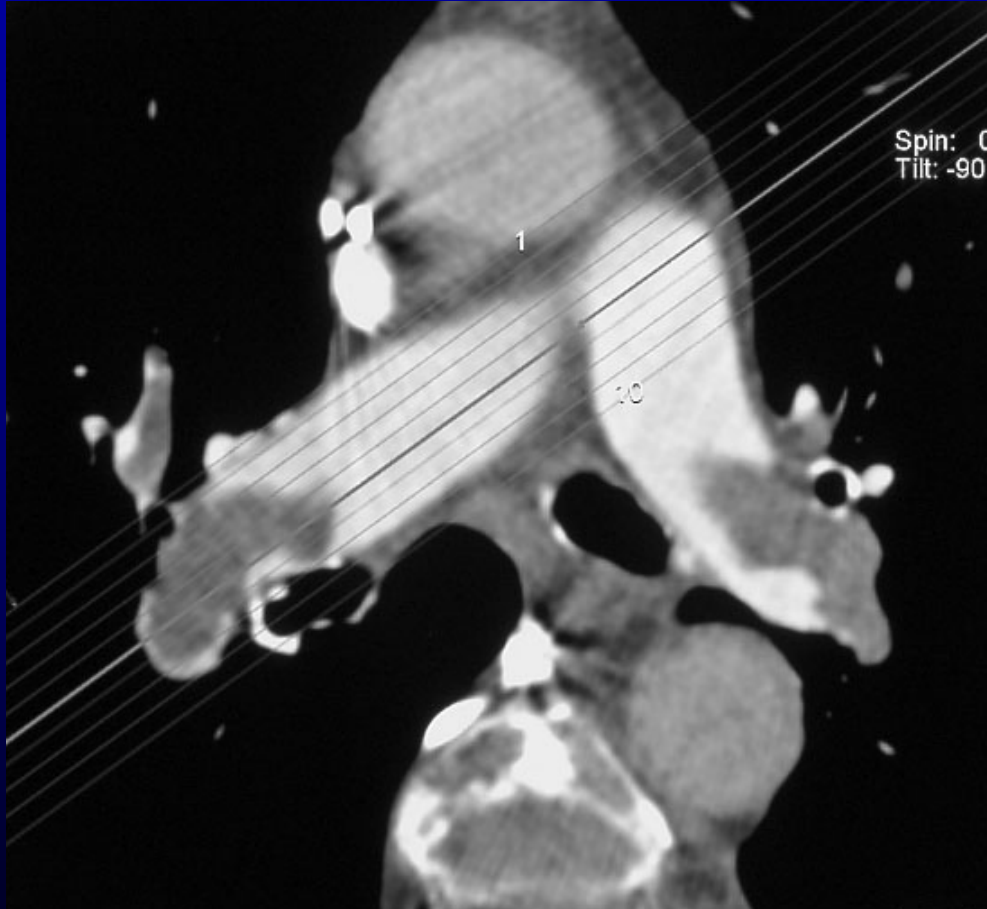


5.8.2002

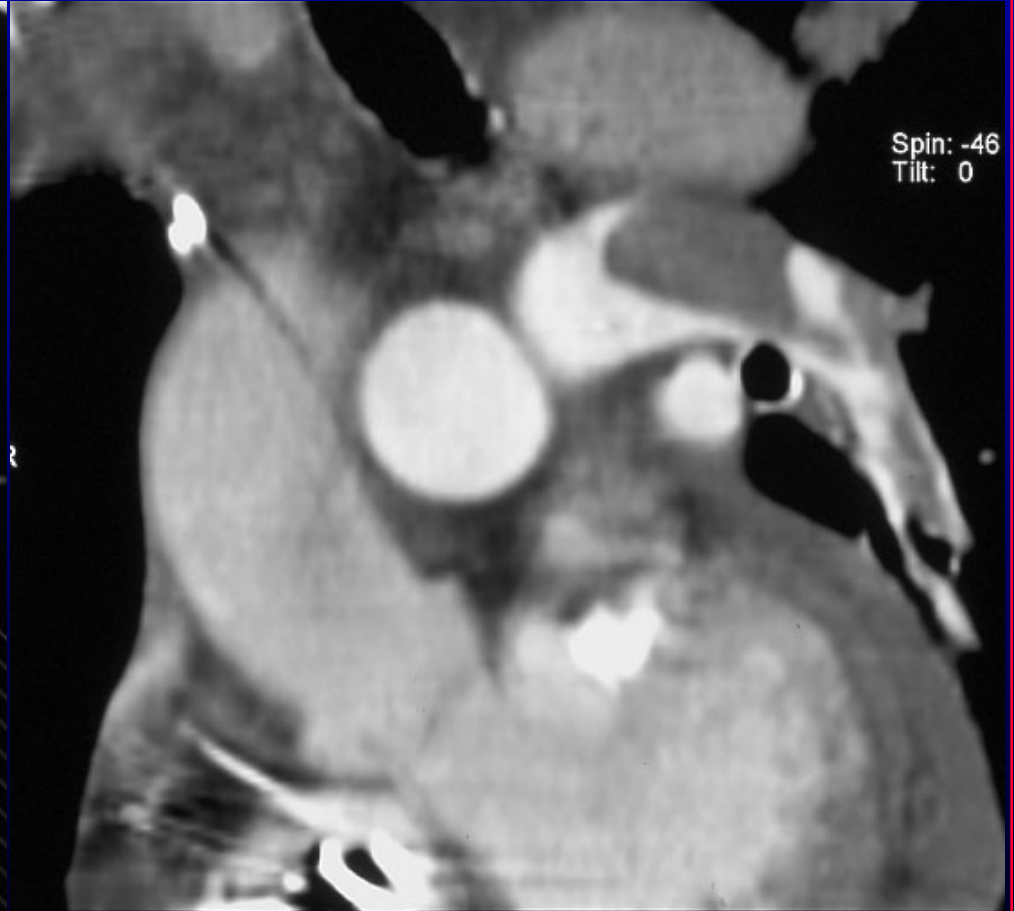
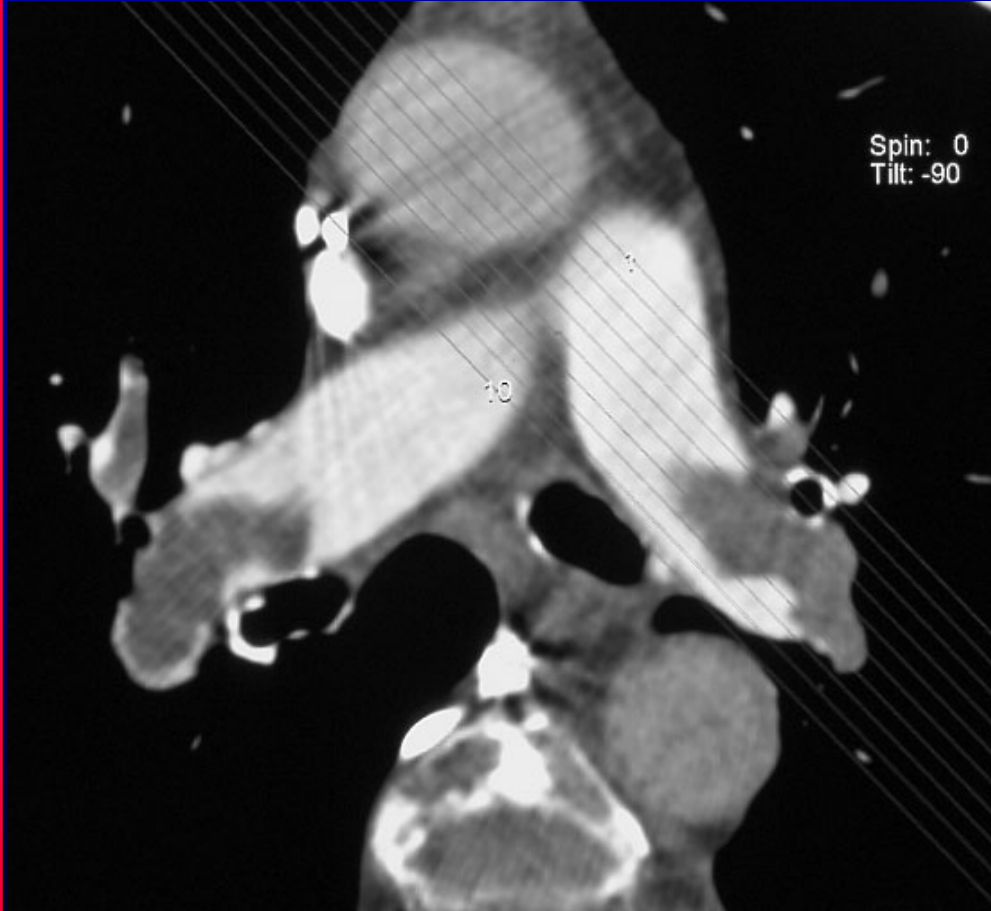


Pericardzyste loco typico

Lungenembolie bilateral



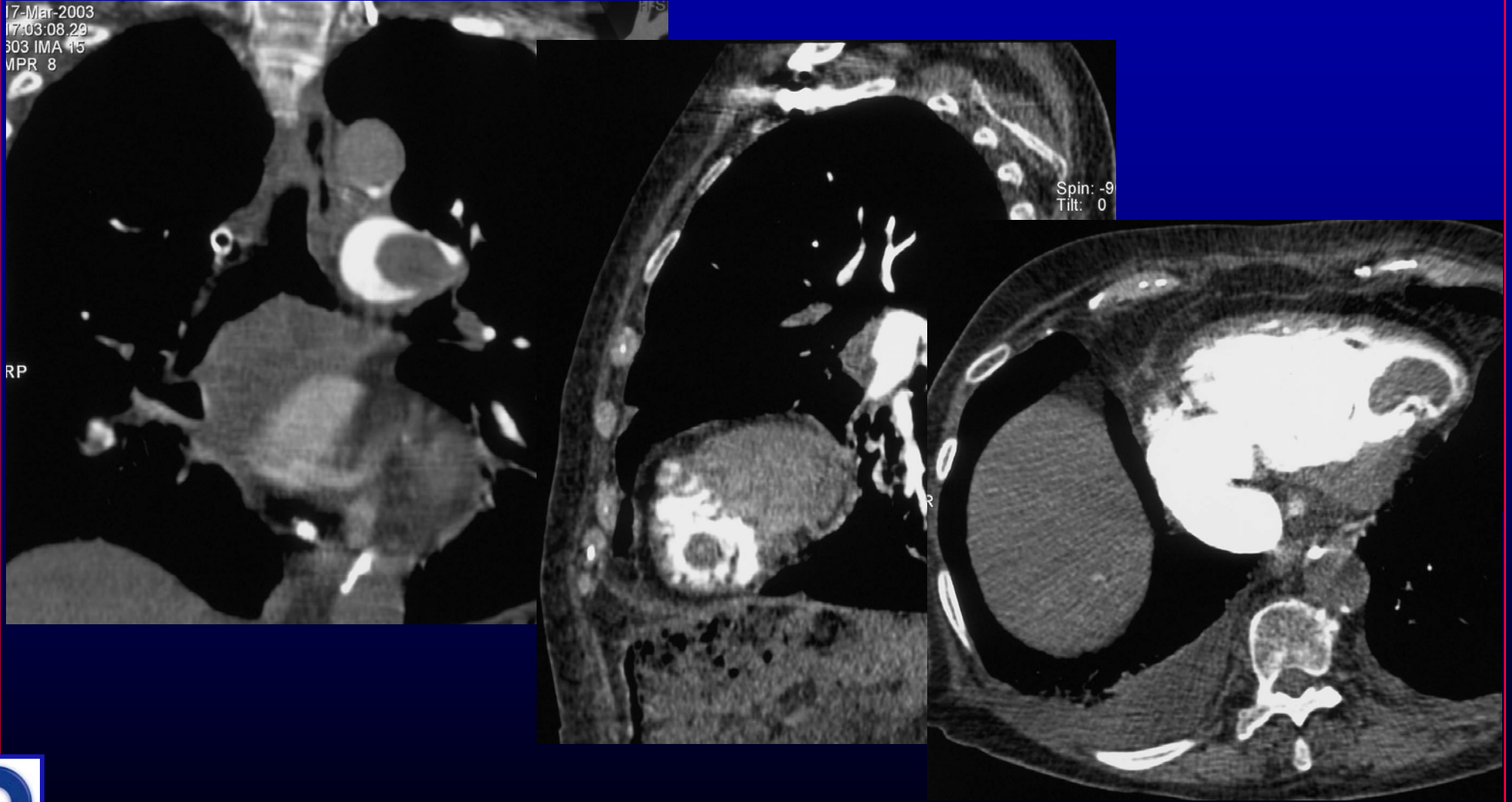
Lungenembolie bilateral



Lungenembolie bilateral



Lungenembolie/Ventrikulaneyrismus



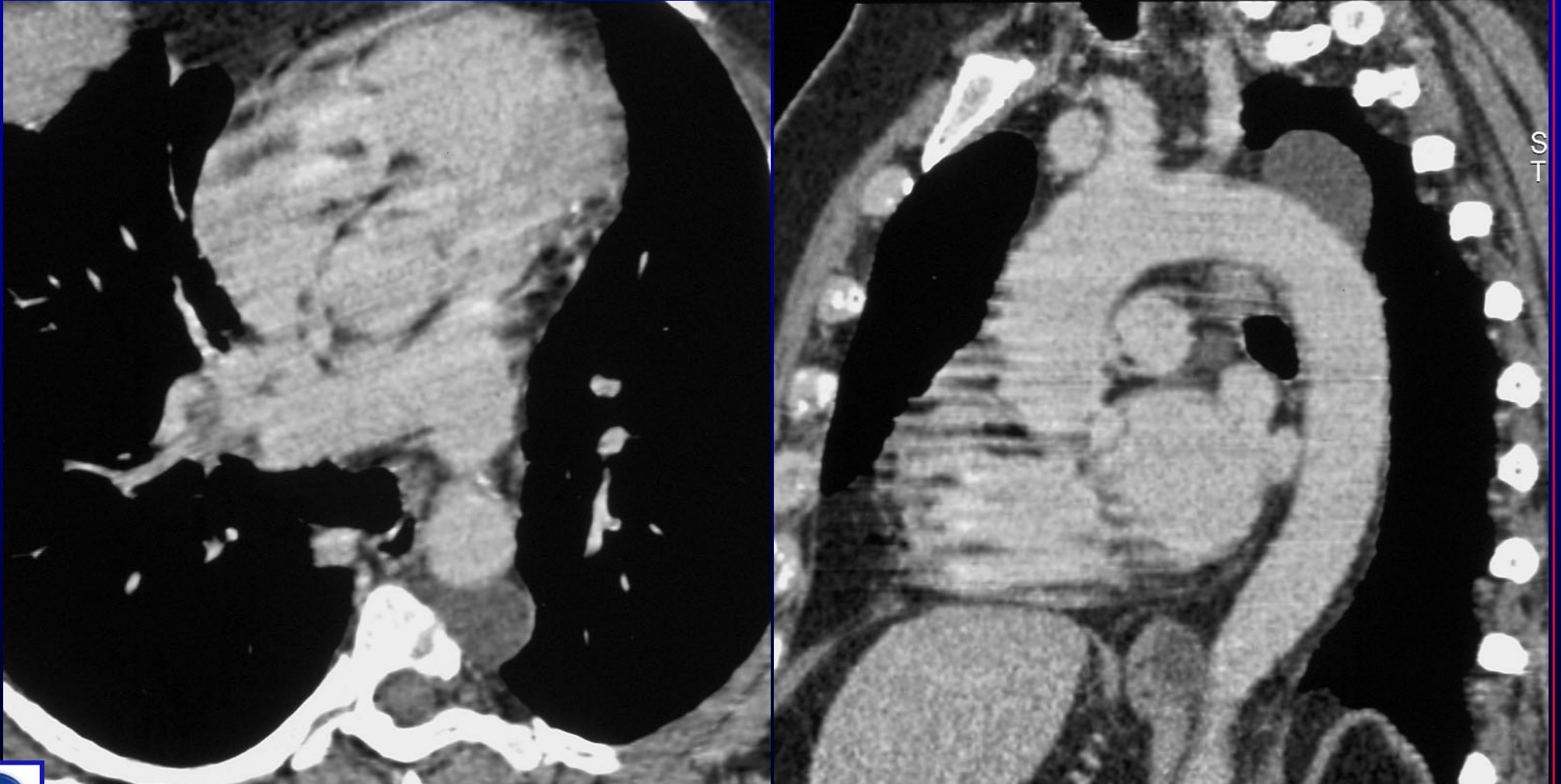
Blickdiagnose



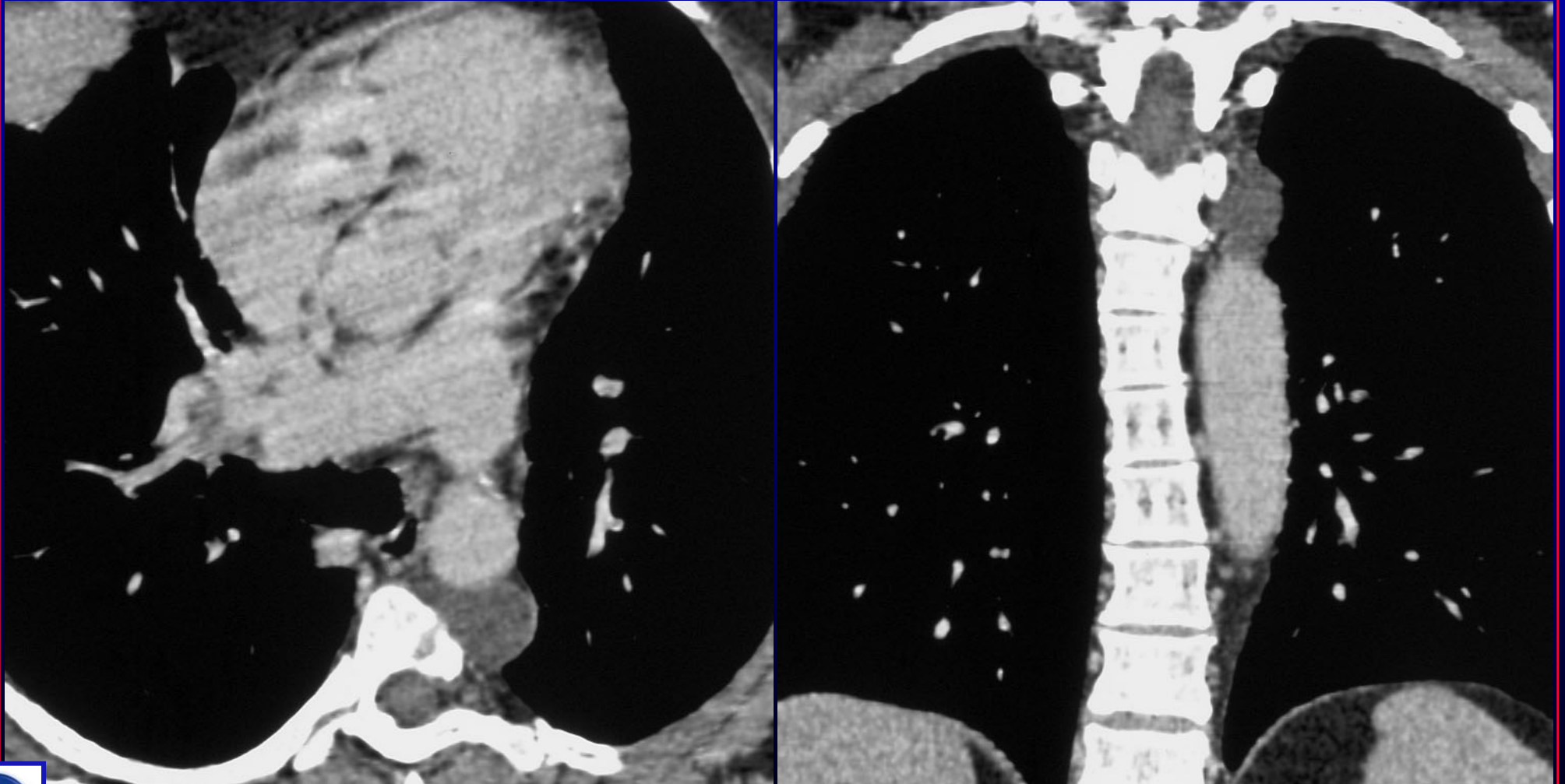
Paravertebrales Neurinom



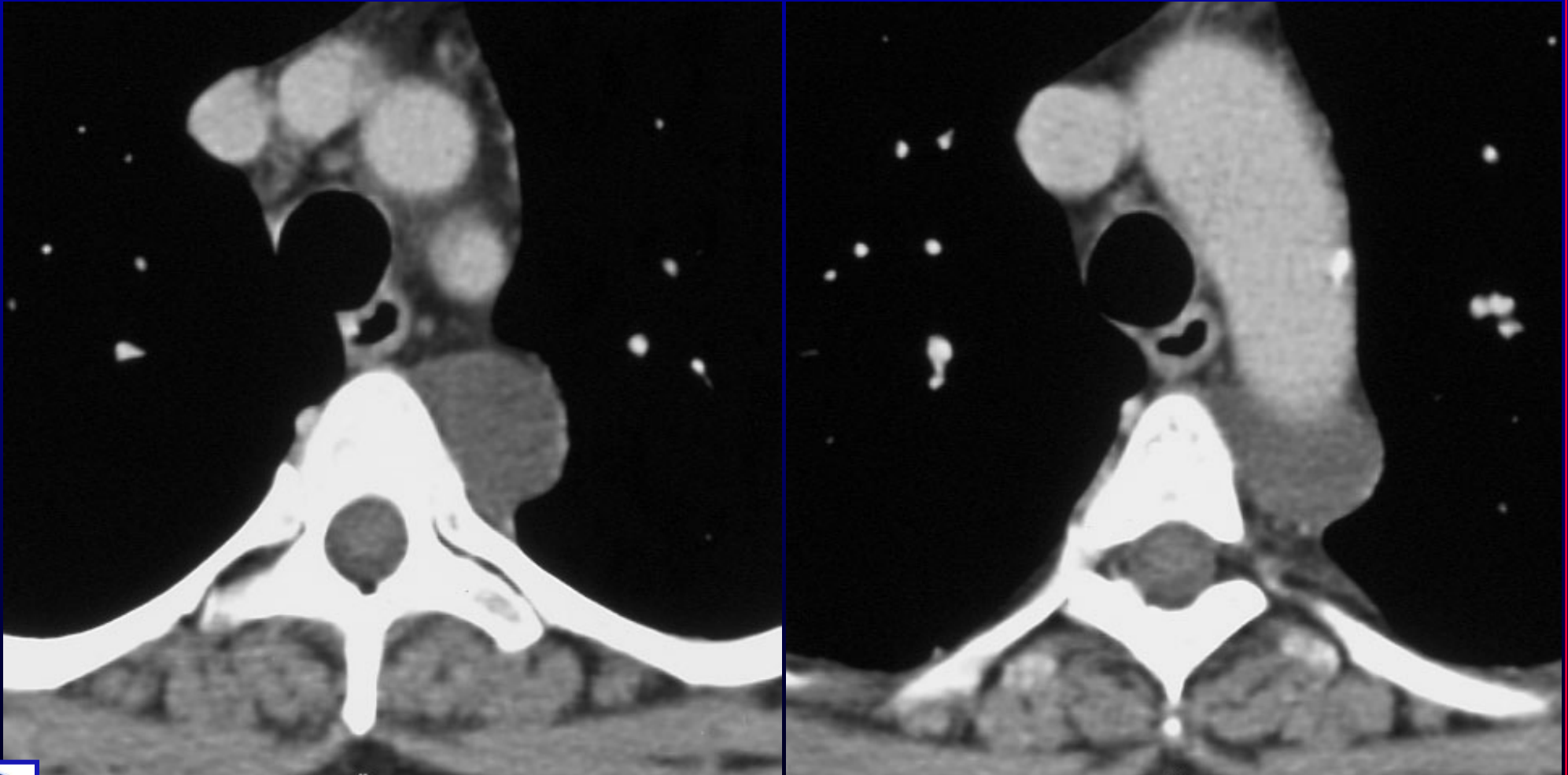
Paravertebrales Neurinom



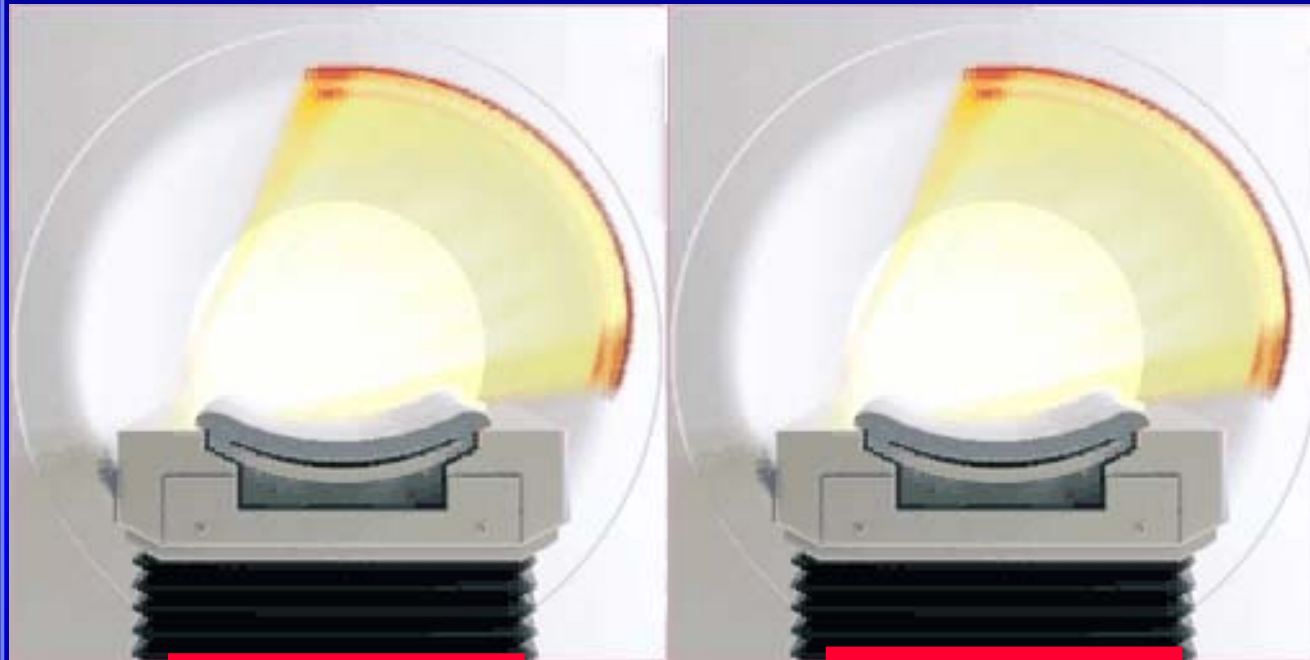
Paravertebrales Neurinom



Paravertebrales Neurinom



Grundlagen der Kardiagnostik: Bildrekonstruktion



$t_{\text{rot}}=500\text{ms}$

$t_{\text{rot}}=330\text{ms}$



The Cause of Heart Attack

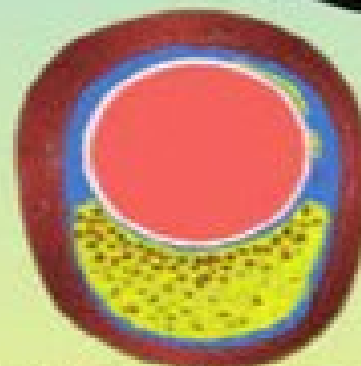
The New Concept:



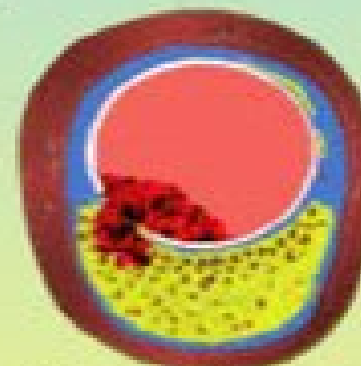
Vulnerable Plaque



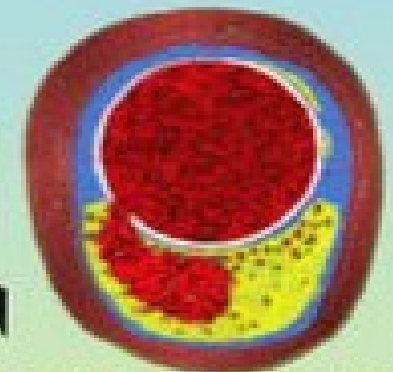
Early Stages of Atherosclerosis



Vulnerable Plaque



Plaque Rupture



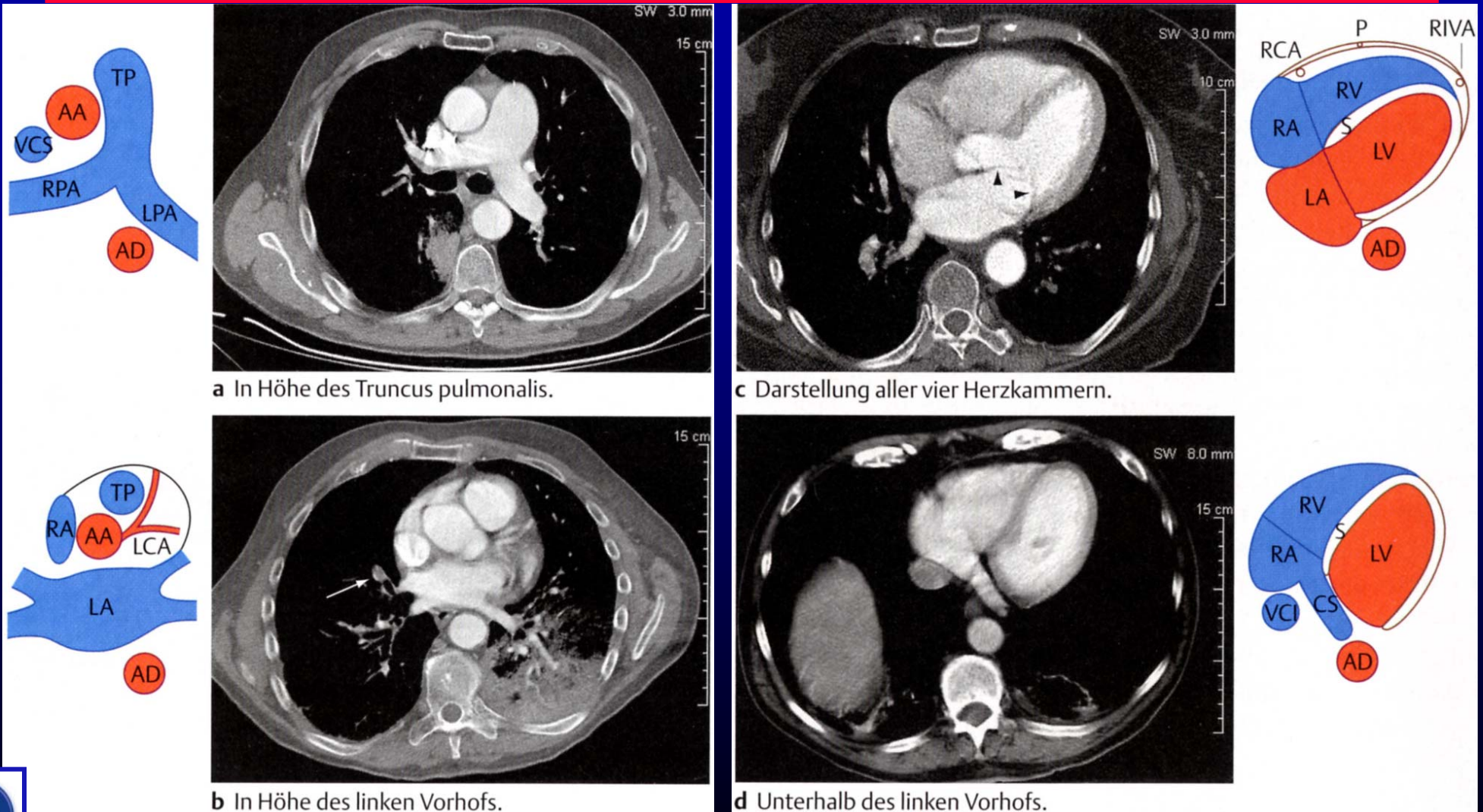
Sudden Occlusion



Plaque Healing

Association for Eradication of Heart Attack - AEHA

Typische CT-Schnittebenen des Herzens



Intrakardiale Verkalkungen

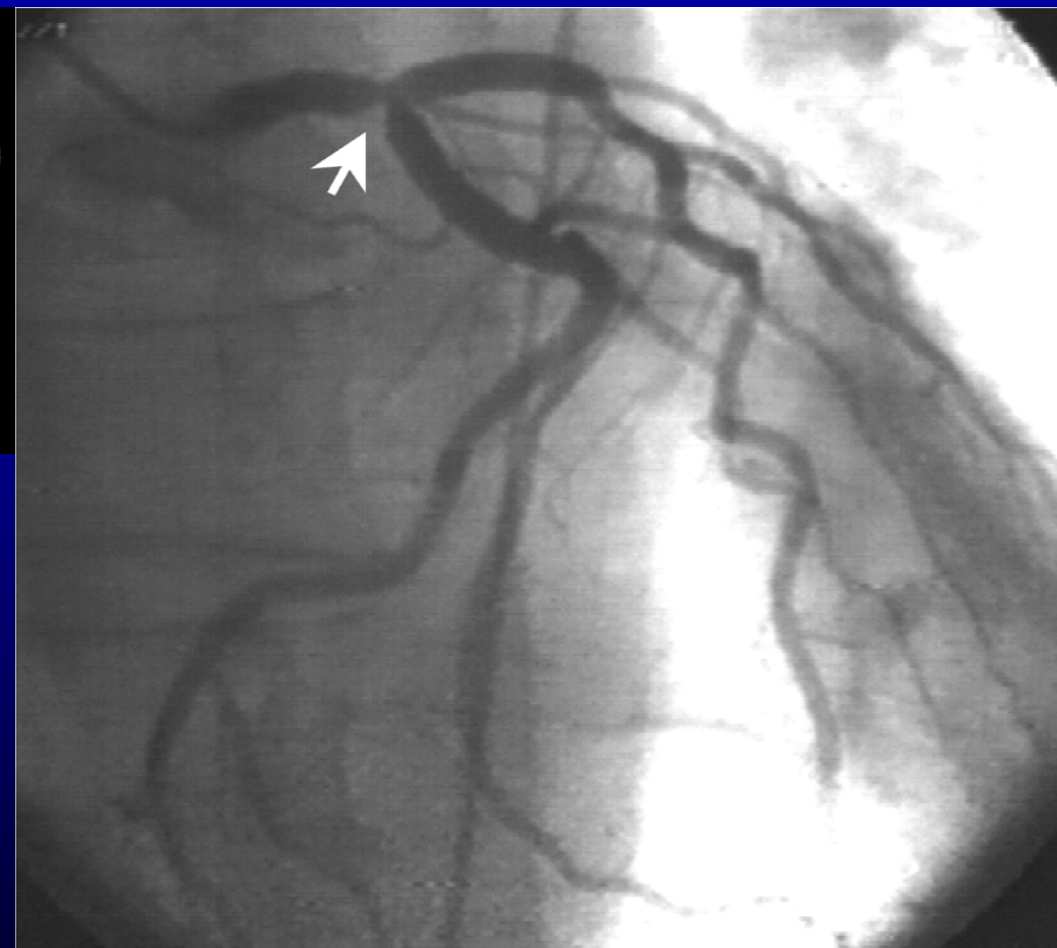
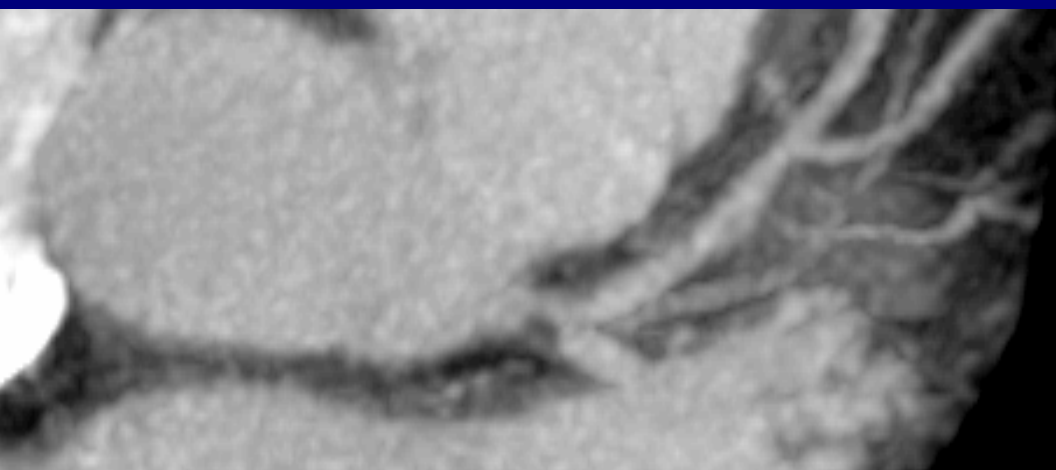
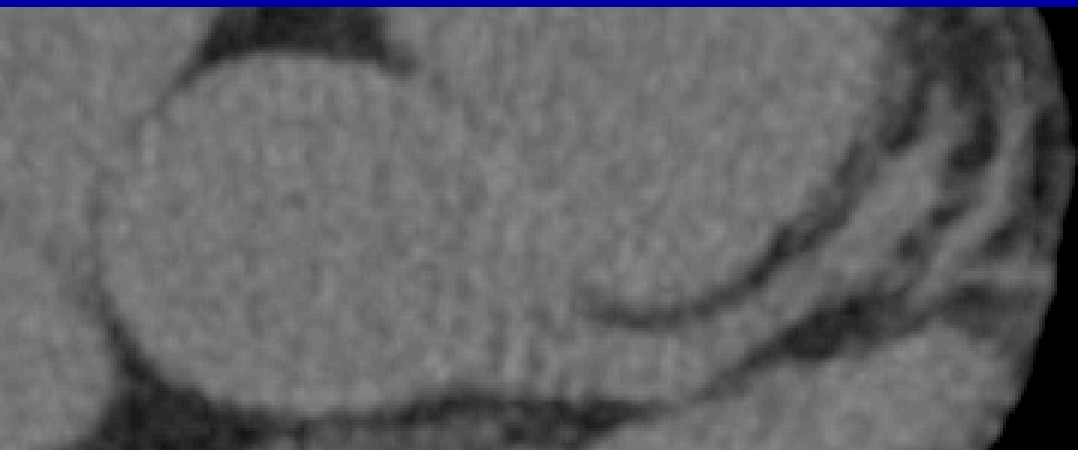


CT:

Überlagerungsfreie Darstellung der Kalzifikationen. Kalzifikation der Kranzarterien, des Perikards, Herzklappenkalzifikationen, oder Parenchymkalzifikationen nach Myokarditis oder Myokardinfarkt

Mögliche Ursachen:

- Verkalkter Thrombus
- Aortenwand, Aneurysma
- Koronararterien
- Perikard
- Aortenstenose
- Mitralstenose

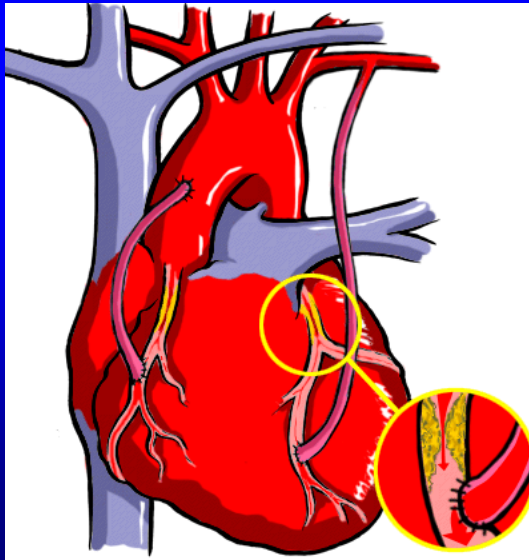


CTA der Koronarien

Multidetektor-CT: Indikationen vor Herzchirurgie

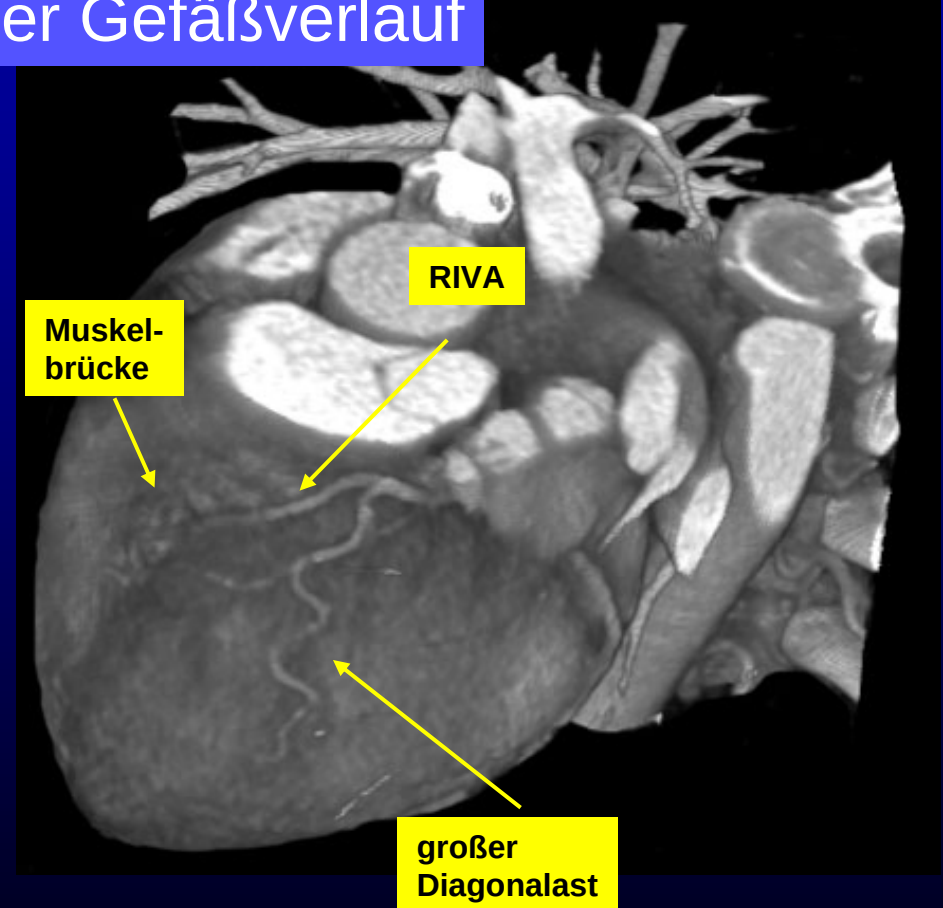
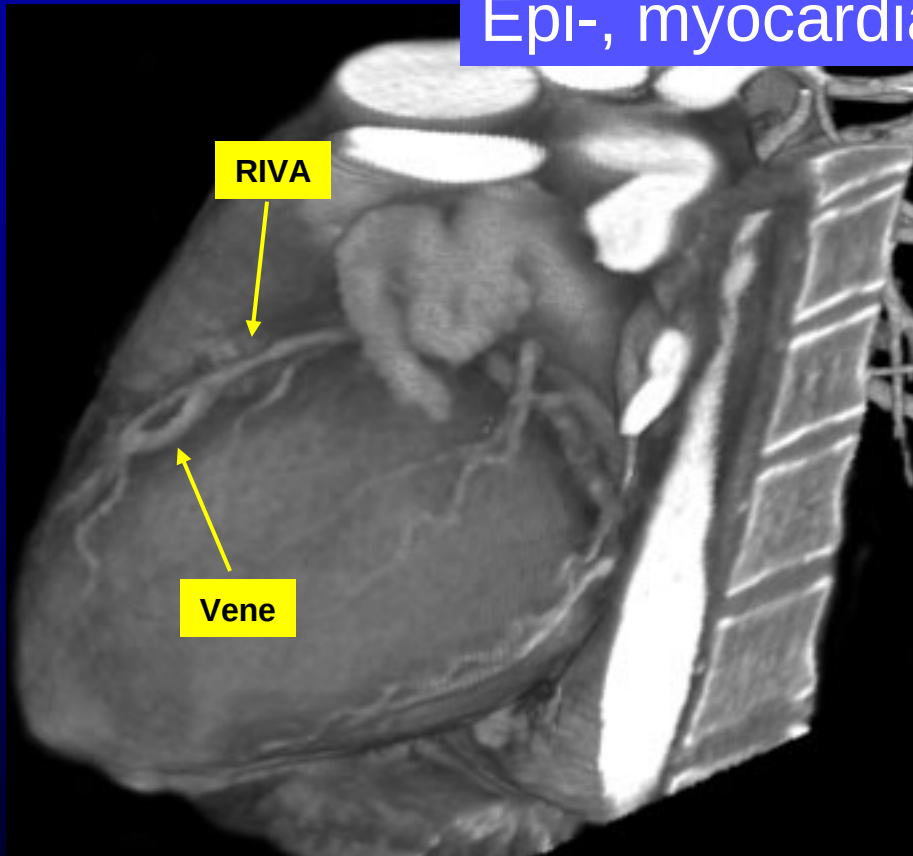
Bildgebung: Koronararterien

Vor CAB-Graft
Vor TECAB-Graft
Vor MIDCAB-Graft



Cardio-CT vor TECAB

Epi-, myocardialer Gefäßverlauf

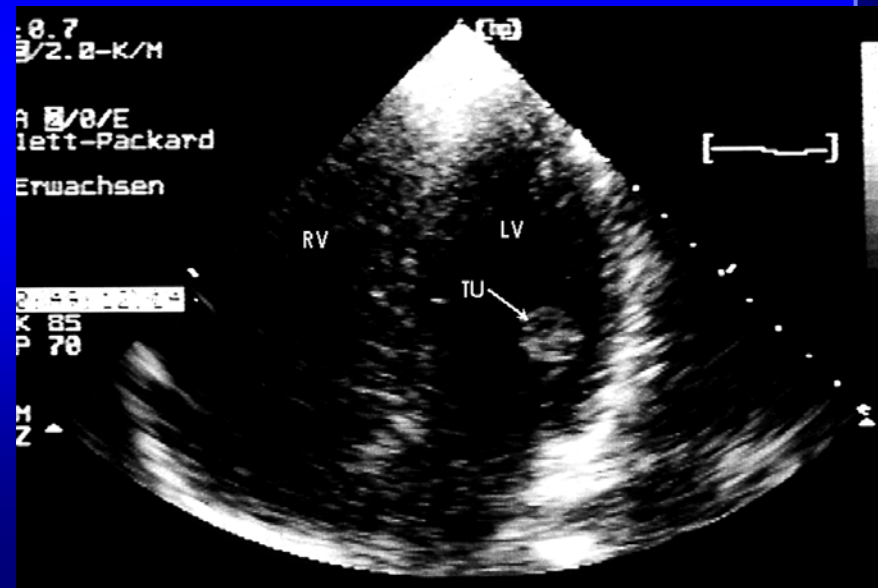
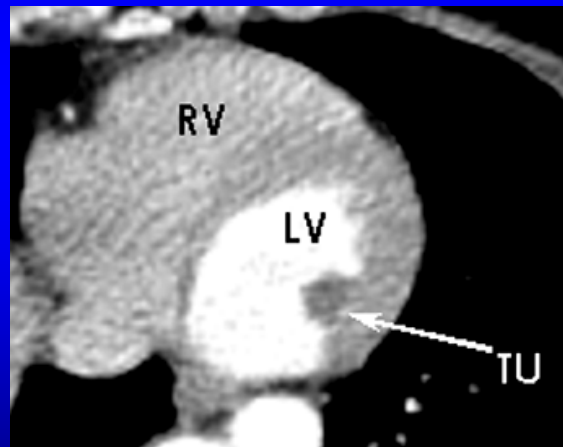
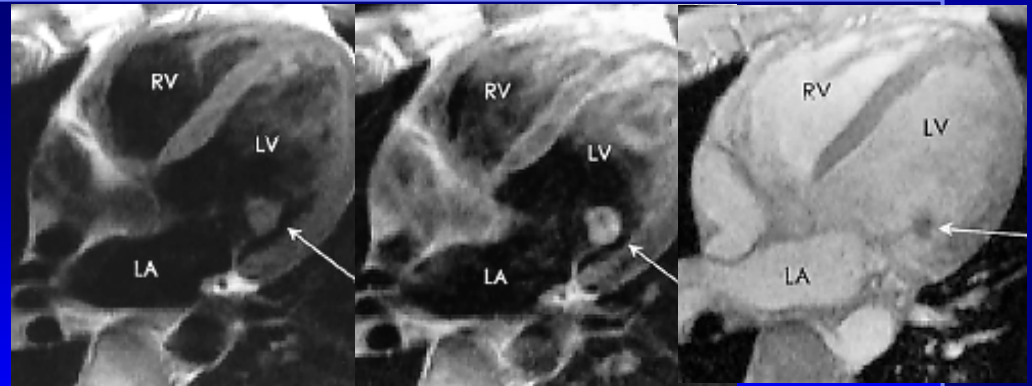


Multidetektor-CT: Indikationen vor Herzchirurgie

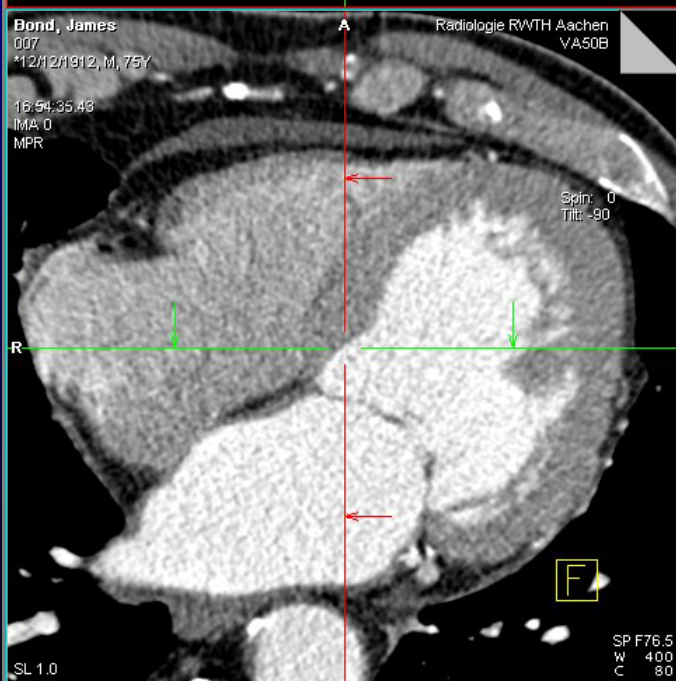
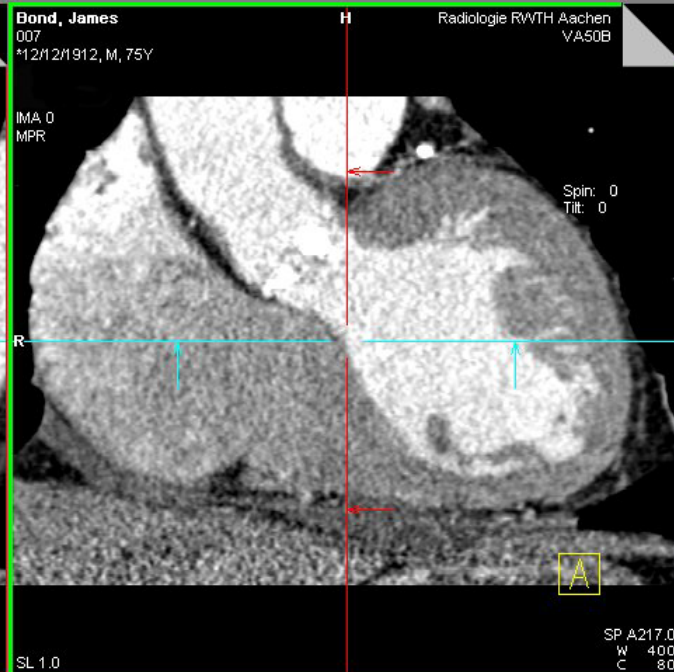
Bildgebung: Neoplasien

MDCT vs. MRT vs. EKG

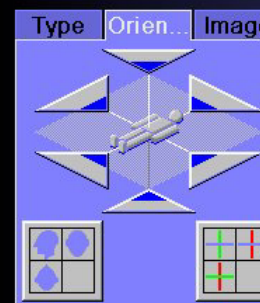
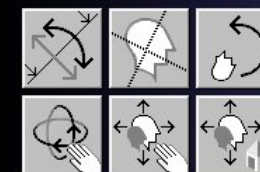
Myxom



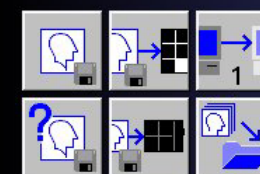
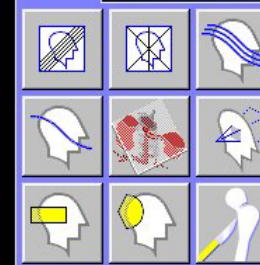
B.J. Wintersperger et al.
Eur. Radiol. 2000;10:443-449



Bond, James



Setti...



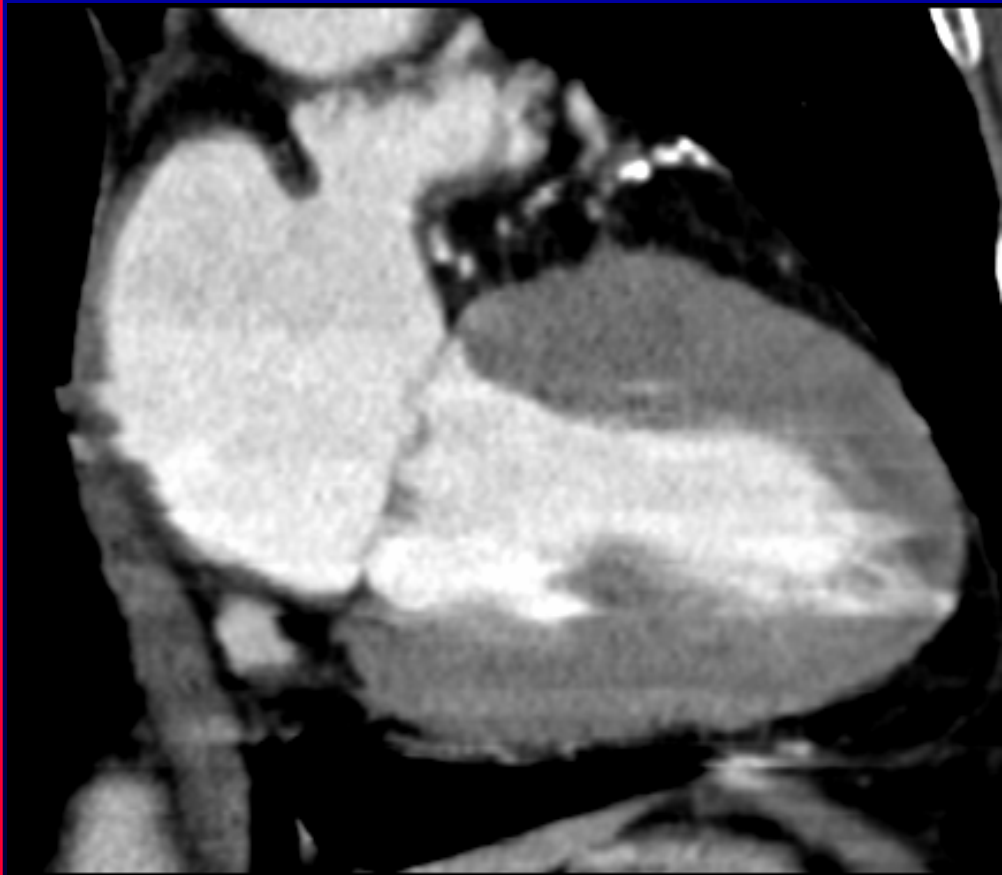
Viewing

Filming

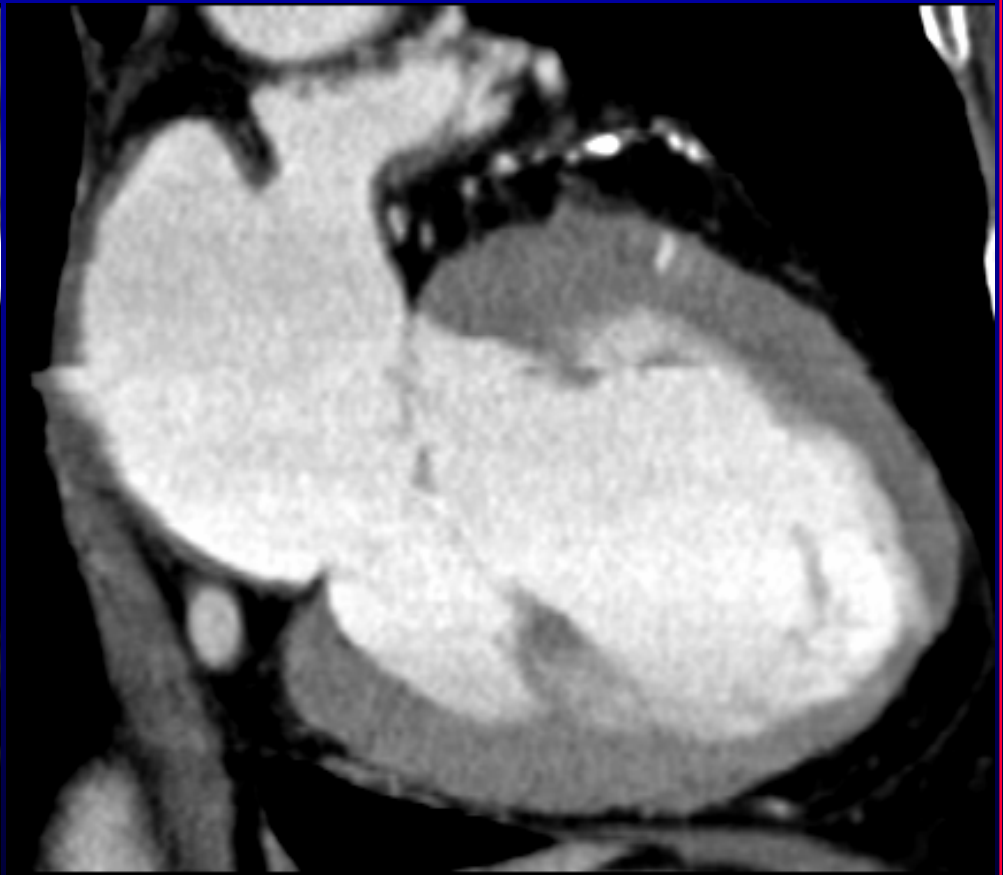
3D

InSpace

Funktionsdiagnostik des Herzens

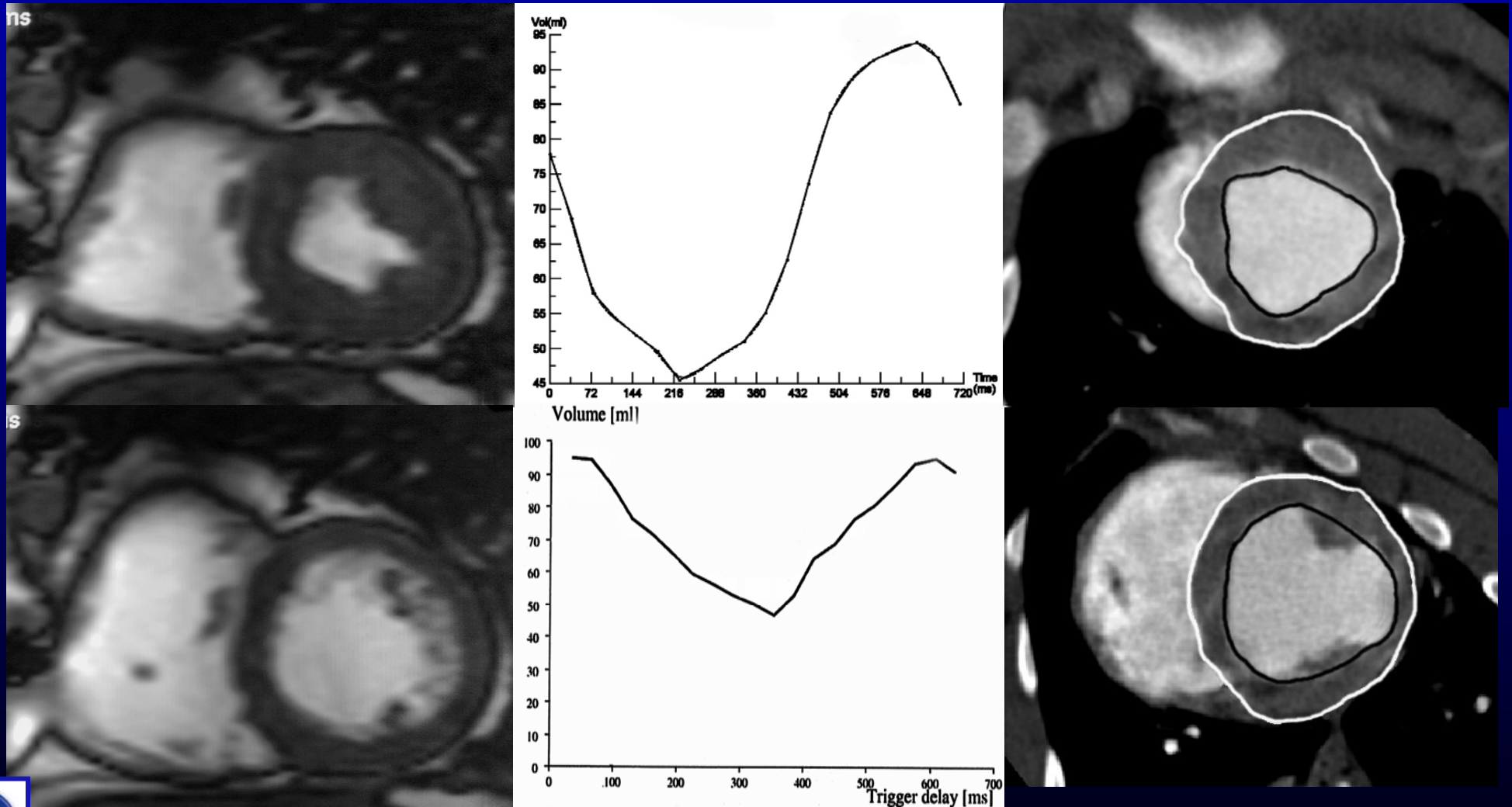


Systole

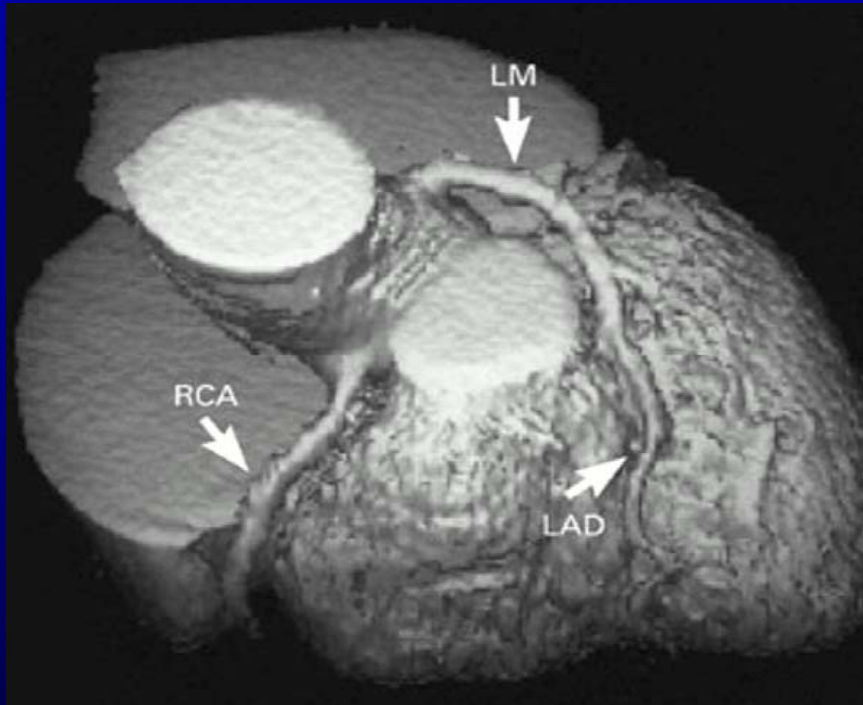


Diastole

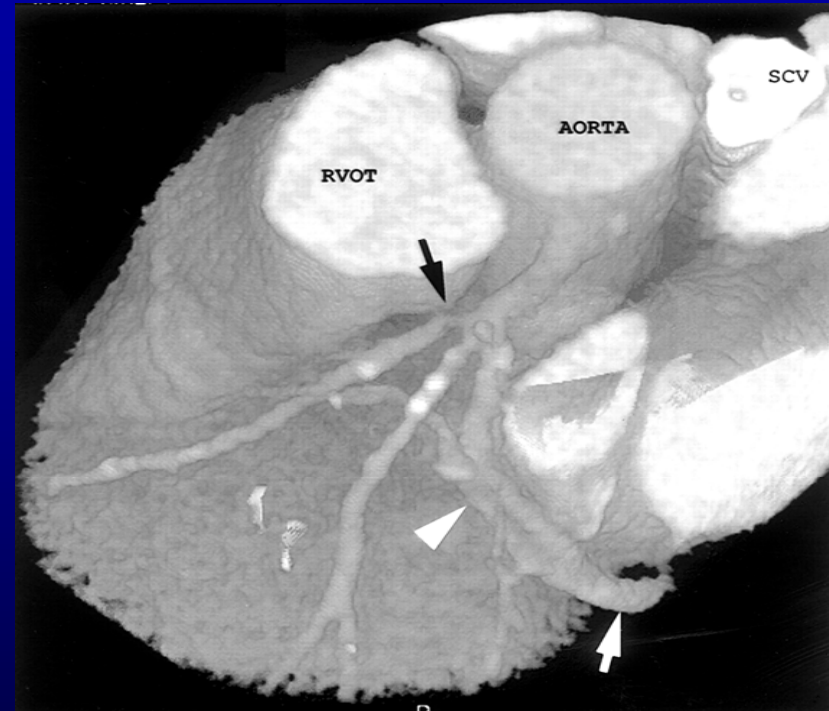
Funktionsdiagnostik: Volumetrie



Erste EBT-Koronarangiographie 1998



Achenbach, Moshage, Ropers, Nossen,
Daniel, **N Engl J Med** 1998; 339:1964-1971

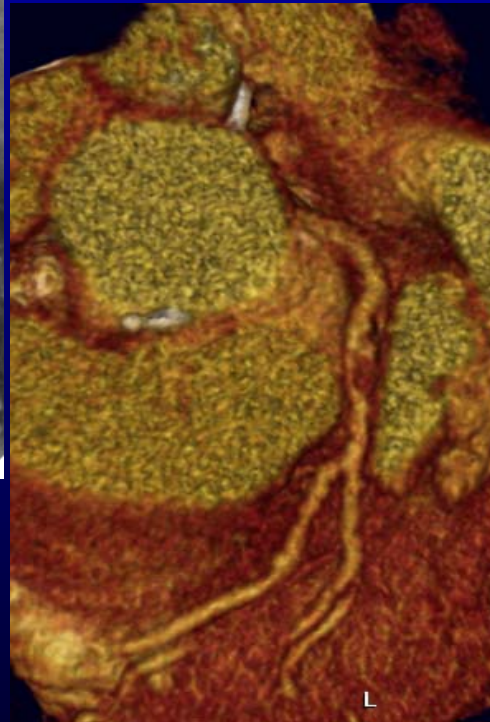


Oudkerk et al. **Ned. Tijdschr.
Geneeskunde**, 1998 Aug 8; 142(32):
1807 – 1813
Rensing, Bongaerts, van Geuns, van
Ooijen, Oudkerk, de Feyter, **Circulation**
1998; 98: 2509 – 2512

Vorteile der MDCT: Visualisierung der Gefäßwände



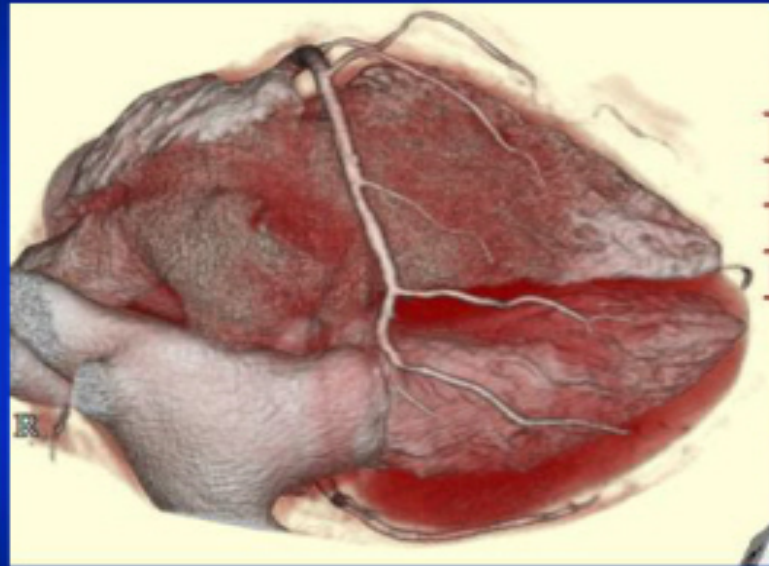
Proximal circumscript LAD
stenosis underestimated by
coronary angiography



MDCT - VR



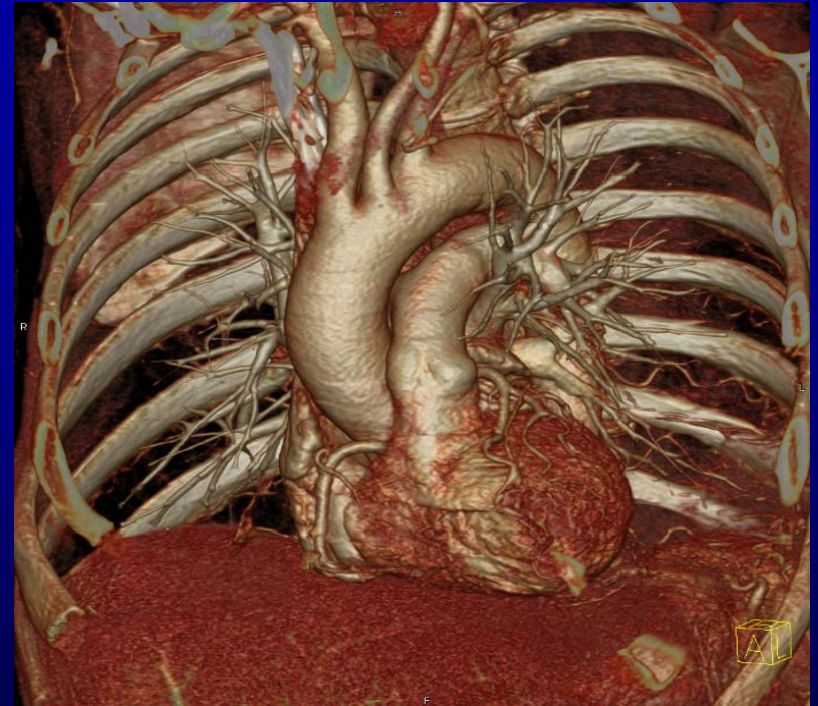
MDCT - Slab MIP



Courtesy Dr Niinuma, Iwate Medical University

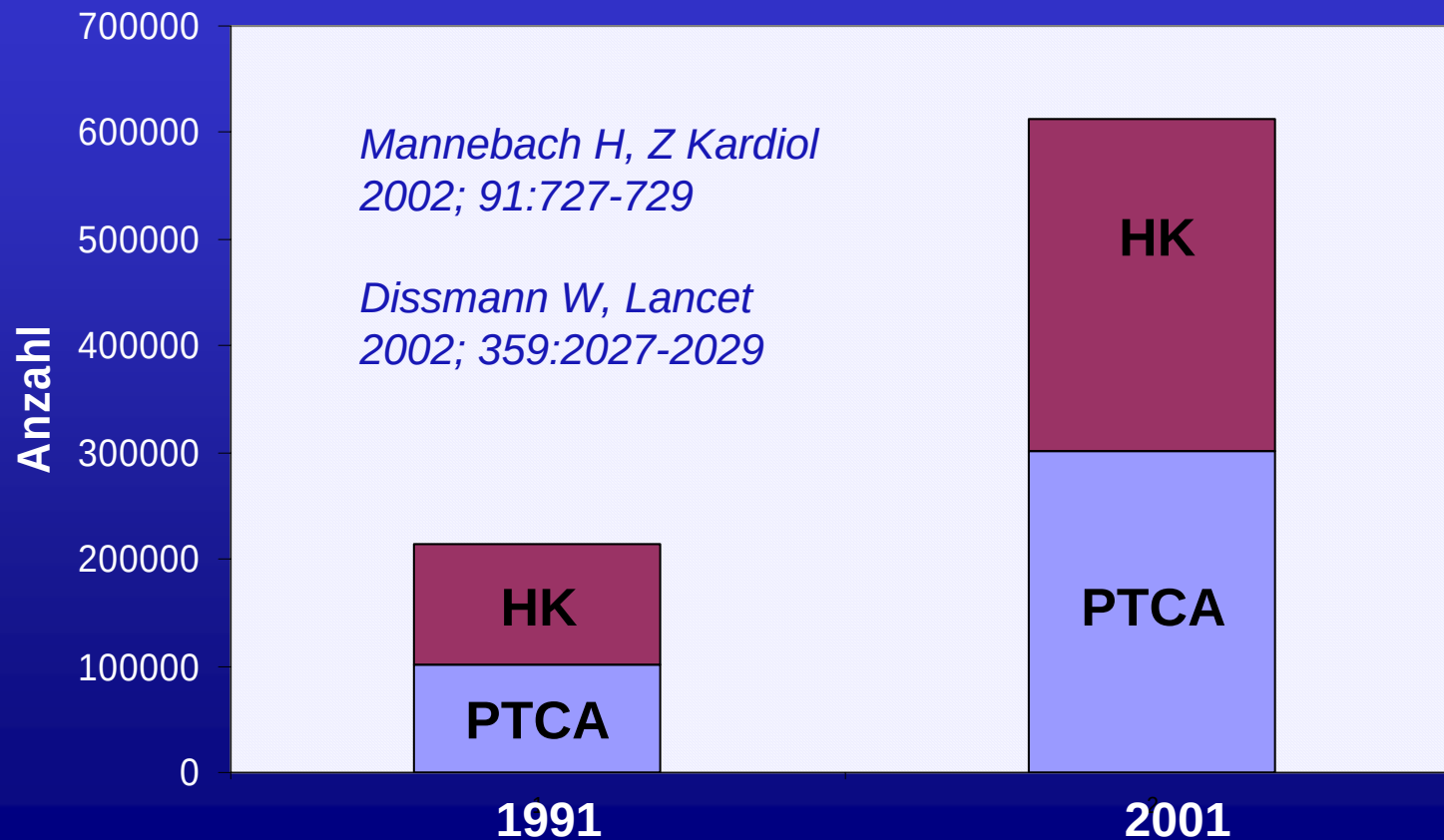
MDCT: Akuter Thoraxschmerz

Vorbereitung	keine
KM	120 ml
Pitch	0,3
Scanzeit	15 s
Exposition	15 mSv



Koronare Herzerkrankung: Rationale

Herzkatheteruntersuchungen / BRD (1991-2001)



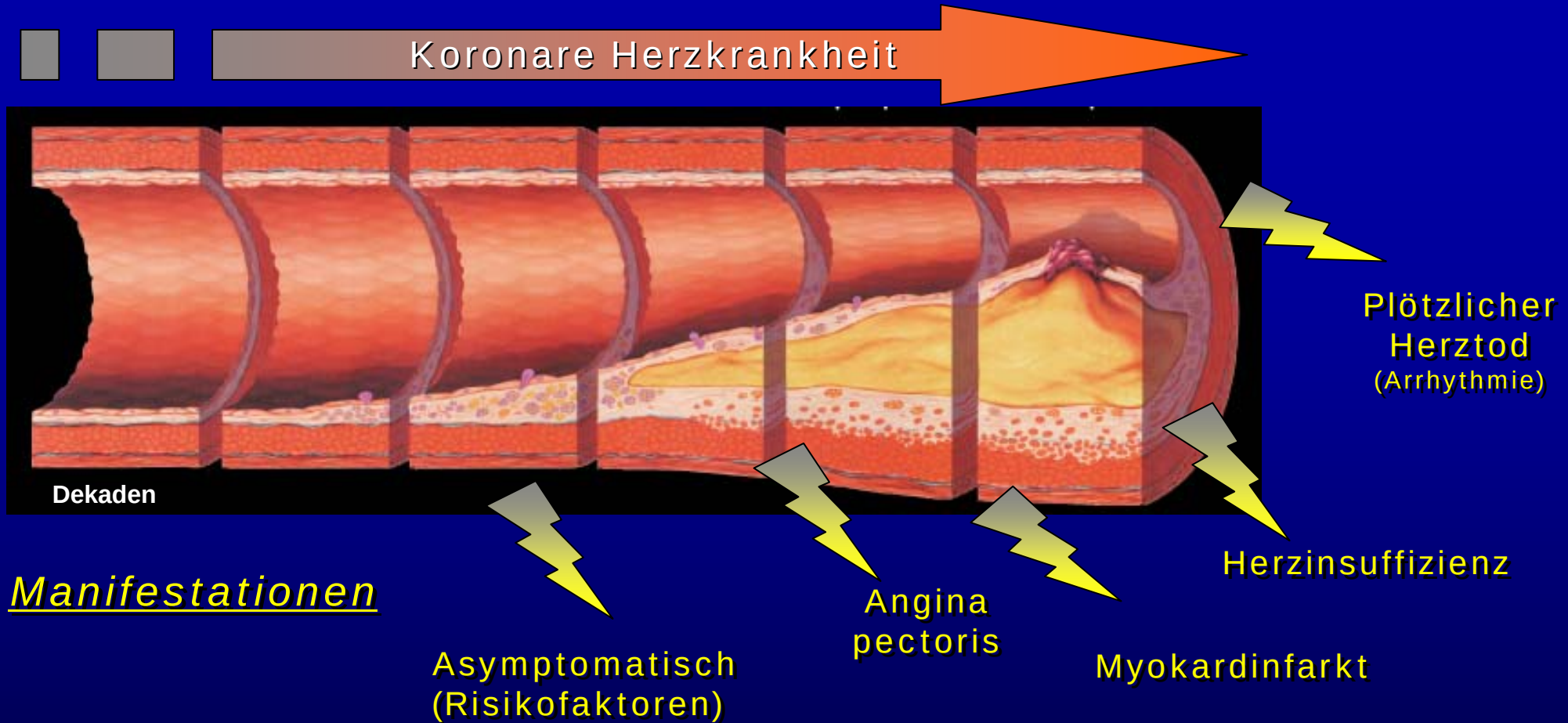
Zielsetzung der nichtinvasiven/invasiven Diagnostik der koronaren Herzkrankheit

1. Beurteilung von Koronarstenosen
- Sauerstoffangebot

2. Beurteilung des Kollateralkreislaufes

3. Beurteilung des Koronarbefundes in Relation
zur Herzfunktion



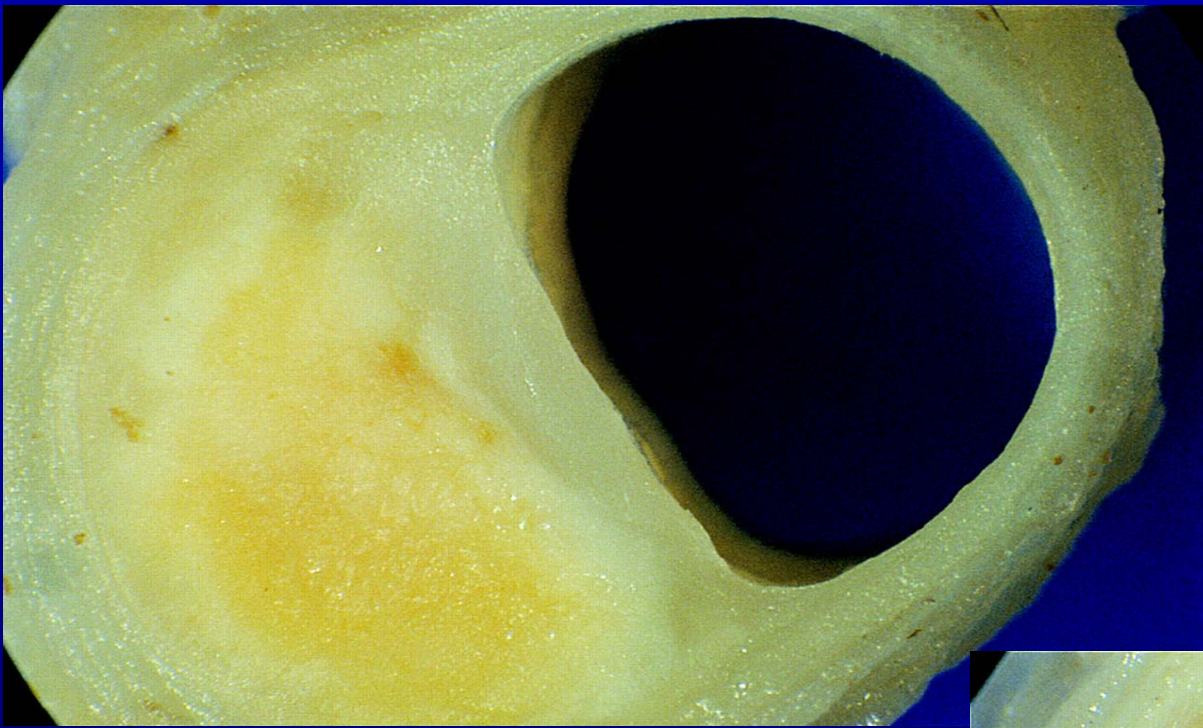


Manifestationen

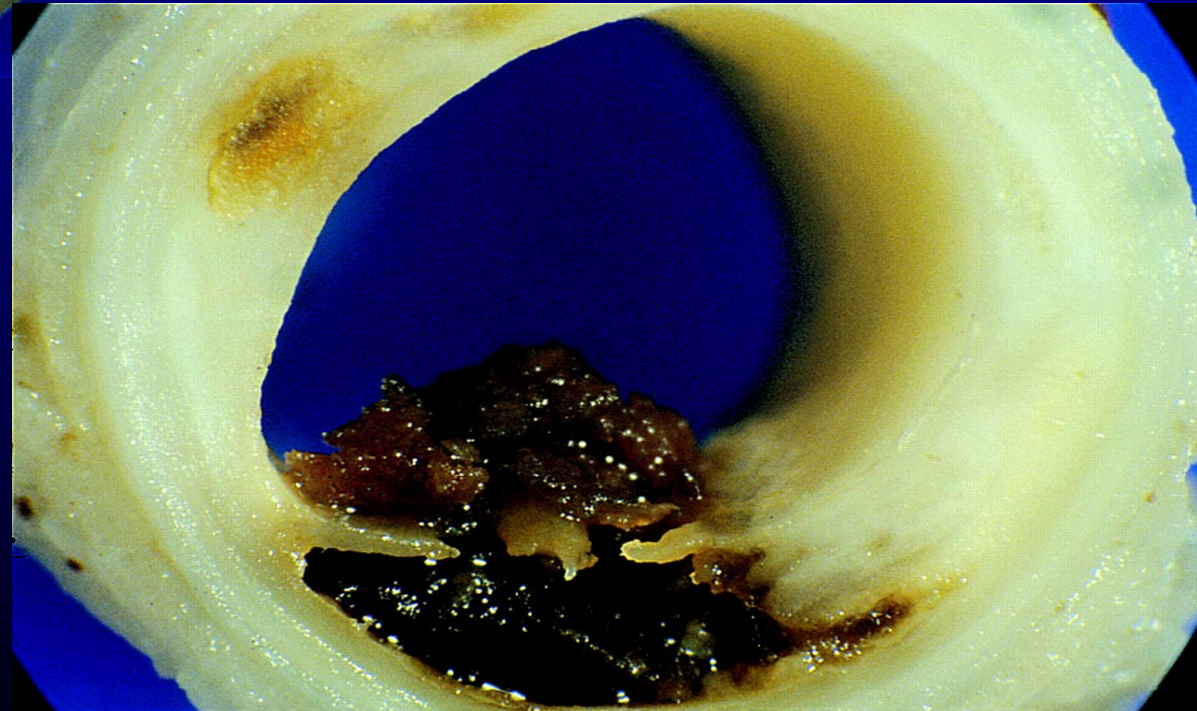
*Stellenwert der
KHK-Diagnostik*



*Welcher Zeitpunkt ?
Welche Zielsetzung ?
Welche Konsequenzen ?*



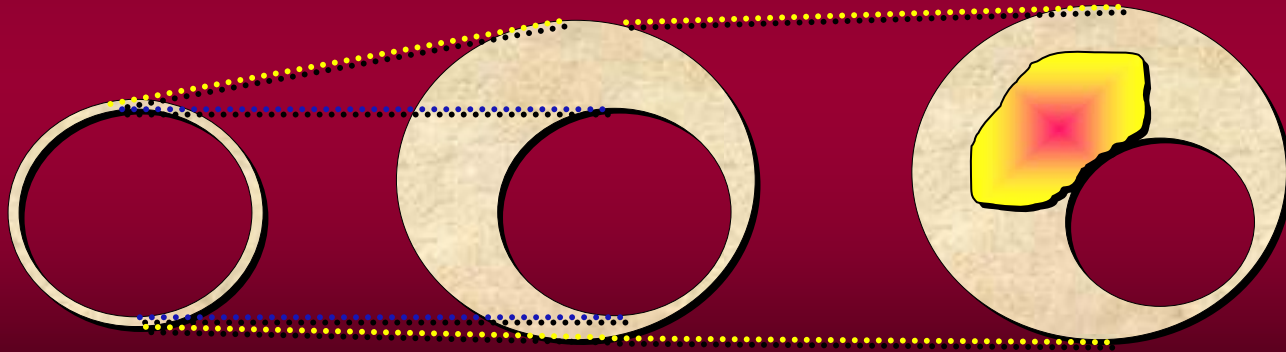
***Stabile
Angina pectoris***



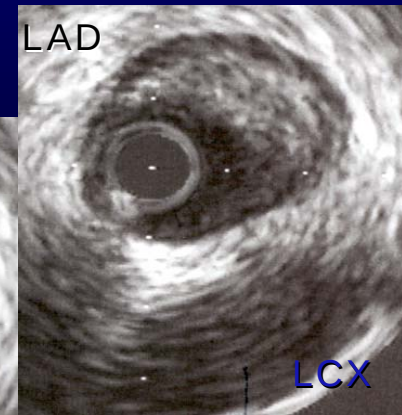
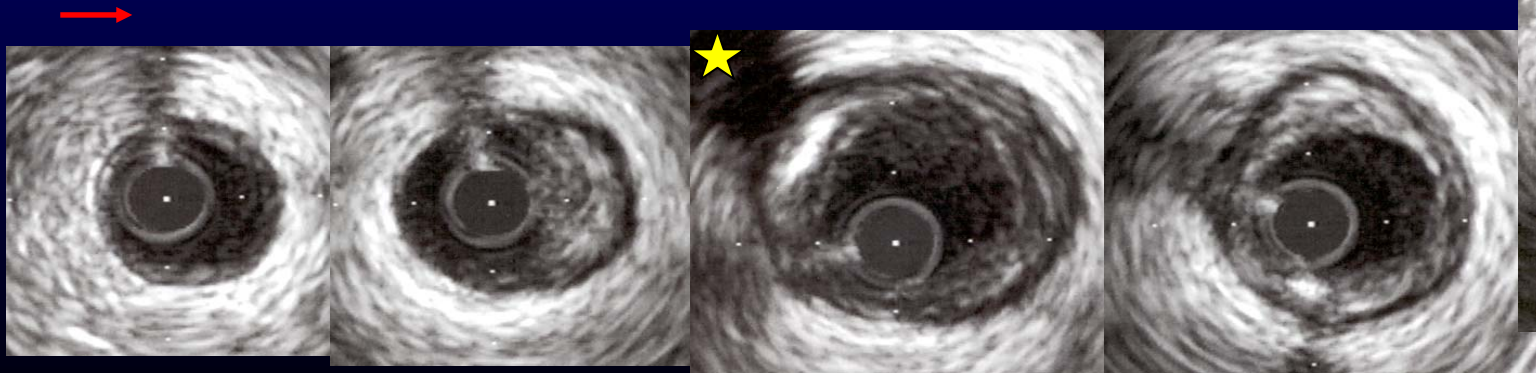
***Akutes
Koronarsyndrom
(instabile Angina - Myokardinfarkt)***

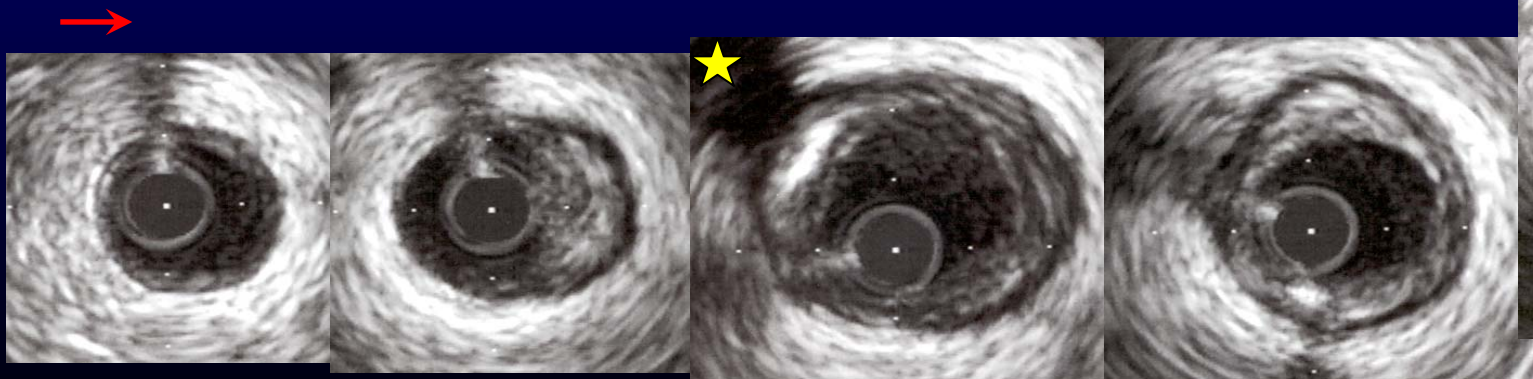
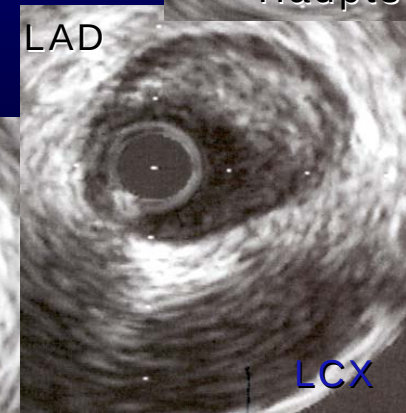
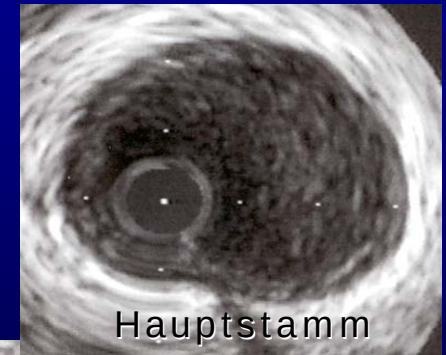
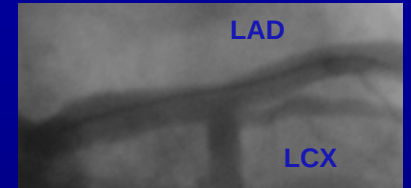
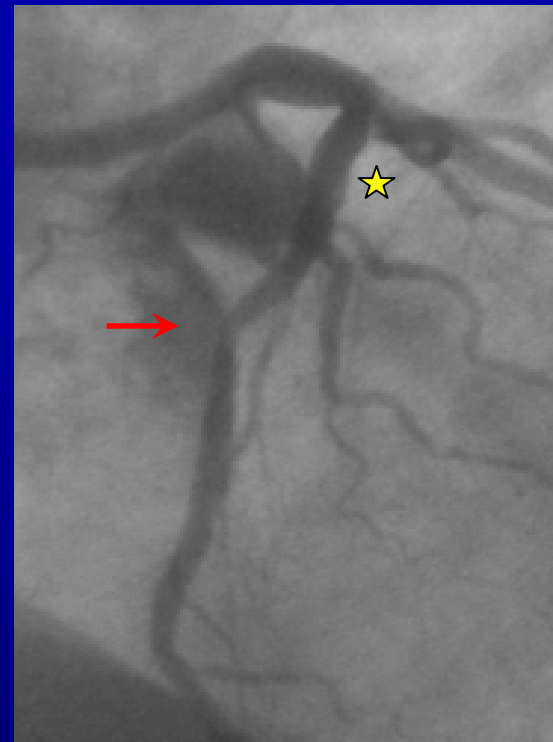
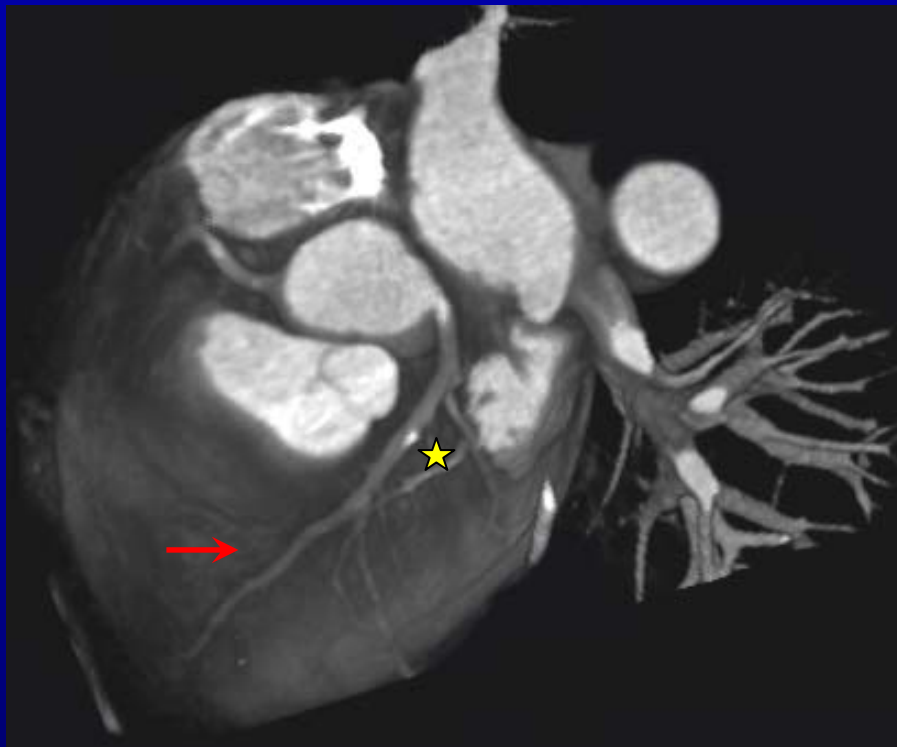
Arteriosklerose = Erkrankung der Gefäßwand

Lumenreduktion => „Spitze des Eisbergs“

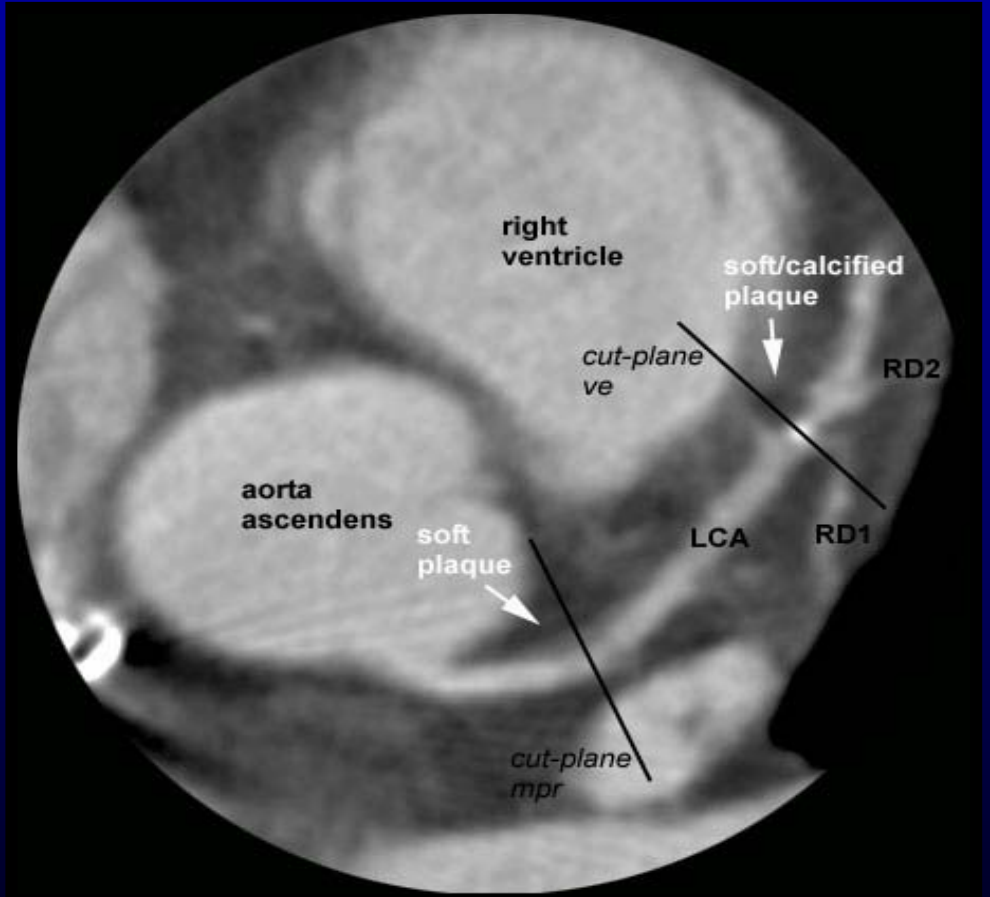
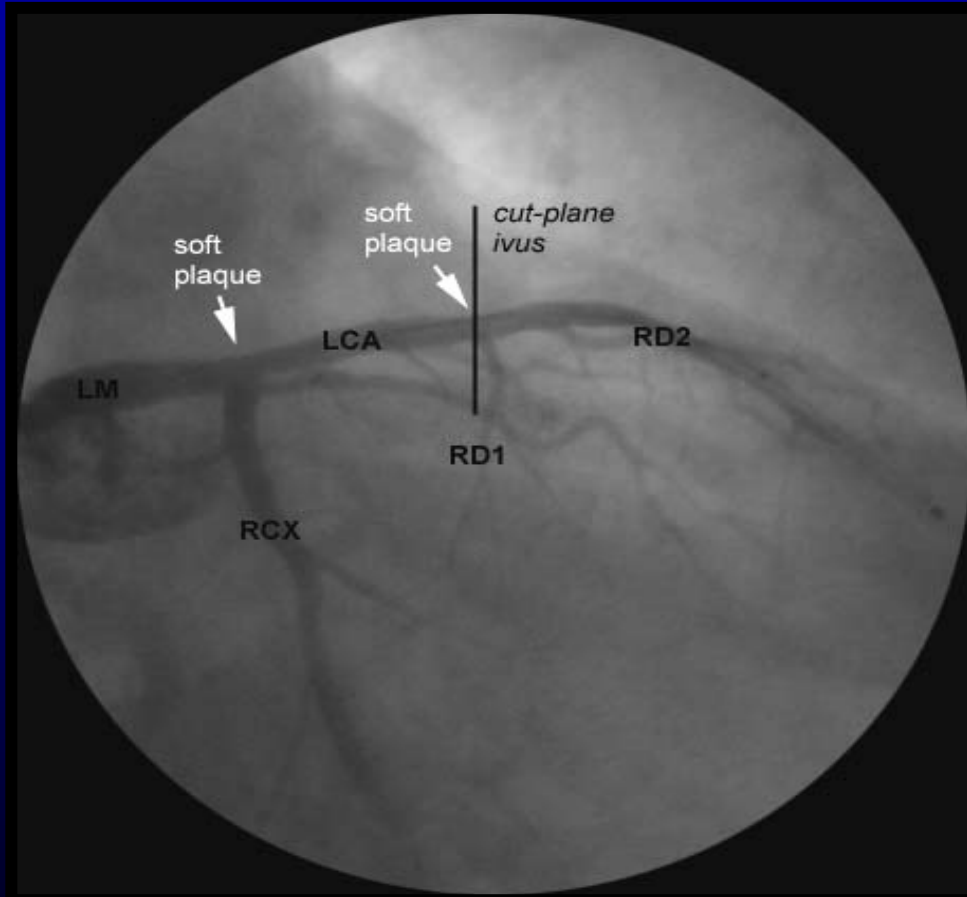


Glagov - Remodeling





Grundlagen der Kardiagnostik: Kardio-CT 1999



Koronare Herzerkrankung: Etablierte n/i diagnostische Verfahren

	Sensitivität	Spezifität	mSv
Ergometrie	69%	77%	
Stress-UKG	85%	~85%	
SPECT	87%	~70%	7-17
Perf.-PET	90%	90%	3.2
(Herzkatheter	100%	100%	3.3)

► **Ziel: Detektion einer eingeschränkten Koronarreserve**



Koronarangiographie

- Goldstandard:

Erfassung der Gefäßdurchgängigkeit

- Nachteile:

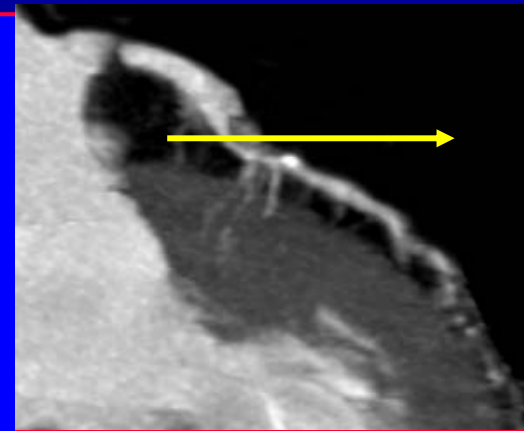
- Exposition ionisierender Strahlung
- Invasivität
- Assoziiertes Morbiditätsrisiko



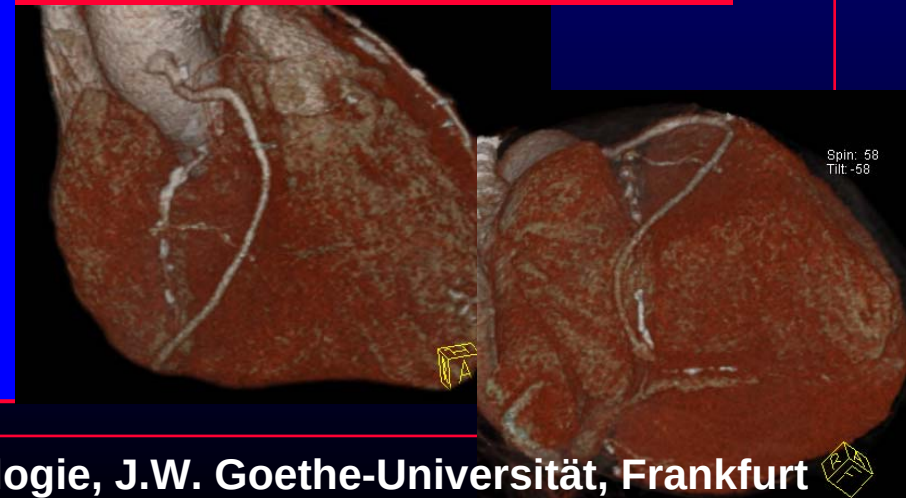
Koronare Herzerkrankung: CT/MRT als Alternativverfahren

► Computertomographie:

- EBCT
- MDCT (2, 4, 8, 16 Zeilen)
 - CT-Koronarkalkmessung
 - CT-Koronarangiographie



**Detektion von Koronarkalk
Direkter Stenosenachweis**



► Magnetresonanztomographie:

- MR-Koronarangiographie
- Stress-Cine-MRT
- Stress-Perfusion-MRT
- Myocardial Viability