



# Herz und Herzinsuffizienz

- Hämodynamik im konventionellen  
Röntgenbild -

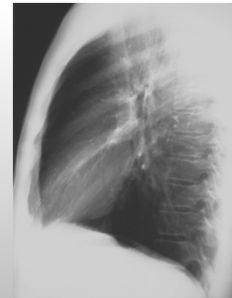


Prof. Dr. L. Heuser, Bochum

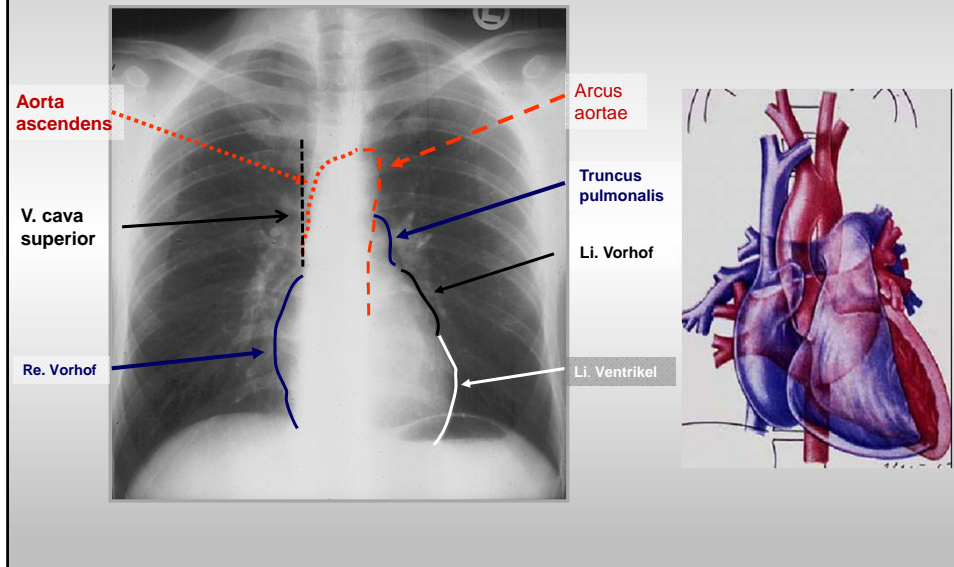
e-mail: [lothar.heuser@ruhr-uni-bochum](mailto:lothar.heuser@ruhr-uni-bochum)  
[www.lheuser.de](http://www.lheuser.de)

## Analysekriterien

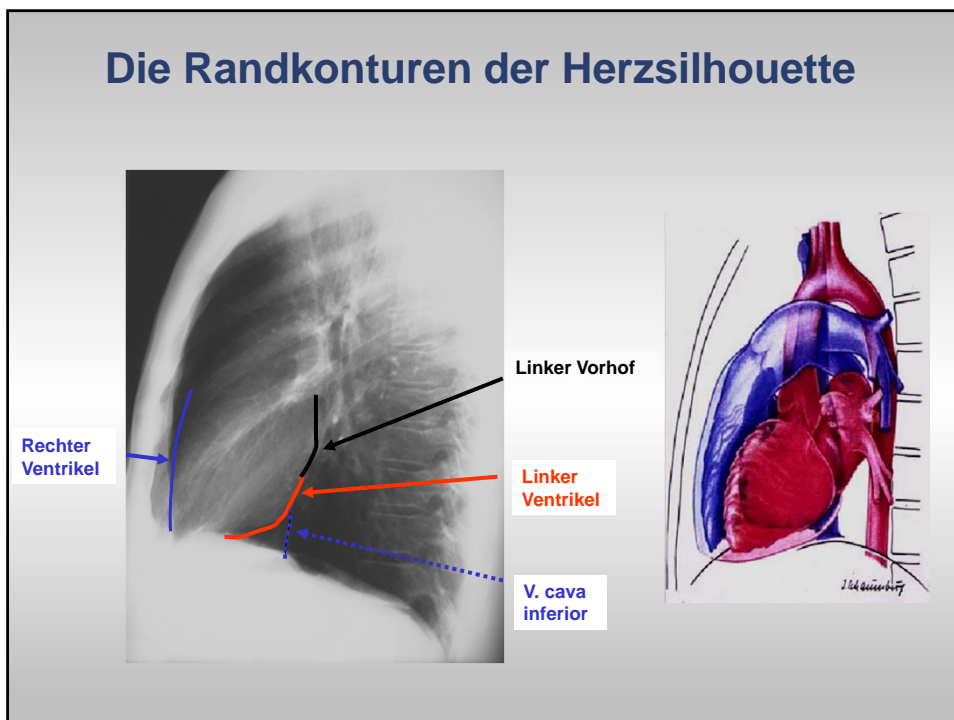
- **Herzsilhouette und Aorta thoracalis**
  - Größe und Lage
  - Randkonturen
- **Vena cava superior und inferior**
  - Weite und Lagebeziehung zum Herzen
- **Lungengefäße (Arterien und Venen)**
  - Weite (Kaliber zentral und peripher)
  - Apico-caudale Kaliberverteilung
- **Transparenz des Lungengewebes**
  - Diffuse Transparenzminderung
  - Umschriebene Transparenzminderung
- **Pathologische Flüssigkeitsansammlungen**



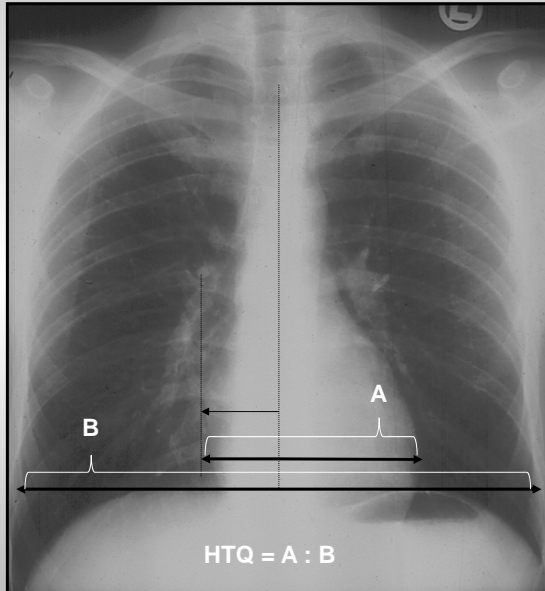
## Die Randkonturen der Herzsilhouette



## Die Randkonturen der Herzsilhouette



## Bestimmung des Herzgröße im p.a.-Röntgenbild des Thorax

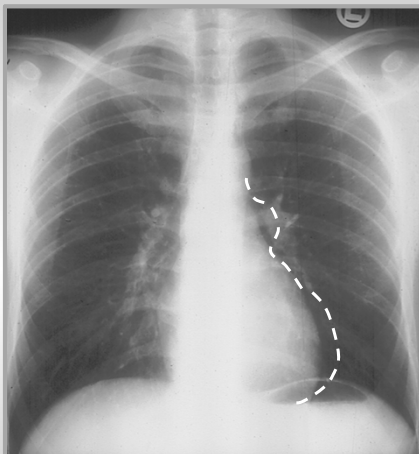


**A** = transversaler Herzdurchmesser  
Normal: < 15 cm

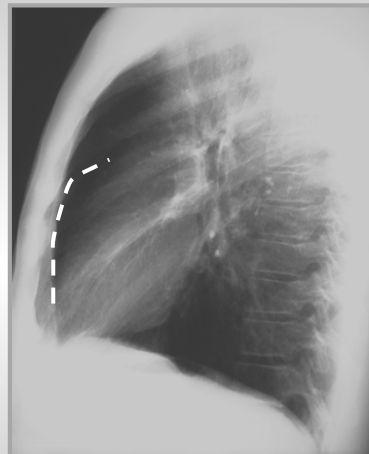
**B** = transversaler Thoraxdurchmesser  
Normal: Variabel

**HTQ** (Herz-Thorax-Quotient) = A : B  
Normal: < 0,5  
Ausnahme: Neugeborene und  
Säuglinge im 1. LJ

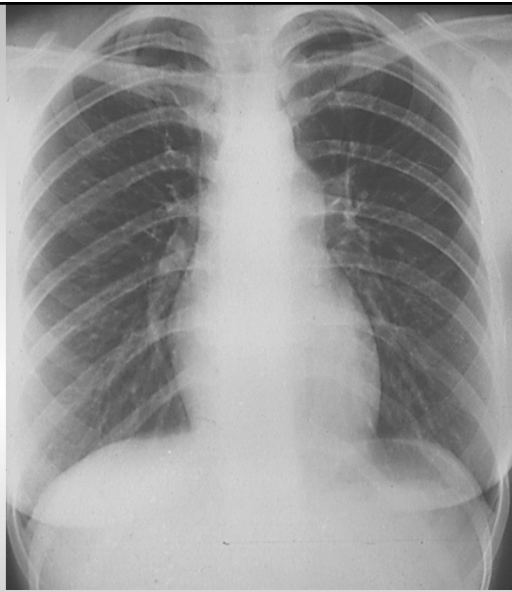
## Konturänderung des Herzens bei Rechtsherzbelastung



**Sagittale Projektion:**  
Linksverbreiterung,  
Anhebung der Herzspitze  
Prominentes Pulmonalissegment

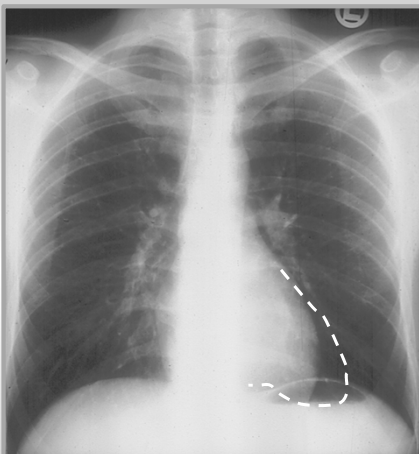


**Laterale Projektion:**  
Verbreiterung der sternokardialen  
Kontaktfläche

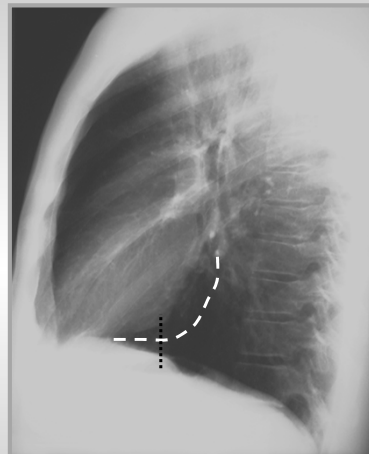


**Milde valvuläre Pulmonalstenose**

### **Konturänderung des Herzens bei Linksherzbelastung**



- Sagittale Projektion:**
- Linksverbreiterung
  - Absenkung der Herzspitze



- Laterale Projektion:**
- Ausfüllung des „Cavadreiecks“

## Ursachen der Linksherzbelastung

- **Druckbelastung**

- Valvuläre Aortenstenose
- Aortenisthmusstenose
- Arterielle Hypertonie

- **Volumenbelastung**

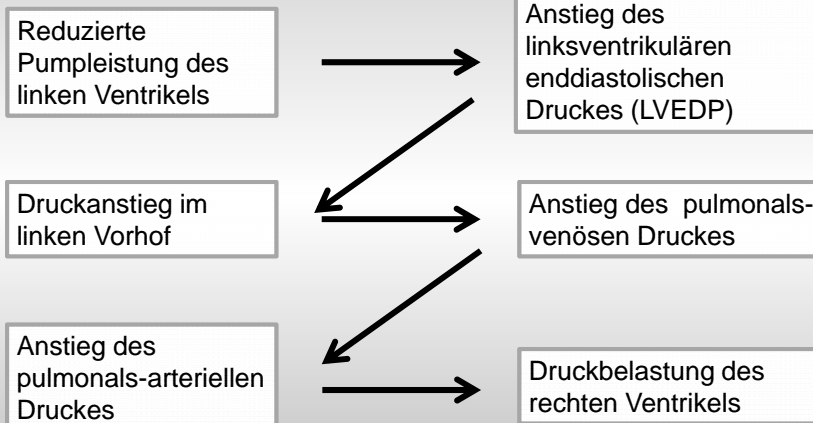
- Valvuläre Aorteninsuffizienz
- Mitralklappeninsuffizienz
- Volumenbelastung

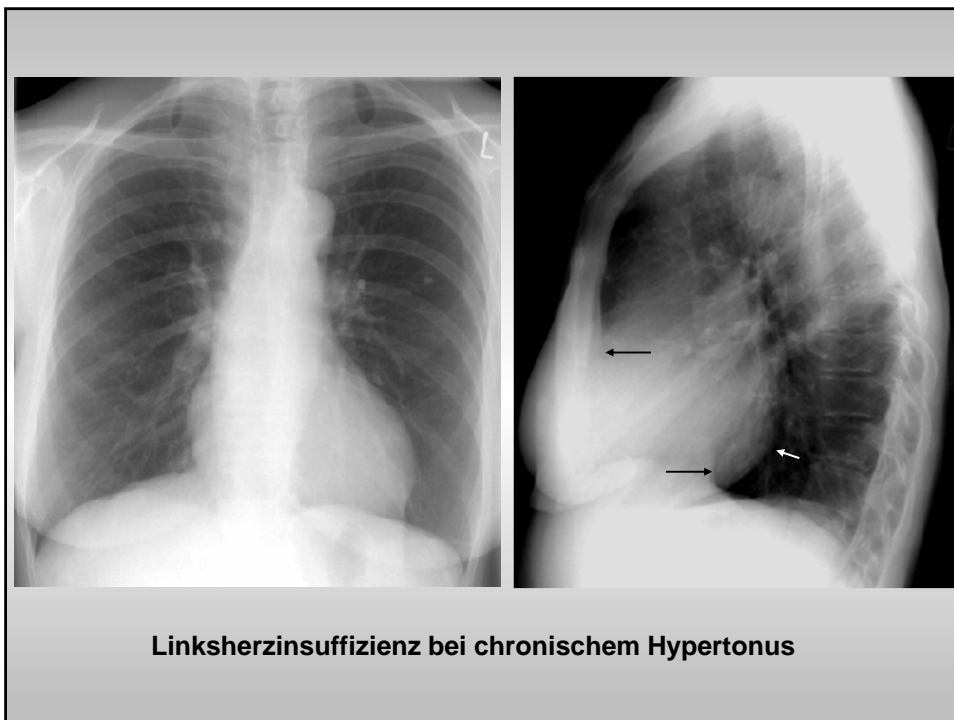
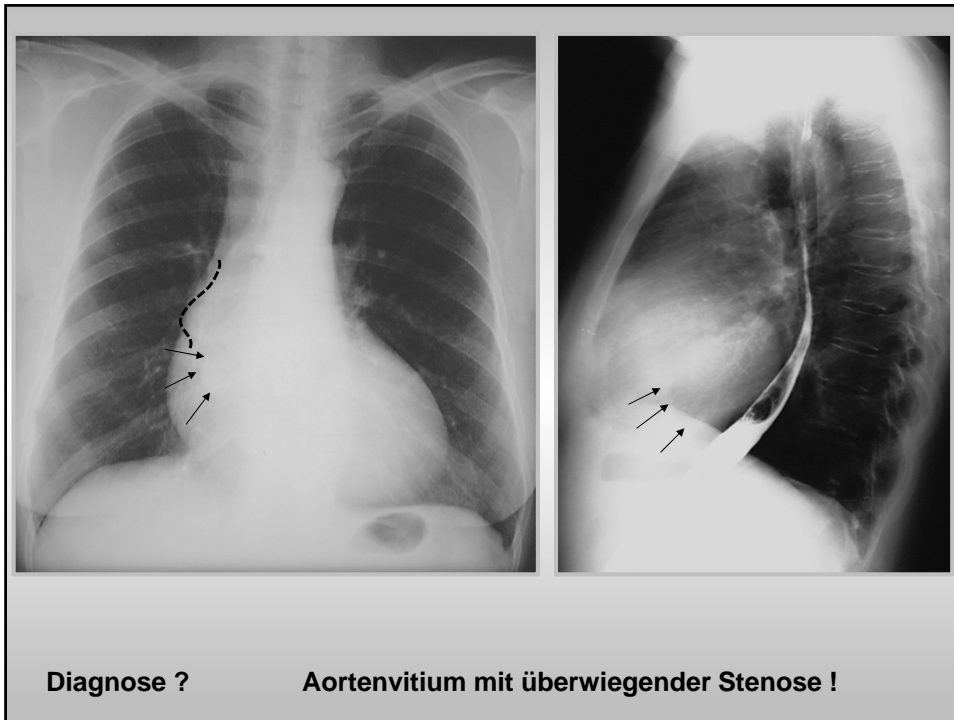
- **Andere Ursachen**

- Herzrhythmusstörungen
- Myocardischämie
- Myocarditis
- Myocardiopathie
- Altersherz etc.

## Ursachen der Linksherzbelastung

- Pathophysiologie -





## **TED-Frage 1**

**Welches Zeichen ist nicht typisch für eine linksventrikuläre Belastung im Röntgenbild?**

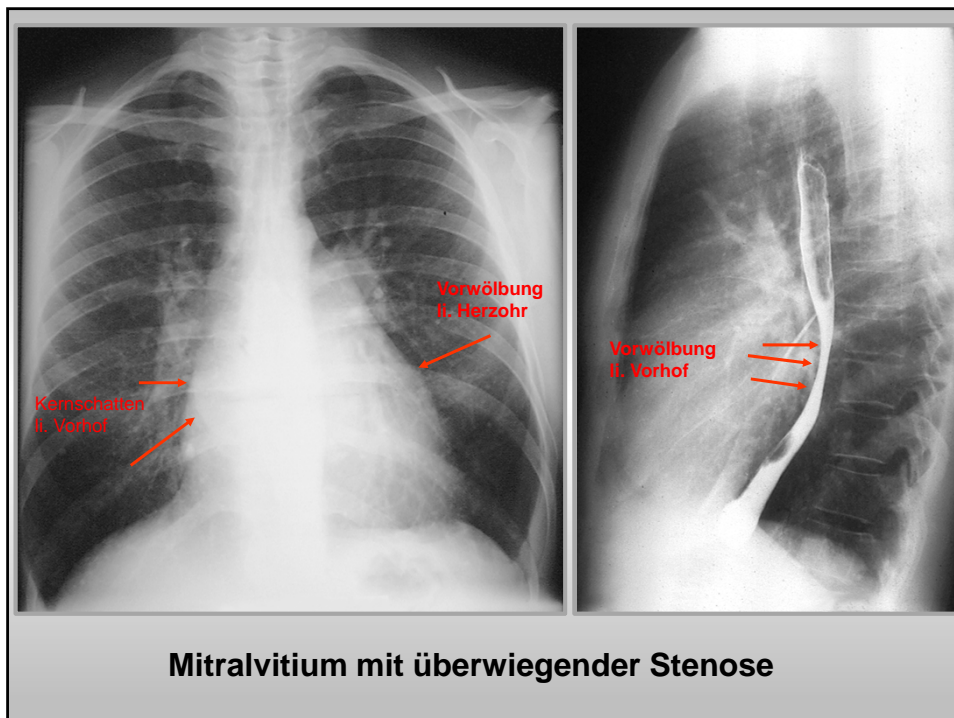
- a) Verbreiterung des transversalen Herzdurchmessers**
- b) Herzspitze wandert nach caudal und li.-lateral**
- c) Ausdehnung der Hinterwand über die Cavakontour im Seitenbild (Ausfüllung des sog. Cavadreiecks)**
- d) Anhebung des Pulmonalsegmentes**

## **Zeichen der linksventrikulären Belastung im Röntgenbild**

- Herzsilhouette**
  - Verbreiterung des transversalen Herzdurchmessers
  - Herzspitze wandert nach caudal und li.-lateral
  - Ausdehnung der Hinterwand über die Cavakontour im Seitenbild (Ausfüllung des sog. Cavadreiecks)
  - Vergrößerung des li. Vorhofs und des re. Ventrikels
- Lungengefäße**
  - Kranialisation
  - Kerley-B-Linien

## Ursachen für eine Vergrößerung des linken Vorhofs

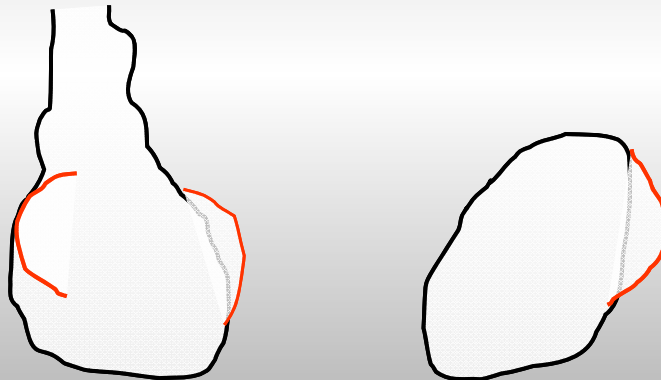
- Mitralklappenvitium
- Aortenklappenvitium
- Linksherzinsuffizienz
- Myxom des linken Vorhofs





## Zeichen der Vergrößerung des linken Vorhofs

- **Sagittaler Strahlengang**
  - Doppelkontur am rechten Herzrand
  - Prominentes linkes Herzohr
- **Seitlicher Strahlengang**
  - Ausfüllung des Retrokardialraumes

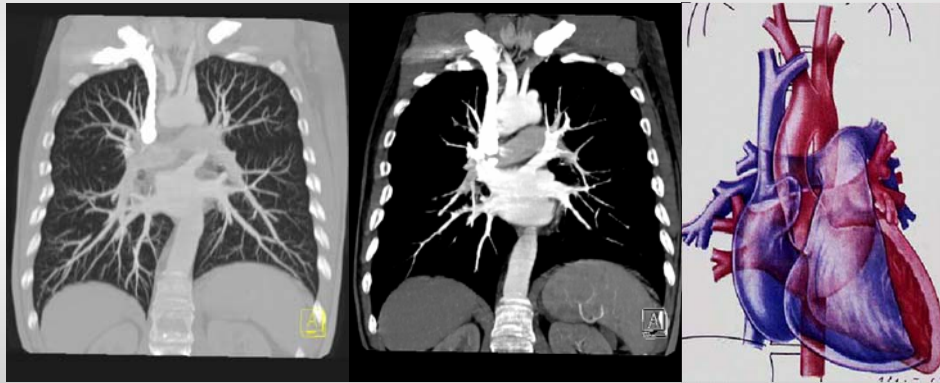


## Zeichen des Mitralklappenvitiums im Röntgenbild

- **Herzsilhouette**
  - Vergrößerung des linken Vorhofs
  - Vergrößerung des li. Ventrikels
  - Klappenverkalkungen
  - Rechtsherzbelastungszeichen
- **Lunge**
  - Kranialisation der Lungengefäße
  - Kerley-B-Linien
  - Hämosiderinablagerungen

## Die Lungengefäße

- topographische Beziehung -



## Anatomie und Physiologie der Lungengefäße

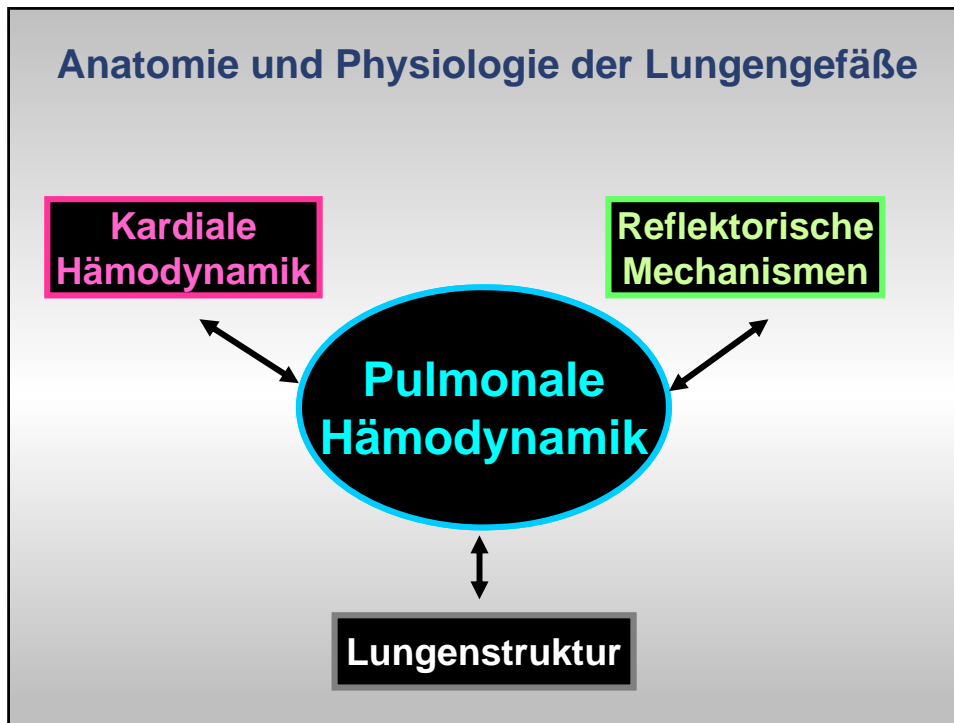
- **Arterien**
  - **Elastische Gefäße** (= überwiegend elastische Wandanteile)  
Truncus pulmonalis und Hauptarterien, Lappen- und Segmentarterien
  - **Übergangsgefäße** (= elastische und muskuläre Wandanteile)  
Generation 5 - 9
  - **Muskulärer Typ** (= überwiegend muskuläre Wandanteile)  
Generation 10 - 16 ( 50 - 80 Micron im Durchmesser )  
Generation 17 - 23 = Arteriolen ( 50 Micron im Durchmesser )
- **Kapillaren** ( 10 Micron im Durchmesser, 10 Micron lang )
  - 2000 Kapillaranschnitte pro Alveolus
  - Gesamtoberfläche der Lungenkapillaren: 70 m<sup>2</sup>
  - Gesamtvolumen des Kapillarbetts: 140 ml

## Anatomie und Physiologie der LungengefäÙe

- **Lungenvenen**
  - Intersegmentaler Verlauf
  - Monopodiales Verteilungsmuster
- **Bronchialarterien (eine rechte und zwei linke)**
  - Ursprung variabel (z.B. rechts tr. intercostobrachialis, links direkt aus der Aorta descendens in Höhe Th 5-6)
  - Versorgung des Lungenparenchyms zu 55%
  - Versorgung des Tracheobronchialsystems zu 45%
- **Bronchialvenen drainieren:**
  - in die V. azygos und
  - über die Lungenvenen in den linken Vorhof (physiolog. Shunt)

## Anatomie und Physiologie der LungengefäÙe

- **Pulmonalarteriendruck (PAP)**  
= 25 / 10 mmHg
- PA-Mitteldruck
- = 15 mmHg
- **Pulmonalvenöser Druck (PVP)**  
= 7 - 8 mmHg



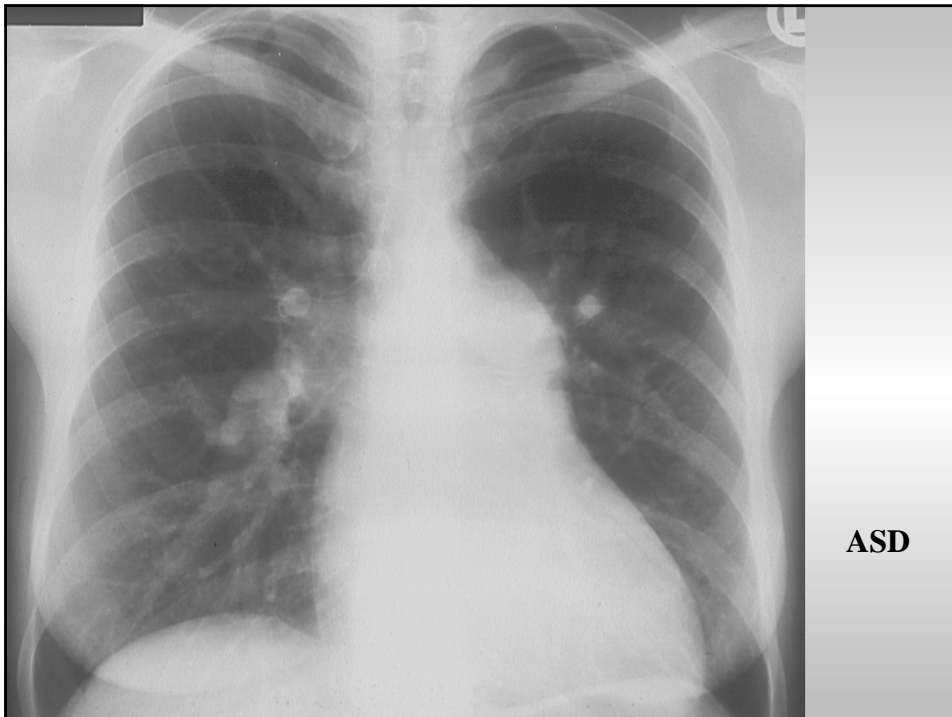
## Pulmonale Hämodynamik

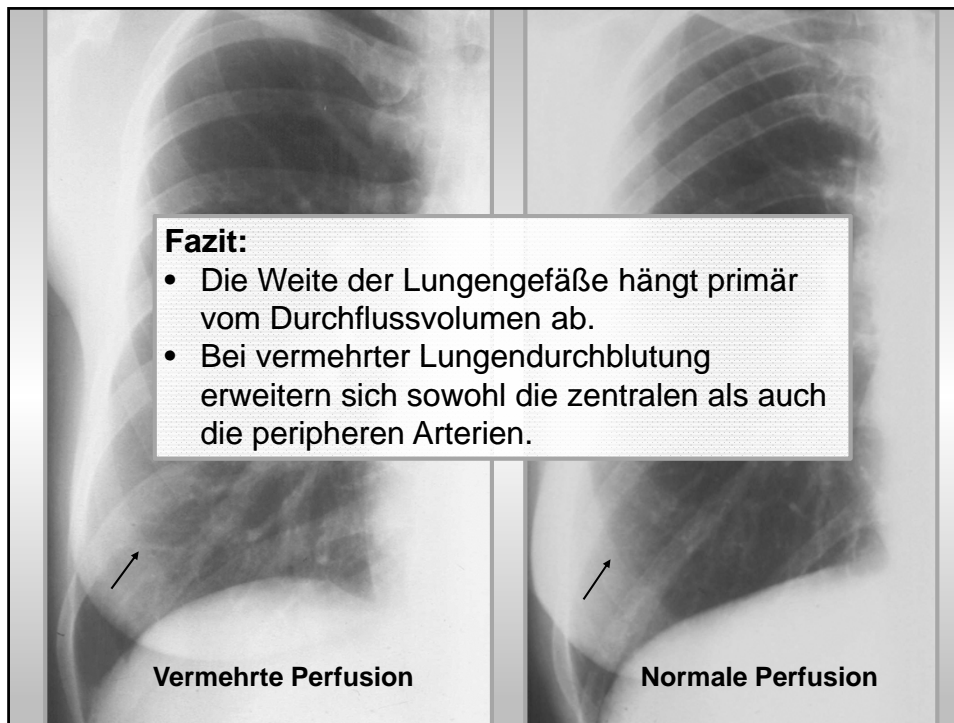
### Pathophysiologische Zustände

- Vermehrte Lungenperfusion
- Verminderte Lungenperfusion
- Pulmonalarterielle Druckerhöhung
- Pulmonalvenöse Druckerhöhung

## Ursachen für eine vermehrte Lungenperfusion

- **Vitien mit links-rechts-Shunt**
  - Isolierter Vorhofseptumdefekt (ASD)
  - Isolierter Ventrikelseptumdefekt (VSD)
  - Offener Duktus arteriosus Botalli
- **Komplexe angeborene Vitien**
  - (z.B. Pulmonalatresie, Transposition der großen Arterien)
- **Erhöhung des Herzzeitvolumens**
  - Hyperthyreose
  - Polycythaemia vera





## Radiologische Befunde der vermehrten Lungenperfusion

### • Lungengefäße

- Erweiterte zentrale Gefäße
- Erweiterte periphere Gefäße
- Erhöhte periphere Gefäßdichte
- Normale Kaliberverteilung von zentral nach peripher
- Normale Kaliberverteilung von cranial nach caudal
- Durchleuchtung: Eigenpulsationen der Lungenarterien



## Radiologische Befunde der vermehrten Lungenperfusion



- **Herzsilhouette**

- Normaler oder leicht verbreiteter HTQ
- Normale oder angehobene Herzspitze
- Prominentes und angehobenes Pulmonalsegment
- Prominenz der Vorhofkontur am rechten Herzrand
- Verbreiterte sternokardiale Kontaktfläche

## Pulmonalarterielle Hypertonie

### Definition

$P_{\text{syst}}$	>	30 mm Hg
$P_{\text{mittel}}$	>	18 mm Hg

Bis zu einem Mitteldruck von 24 mm Hg keine klinischen Symptome

Diastolische Druckerhöhung im rechten Ventrikel ist Indikator für eine Rechtsherzinsuffizienz

## Ursachen der pulmonalarteriellen Druckerhöhung

### Präkapillär

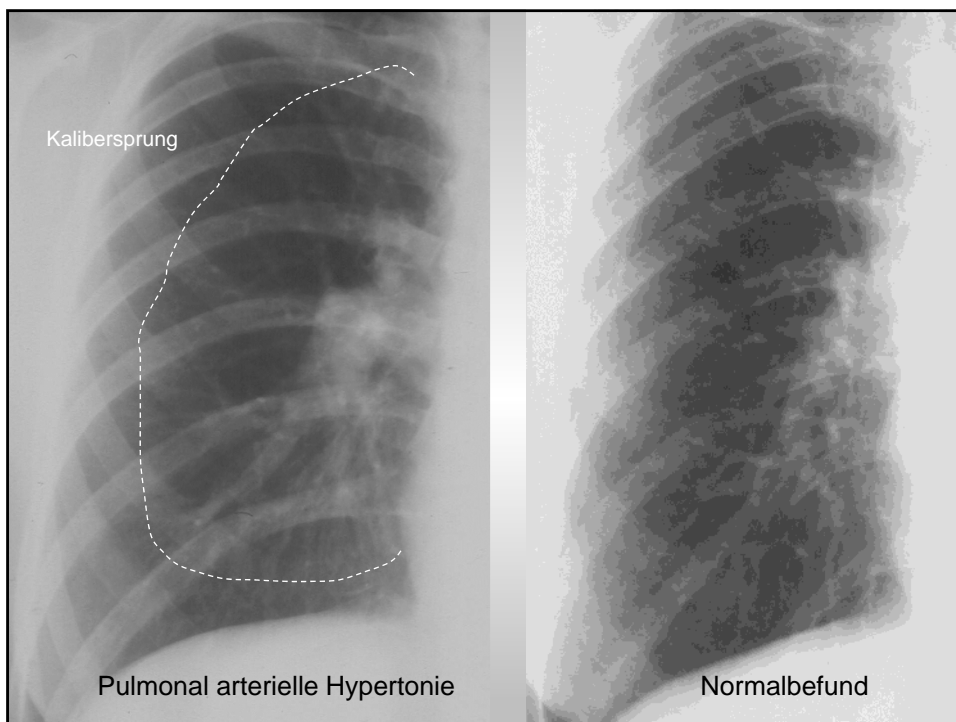
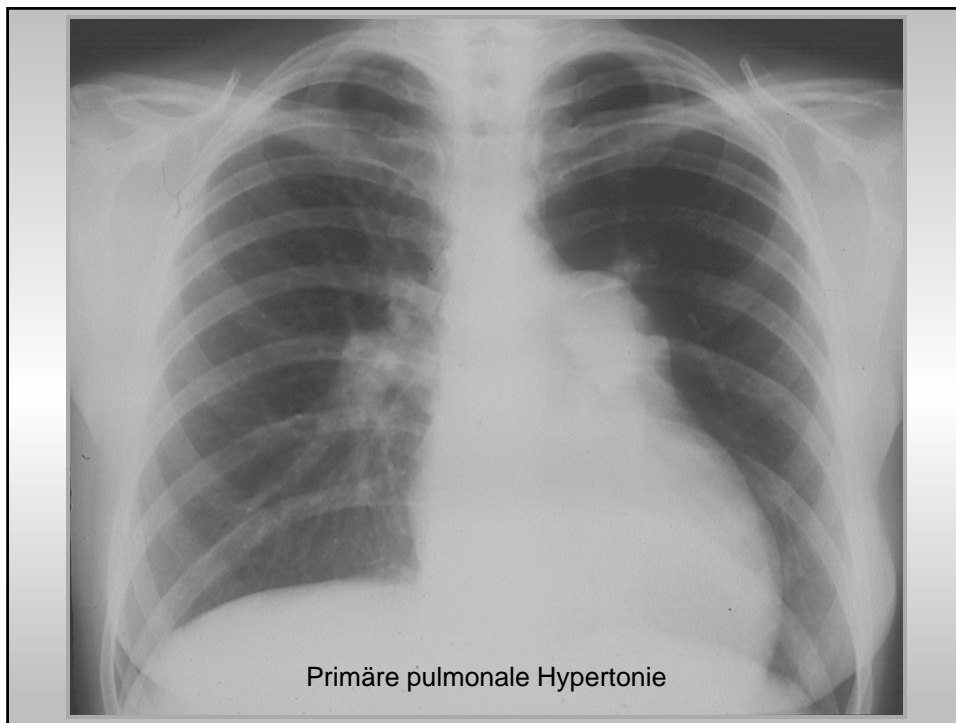
- **Vaskulär**
  - Vermehrter Lungendurchfluß ( li.-re.-shunt )
  - Lungenembolie
  - Primäre pulmonale Hypertonie
- **Primäre Lungenerkrankungen**
  - Emphysem
  - Interstitielle Fibrose ( UIP )
  - Tumoren / Zustand nach Lungenresektion

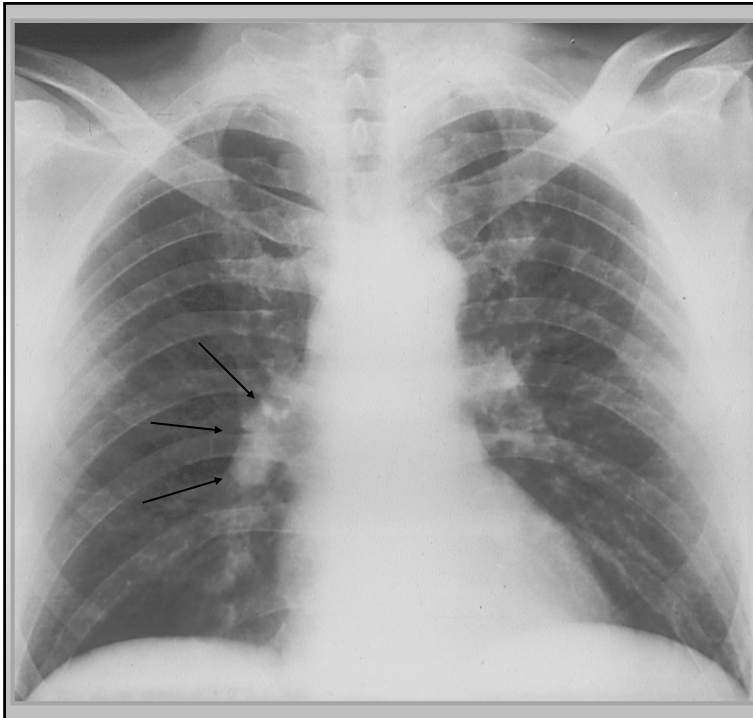
## Ursachen der pulmonalarteriellen Druckerhöhung

### Postkapillär

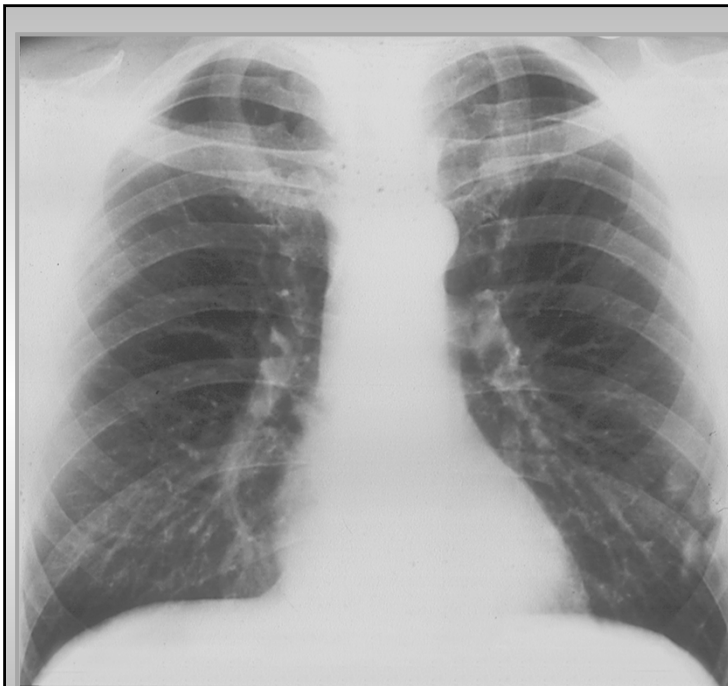
- **Erkrankungen des linken Herzens**
  - Linksherzinsuffizienz
  - Aortenklappenvitien
  - Mitralklappenvitien
  - Myxom ( oder Thrombus ) des linken Vorhofs



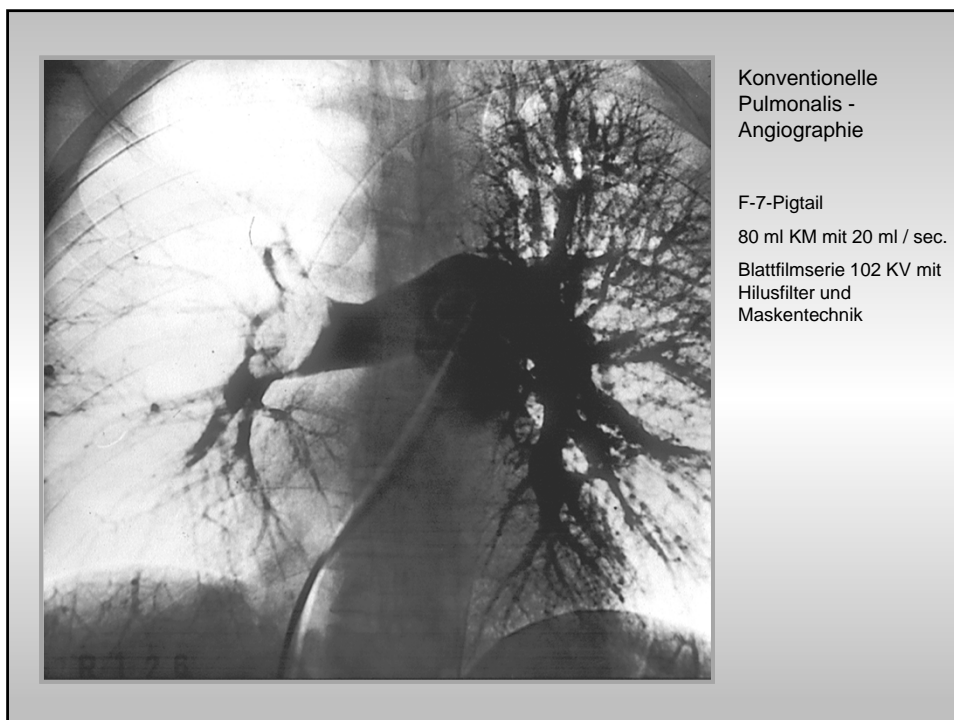
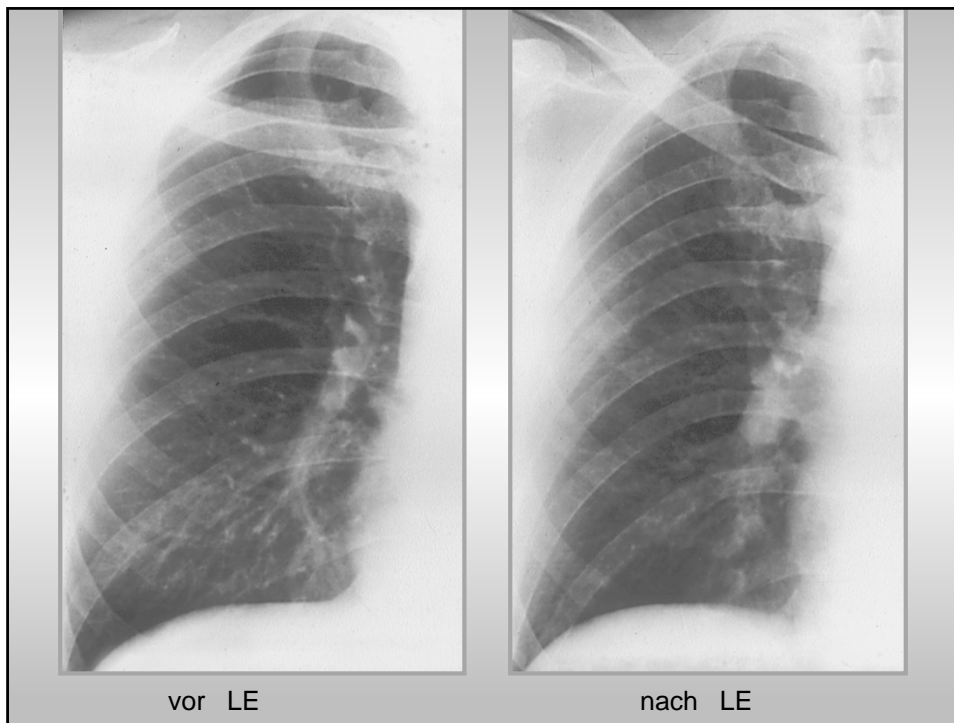




36 J. männl.  
Zust. nach  
Fraktur des OSG.  
Akuter Thorax-  
schmerz rechts  
und Hämoptoe



Aufnahme 1 Jahr  
vor dem Ereignis  
wegen Verdacht  
auf Pneumonie



## Radiologische Befunde der pulmonalarteriellen Druckerhöhung

- Erweiterte zentrale Arterien
- Normalweite oder verengte periphere Arterien
- Kalibersprünge
- Zusätzliche Befunde mit Hinweis auf die Ätiologie

## Ursachen pulmonalvenöser Druckerhöhung

- **Herzerkrankungen**
  - Mitralklappenvitien
  - Linksatriales Myxom
  - Aortenklappenvitien
  - Aortenisthmusstenose
  - Kardiomyopathie
  - Herzwandaneurysma
  - Linksherzinsuffizienz
- **Überwässerung**
  - Niereninsuffizienz
  - Infusionsbedingte Überwässerung
  - Diverse Ursachen

## Pleurale Flüssigkeitsproduktion und -absorption

- Starling-Gleichung -

- **Pleura parietalis**
  - **Hydrostatischer Druck der Systemkapillare**  
30 cm H<sub>2</sub>O → Pleuraspalt
  - **Hydrostatischer Druck der Pleura**  
- 5 cm H<sub>2</sub>O → Pleuraspalt
  - **Osmotischer Druck in der Systemkapillare**  
34 cm H<sub>2</sub>O → Systemkapillare
  - **Osmotischer Druck der Pleura**  
8 cm H<sub>2</sub>O → Pleuraspalt

---

- **Nettodruck: 9 cm H<sub>2</sub>O → Pleuraspalt**

## Pleurale Flüssigkeitsproduktion und -absorption

- Starling-Gleichung -

- **Pleura visceralis**
  - **Hydrostatischer Druck der Lungenkapillare**  
11 cm H<sub>2</sub>O → Pleuraspalt
  - **Hydrostatischer Druck der Pleura**  
- 5 cm H<sub>2</sub>O → Pleuraspalt
  - **Osmotischer Druck in der Lungenkapillare**  
34 cm H<sub>2</sub>O → Lungenkapillare
  - **Osmotischer Druck der Pleura**  
8 cm H<sub>2</sub>O → Pleuraspalt

---

- **Nettodruck: 10 cm H<sub>2</sub>O → Lungenkapillare**

## Interstitielle Flüssigkeitsproduktion

- Starling-Gleichung -

### • Extraalveoläre Arteriolen

- **Hydrostatischer Druck der Lungenarteriole**  
17 cm H<sub>2</sub>O → Interstitium
- **Hydrostatischer Druck des Interstitiums**  
- 4 cm H<sub>2</sub>O → Interstitium
- **Osmotischer Druck in der Lungenarteriole**  
25 cm H<sub>2</sub>O → Lungenarteriole
- **Osmotischer Druck des Interstitiums**  
13 cm H<sub>2</sub>O → Interstitium

- 
- **Nettodruck:** 9 cm H<sub>2</sub>O → Interstitium

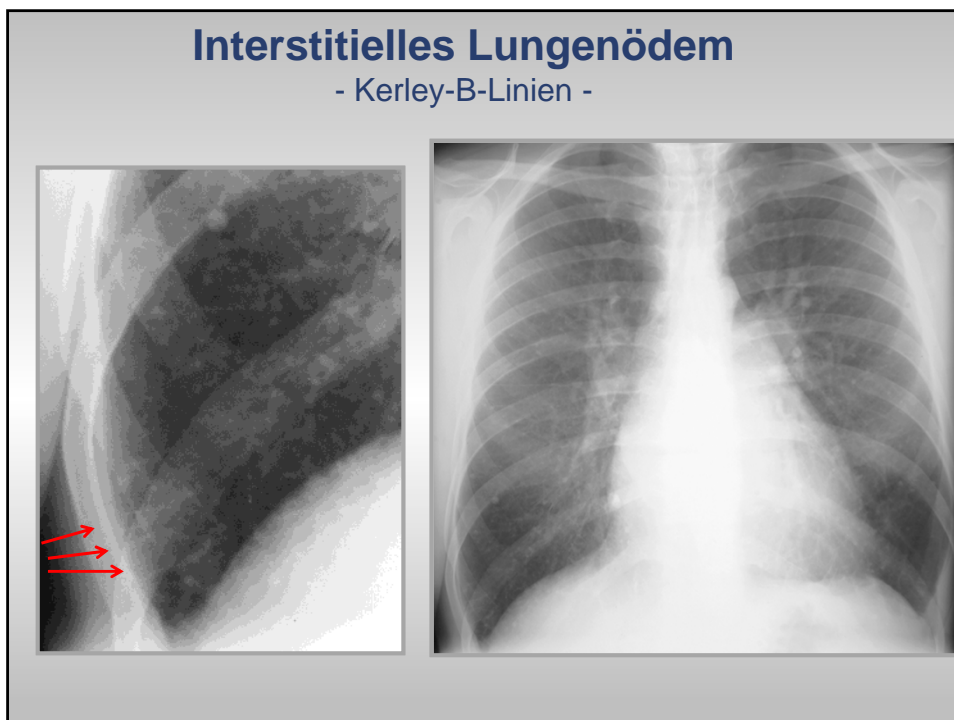
## Interstitielle Flüssigkeitsproduktion

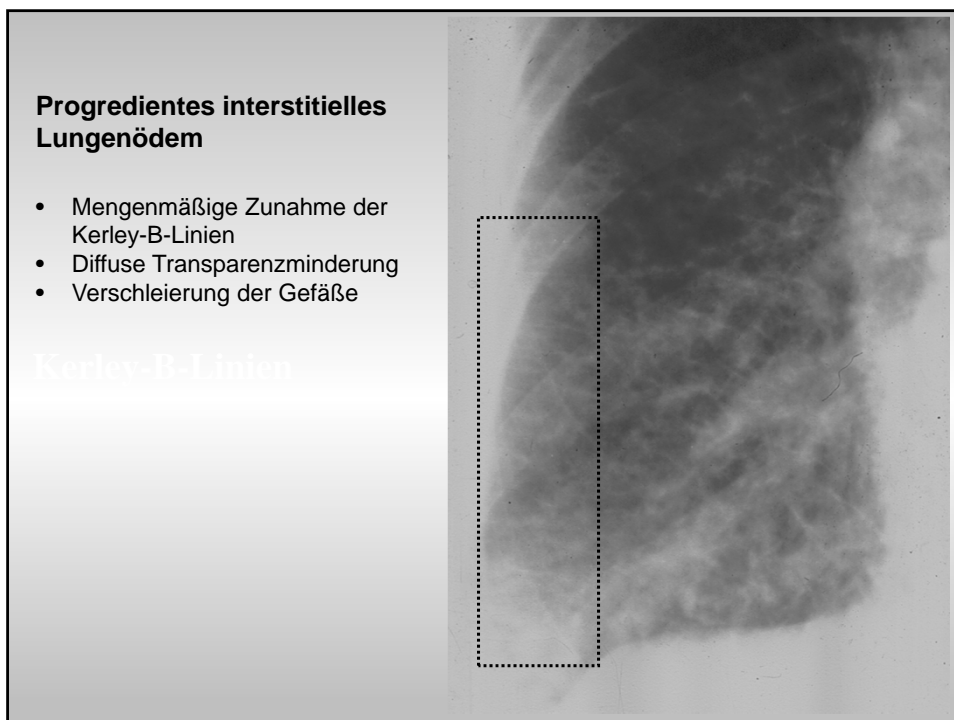
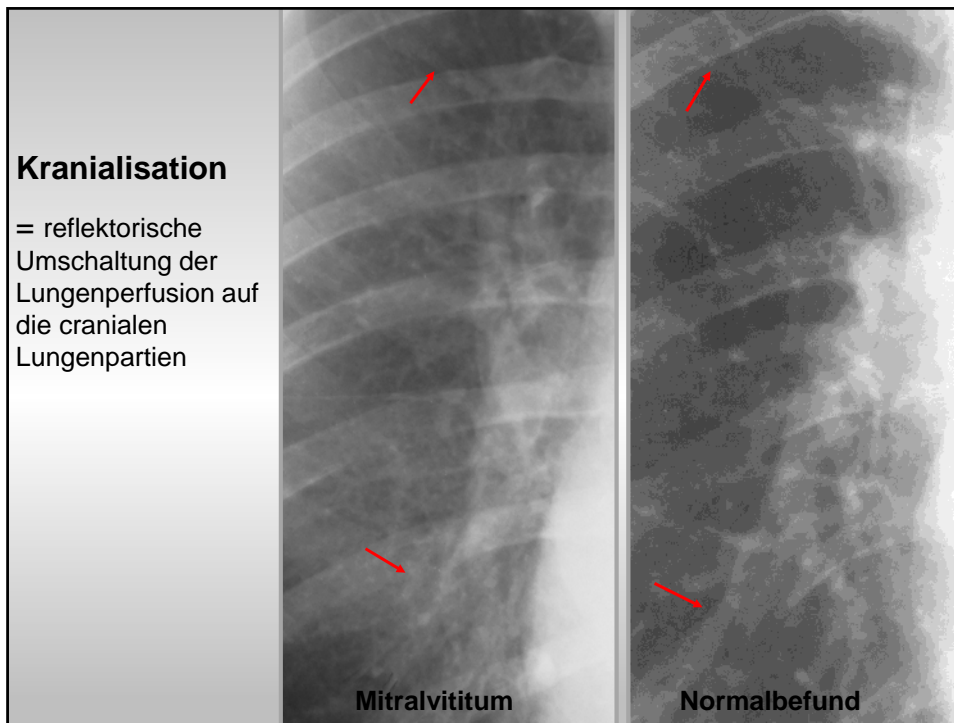
- Starling-Gleichung -

### • Extraalveoläre Venolenolen

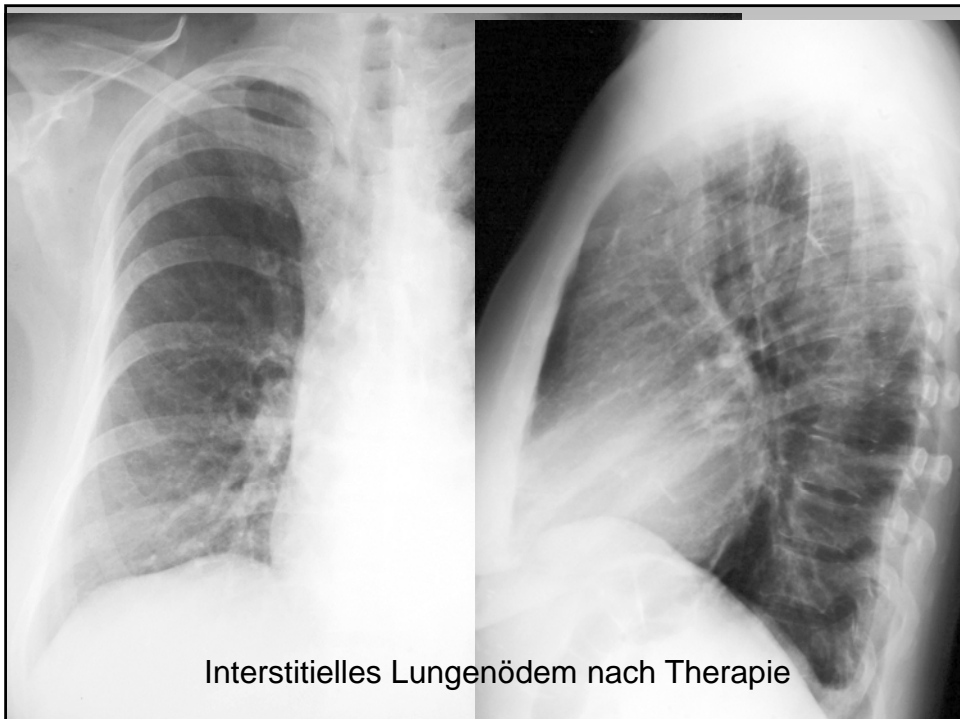
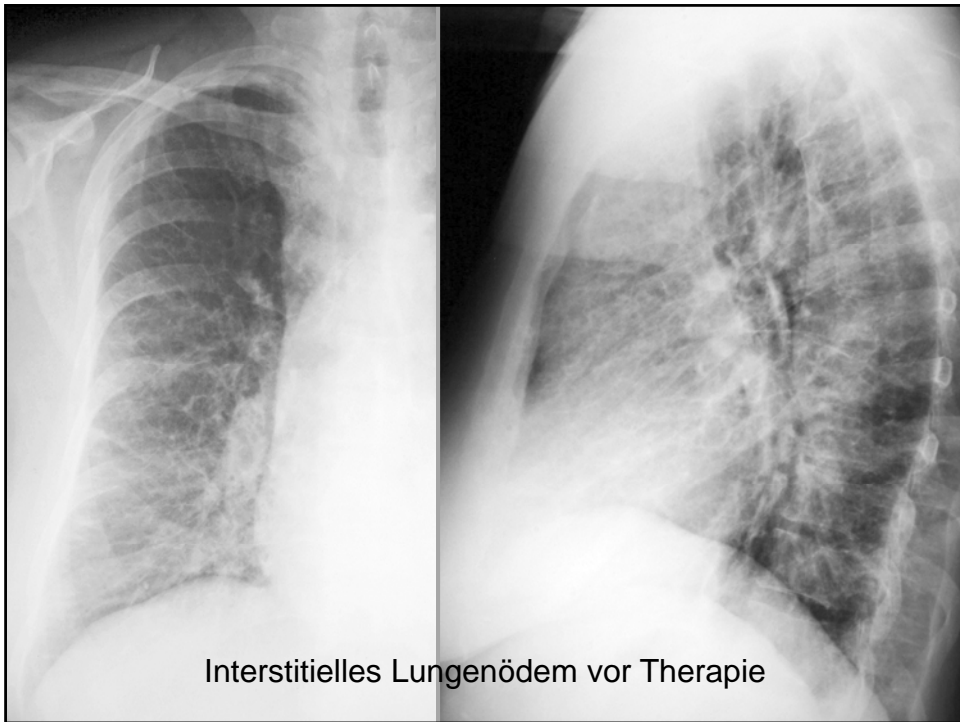
- **Hydrostatischer Druck der Lungenvenole**  
10 cm H<sub>2</sub>O → Interstitium
- **Hydrostatischer Druck des Interstitiums**  
- 4 cm H<sub>2</sub>O → Interstitium
- **Osmotischer Druck in der Lungenvenole**  
25 cm H<sub>2</sub>O → Lungenarterie
- **Osmotischer Druck des Interstitiums**  
13 cm H<sub>2</sub>O → Interstitium

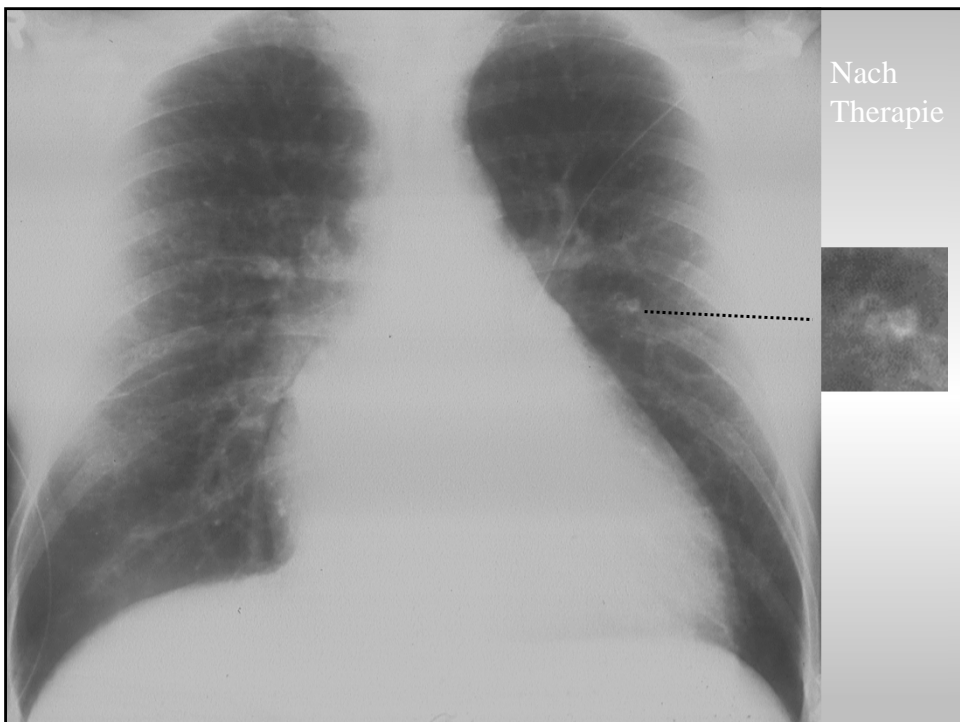
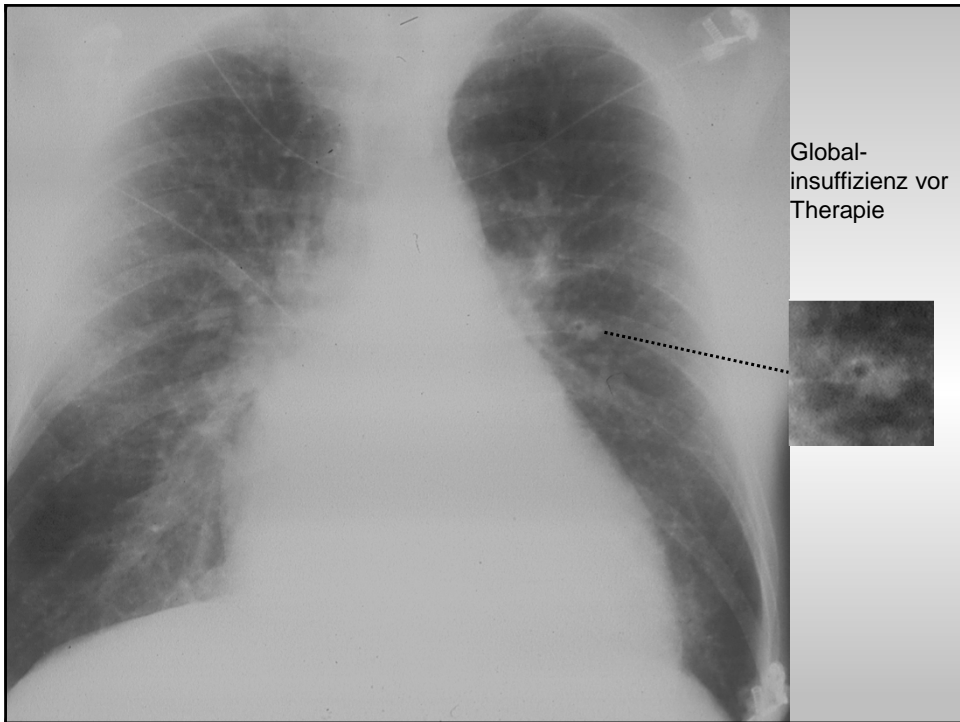
- 
- **Nettodruck:** 2 cm H<sub>2</sub>O → Interstitium











## Radiologische Befunde der pulmonalvenösen Druckerhöhung

- **Kranialisierung = Umverteilung der Lungengefäße zugunsten der oberen Lungenpartien**
- **Unschärfe (verschleierte) Darstellung der Lungengefäße**
- **Kerley-B-Linien in den unteren Lungenpartien**
- **Verdickung der Haupt und Nebensepten**
- **Ödemringe**
- **Freie Pleuraergüsse**

## Formen des Lungenödems

- **Ödem mit erhöhtem mikrovaskulärem Druck**
  - Kardiogen (Linksherzinsuffizienz, Klappenvitien)
  - Pulmonalvenöse Obstruktion (skleros. Mediastinitis)
  - Neurogen (SHT, erhöhter intrakranieller Druck)
- **Ödem mit normalem mikrovaskulärem Druck**  
(erhöhte Kapillarpermeabilität)
  - Inhalationsnoxen (NO<sub>2</sub>, Cl<sub>2</sub>, Rauch)
  - Aspirationsnoxen (Magensaft, Alkohol, Ertrinken)

## Formen des Lungenödems

- **Ödem mit erhöhtem mikrovaskulärem Druck und erhöhter Kapillarpermeabilität**
  - Überdosierung von Narkotika
  - Heroin
  - ARDS

### Verteilungsmuster des Lungenödems

**a** perihilär (bat wing)

**b** basal

**c** peripher



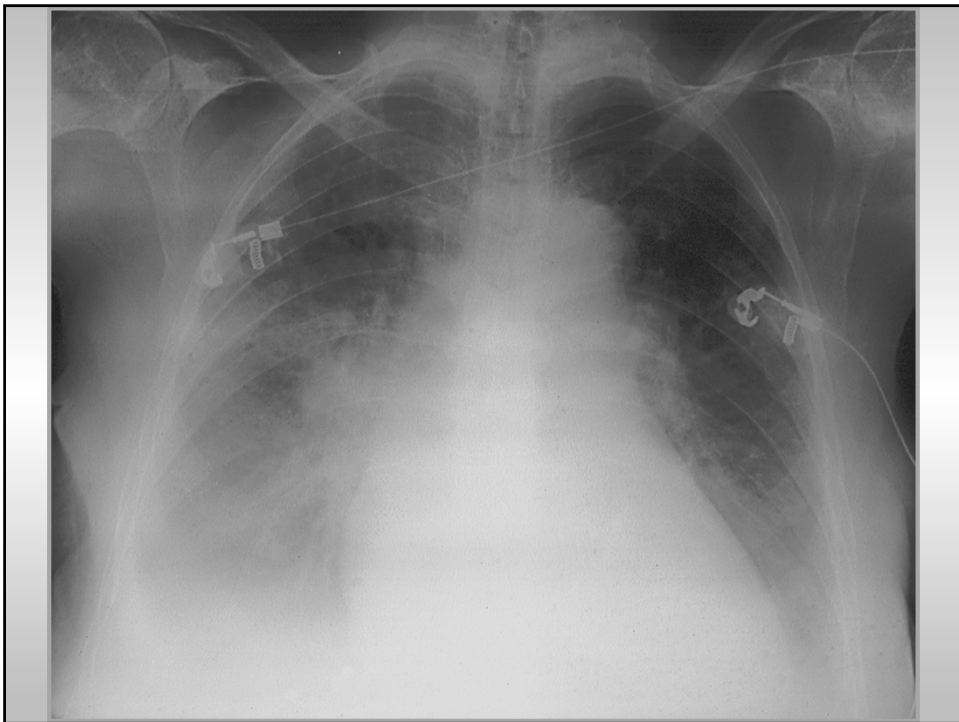
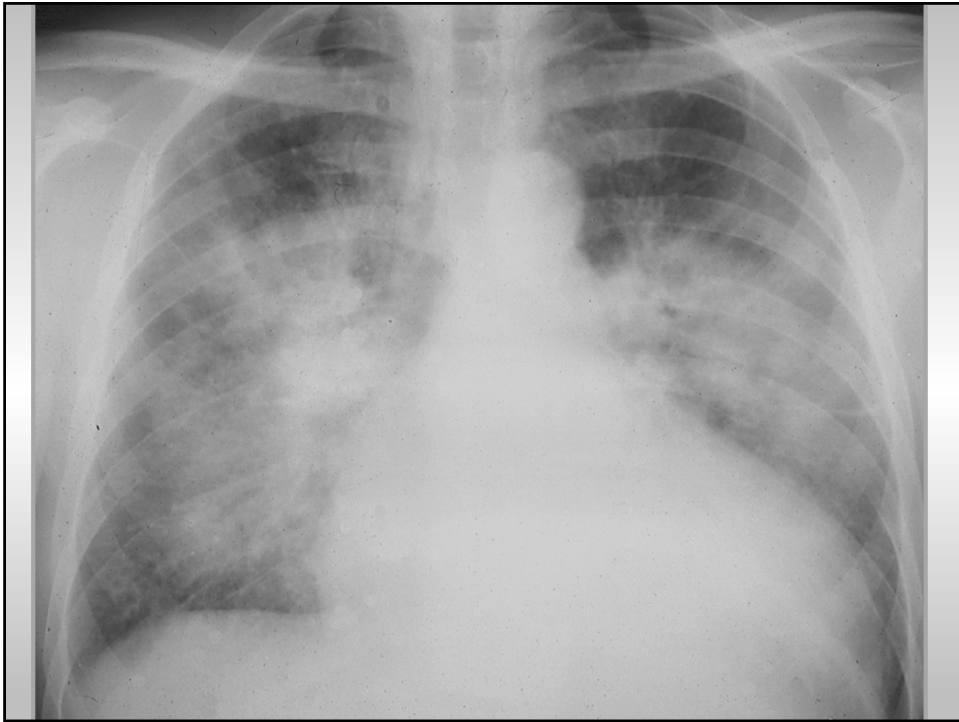
a



b



c

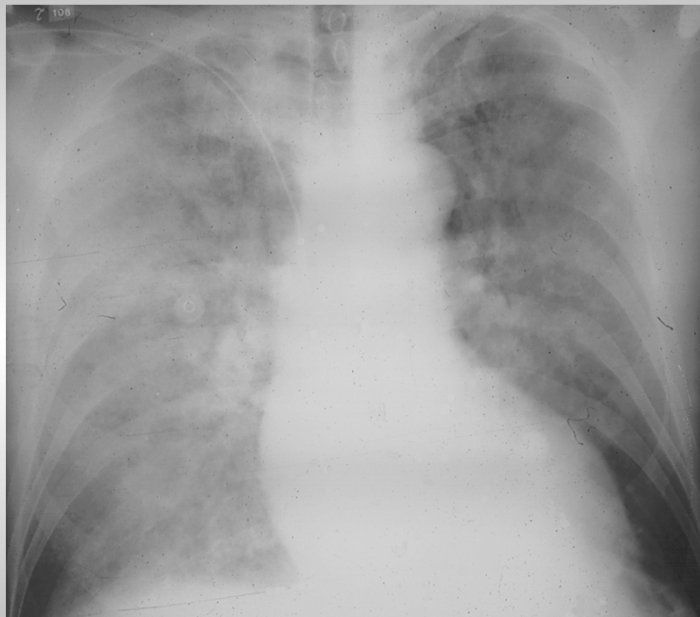


## Renales Lungenödem und Ödem bei Überhydratation

- Akute und chronische Niereninsuffizienz
- Akute Glomerulonephritis ( Kinder)
- Infusion größerer Flüssigkeitsmengen
- Leberversagen

### **ARDS**

nach schwerer  
Verbrennung



## Radiologische Befunde des Lungenödems

URSACHE	Kardiales Lungenödem	Renales Lungenödem	Permeabilitäts-Ödem
Herzgröße	vergrößert	vergrößert	normal
Gefäßstiel	normal bis verbreitert	verbreitert	normal
Perfusionsverteilung	Kephalisation	ausgeglichen	normal
Lungenblutvolumen	normal bis erhöht	erhöht	normal
Kerley-Linien	+	+	-
Ödemringe	++	++	-/+
Luftbronchiogramm	-/+	-/+	++
Ödemverteilung	perihilär und basal	perihilär	peripher
Pleuraergüsse	+	+	-/+