

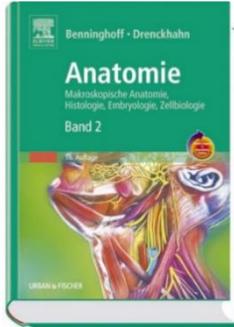
# **Anatomie des Herz-Kreislaufsystems**

A microscopic image of cardiac muscle tissue. The image shows numerous pink, striated muscle fibers arranged in a somewhat regular pattern. Each fiber has a central, dark blue nucleus. The fibers are separated by thin layers of connective tissue, which appear lighter pink. The overall appearance is that of a dense, organized tissue structure.

**Makroskopie und Mikroskopie**

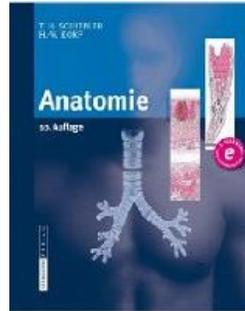
**Johannes Loffing, Anatomisches Institut**

# Empfehlungen – Lehrbücher / Online Lernhilfen



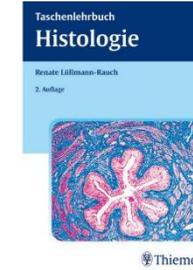
## Benninghoff/Drenckhahn

- sehr ausführlich
- hervorragende Bebilderung
- Standardwerk
- „Zum Nachschlagen“



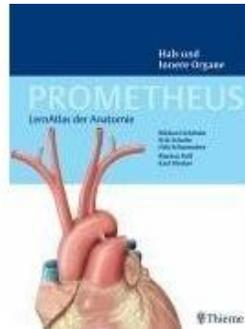
## Schiebler/Korf

- kurz u. knapp
- didaktisch gut
- zum raschen Lernen
- „Examensvorbereitung“



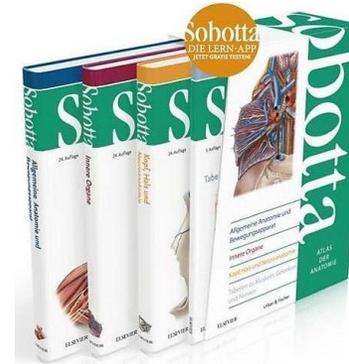
## Lüllmann-Rauch

- gutes Histologiebuch
- auf dem neusten Stand
- auch funktionelle Histologie



## Prometheus

- Lern-Atlas
- didaktisch hervorragend
- mehr als ein reiner Atlas



## Sobotta

- umfassender Anatomieatlas
- hervorragende Bebilderung
- Standardwerk



## Groscurth et al.

- Topographie
- Bewegungsapparat
- Histologie



## Biolucida

- 3D Histologie Scans
- Virtuelle Mikroskopie



## Amboss

- Fragenpool / Begleittext
- Zum Selbsttesten

<http://anatom-server9.uzh.ch/anatomie/Anatomie.html>

<http://www.anatomy.uzh.ch/en/teaching.html>

<https://www.miamed.de/amboss/campuslizenz/ethzuerich>

# Überblick

## 1) Herz und grosse Gefässe

Herz und Thorax allgemein  
Herzlage, -grösse, -gewicht  
Gliederung Gefässsystem,  
grosse Gefässstämme (Aorta, Vena cava  
sup. et inf., Azygossystem),  
Besonderheiten

## 2) Herzstruktur / Herzklappen

Äussere Form (Basis, Apex, Facies)  
Aussenrelief (Sulci), Myoarchitektonik  
Abgang/Einmündung der grossen Gefässe  
Räume (Vorhöfe, Kammern, Septen)  
Herzklappen (Funktion, Aufbau), Herzskelett  
Auskultation, Perkussion, Bildgebung

## 3) Herzwand

Bauprinzip (Endo, Myokard, Epikard)  
Histologie (Kennzeichen, Sarkomer)  
Myoendokrine Zellen (ANP)

## 4) Gefässe: Arterien / Venen

Grundprinzip, Aufbau, Schichtung (inkl. allg. Histo  
glatte Muskulatur), elastische vs. muskuläre Arterien,  
Vasa und nervi vasorum, Venenklappen,  
Stammvenen vs. periphere Venen

## 5) Gefässe: Arteriolen, Kapillaren, Venulen

Anordnung, Aufbau, Dimensionen, Kapillartypen  
(geschlossen, gefenstert, offen), Endothelien,  
Perizyten, Venulen

## 6) Herz: Reizbildung/leitung, Innervation, Durchblutung, Lage im Thorax

Erregungsbildung / -leitung (Sinus-, AV-Knoten,  
etc.), Plexus cardiacus (Sympathicus,  
Parasympathicus), Koronararterien, Herzvenen,  
Herzbeutel (Aufbau, Umschlagslinien), Mediastium  
(Einteilung, Inhalt), Topographie

## 7) Lymphgefässe

Anordnung, Aufbau und grosse Lymphgefässstämme

# Überblick

## 1) Herz und grosse Gefässe

Herz und Thorax allgemein  
Herzlage, -grösse, -gewicht  
Gliederung Gefässsystem,  
grosse Gefässstämme (Aorta, Vena cava  
sup. et inf., Azygossystem),  
Besonderheiten

## 2) Herzstruktur / Herzklappen

Äussere Form (Basis, Apex, Facies)  
Aussenrelief (Sulci), Myoarchitektonik  
Abgang/Einmündung der grossen Gefässe  
Räume (Vorhöfe, Kammern, Septen)  
Herzklappen (Funktion, Aufbau), Herzskelett  
Auskultation, Perkussion, Bildgebung

## 3) Herzwand

Bauprinzip (Endo, Myokard, Epikard)  
Histologie (Kennzeichen, Sarkomer)  
Myoendokrine Zellen (ANP)

## 4) Gefässe: Arterien / Venen

Grundprinzip, Aufbau, Schichtung (inkl. allg. Histo  
glatte Muskulatur), elastische vs. muskuläre Arterien,  
Vasa und nervi vasorum, Venenklappen,  
Stammvenen vs. periphere Venen

## 5) Gefässe: Arteriolen, Kapillaren, Venulen

Anordnung, Aufbau, Dimensionen, Kapillartypen  
(geschlossen, gefenstert, offen), Endothelien,  
Perizyten, Venulen

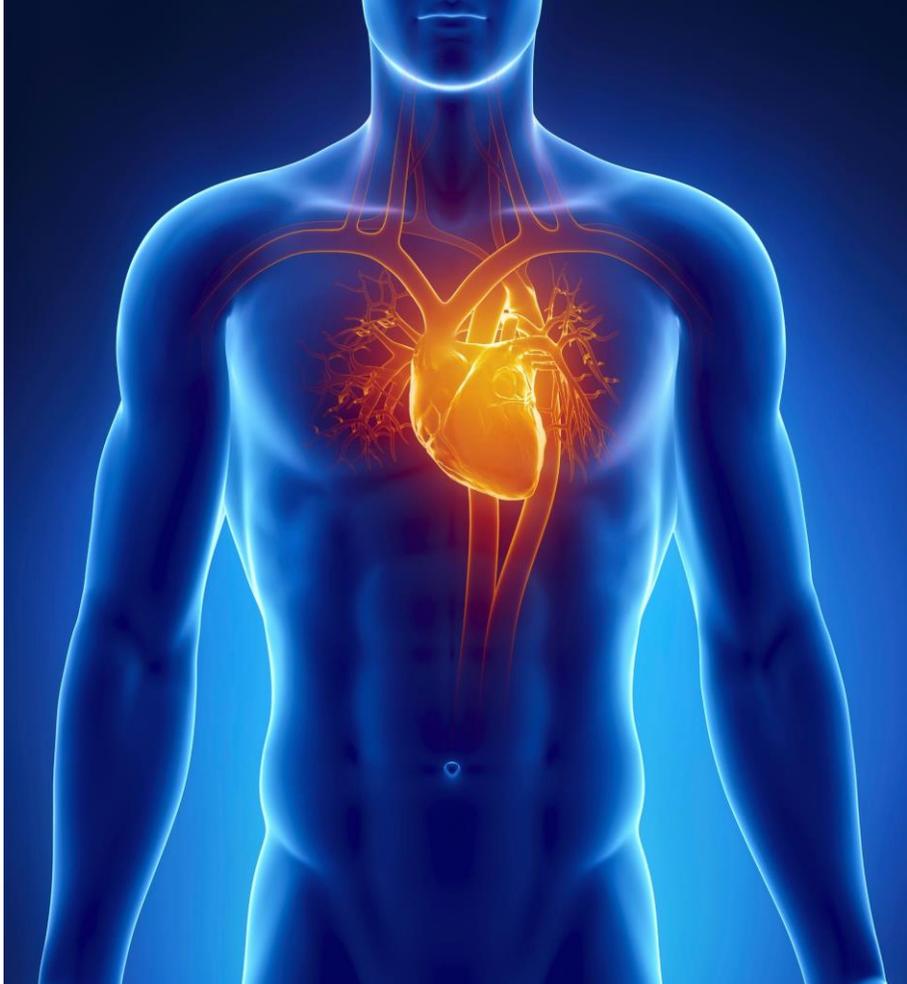
## 6) Herz: Reizbildung/leitung, Innervation, Durchblutung, Lage im Thorax

Erregungsbildung / -leitung (Sinus-, AV-Knoten,  
etc.), Plexus cardiacus (Sympathicus,  
Parasympathicus), Koronararterien, Herzvenen,  
Herzbeutel (Aufbau, Umschlagslinien), Mediastium  
(Einteilung, Inhalt), Topographie

## 7) Lymphgefässe

Anordnung, Aufbau und grosse Lymphgefässstämme

# Herz-Kreislauf-System – Einige Zahlen



## Enorme Dauerleistung

- ~ 60 Herzschläge / Minute
- ~ 32'000'000 Herzschläge / Jahr
- ~ 3'000'000'000 Herzschläge im Leben

→ 200'000'000 Liter Blut Pumpleistung

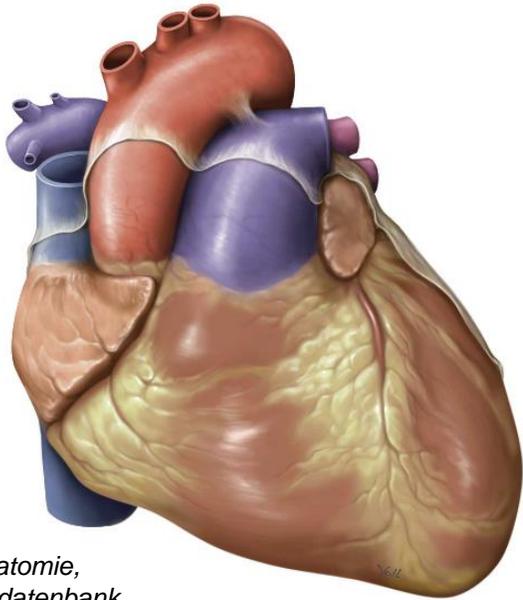
## Wichtige klinische Bedeutung

- Bluthochdruck
- Herzinfarkt
- Herzinsuffizienz
- Herzrhythmusstörungen
- Schlaganfall, etc.

Weiterhin häufigste schwerwiegende Erkrankung  
mit >40% Anteil an Todesursachen in CH

# Herz-Kreislauf-System – Viele Beteiligte

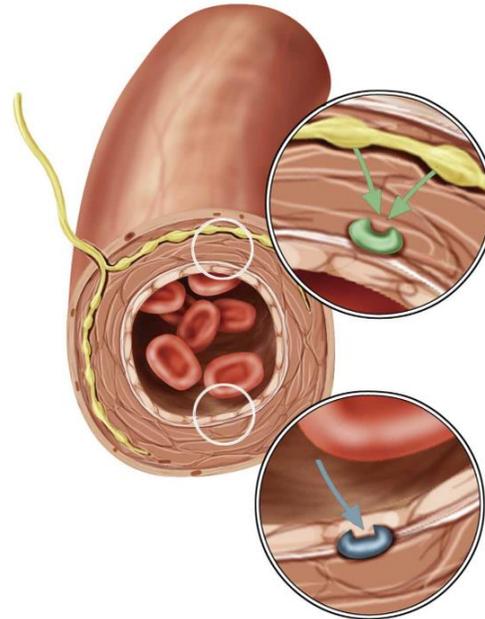
## Herz



(Anatomie,  
Bilddatenbank  
Thieme, 2018)

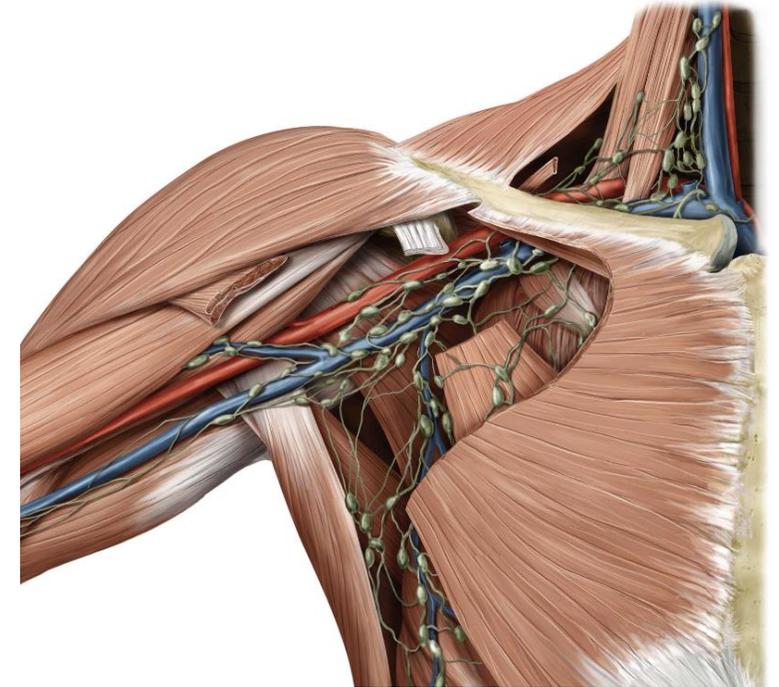
*Rechtes und linkes Herz*

## Blutgefäße



*Arterien, Venen, Kapillaren*

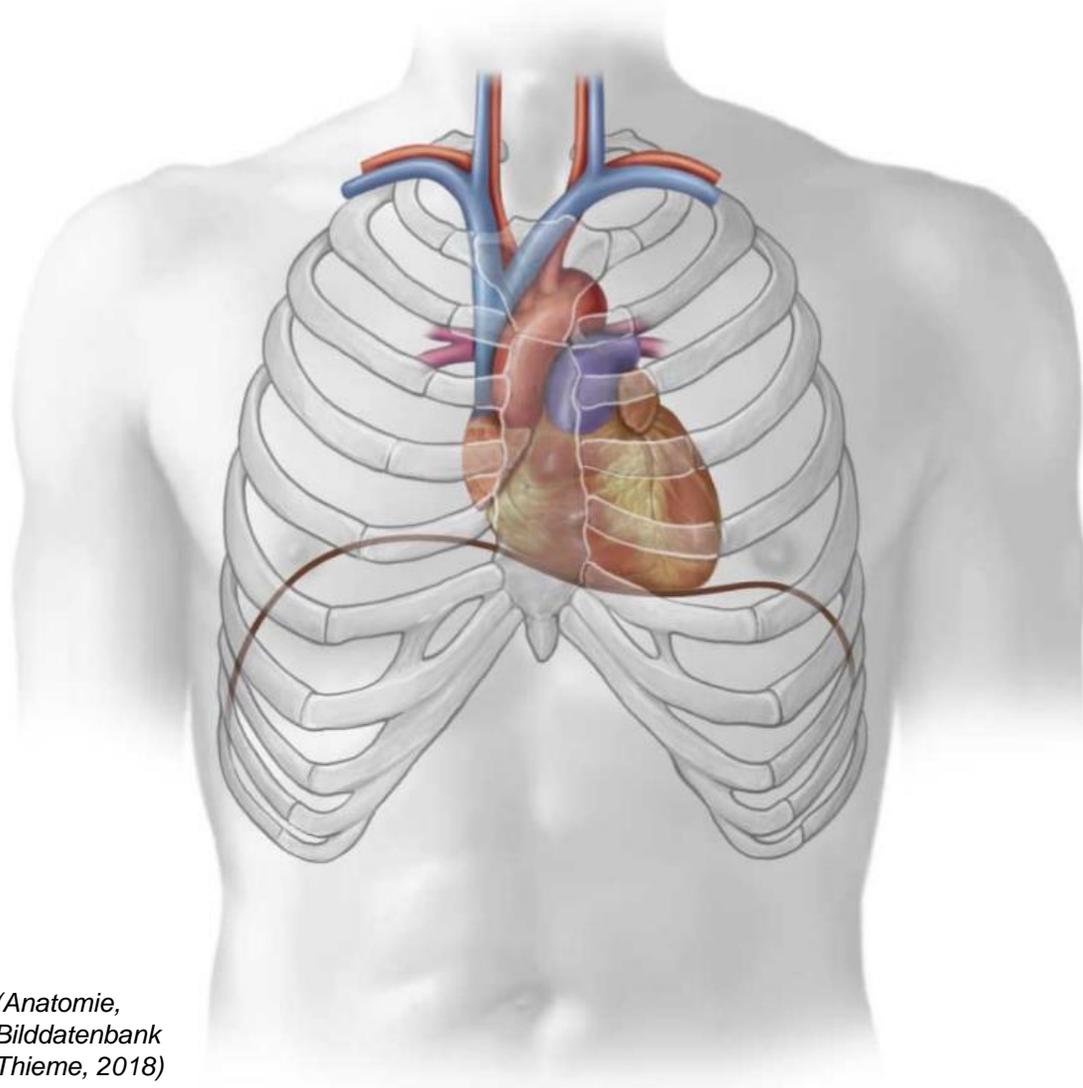
## Lymphsystem



*Lymphgefäße, Lymphknoten*

Beeinflusst durch hormonale und lokale Faktoren, sowie das vegetative Nervensystem

# Herz – Allgemeine Fakten



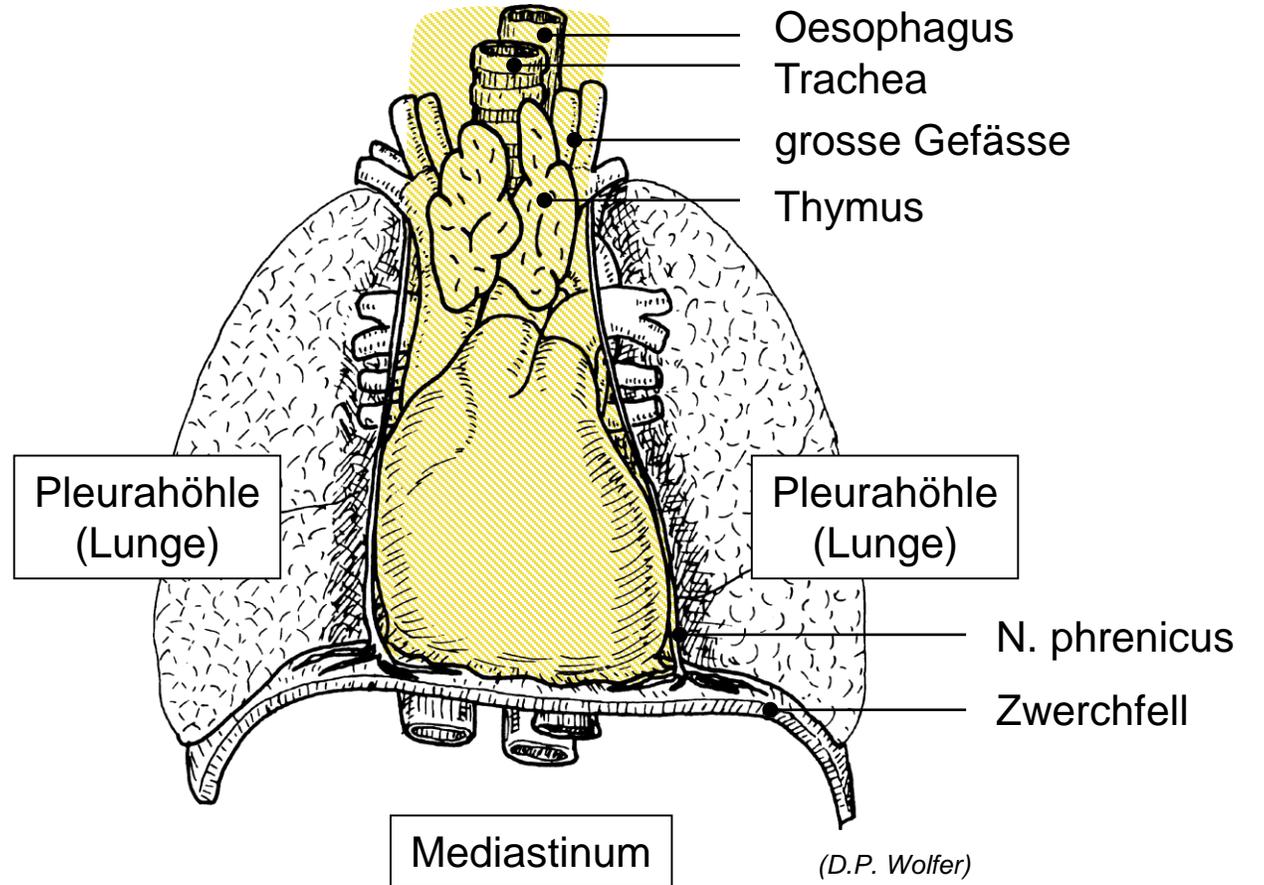
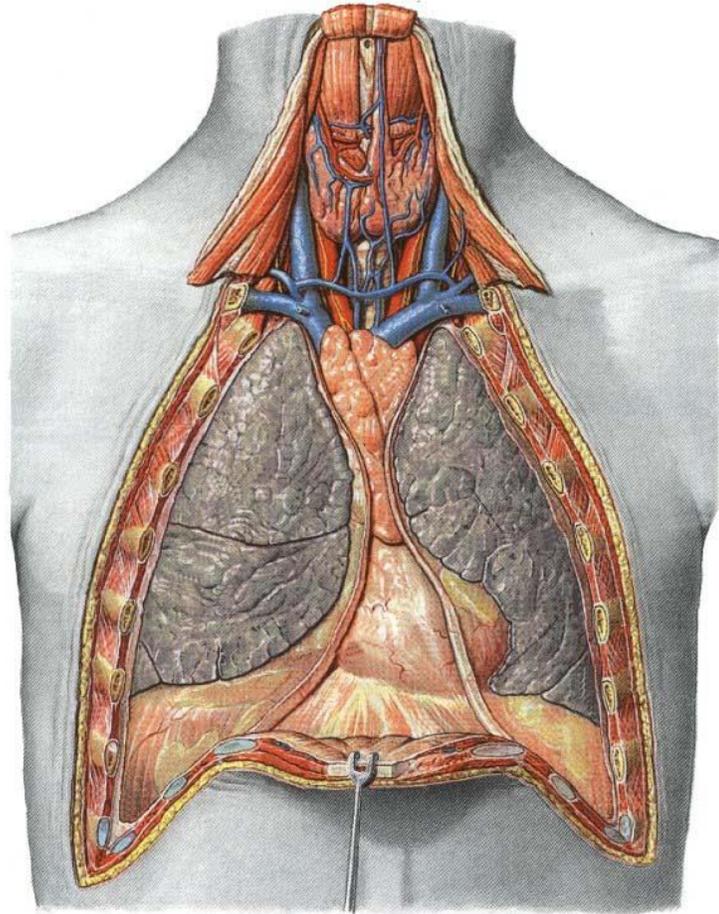
## Lage

- In der Brusthöhle (Thorax)
- Im Mittelfellraum (Mediastinum)
- Im Herzbeutel (Pericardium)
- Etwas nach links verlagert

## Grösse

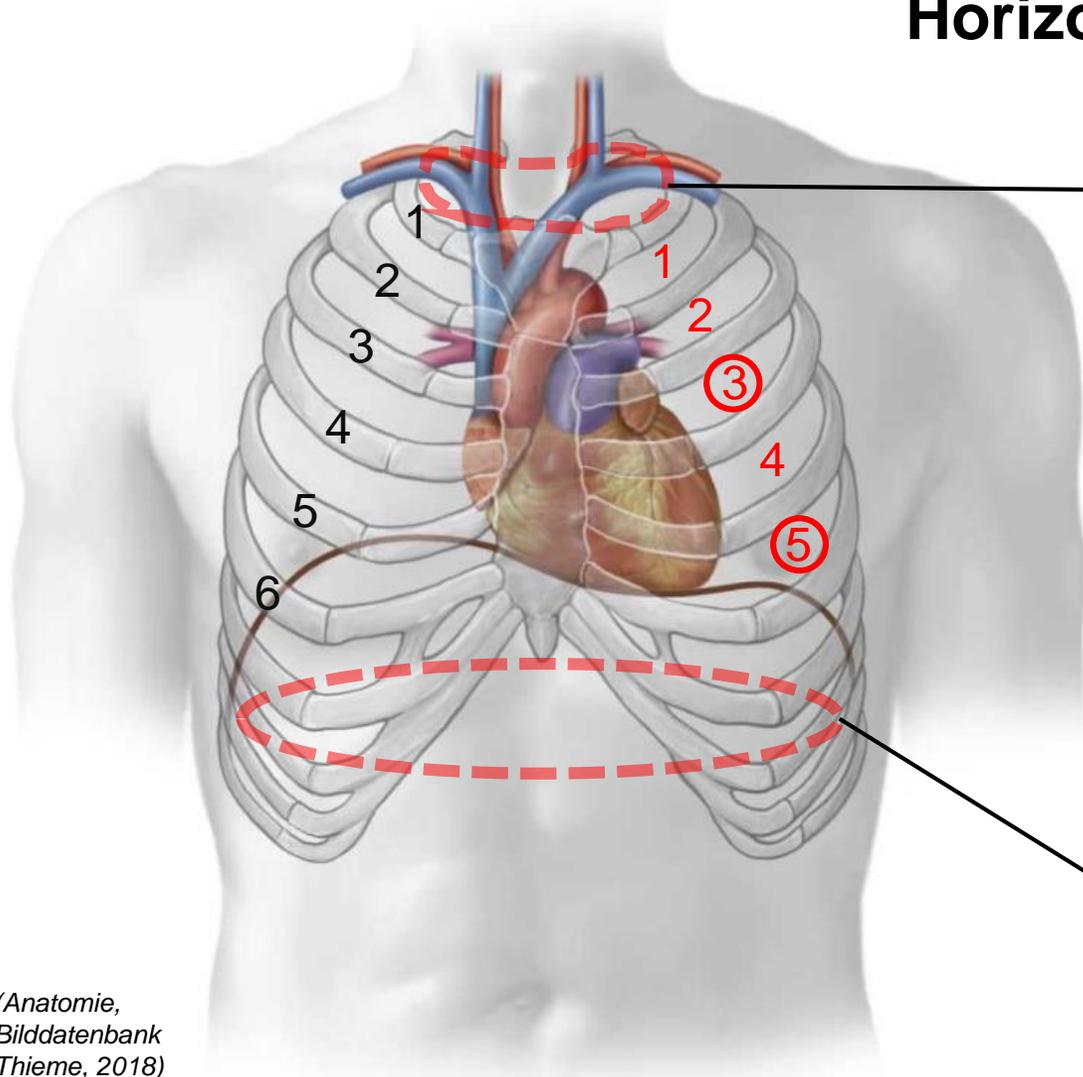
- Längsachse (schräg): ~12 cm
- Durchmesser: ~9 cm
- Gewicht: ~300 g
  - Richtwert: «wie Faust des Trägers»*
- Variationen möglich
  - Herzerweiterung (Dilatation)
  - Herzverdickung (Hypertrophie)
  - „Sportlerherz“,
  - kritisches Gewicht: ~500 g

# Herz – Lage im Mediastinum



# Orientierungshilfen

## Horizontale Bereiche / Linien



### A) Obere Thoraxöffnung (Apertura thoracis superior)

Offene Verbindung von Hals zu Brustbereich

### B) Rippen (Costae)

12 Rippen auf jeder Seite

Rippen 8-10 bilden den Rippenbogen (Arcus costalis)

### C) Zwischenrippenräume (Intercostalräume - ICR)

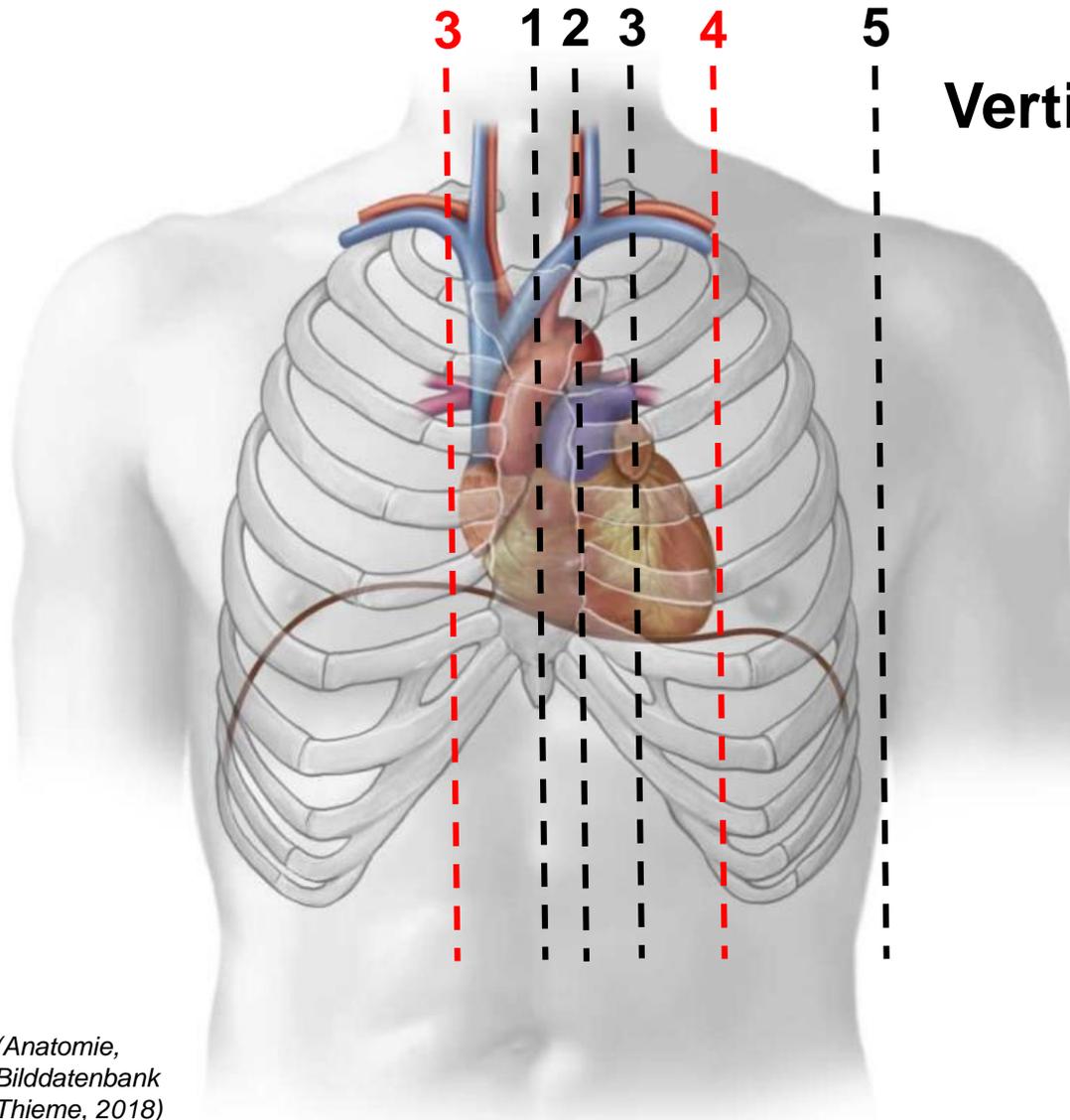
11 ICRs auf jeder Seite

### D) Untere Thoraxöffnung (Apertura thoracis inferior)

Durch Zwerchfell (Diaphragma) verschlossen

Durchgänge für Gefäße und Speiseröhre

# Orientierungshilfen



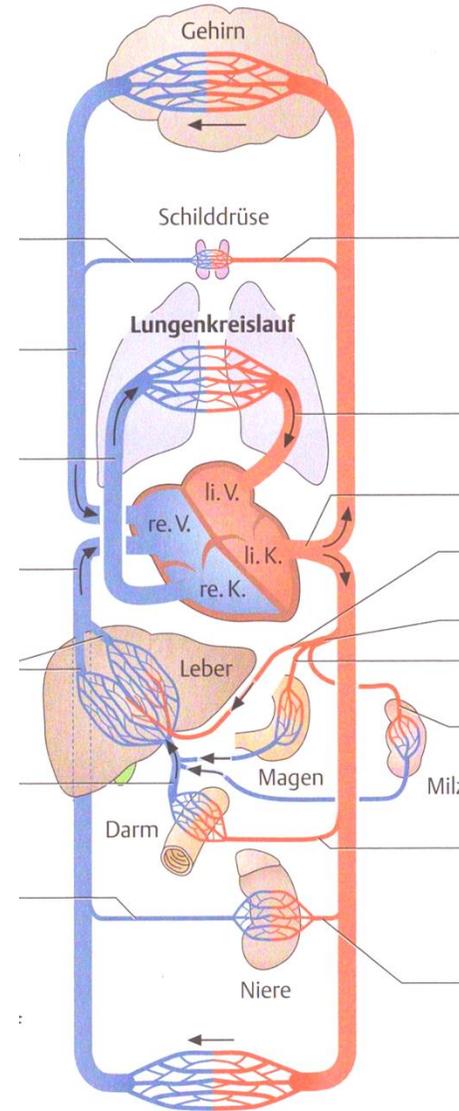
## Vertikale Linien, ventral

- 1. Vordere Medianlinie (Linea mediana anterior)**  
Durch die Mitte des Brustbeins (Sternum)
- 2. Sternallinie (Linea sternalis)**  
Entlang des lateralen Randes des Sternums
- 3. Parasternallinie (Linea parasternalis)**  
In der Mitte zwischen 2 und 4
- 4. Medioklavikularlinie (Linea medioclavicularis)**  
Durch die Mitte des Schlüsselbeins (Clavicula)
- 5. Vordere Axillarlinie (Linea axillaris anterior)**  
Entlang der vorderen Achselfalte (M. pectoralis major)

# Herz-Kreislauf-System

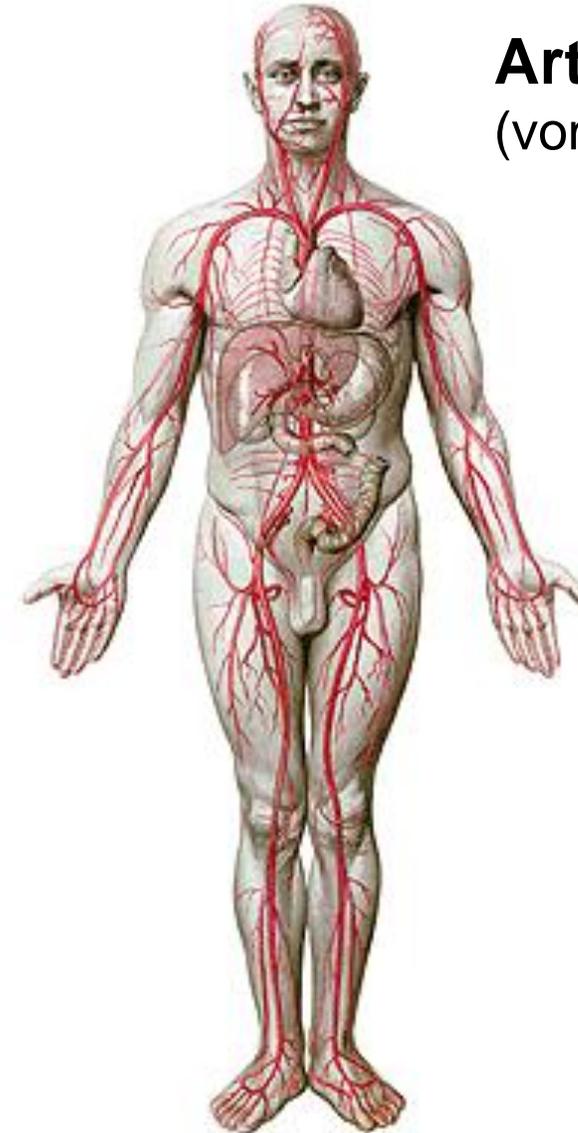
## Venen

(zum Herz hin)

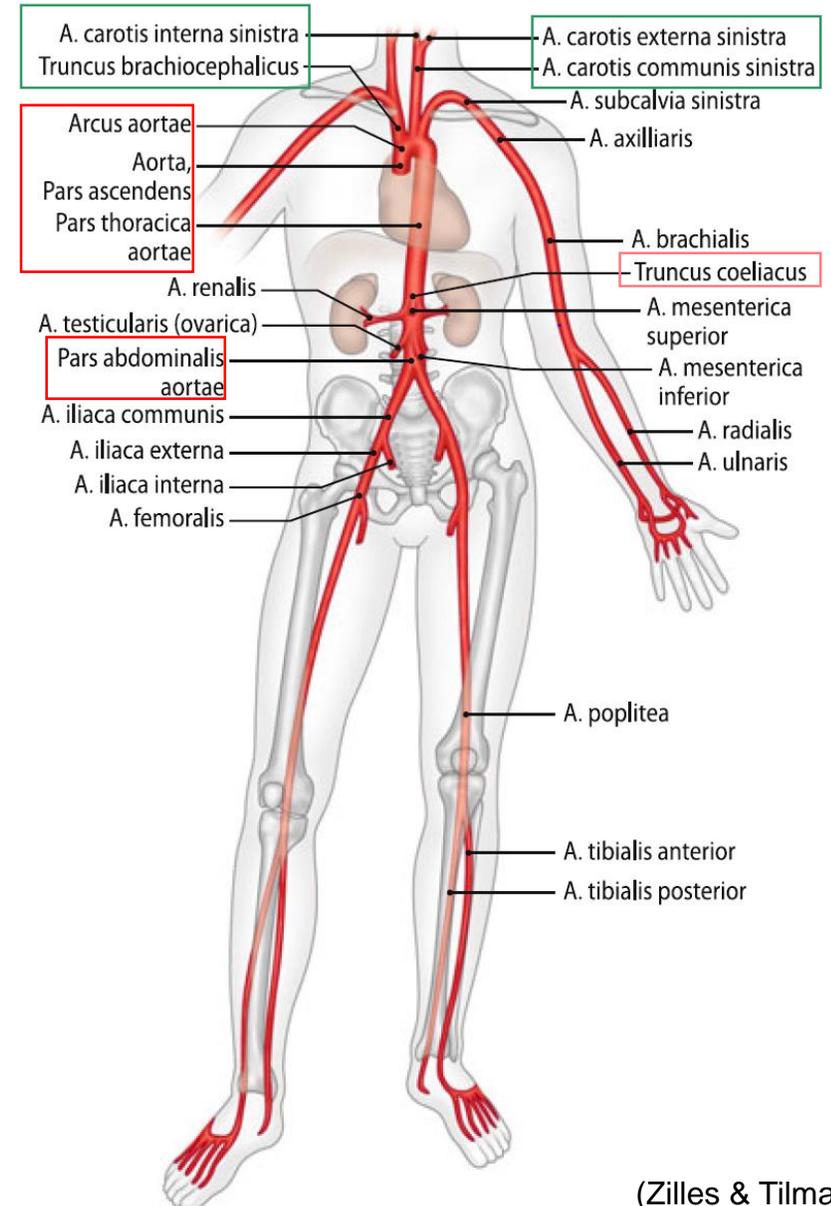
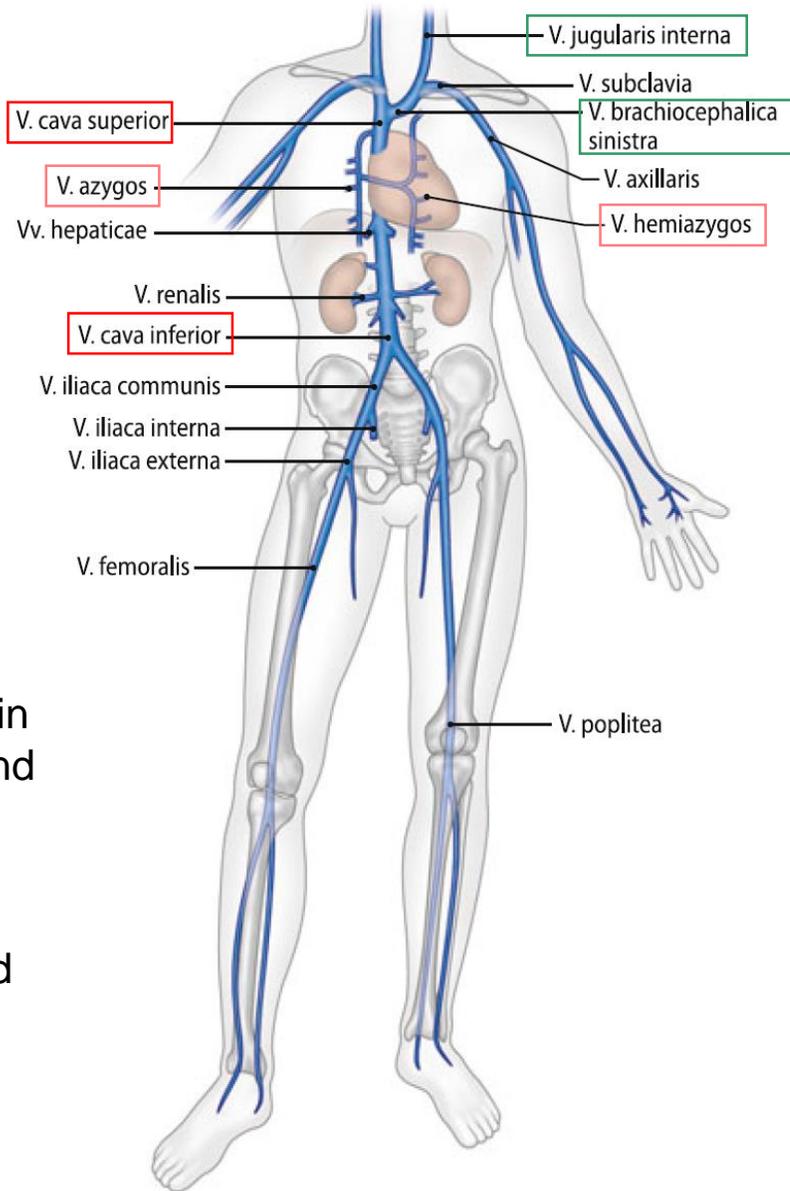


## Arterien

(vom Herz weg)

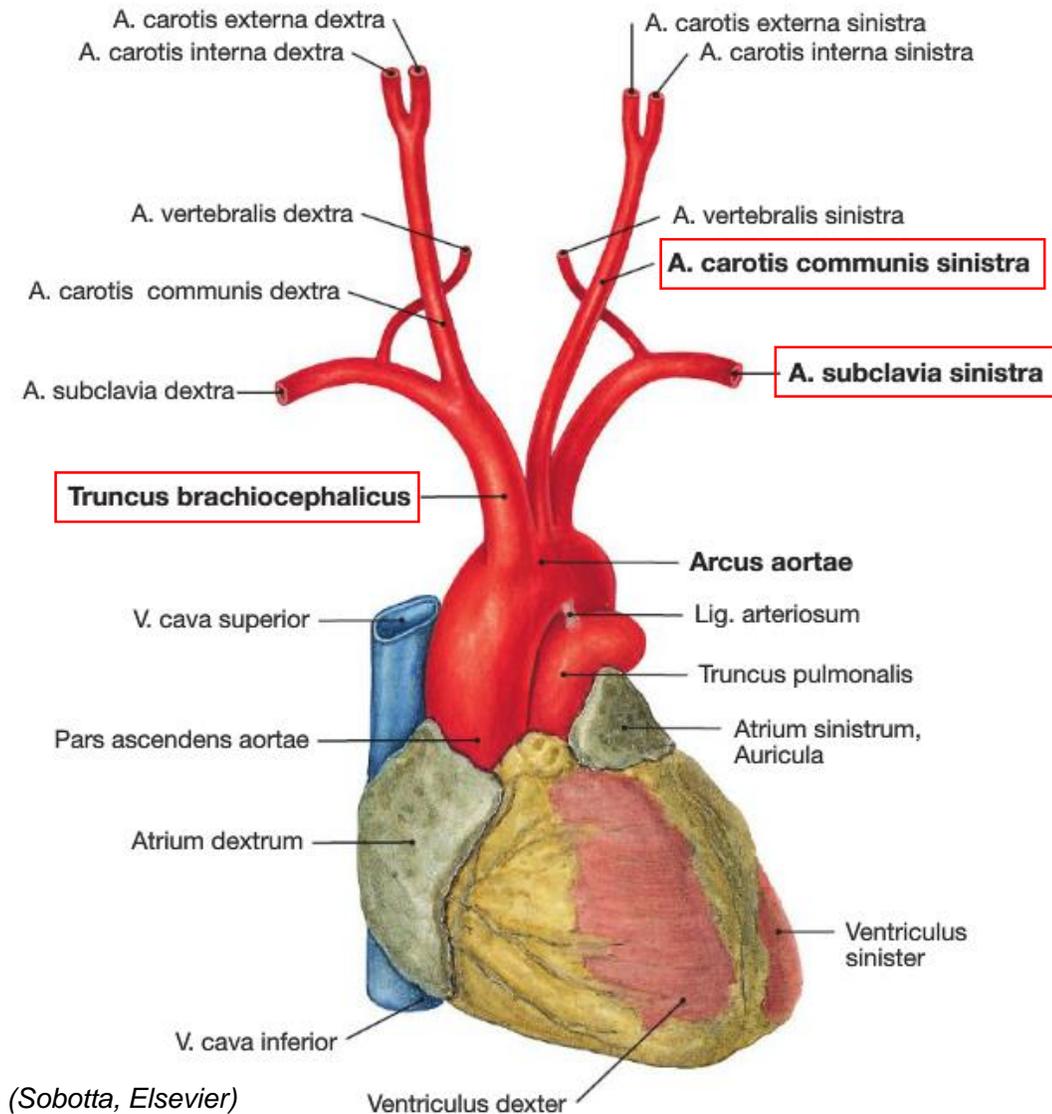


# Grosse Gefäße (Körperkreislauf)



- Arterien und Venen in der Regel parallel und gleich bezeichnet
- Ausnahmen bei Gefässstämmen und Halsgefässen

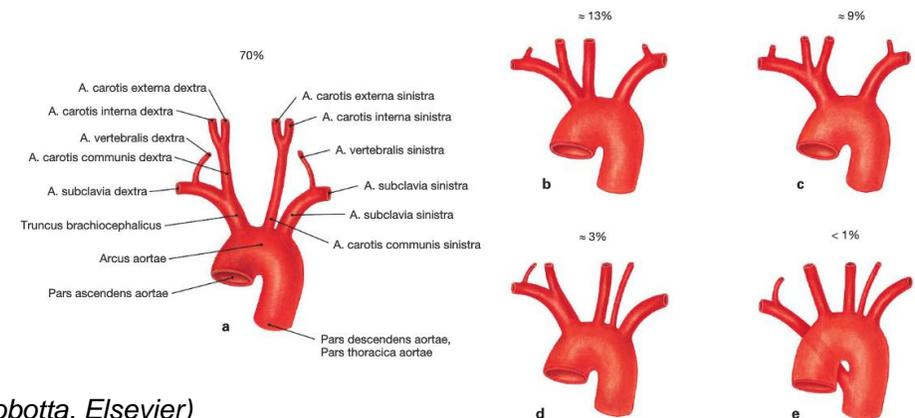
# Abgänge Aortenbogen (Arcus aortae)



## Drei Abgänge (von ventral nach dorsal)

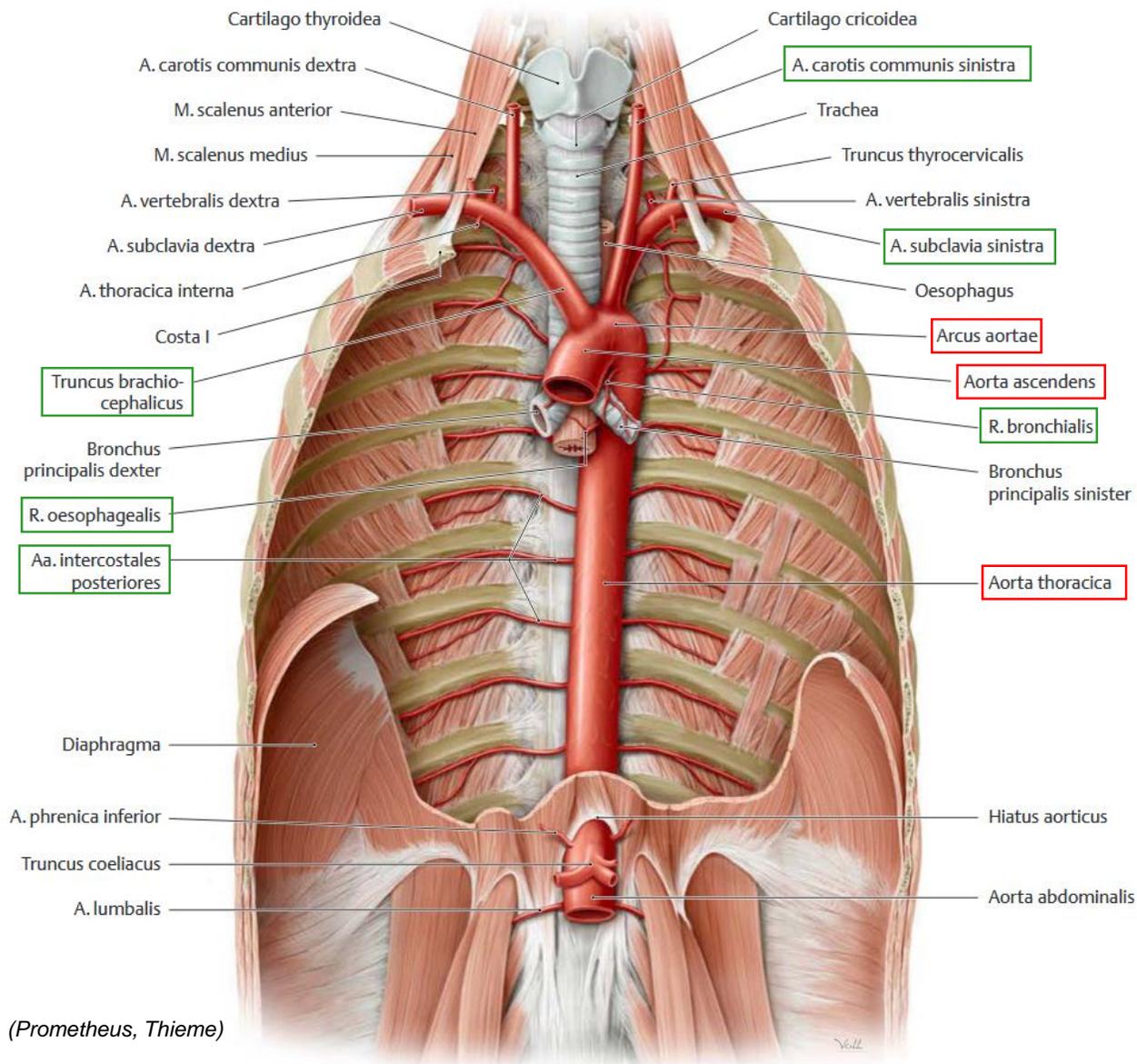
- Truncus brachiocephalicus
  - A. carotis communis dextra
  - A. subclavia dextra
- A. carotis communis sinistra
- A. subclavia sinistra

## Zahlreiche Varianten



(Sobotta, Elsevier)

# Aorta (Thorax)



(Prometheus, Thieme)

## Drei Abschnitte

### **Aorta ascendens** (*intraperikardial !*)

Aa. coronariae

### **Arcus aortae** (*bis 4. BWK*)

Truncus brachiocephalicus

A. carotis communis sin.

A. subclavia sin.

### **Aorta thoracica** (*bis Hiatus aorticus*)

Aa. bronchiales sin.

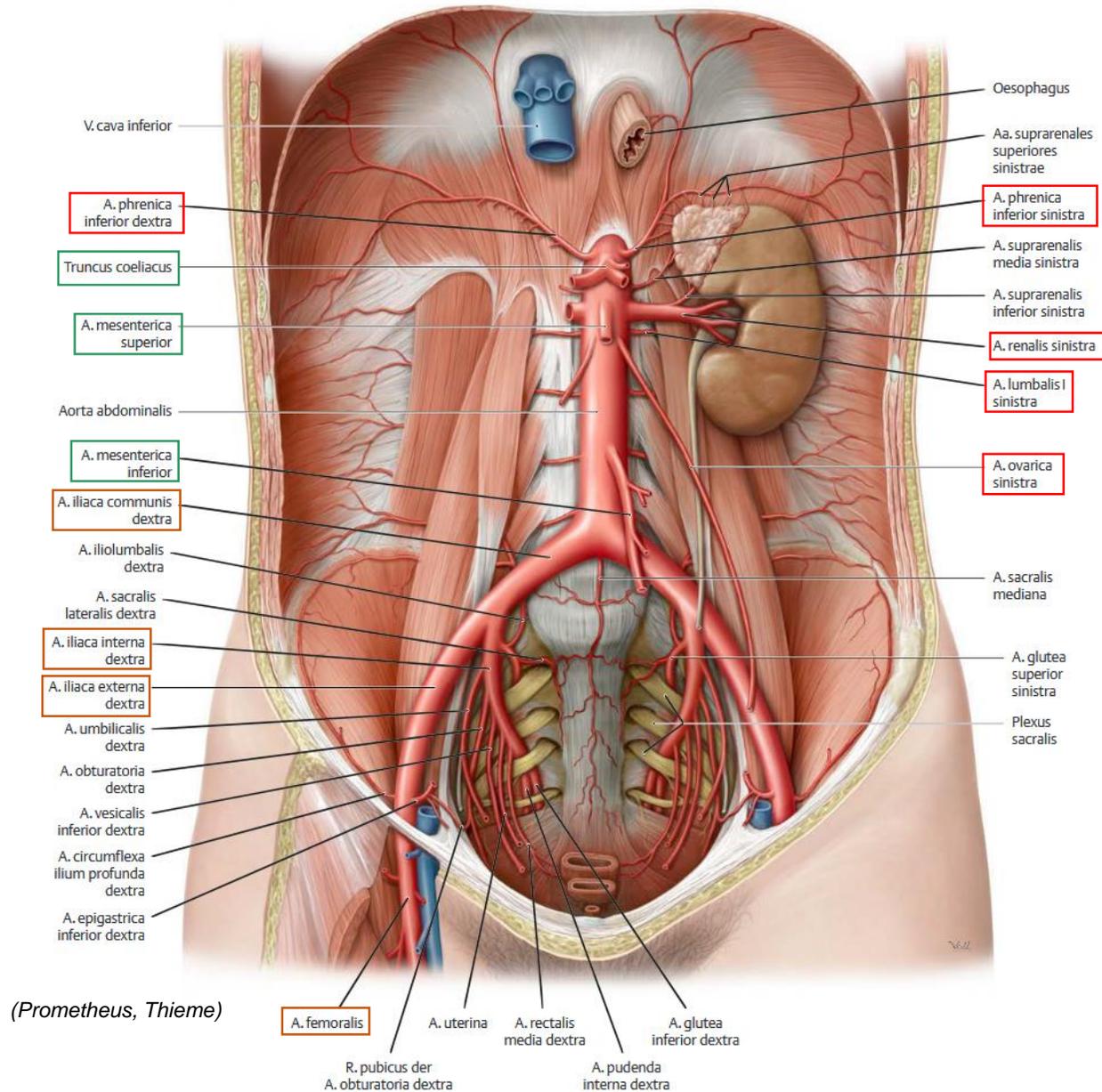
Rr. oesophageales / mediastinales

Rr. pericardiaci

Aa. phrenicae sup.

Aa. intercostales post.

# Aorta (Abdomen)



(Prometheus, Thieme)

## Aorta abdominalis

### Paarige Äste

- Aa. phrenicae inferiores
- Aa. renales
- Aa. lumbales I-IV
- Aa. testiculares / ovaricae

### Unpaarige Äste

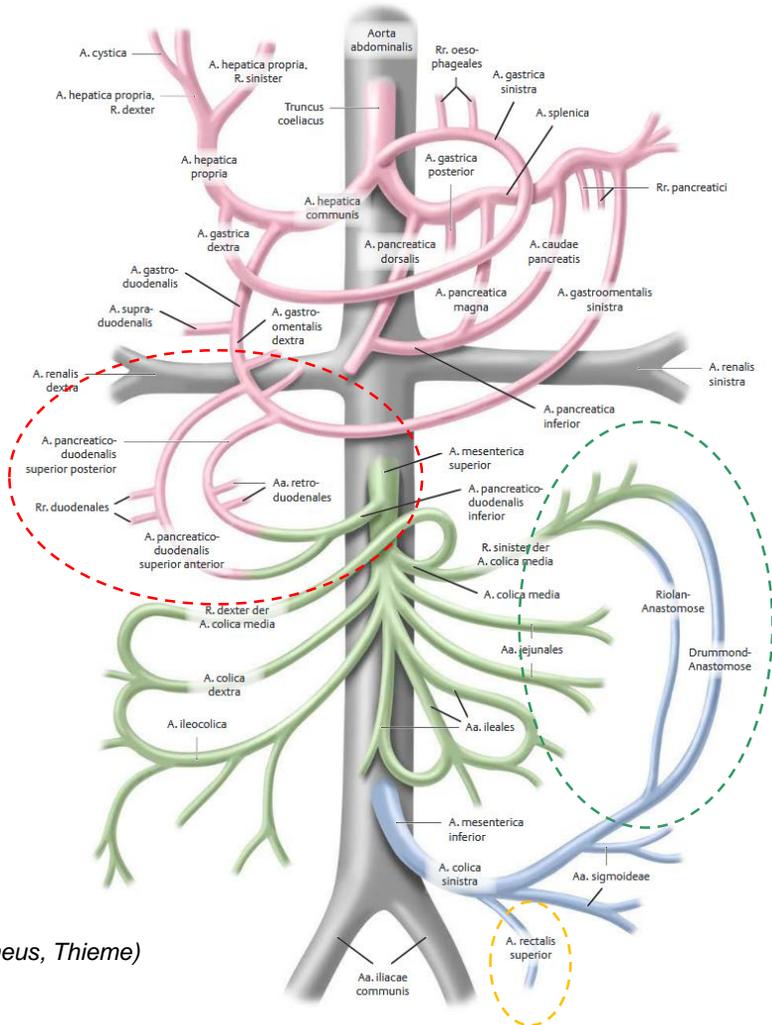
- Truncus coeliacus
- A. mesenterica sup.
- A. mesenterica inf.

## Bifurcatio aortae

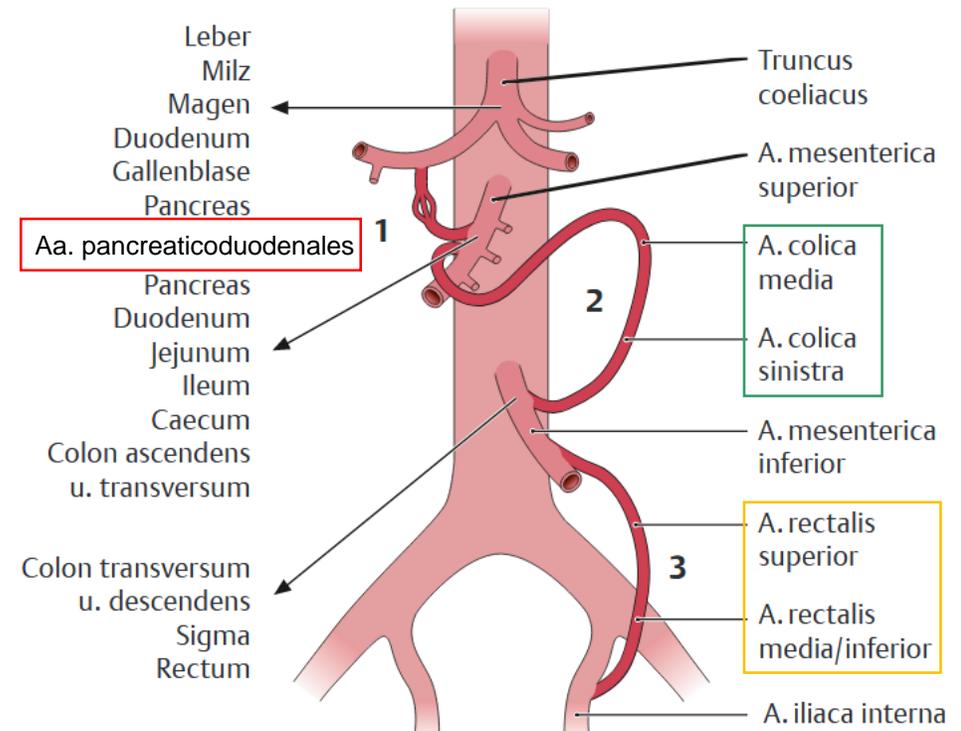
- A. iliaca communis sinister / dexter
- A. iliaca interna
- A. iliaca externa → A. femoralis

# Unpaarige Aortenäste (Anastomosen)

Tr. coeliacus, A. mesenterica sup. /inf.  
(Versorgung der Baueingeweide)

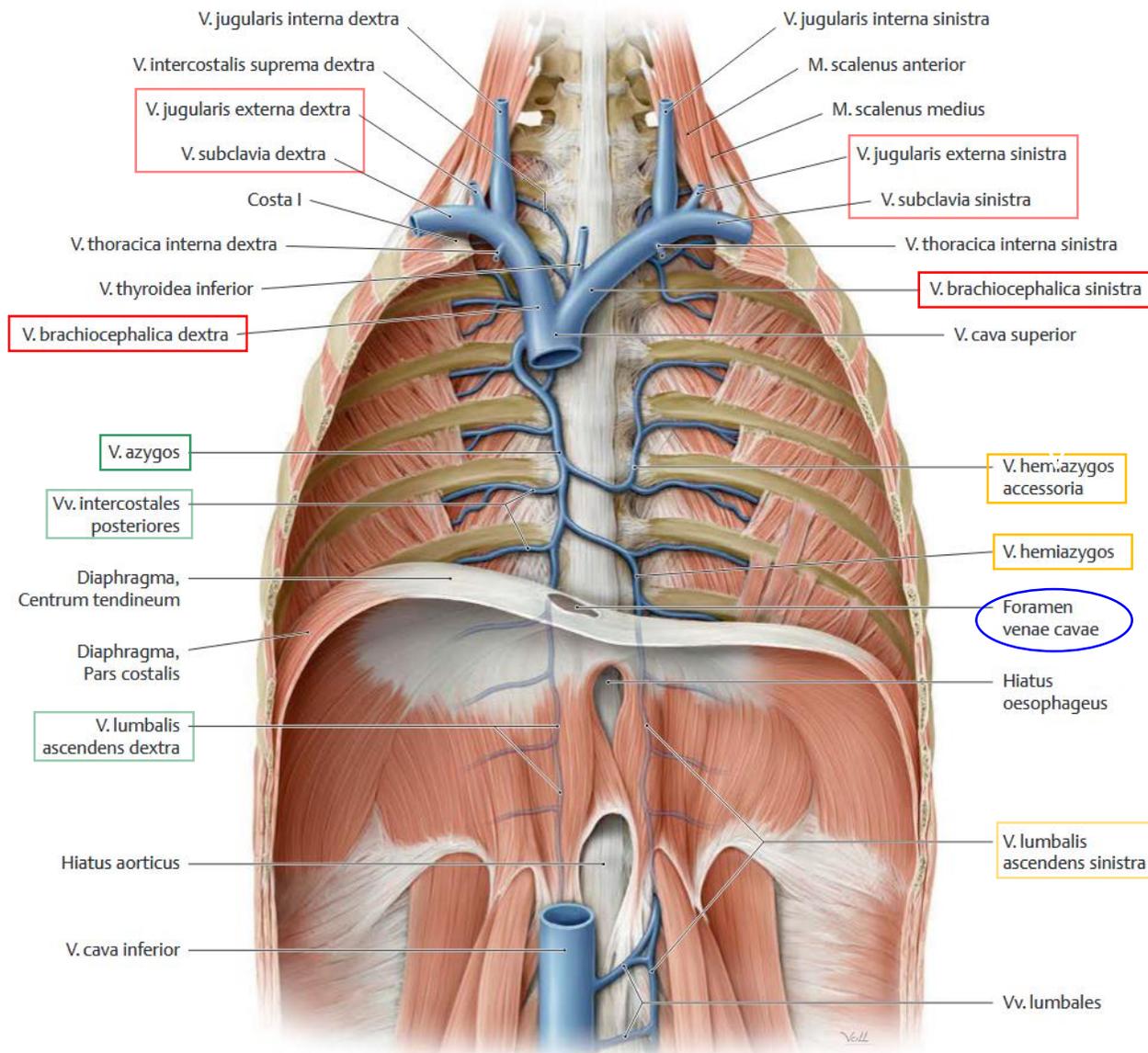


Anastomosen zwischen den Stromgebieten



(Prometheus, Thieme)

# V. cava superior und Azygosvenen (Thorax)



## Vena cava superior

### **V. brachiocephalica sinistra/dextra**

- V. jugularis interna sinistra/dextra
- V. subclavia sinistra/dextra
- V. thyroidea inferior sinistra/dextra

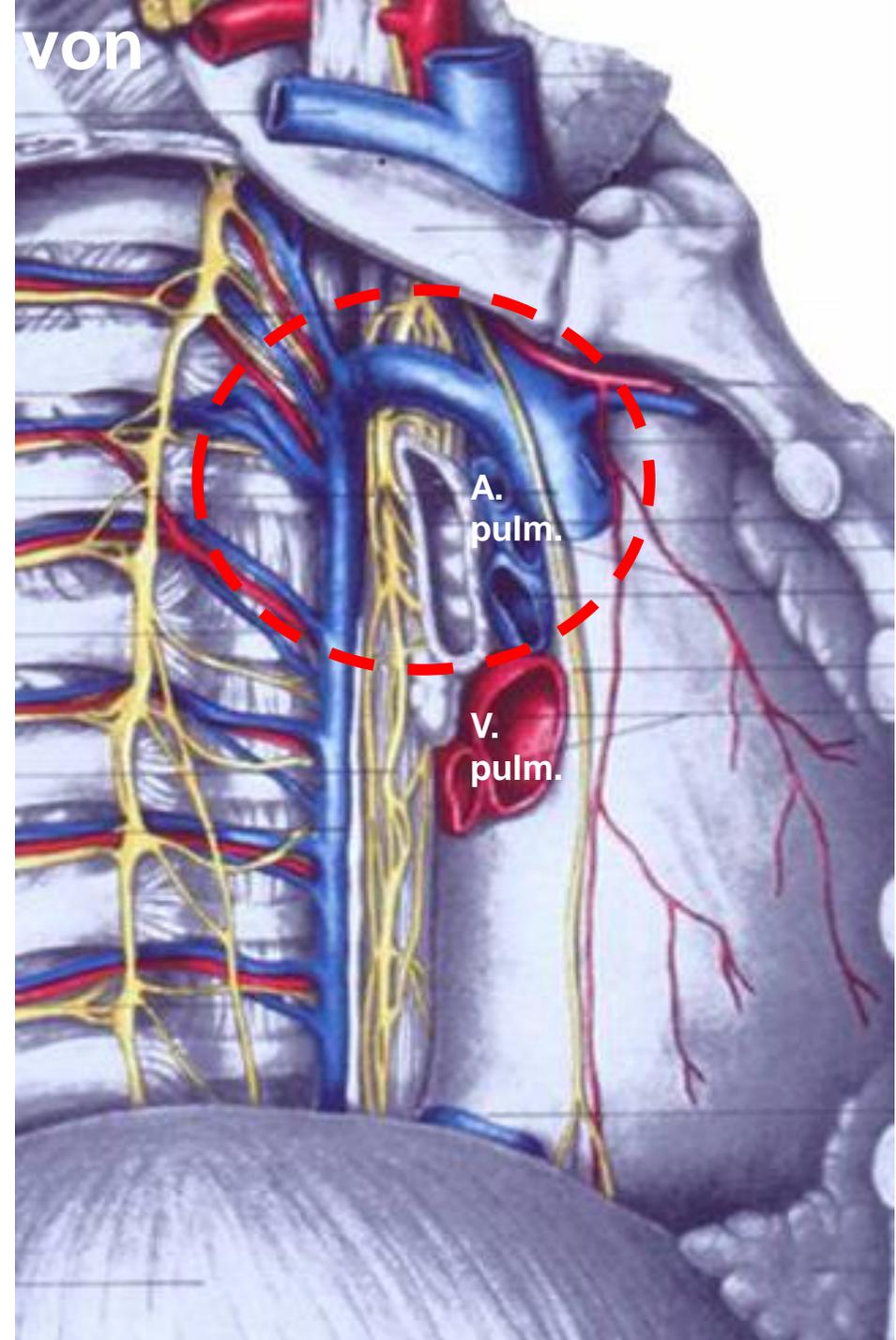
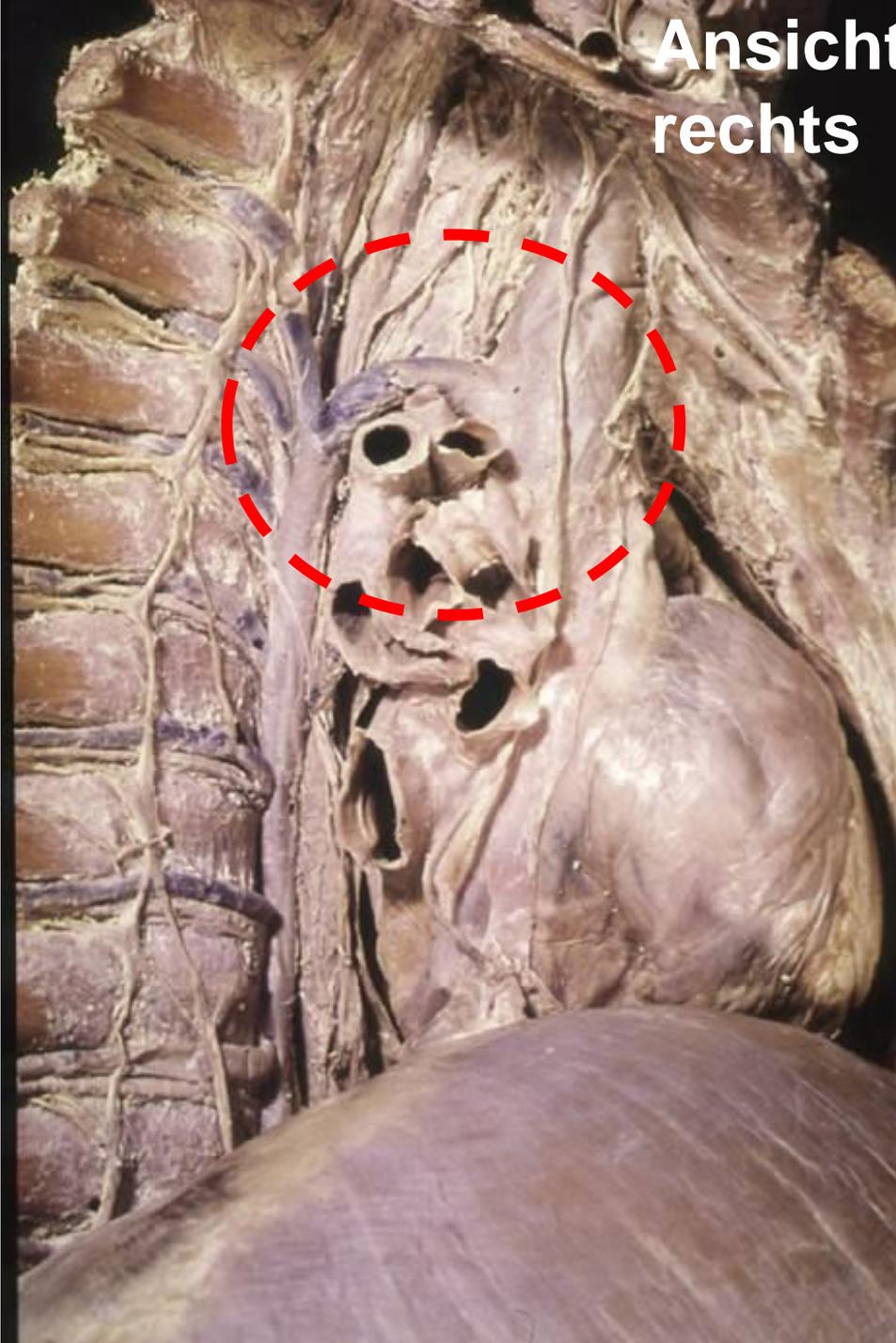
### **V. azygos**

- V. lumbalis ascendens dextra
- Vv. intercostales post. dextrae
- Vv. bronchiales
- Vv. ösophageales
- Vv. mediastinales
- Vv. pericardiacae

### **V. hemiazygos (+ hemiazygos accessoria)**

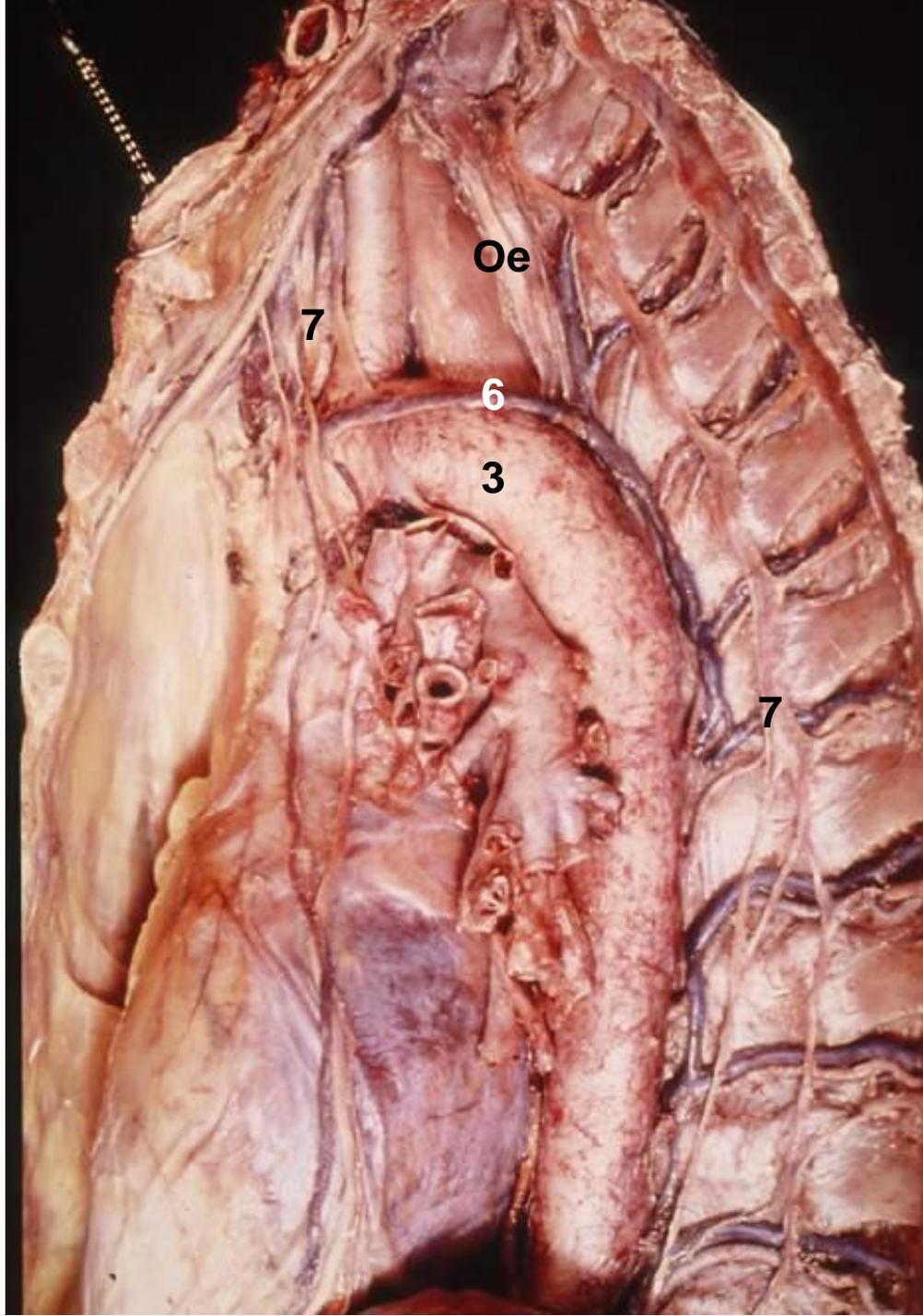
- V. lumbalis ascendens sinistra
- Vv. intercostales post. sinistrae

Ansicht von  
rechts

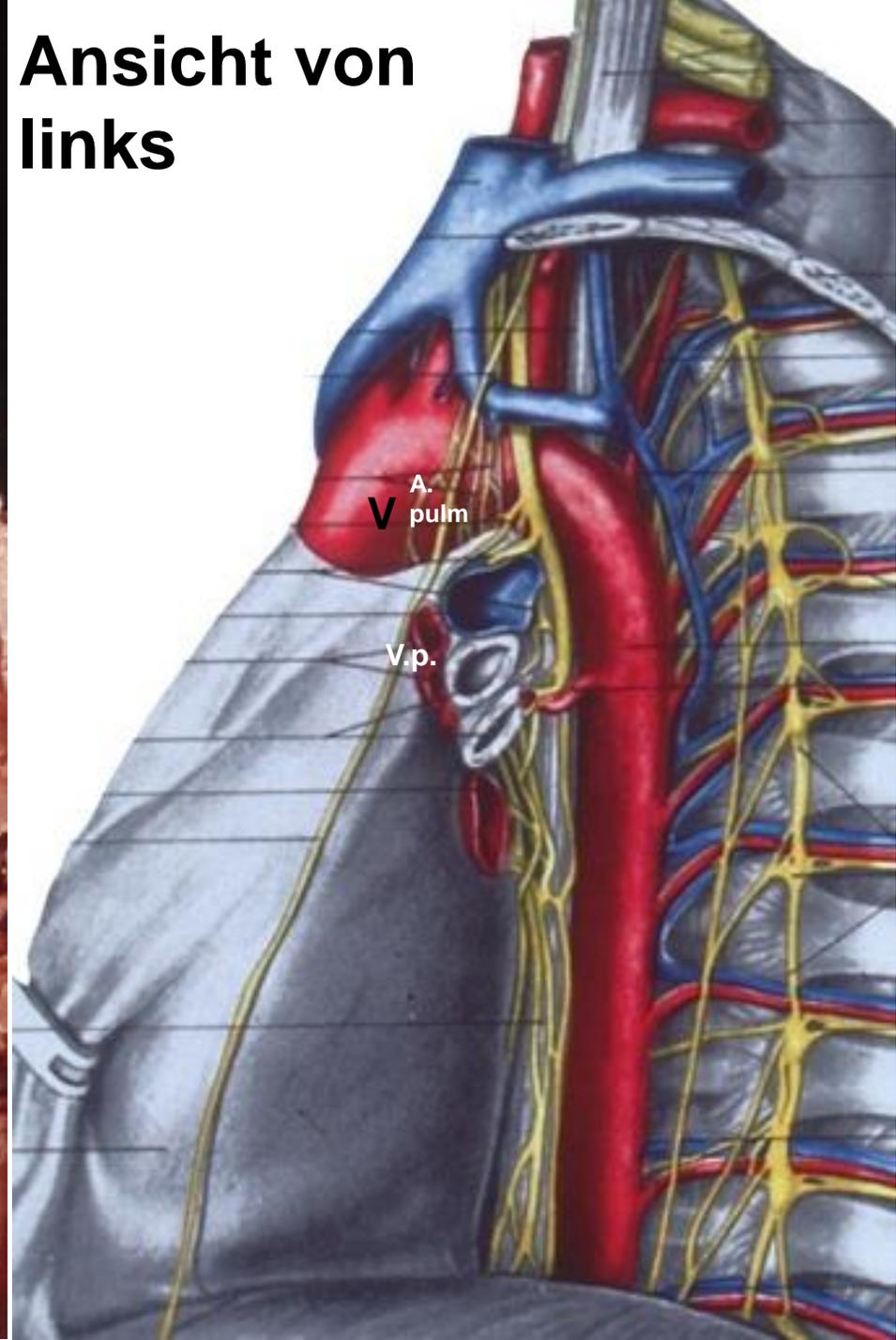


A.  
pulm.

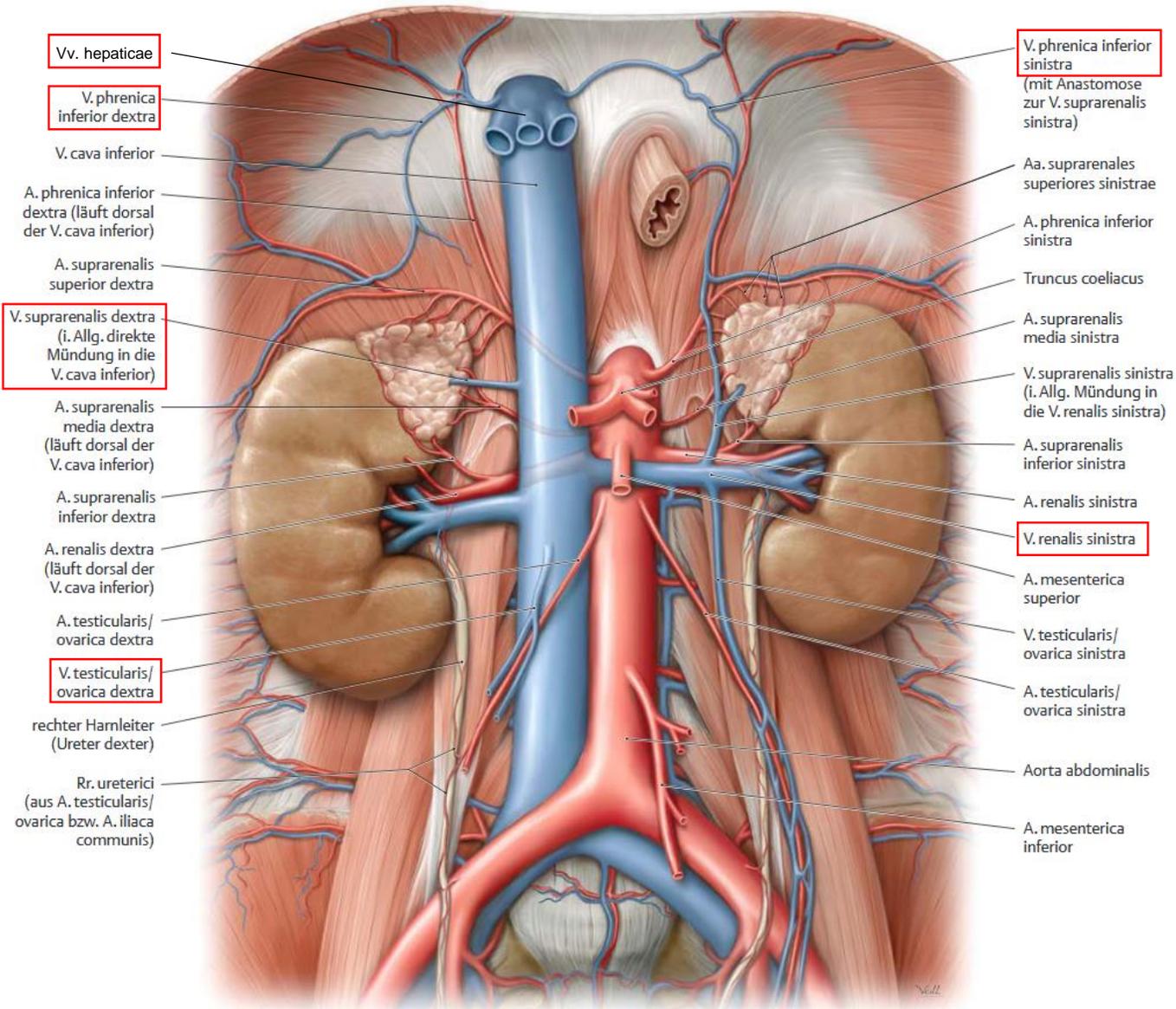
V.  
pulm.



## Ansicht von links



# V. cava inferior (Abdomen)



## Vena cava inferior

- Vv. hepaticae
- V. phrenica inf.
- V. suprarenalis dextra
- V. renalis
- V. testicularis/ovarica dextra

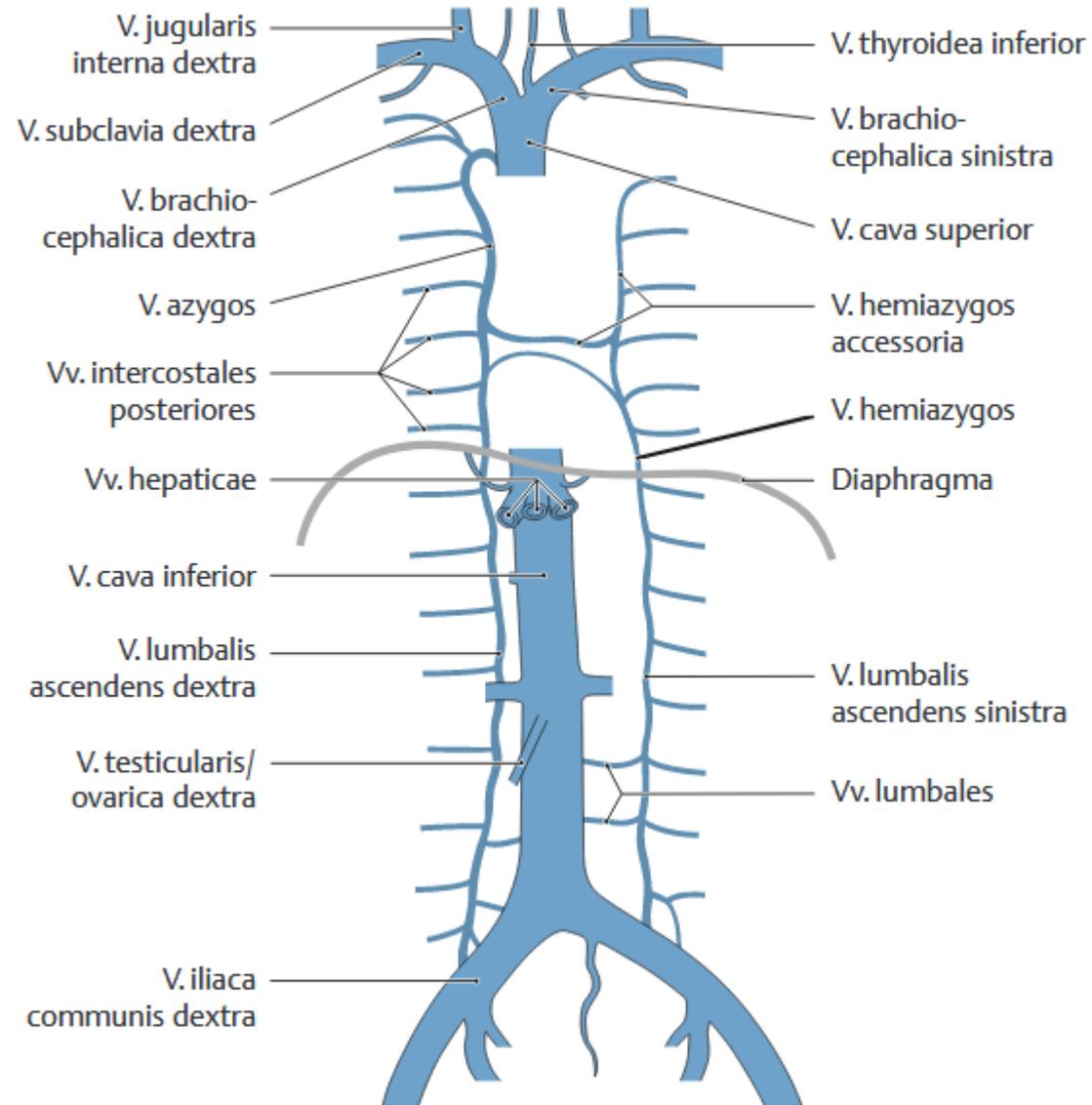
## Vena iliaca communis dextra

- V. lumbalis ascendens dextra
- V. iliaca interna / externa

## Vena iliaca communis sinistra

- V. lumbalis ascendens sinistra
- V. iliaca interna / externa

# Kavokavale (interkavale) Anastomosen



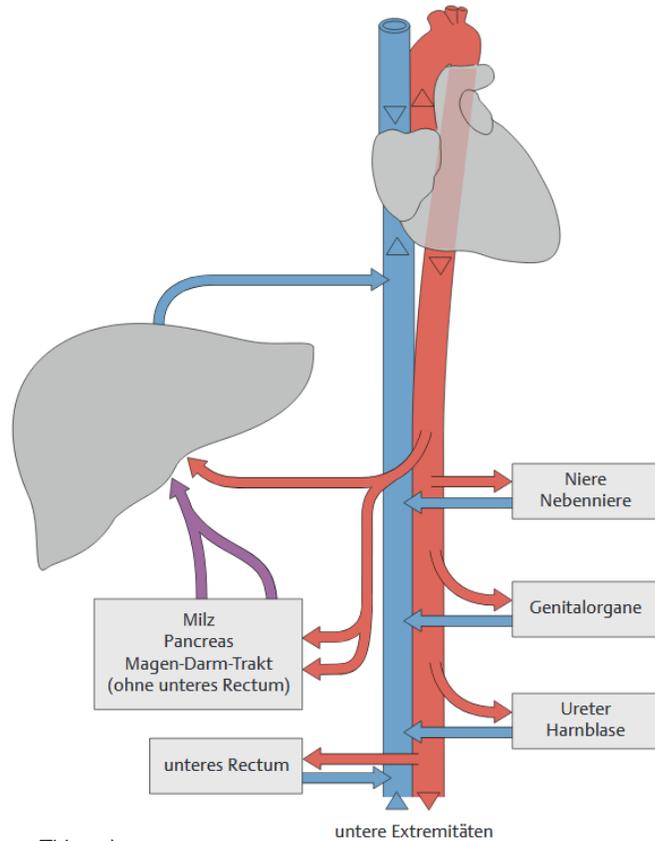
(Prometheus, Thieme)

## Verbindung zwischen Stromgebiet der Vena cava inferior und der Vena cava superior

- V. azygos + V. lumbalis ascendens dextra
- V. hemiazygos + V. lumbalis ascendens sinistra
- zusätzlich noch via Venen der vorderen Bauch/Thorax Wand (hier nicht eingezeichnet)

# Portokavale Anastomosen

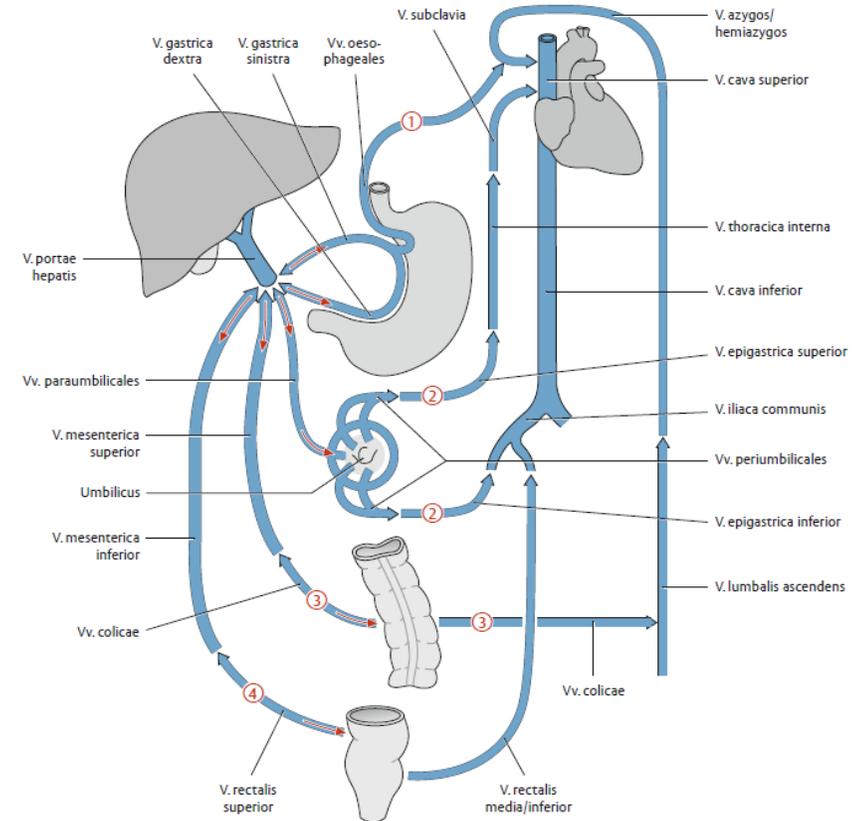
## Portalvenensystem: Darm/Leber



(Prometheus, Thieme)

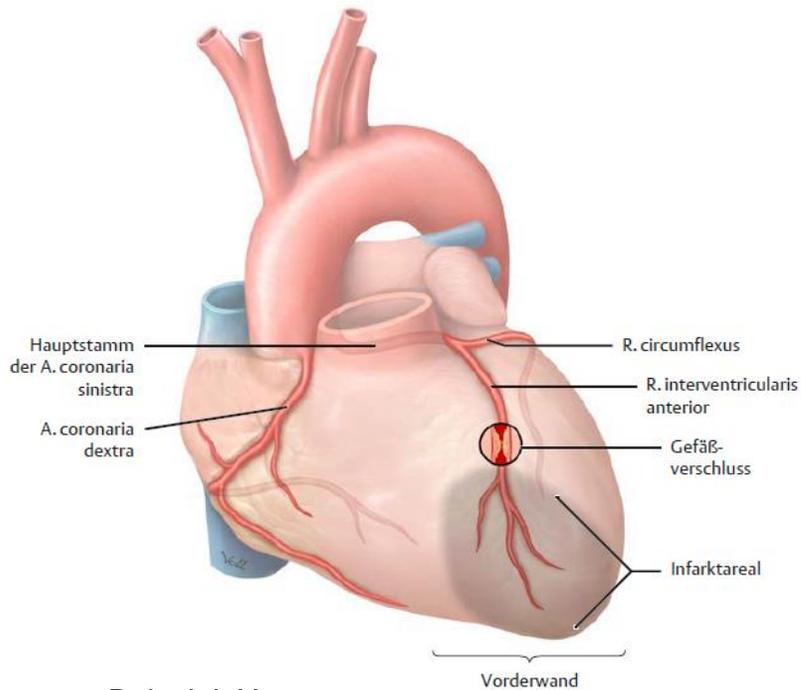
Venöses Blut der Baucheingeweide wird via Pfortader erst zur Leber gebracht und erst dann via Vv. hepaticae zur V. cava inferior

## Portokavale Anastomosen



Verbindungen zwischen Pfortader und V. cava sup. via Venen des Oesophagus, des Nabels, und des Enddarms (Umgehungskreislauf bei Leberzirrhose)

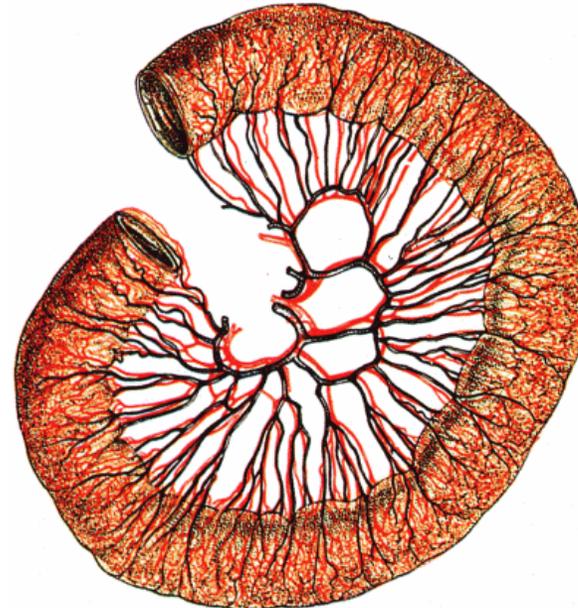
# Besonderheiten des Gefäßsystems



Beispiel: Herz

## Endarterien

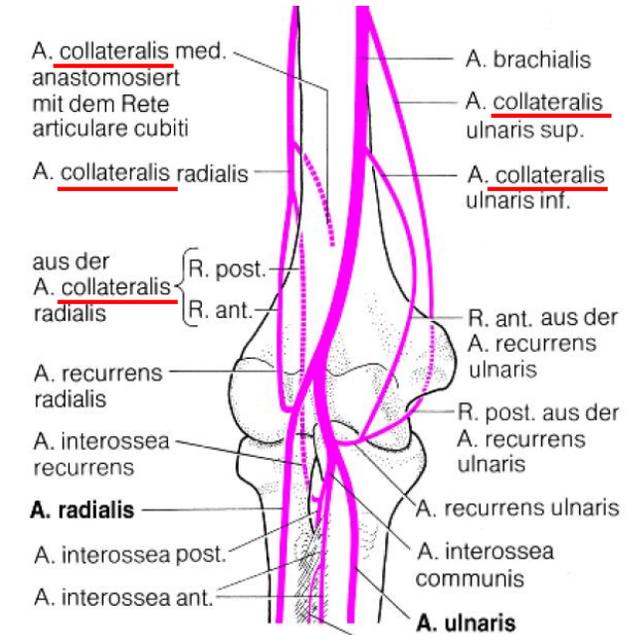
Arterien, die exklusiv ein Gebiet versorgen (keine funktionellen Anastomosen mit anderen Arterien)



Beispiel: Darm

## Anastomosen

Verbindungen zwischen Gefäßen (Arterie-Arterie, Arterie-Vene oder Vene-Vene) unter Umgehung eines Kapillarnetzes

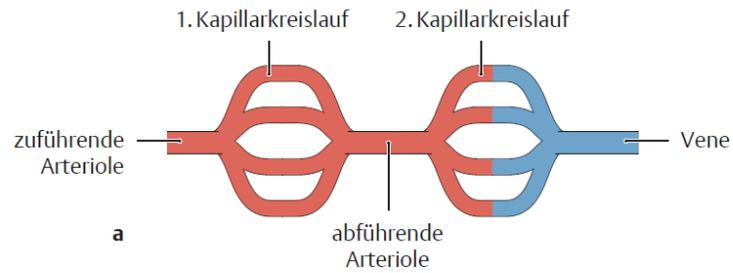


Beispiel: Ellenbeuge

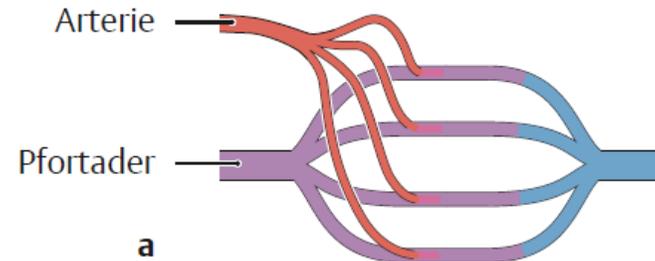
## Kollateralen

Parallel verlaufende, miteinander in Verbindung stehende Gefäße

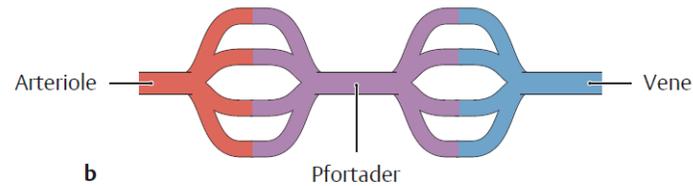
# Besonderheiten des Gefäßsystems



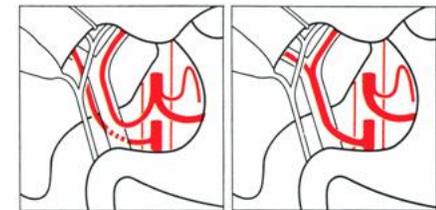
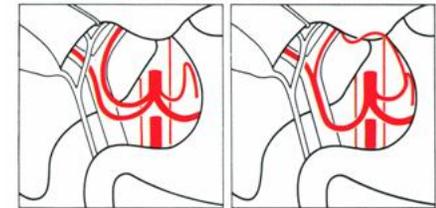
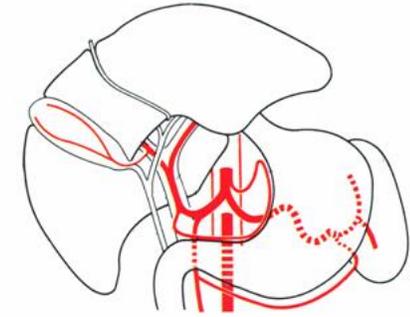
*Beispiel: Niere*



*Beispiel: Leber*



*Beispiel: Leber*



*Beispiel: Leber*

## Rete mirabile

Zwei hintereinander geschaltete Kapillarsysteme

(a) arteriell

(b) venös – «Pfortadersystem»

## Doppelte Versorgung

Zwei getrennte Gefäßsysteme vereinigen sich zu einem

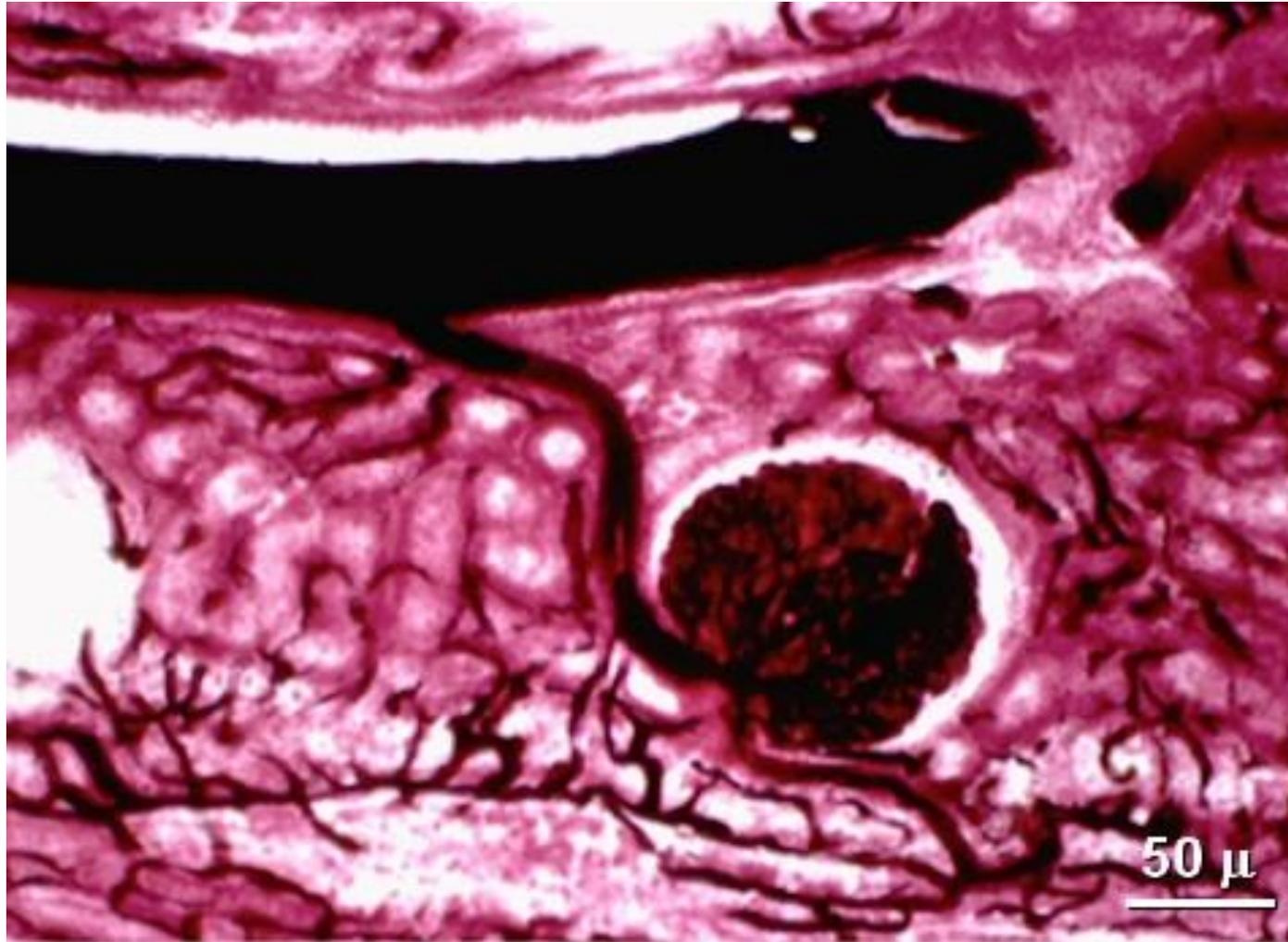
Kapillarnetz

## Variationen

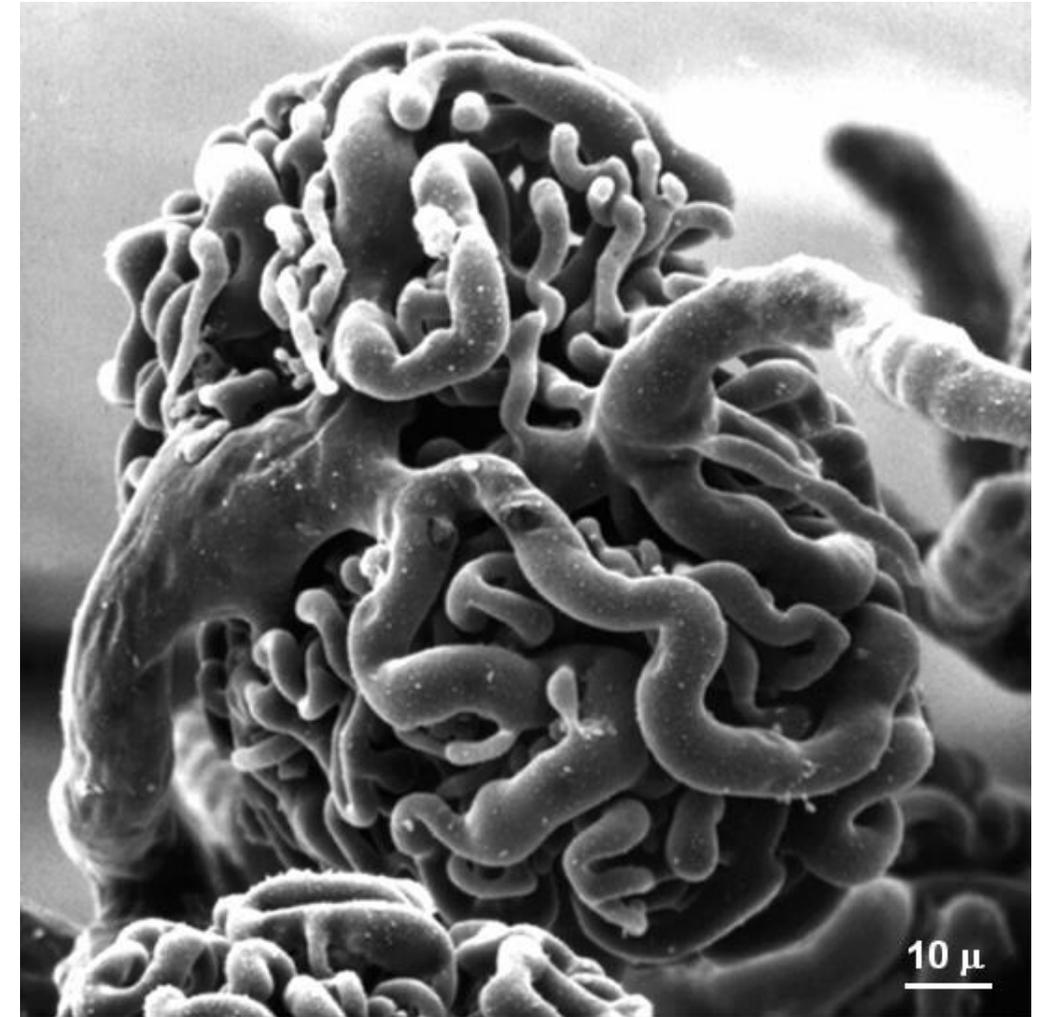
Je kleiner das Gefäß desto häufiger Variationen, venöse Gefäße variabler als arterielle Gefäße

# Rete mirabile - Wundernetz

Niere (Tuscheinjektion)



Nierenkörperchen (Raster EM)



*(Groscurth, Histologie online)*

# Überblick

## 1) Herz und grosse Gefässe

Herz und Thorax allgemein  
Herzlage, -grösse, -gewicht  
Gliederung Gefässsystem,  
grosse Gefässstämme (Aorta, Vena cava  
sup. et inf., Azygossystem),  
Besonderheiten

## 2) Herzstruktur / Herzklappen

Äussere Form (Basis, Apex, Facies)  
Aussenrelief (Sulci), Myoarchitektonik  
Abgang/Einmündung der grossen Gefässe  
Räume (Vorhöfe, Kammern, Septen)  
Herzklappen (Funktion, Aufbau), Herzskelett  
Auskultation, Perkussion, Bildgebung

## 3) Herzwand

Bauprinzip (Endo, Myokard, Epikard)  
Histologie (Kennzeichen, Sarkomer)  
Myoendokrine Zellen (ANP)

## 4) Gefässe: Arterien / Venen

Grundprinzip, Aufbau, Schichtung (inkl. allg. Histo-  
glatte Muskulatur), elastische vs. muskuläre Arterien,  
Vasa und nervi vasorum, Venenklappen,  
Stammvenen vs. periphere Venen

## 5) Gefässe: Arteriolen, Kapillaren, Venulen

Anordnung, Aufbau, Dimensionen, Kapillartypen  
(geschlossen, gefenstert, offen), Endothelien,  
Perizyten, Venulen

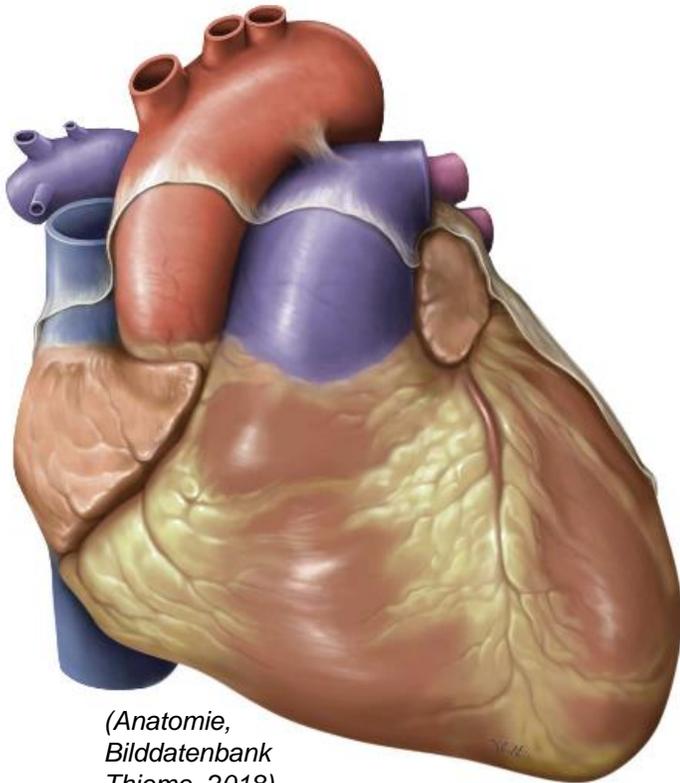
## 6) Herz: Reizbildung/leitung, Innervation, Durchblutung, Lage im Thorax

Erregungsbildung / -leitung (Sinus-, AV-Knoten,  
etc.), Plexus cardiacus (Sympathicus,  
Parasympathicus), Koronararterien, Herzvenen,  
Herzbeutel (Aufbau, Umschlagslinien), Mediastium  
(Einteilung, Inhalt), Topographie

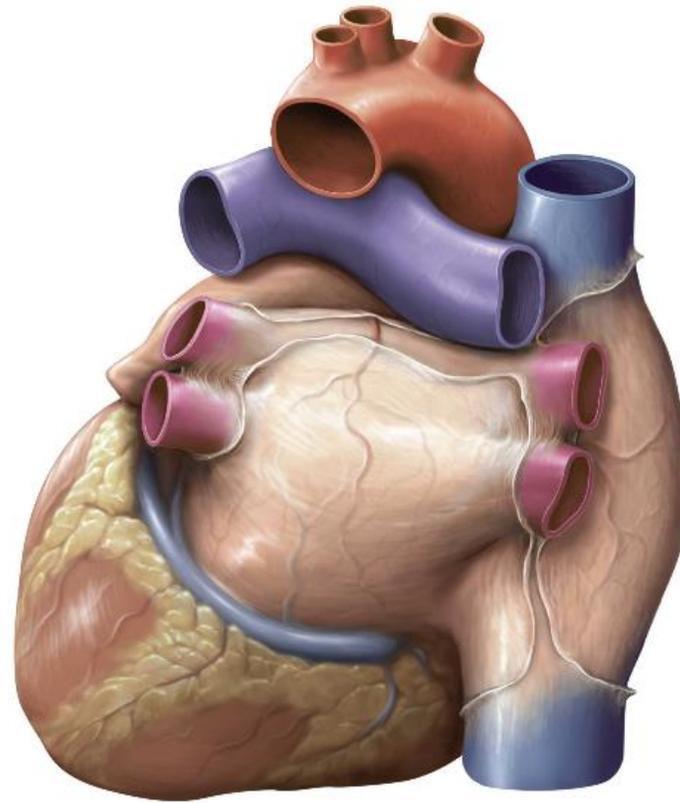
## 5) Lymphgefässe

Anordnung, Aufbau und grosse Lymphgefässstämme

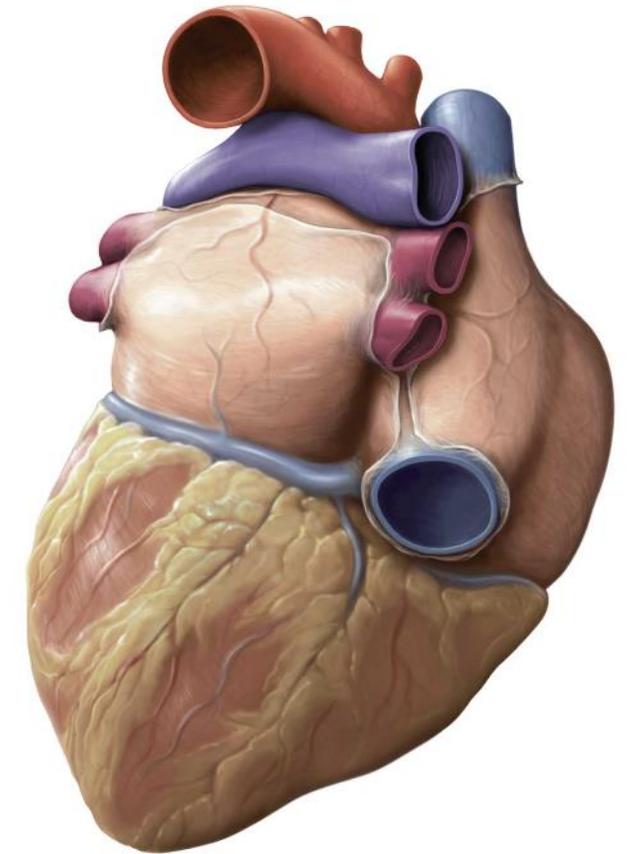
# Herz – Hauptflächen



Vorderfläche  
*Facies sternocostalis*

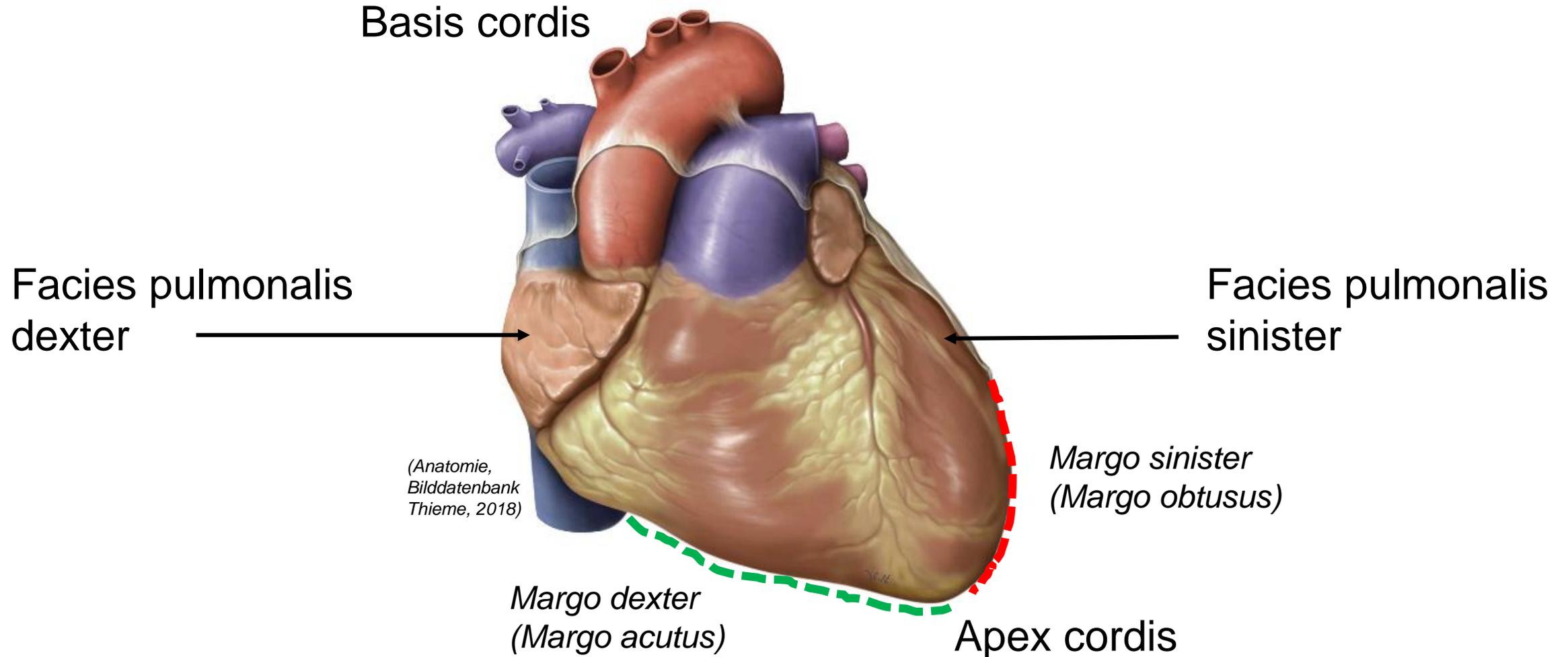


Rückfläche  
*Facies posterior*  
(Basis cordis)

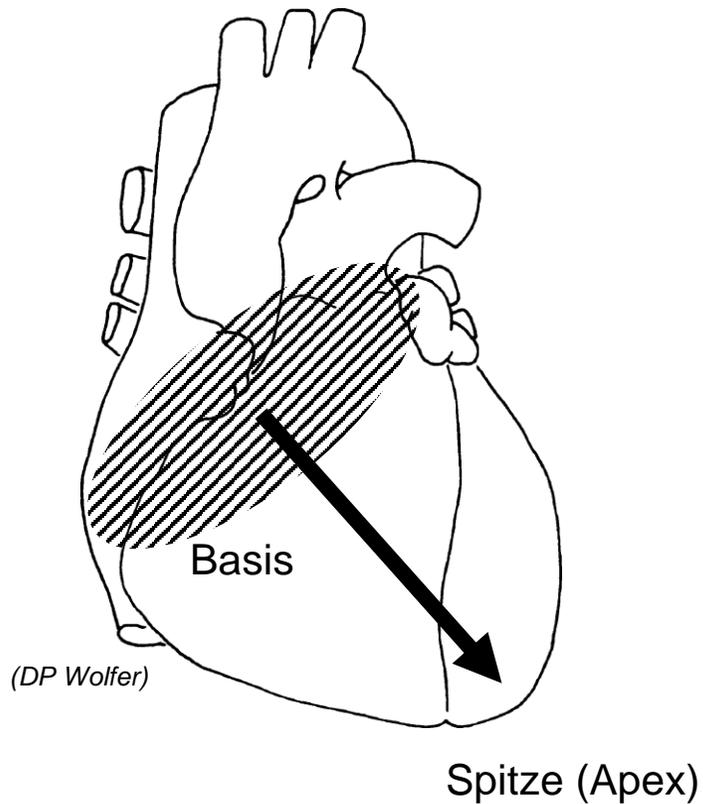


Unterfläche  
*Facies diaphragmatica*  
(klinisch: «Hinterwand»)

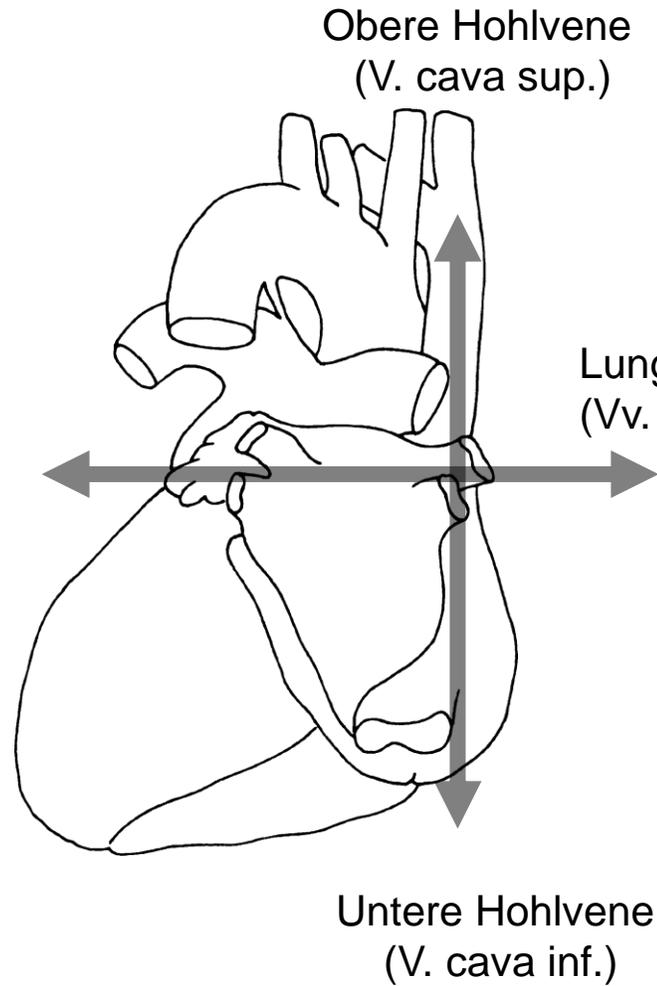
# Herz – Weitere Flächen



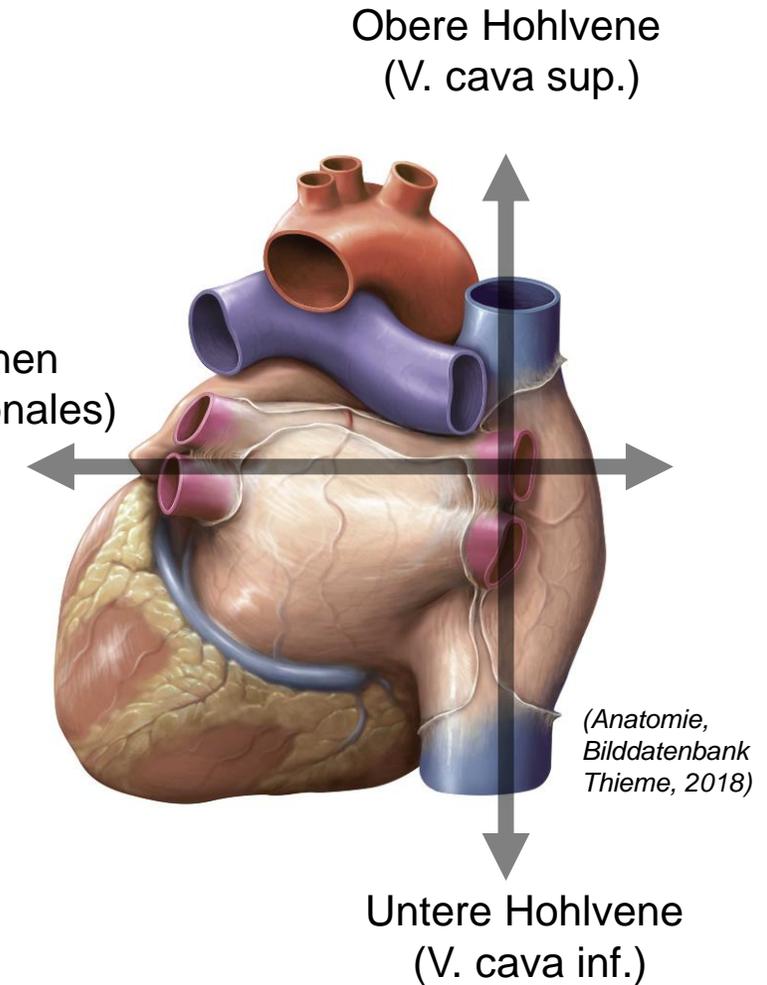
# Herzachse und Venenkreuz



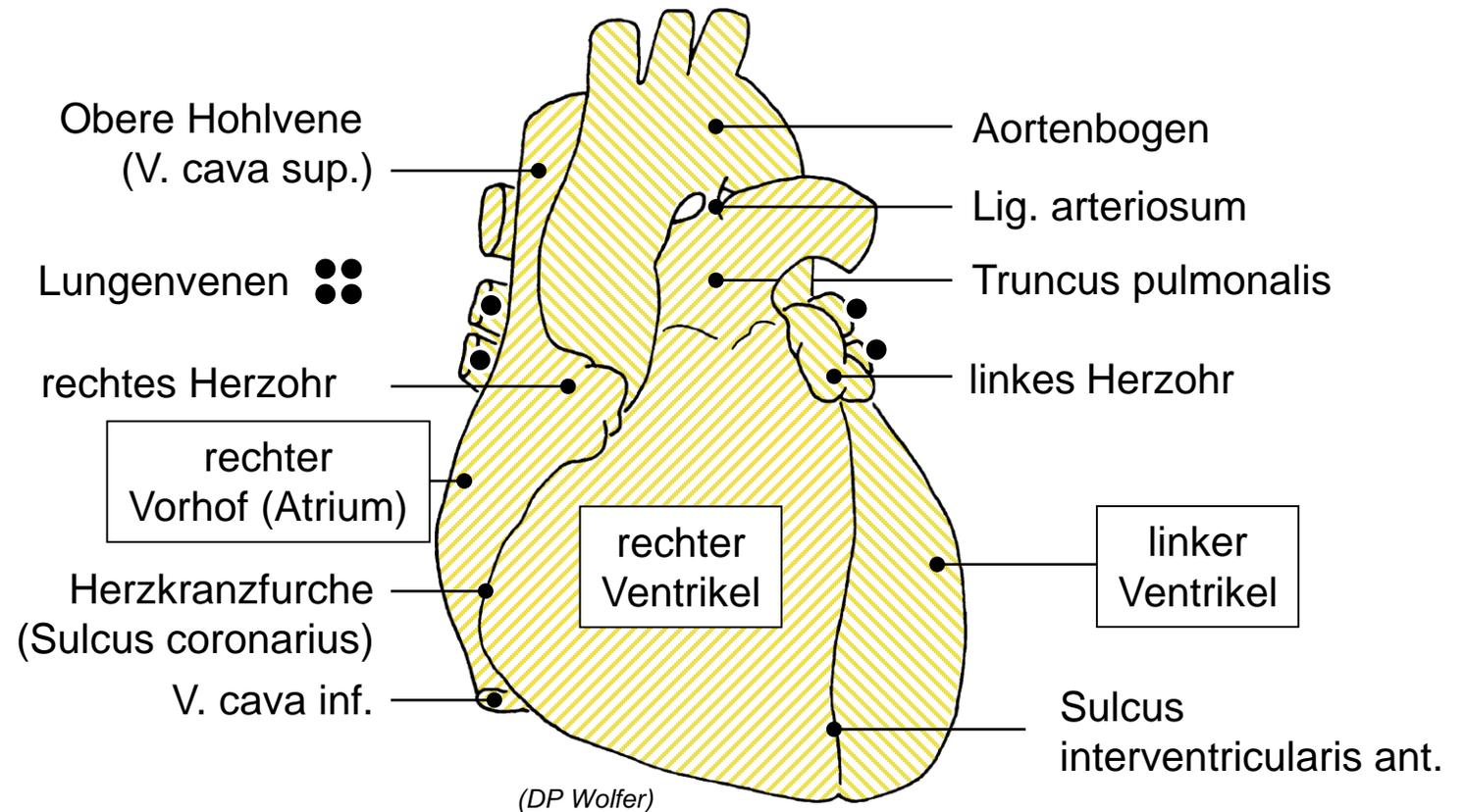
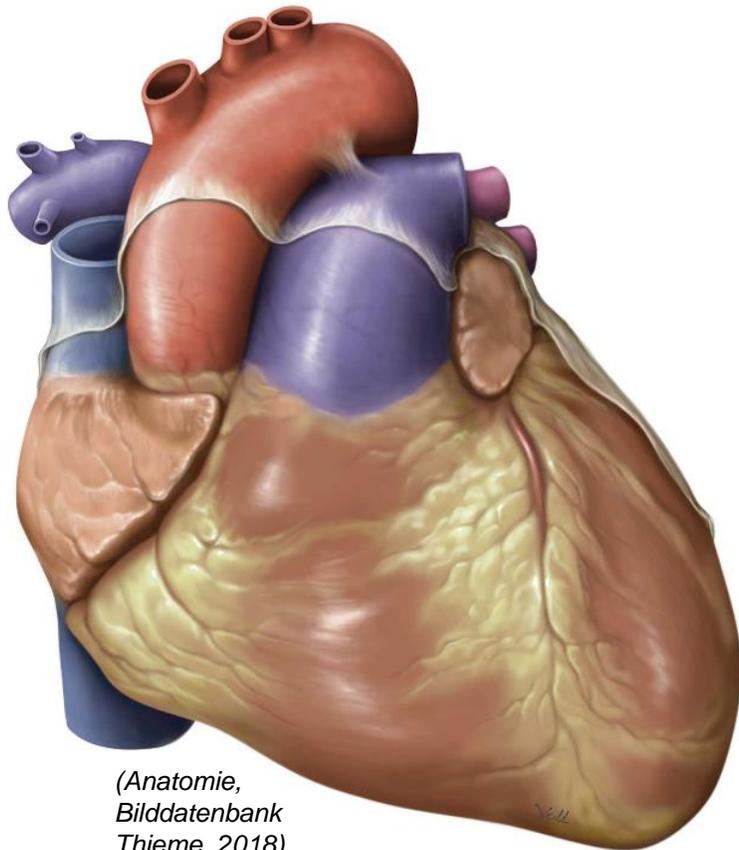
Ansicht von ventral



Ansicht von dorsal

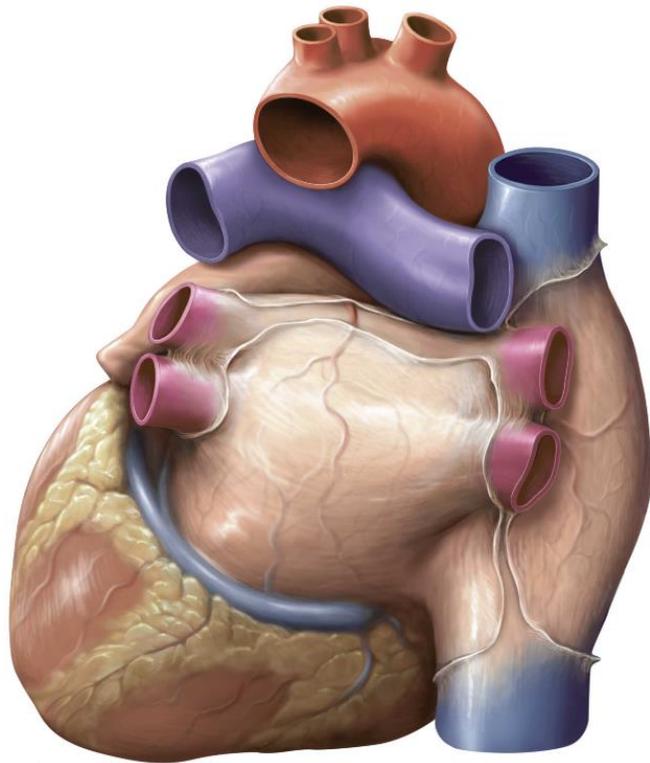


# Herz – Ansicht von ventral

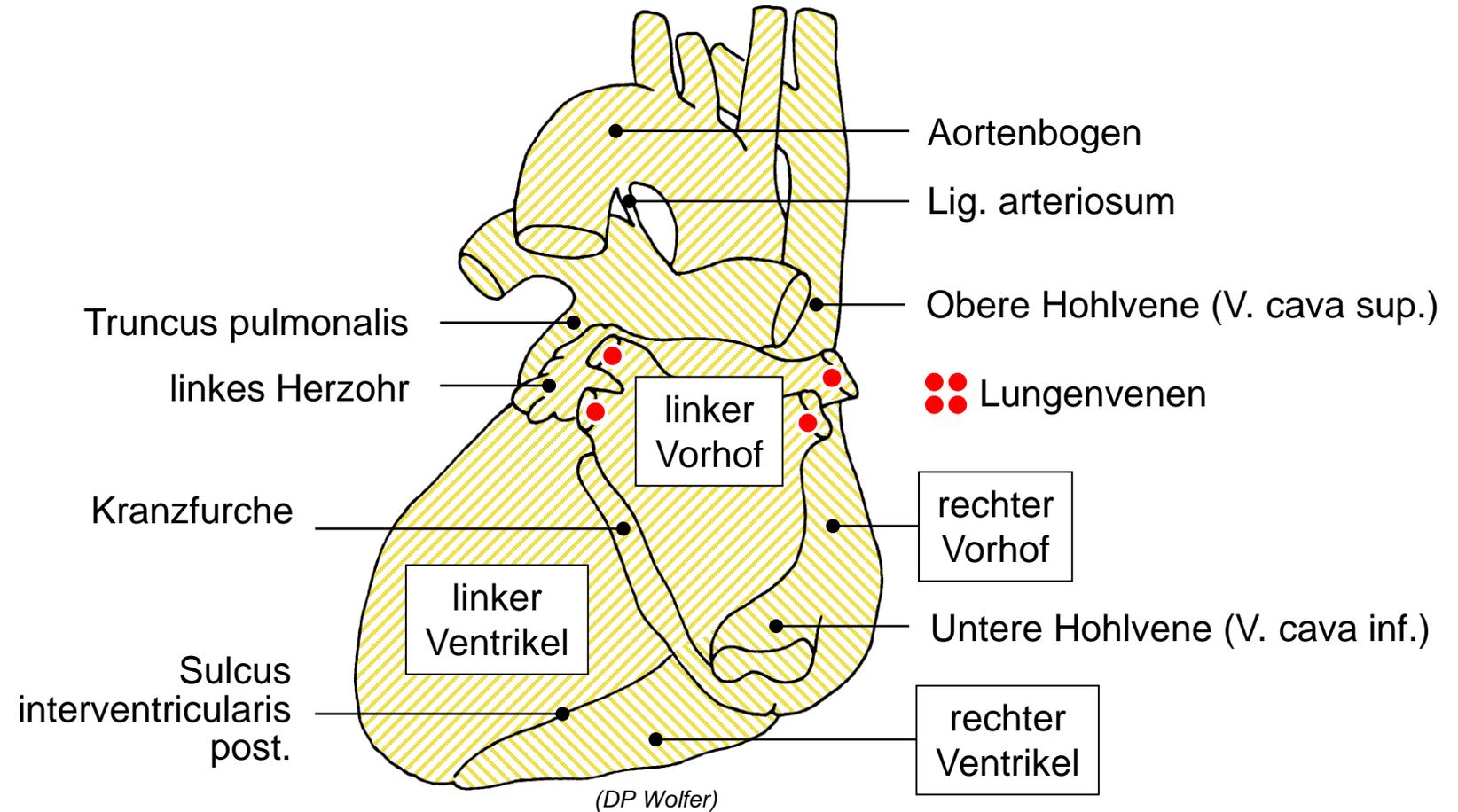


Vor allem rechte und linke Herzkammer (Ventrikel) und arterielle Gefäße (Aorta, Truncus pulomanalis)

# Herz – Ansicht von dorsal

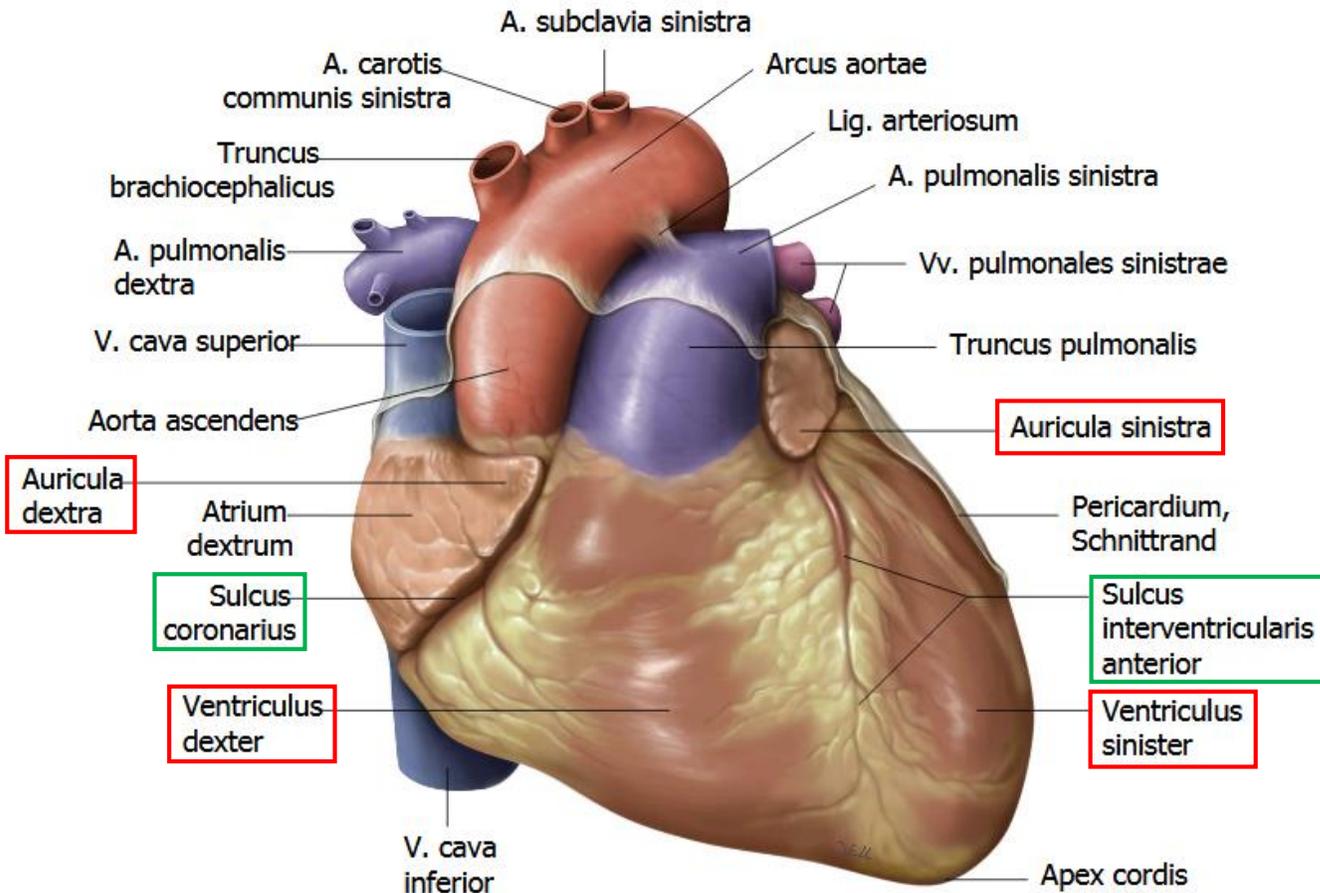


(Anatomie,  
Bilddatenbank  
Thieme, 2018)



Vor allem rechter und linker Vorhof (Atrium) und venöse Gefäße (Vv. cava sup. et inf. / Vv. pulmonales)

# Herz – Äussere Form



## Relief

- Sulcus coronarius
- Sulcus interventricularis anterior
- Sulcus interventricularis posterior

## Vorhöfe

- Atrium dextrum (mit Auricula dextra)
- Atrium sinistrum (mit Auricula sinistra)

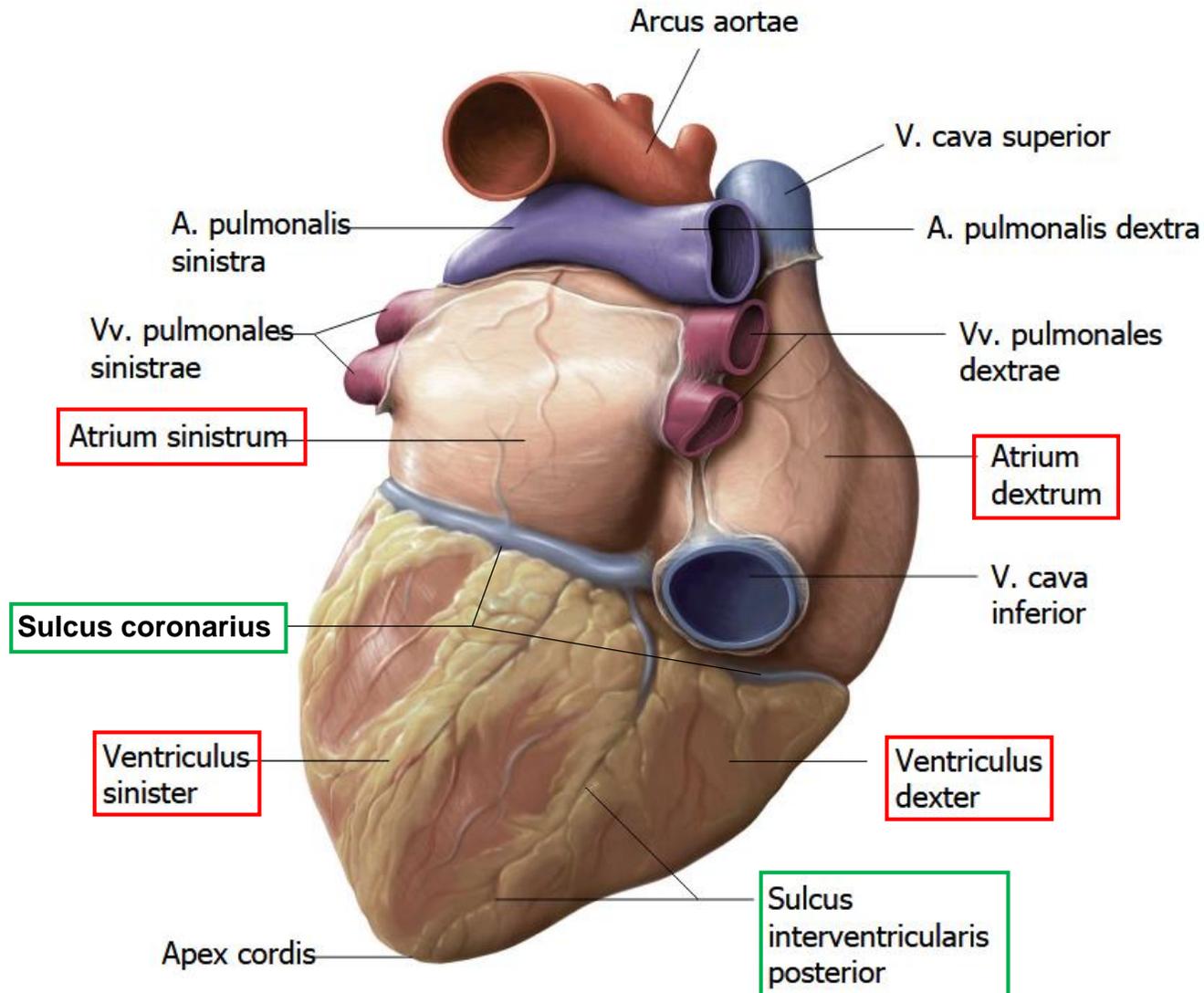
## Kammern

- Ventriculus dexter
- Ventriculus sinister

## Gefässe

- Aorta (Aorta ascendens / Arcus aortae)
- Truncus pulmonalis
- Vena cava superior / V. cava inferior
- Venae pulmonales

# Herz – Äussere Form



## Relief

- Sulcus coronarius
- Sulcus interventricularis anterior
- Sulcus interventricularis posterior

## Vorhöfe

- Atrium dextrum (mit Auricula dextra)
- Atrium sinistrum (mit Auricula sinistra)

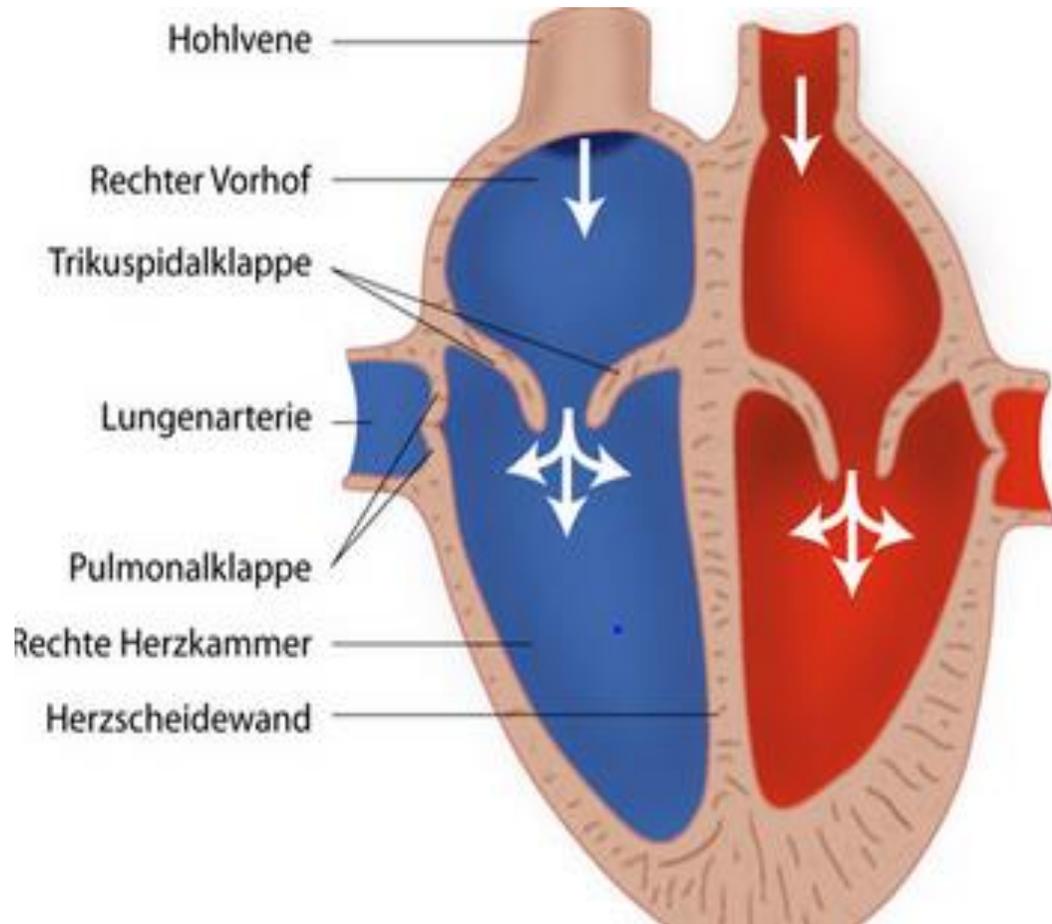
## Kammern

- Ventriculus dexter
- Ventriculus sinister

## Gefässe

- Aorta (Aorta ascendens / Arcus aortae)
- Truncus pulmonalis
- Vena cava superior / V. cava inferior
- Venae pulmonales

# Herz – Binnenstrukturen



## Hohlmuskel mit 4 Binnenräumen

- rechter Vorhof
- linker Vorhof
- rechte Kammer
- linke Kammer

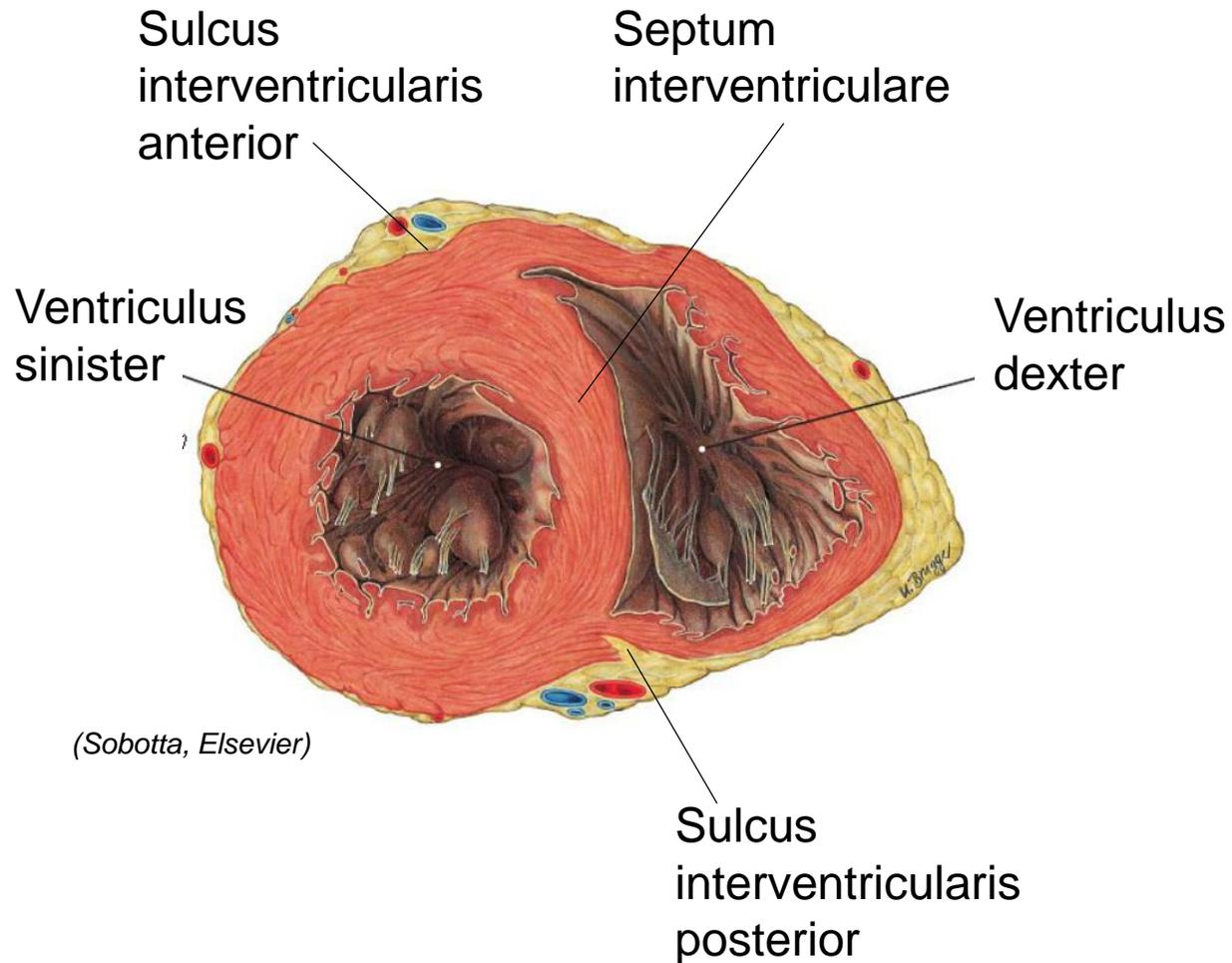
## Herzscheidewand mit 2 Anteilen

- Septum interatriale
- Septum interventriculare

## Herzklappen mit 2 Anteilen

- Valva atrioventricularis dexter
- Valva atrioventricularis sinister
- Valva pulmonalis
- Valva aortae

# Herz – Binnenstrukturen



## Herzmuskel (Myokard)

~70% Muskelfasern

~30% Bindegewebe, Gefäße

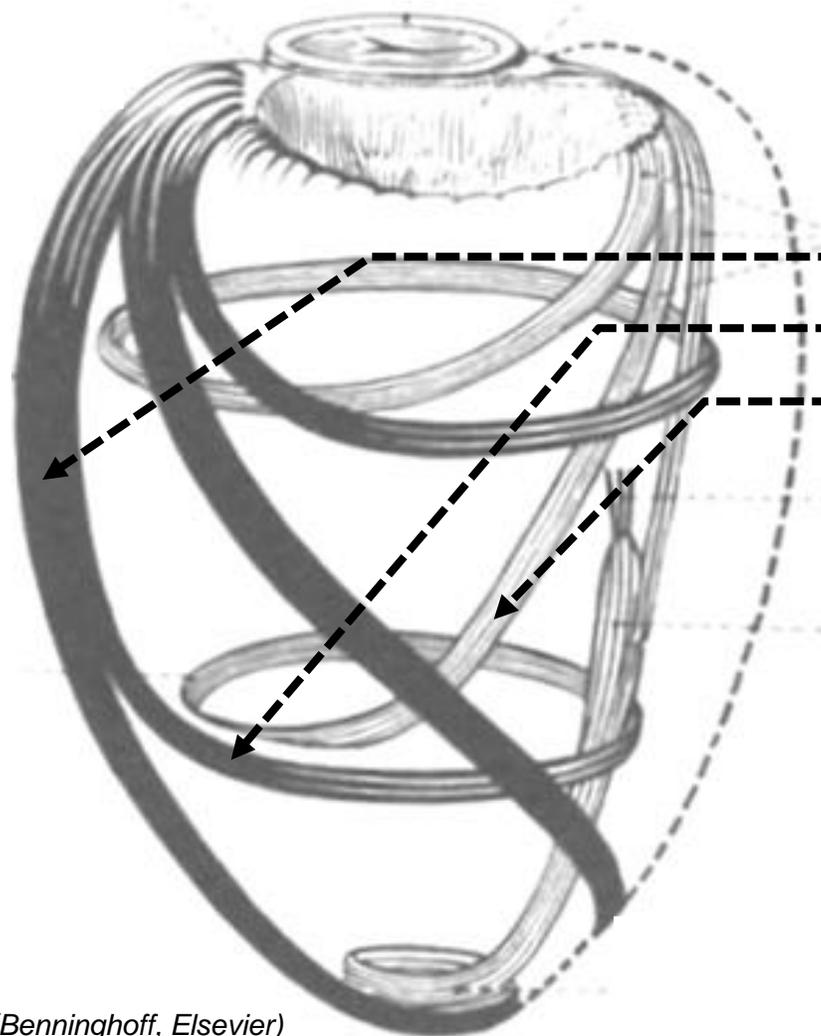
## Unterschiede in der Wanddicke

- Linker vs. rechter Ventrikel
- Septum interventriculare  
→ funktionell Teil linker Ventrikel
- Anpassung an vermehrte Belastung  
→ Hypertrophie der Muskelfasern  
→ keine Hyperplasie !
- Muskelbündel in Lichtung vorwölbend

Horizontalschnitt auf Höhe der Ventrikel

# Funktioneller Bau des Herzmuskels

Isolierter linker Ventrikel



## Schraubentour der Muskelfasern

### Drei Schichten

Äussere Längsschicht

Mittlere Ringschicht

Innere Längsschicht

### Umkehrpunkt an Herzspitze

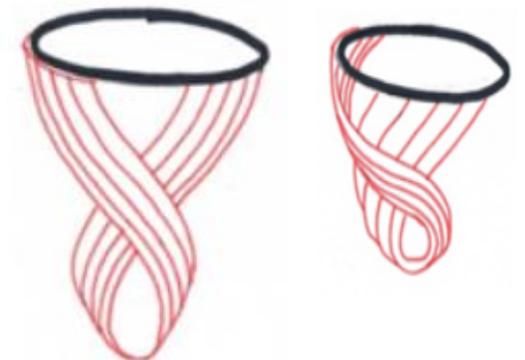
→ Vortex cordis

### Verbesserte Auswurfleistung

Kontraktion in  
Längs- und Querrichtung

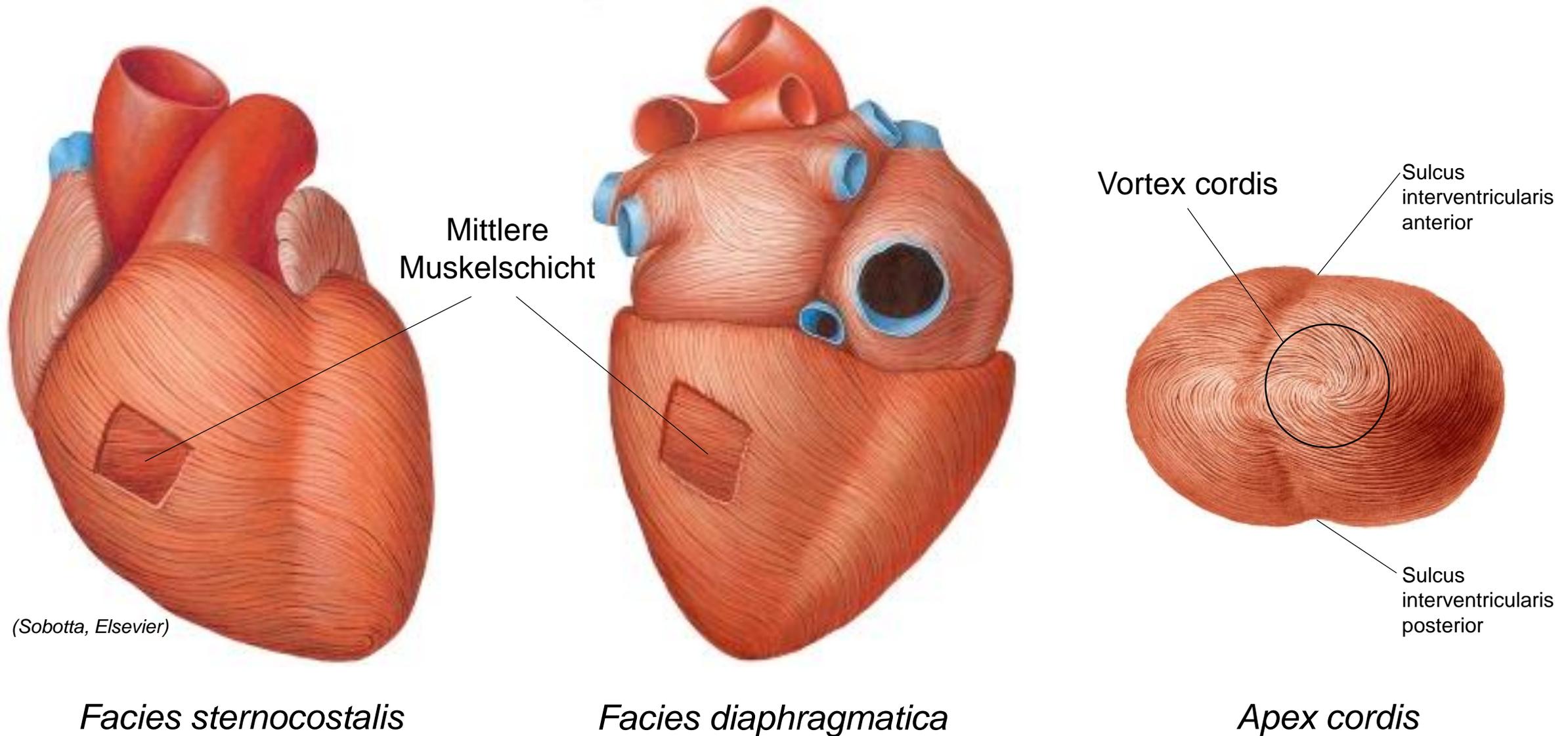
Diastole

Systole

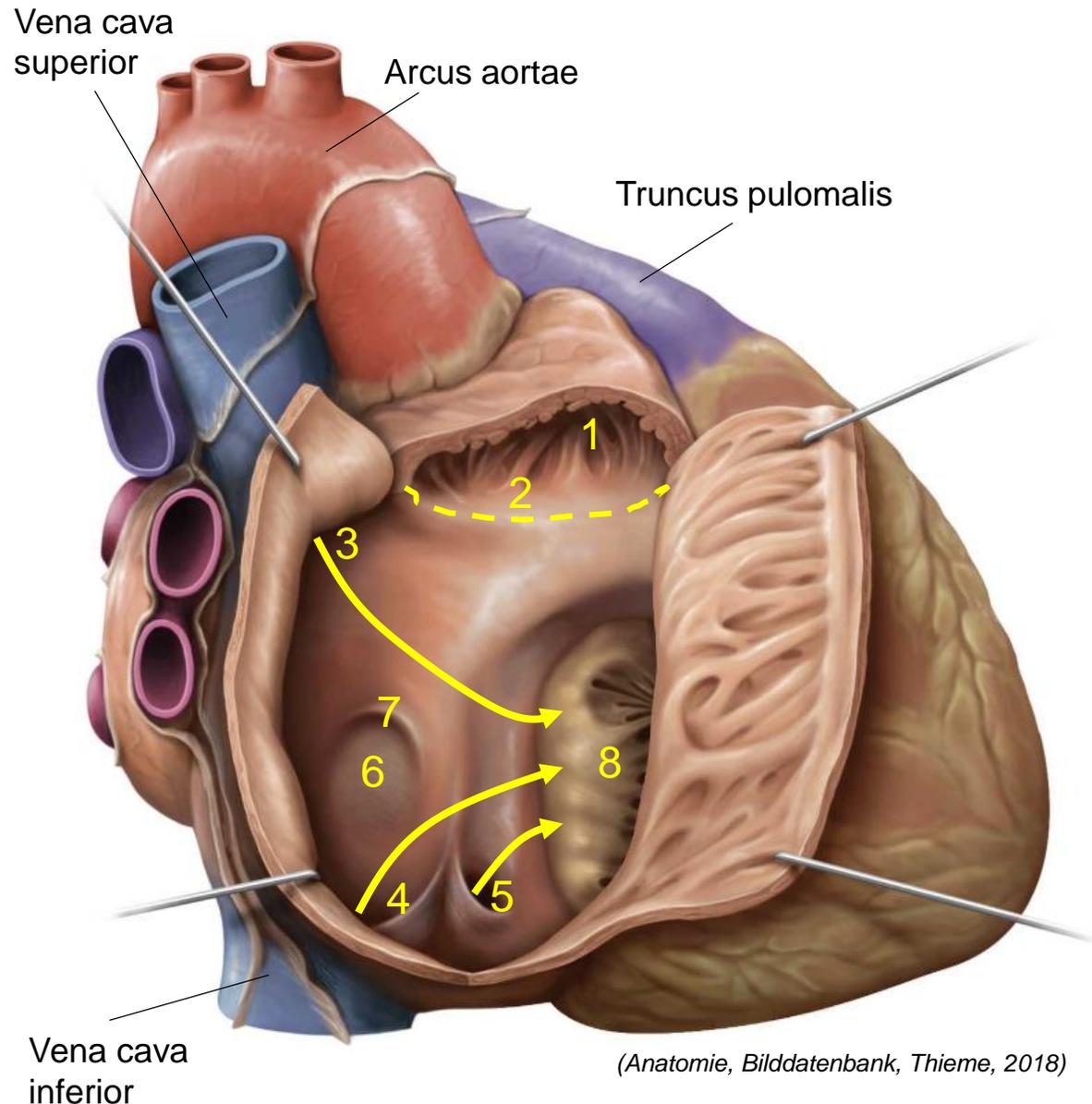


(Benninghoff, Elsevier)

# Funktioneller Bau des Herzmuskels



# Rechter Vorhof (Atrium dextrum)



## Auricula dextra (rechtes Herzohr)

Mm. pectinati - 1

Crista terminalis (ausser Sulcus) - 2

## Sinus venarum cavarum

V. cava superior - 3

V. cava inferior (mit Valvula) - 4

Sinus coronarius (mit Valvula) - 5

Foramina venarum minimarum (nicht sichtbar)

## Septum interatriale

Fossa ovalis - 6

Limbus ovalis - 7

## Ostium atrioventriculare dextrum

Valva atrioventricularis dextra - 8

# Rechte Herzkammer (Ventriculus dexter)

## Ausstrombahn (glattwandig)

- Truncus pulmonalis
- Valva trunci pulmonalis
- Conus arteriosus
- Crista supraventricularis

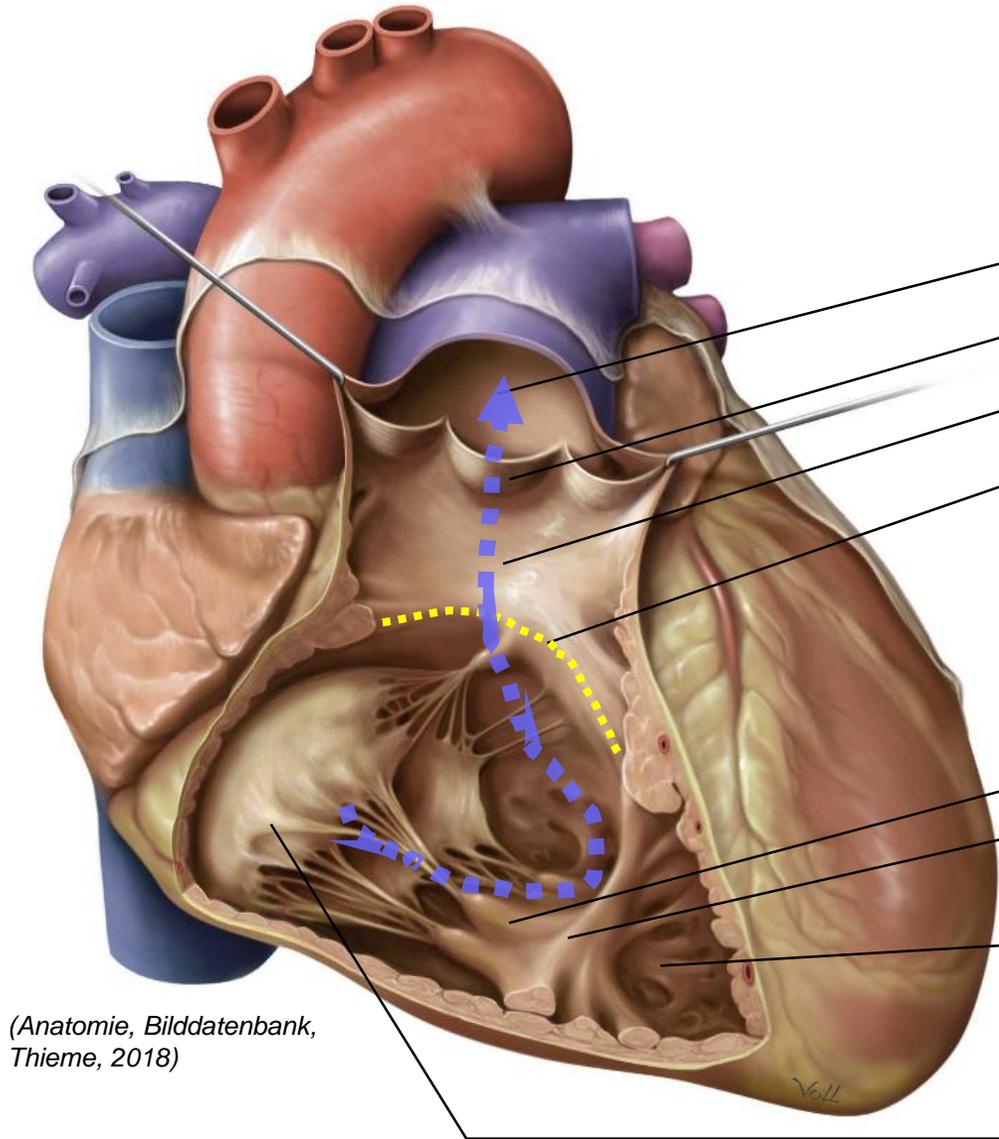
## Septum interventriculare

## Einstrombahn (rauwandig)

- Mm. papillares (*ant. / post. / sept.*)
- Trabeculum septomarginalis  
(Moderatorband, Teil Reizleitungssystem)  
(Ursprung für *M. papillaris ant.*)
- Trabeculae carnae

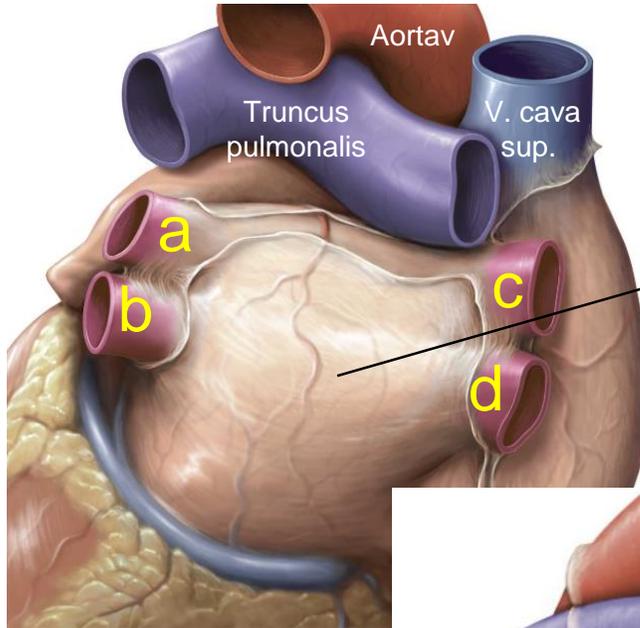
## Ostium atrioventriculare dextrum

- Valva atrioventricularis dextra



(Anatomie, Bilddatenbank,  
Thieme, 2018)

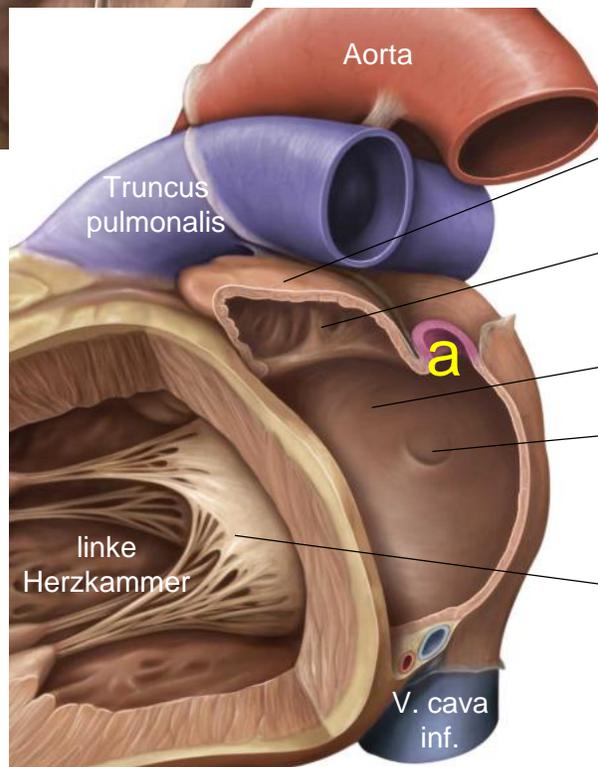
# Linker Vorhof (Atrium sinistrum)



(Anatomie, Bilddatenbank, Thieme, 2018)

## Hinterwand Atrium sinistrum mit

- V. pulmonalis sinister superior (a)
- V. pulmonalis sinister inferior (b)
- V. pulmonalis dexter superior (c)
- V. pulmonalis dexter inferior (d)



## Auricula sinistra

Mm. pectinati

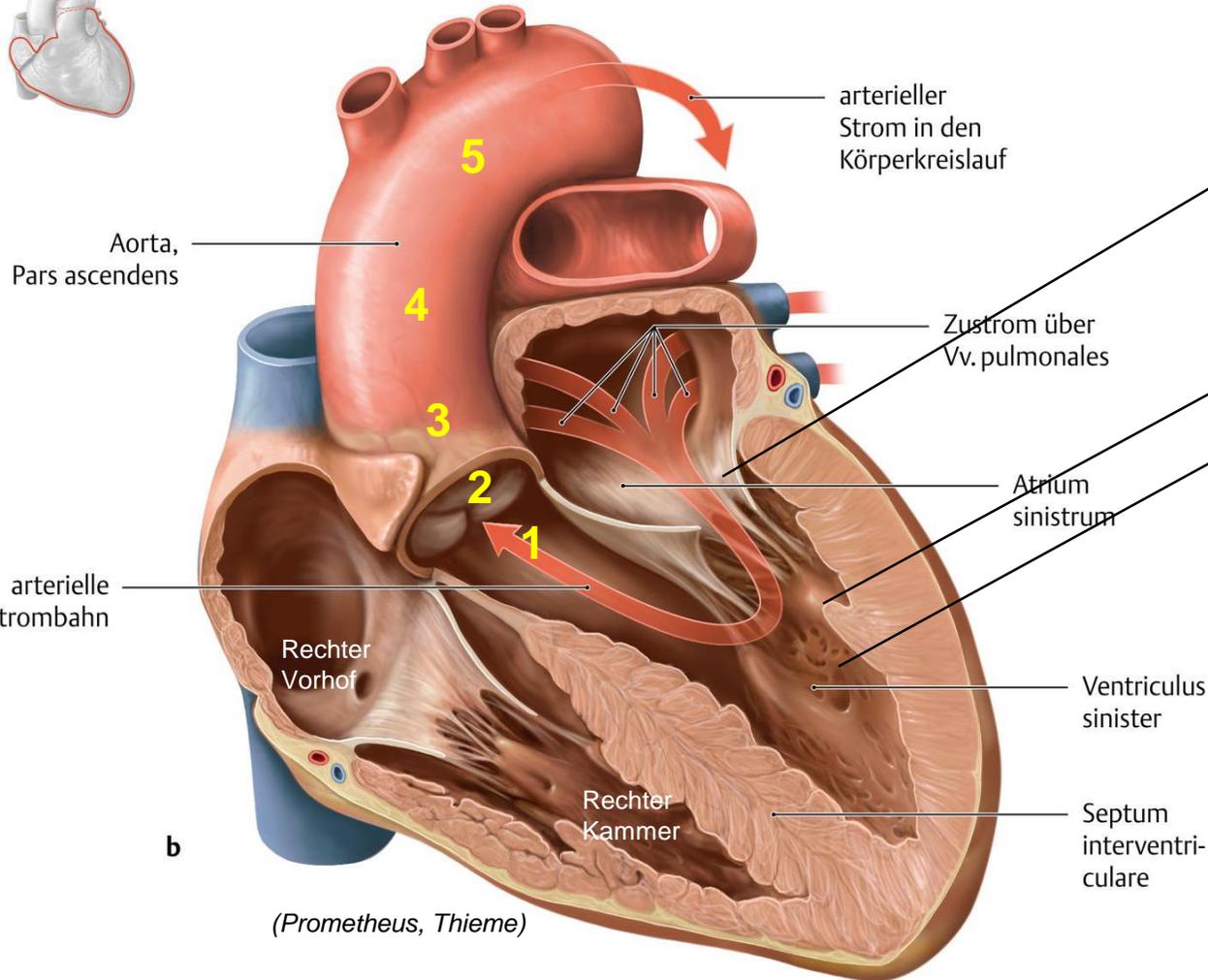
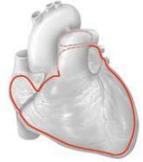
## Septum interatriale

Valvula foraminis ovalis

## Ostium atrioventriculare sinistrum

Valvula atrioventricularis sinistra

# Linke Herzkammer (Ventriculus sinister)



## Ostium atrioventriculare sinistrum

Valvula atrioventricularis sinistra

## Einstrombahn (rauwandig)

Mm. papillares (anterior et posterior)

Trabeculae carnae

## Ausstrombahn (glattwandig)

Vestibulum aortae - 1

Valva aortae - 2

Sinus aortae - 3

Aorta ascendens - 4

Arcus aortae - 5

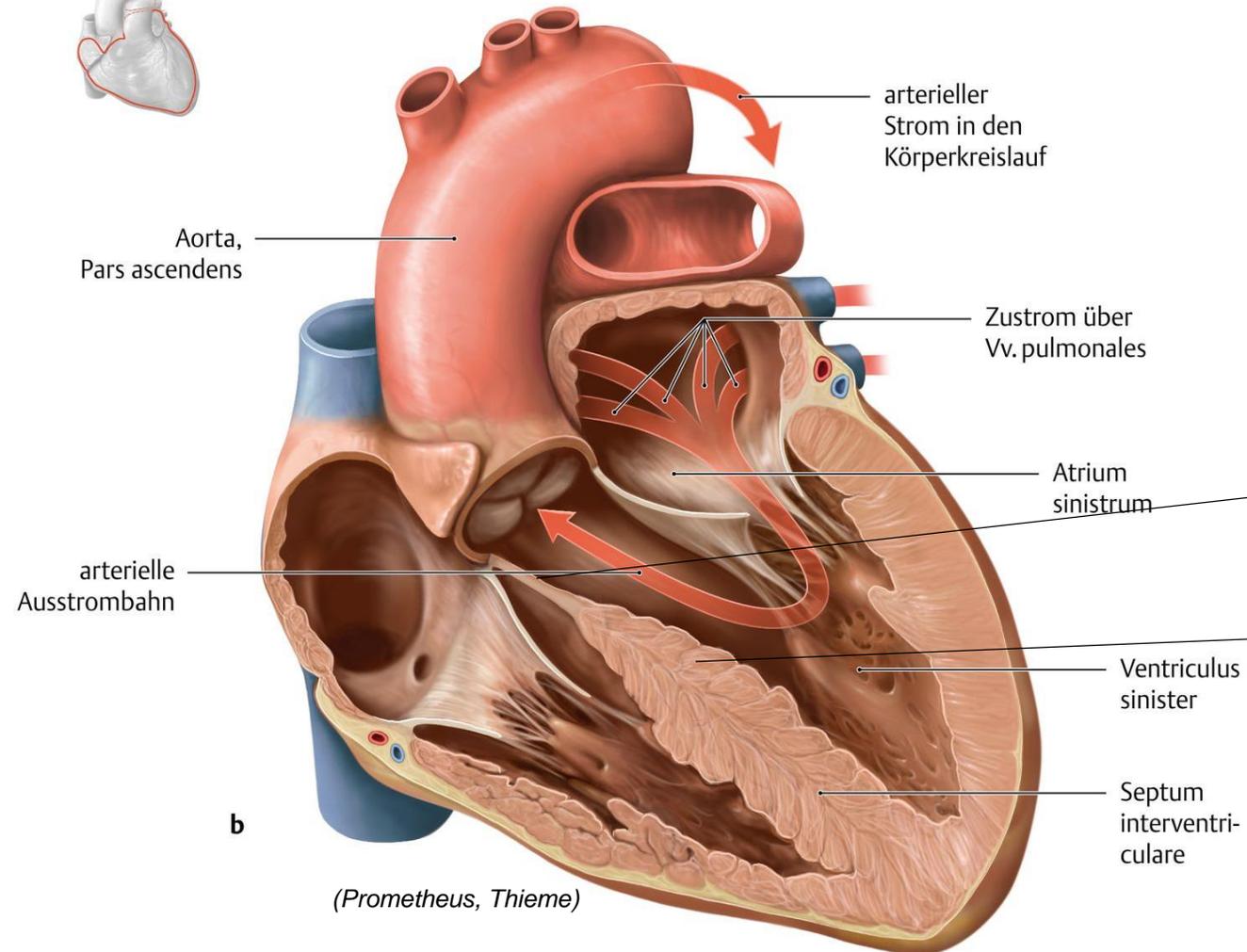
## Septum interventriculare

# Linke Herzkammer (Ventriculus sinister)



## Septum interventriculare

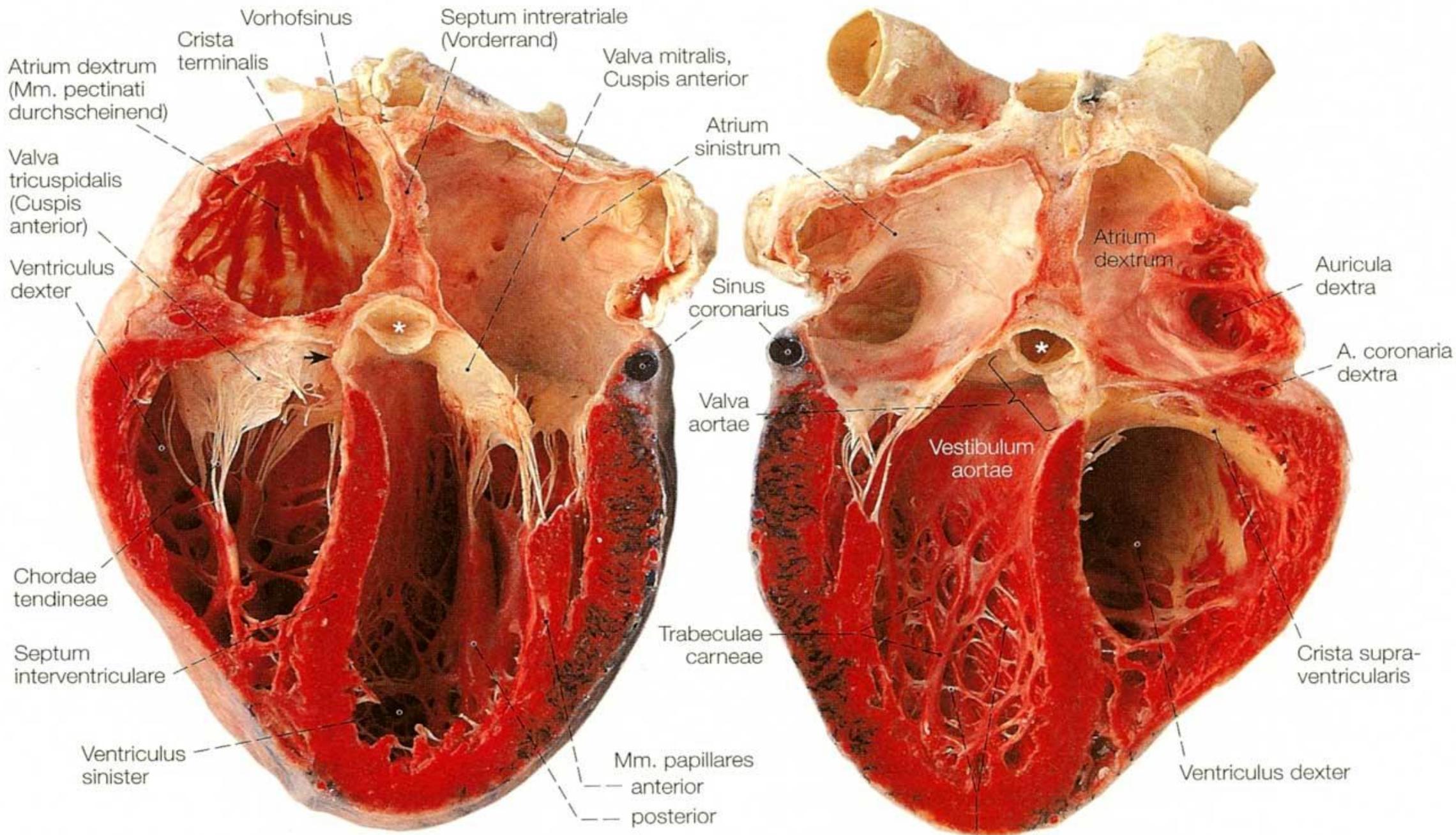
- Funktionell Teil des linken Ventrikels
- Von Herzspitze bis Klappenebene
- Zwei Anteile



(Prometheus, Thieme)

Pars membranacea  
(kranial / kurz ~1/5)

Pars muscularis  
(kaudal / lang ~4/5)



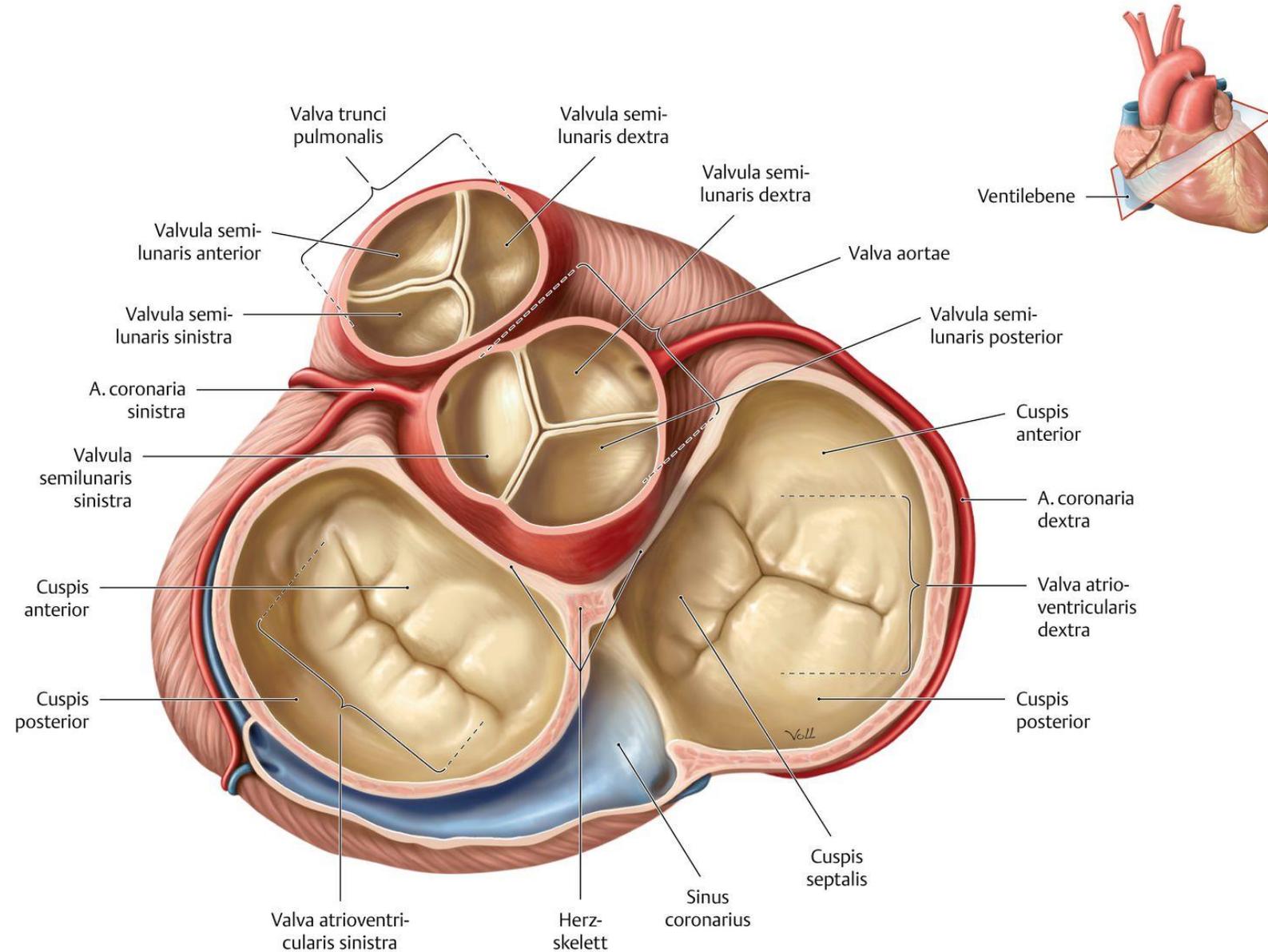
Vorhofsinus  
 Crista terminalis  
 Atrium dextrum (Mm. pectinati durchscheinend)  
 Valva tricuspidalis (Cuspis anterior)  
 Ventriculus dexter  
 Chordae tendineae  
 Septum interventriculare  
 Ventriculus sinister

Septum intreratriale (Vorderrand)  
 Valva mitralis, Cuspis anterior  
 Atrium sinistrum  
 Sinus coronarius  
 Valva aortae  
 Trabeculae carnae  
 Mm. papillares anterior  
 posterior

Atrium dextrum  
 Auricula dextra  
 A. coronaria dextra  
 Vestibulum aortae  
 Crista supra-ventricularis  
 Ventriculus dexter  
 Chordae tendineae falsae

➔ Septum interventriculare, Pars membranacea  
 \* Sinus aortae posterior (noncoronarius)

# Herz - Ventilebene



# Herzskelett

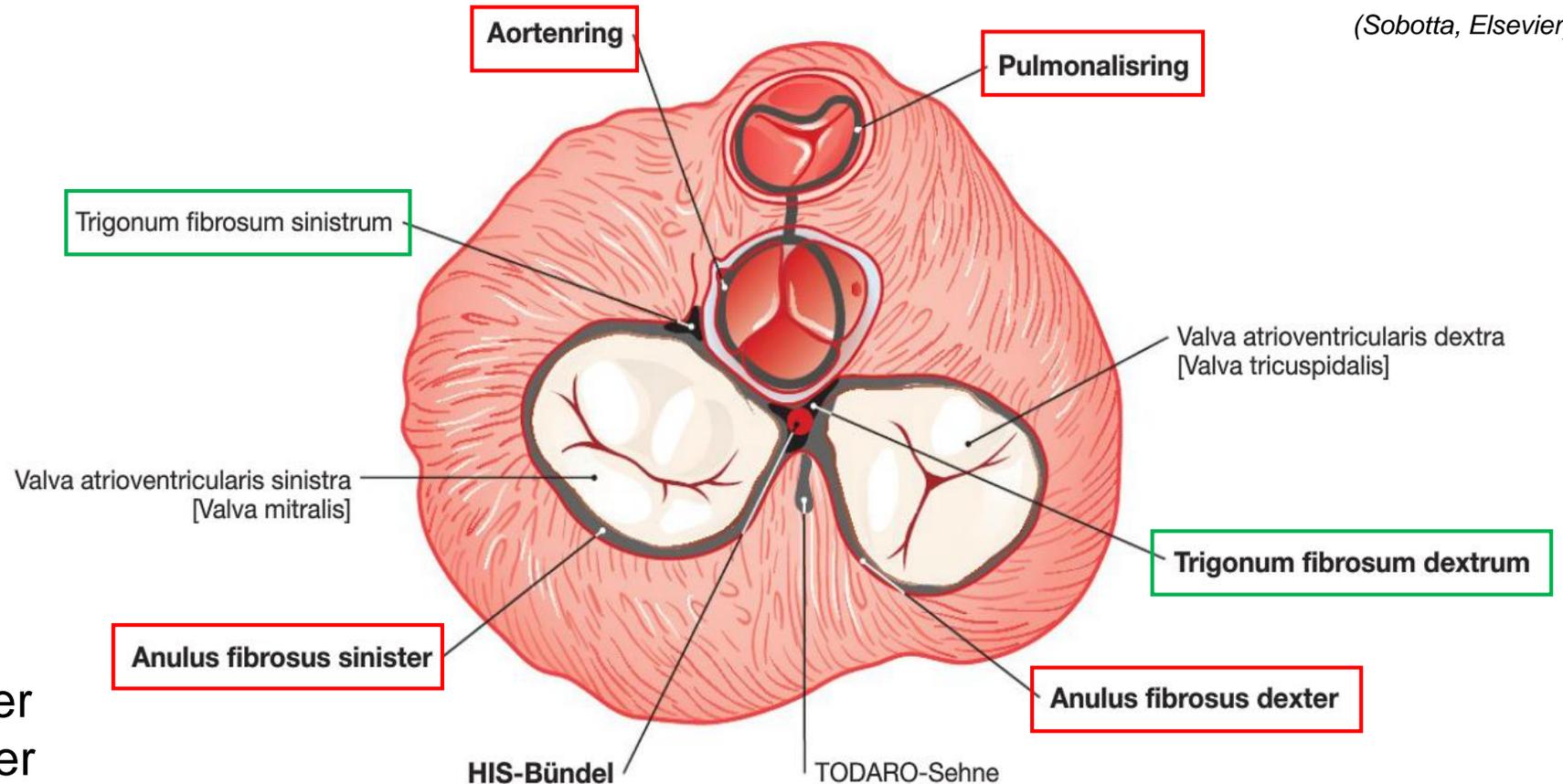
(Sobotta, Elsevier)

Ansicht von kranial auf  
Ventilebene des Herzens

Vorhöfe und Gefäße  
entfernt

## Verdichtung des Bindegewebes

- Vier Anuli fibrosi  
(um jedes Ostium)
- Trigonum fibrosum dexter
- Trigonum fibrosum sinister

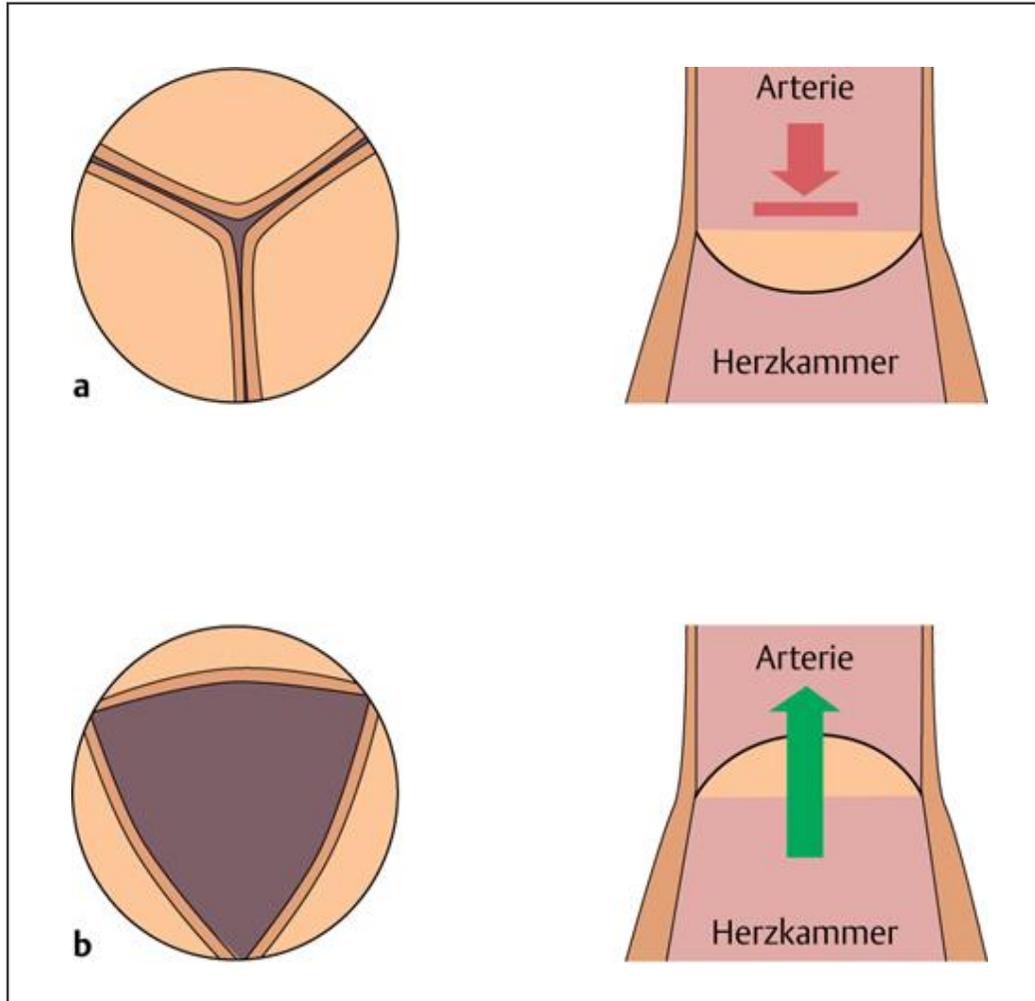


## Bedeutung:

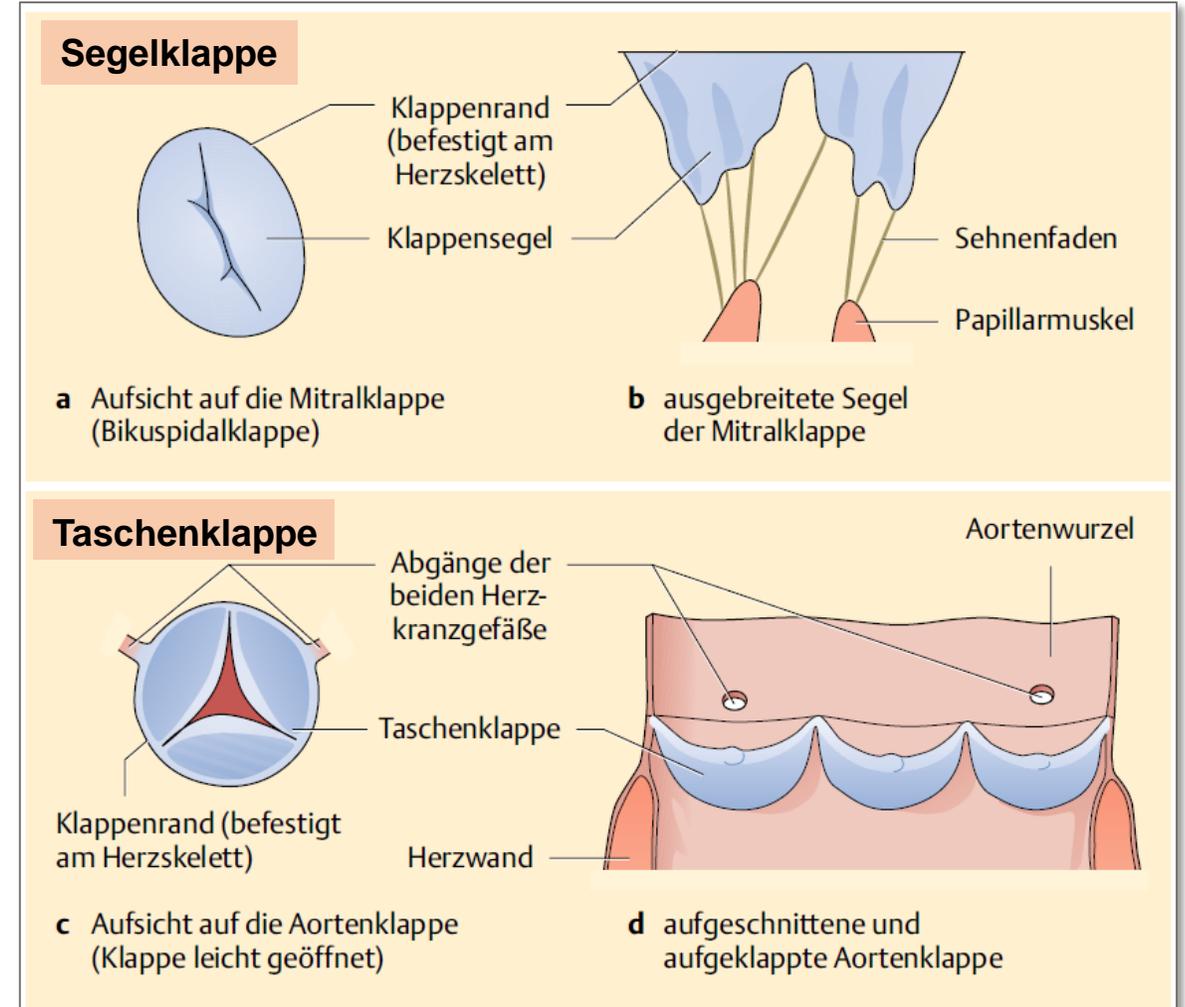
- Verankerung der Klappen
- Ursprung der Kammermuskulatur
- Mechanische Stabilisierung des Herzens
- Elektrische Isolierung zw. Vorhof & Kammer  
(mit einer Ausnahme: Loch für HIS-Bündel)

# Herzklappen

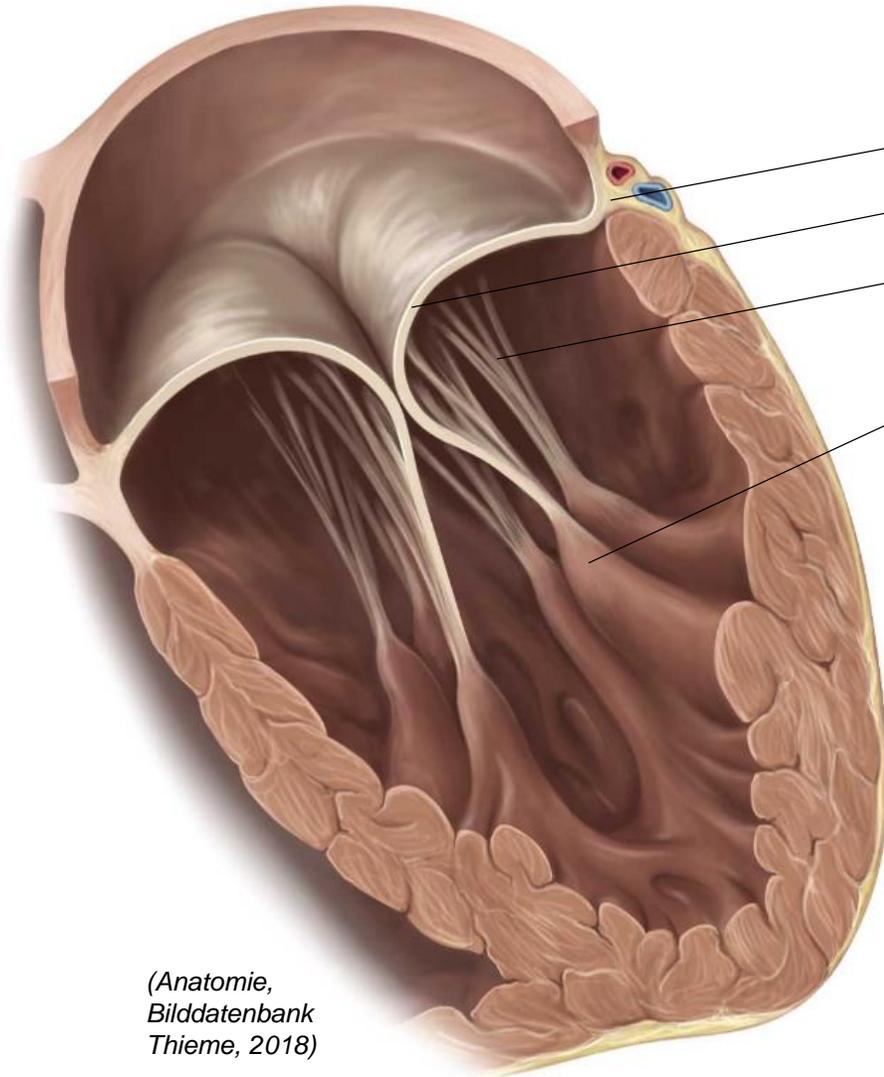
Ventile (Festlegung Strömungsrichtung)



Zwei Arten (Segel- und Taschenklappen)



# Herz - Segelklappen



## Strukturelemente

- Anulus fibrosus (Faserring)
- Cuspis (Segel)
- Chordae tendineae (Sehnenfäden)
- M. papillaris (Papillarmuskel)

## Vorkommen

Vorhof-Kammer-Grenze

## Zwei Klappen

- 1) Valva atrioventricularis dexter  
«**T**ricuspidalklappe» (3 Segel)
- 2) Valva atrioventricularis sinister  
«**B**icuspidalklappe» (2 Segel)  
«Mitralklappe»



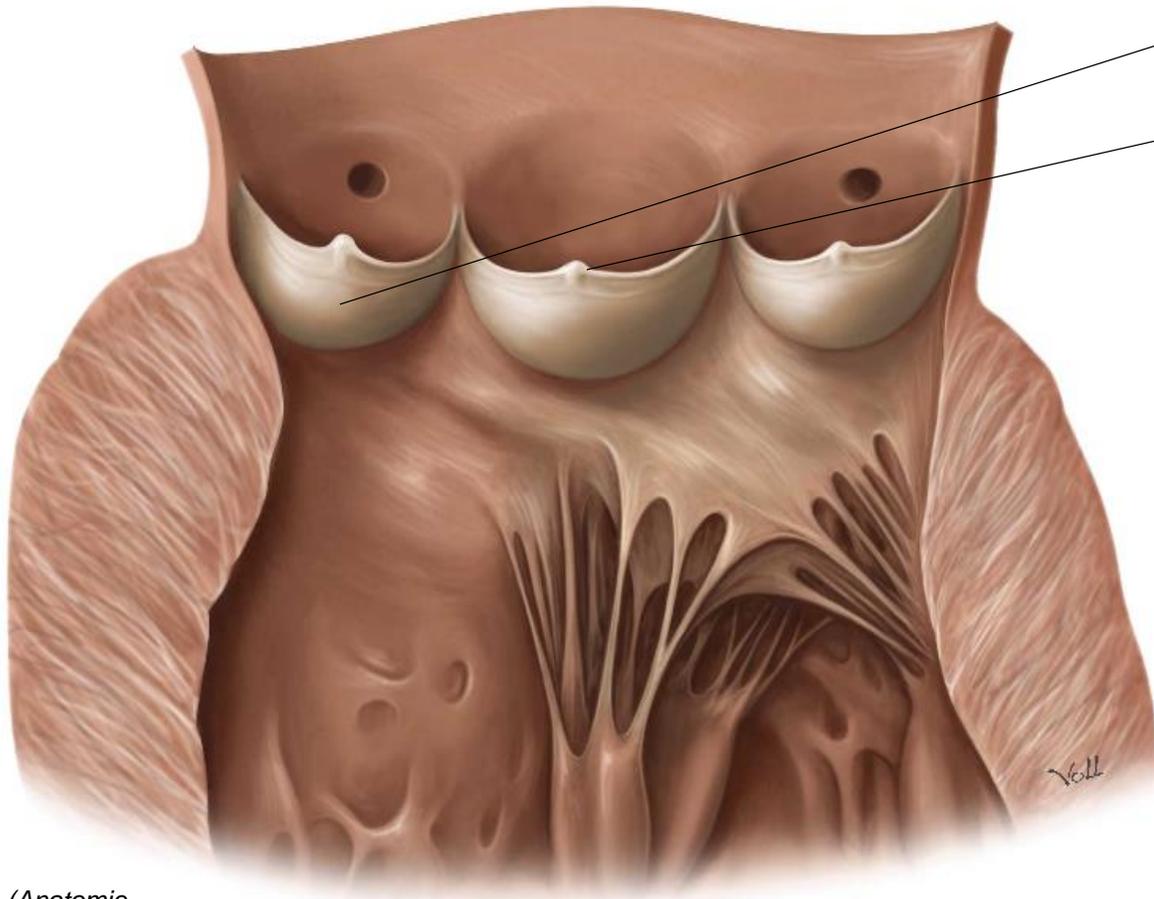
## Mitra

(griechisch μίτρα „Stirnbinde“; Plural Mitren) ist die traditionelle liturgische Kopfbedeckung der Bischöfe

*(Wikipedia)*

Besteht auch aus 2 «Segeln»

# Herz - Taschenklappen



## Strukturelemente

- Halbmondförmige Endothelaussackung  
(*Lunula valvulae semilunaris*)
- Knotige Verdichtung am freien Rand  
(*Nodulus valvulae semilunaris*)  
(Nodulus Arantii)

## Vorkommen

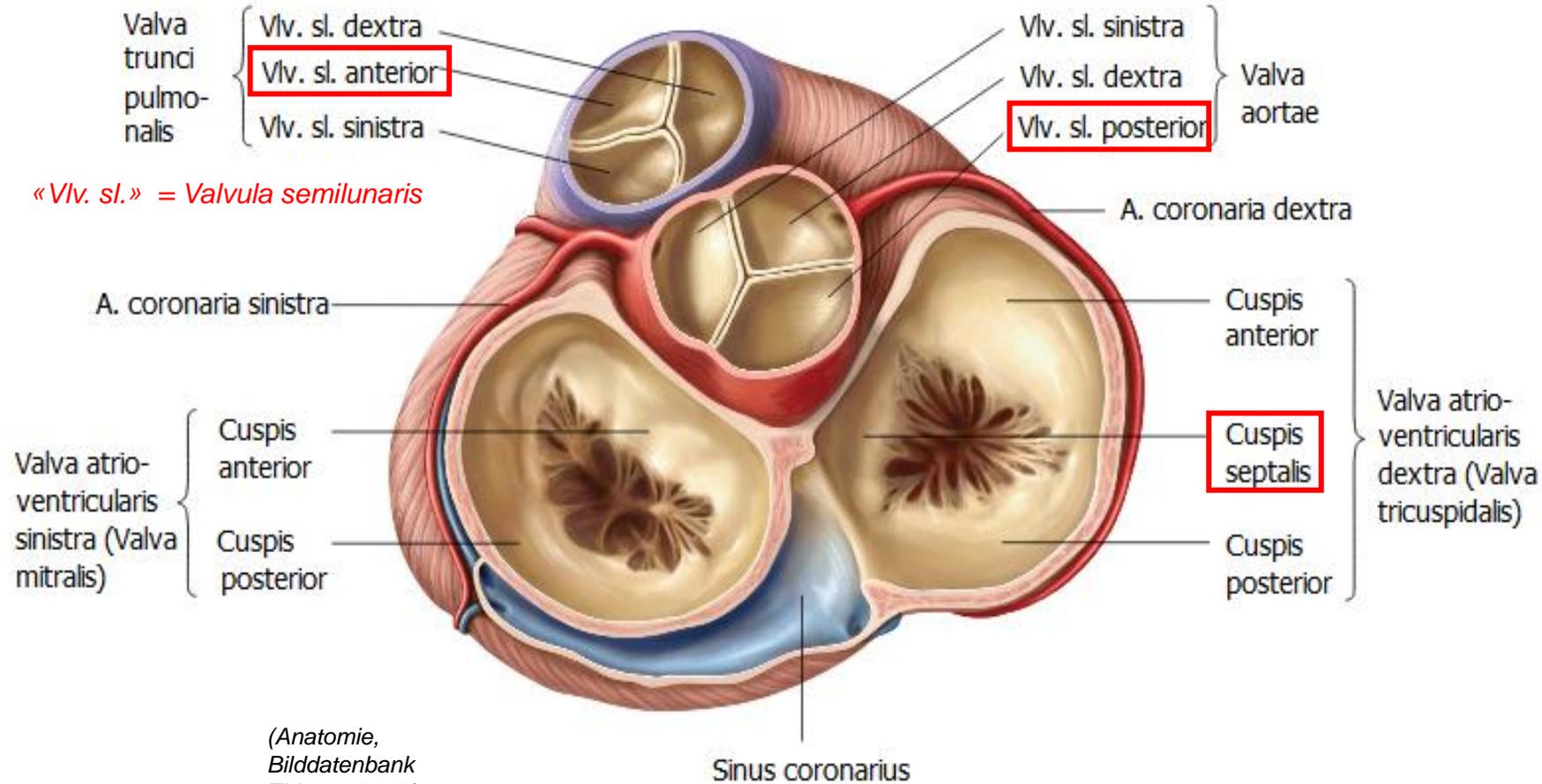
Abgang der grossen Arterien

## Zwei Klappen

- 1) Valva trunci pulmonalis  
«Pulmonalklappe»
- 2) Valva aortae  
«Aortenklappe»

*Beachte Abgang Koronargefässe*

# Herz - Klappenabschnitte

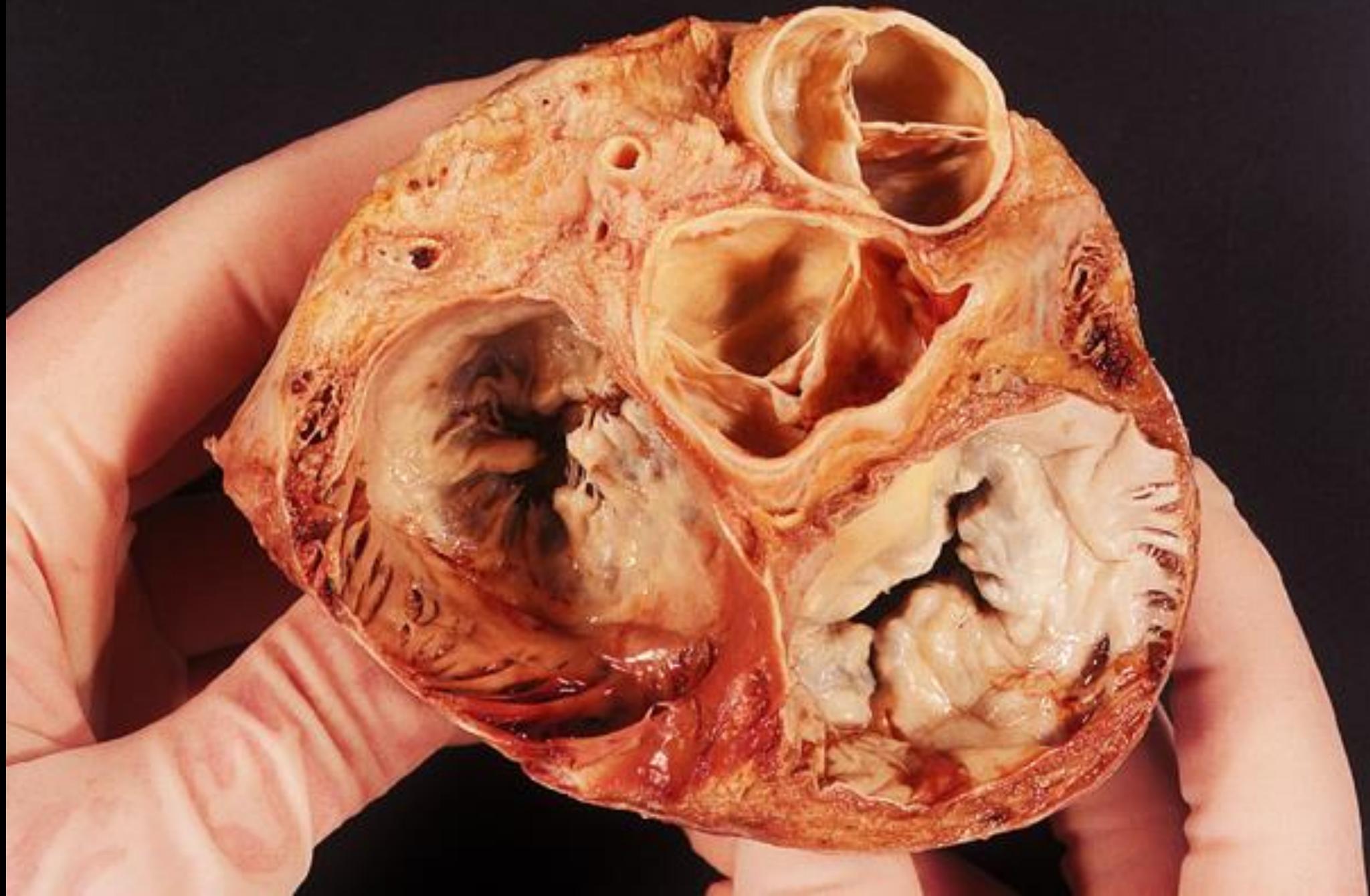


## Merkhilfe:

Pulmonalklappe vorn  
«Vlv. sl. **anterior**»

Aortenklappe dahinter  
«Vlv. sl. **posterior**»

Tricuspidalklappe mit  
zusätzlichem Segel  
«Cuspis **septalis**»



# Herzklappen in Aktion

Taschenklappe

Cuspid

Chordae tendinae

M. papillaris

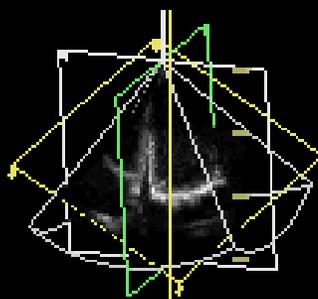
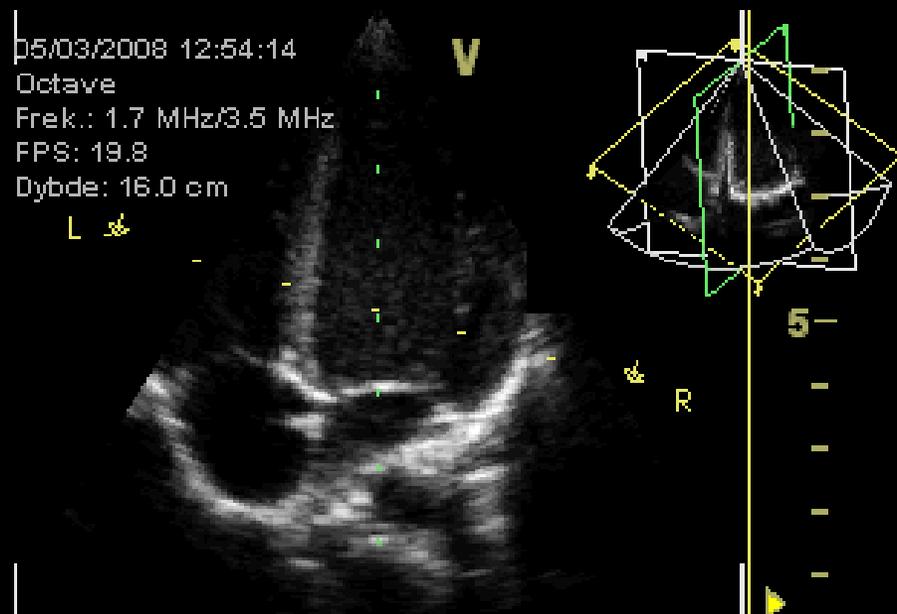


Segelklappe

05/03/2008 12:54:14  
Octave  
Frek.: 1.7 MHz/3.5 MHz  
FPS: 19.8  
Dybde: 16.0 cm

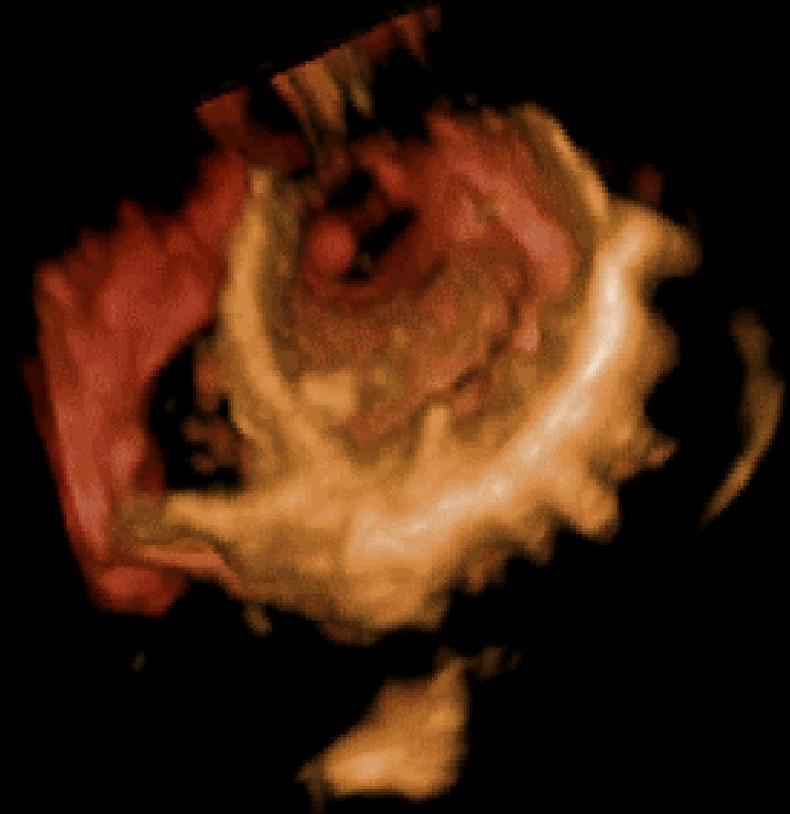
L ✖

T ✖



R

B



1:1 HR 76

# Herzklappen

---

## Klappenfehler

angeboren / erworben

### **A) Stenosen (Verengung)**

(z.B. durch Verwachsung/Verkalkung)

Stauung vor dem Engpass

Ungenügende Füllung nach dem Engpass

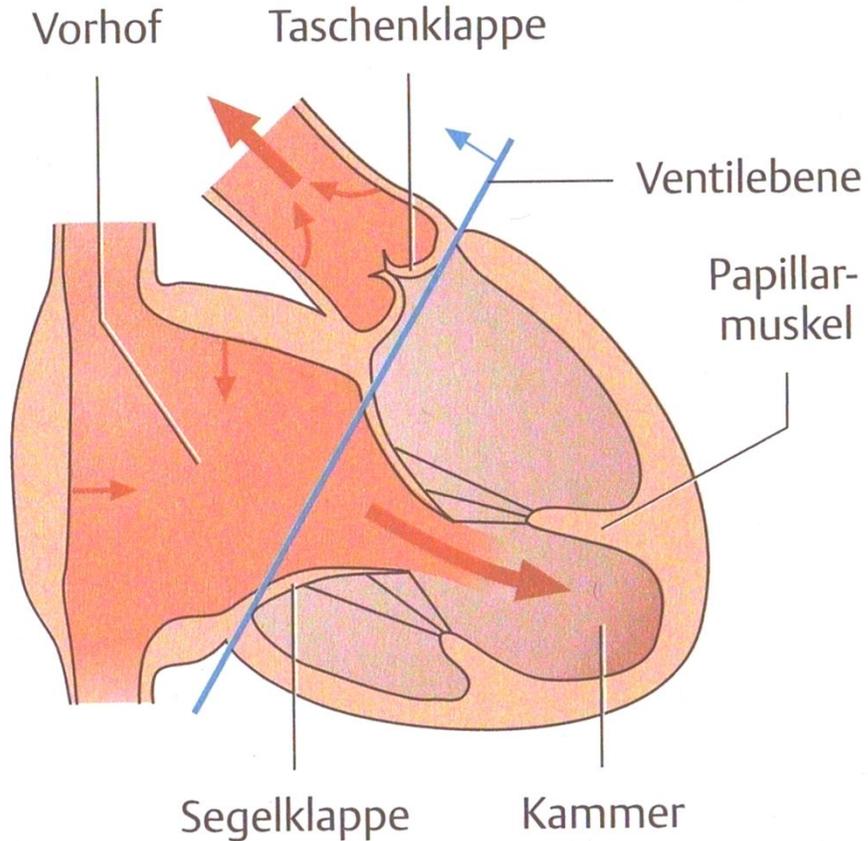
### **B) Insuffizienz (unvollständiger Verschluss)**

(z.B. durch Entzündungen/Narben)

Rückfluss von Blut,

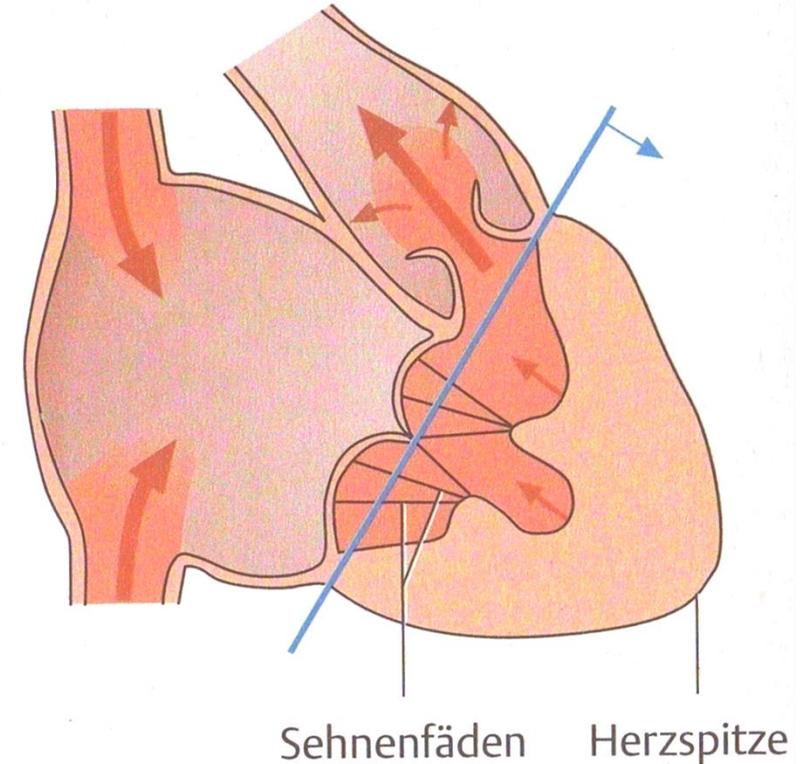
Volumenbelastung des vor geschalteten Abschnittes

# Mechanik der Herzaktion



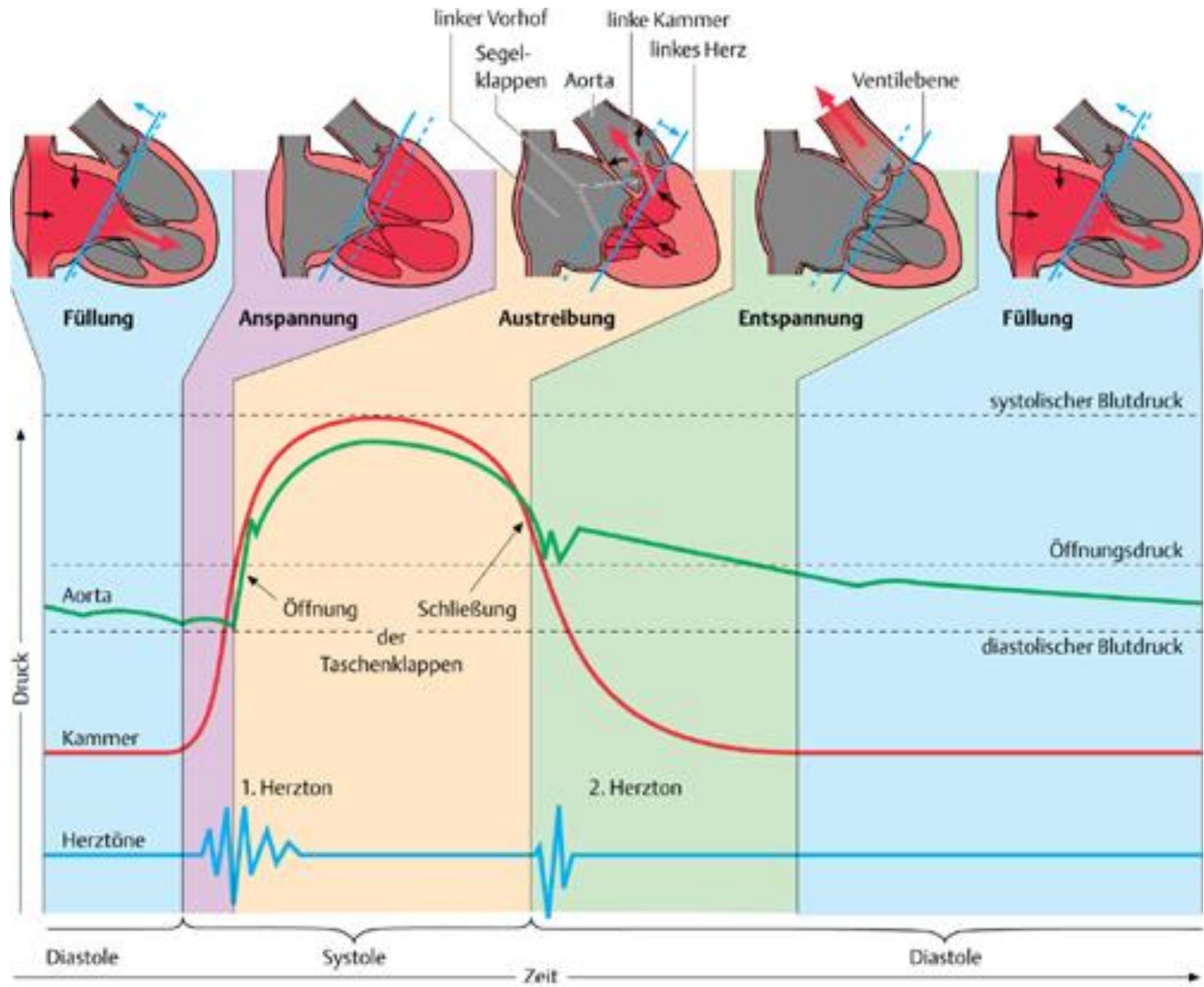
**Diastole (Füllung)**

Füllungsvolumen: ~140 ml

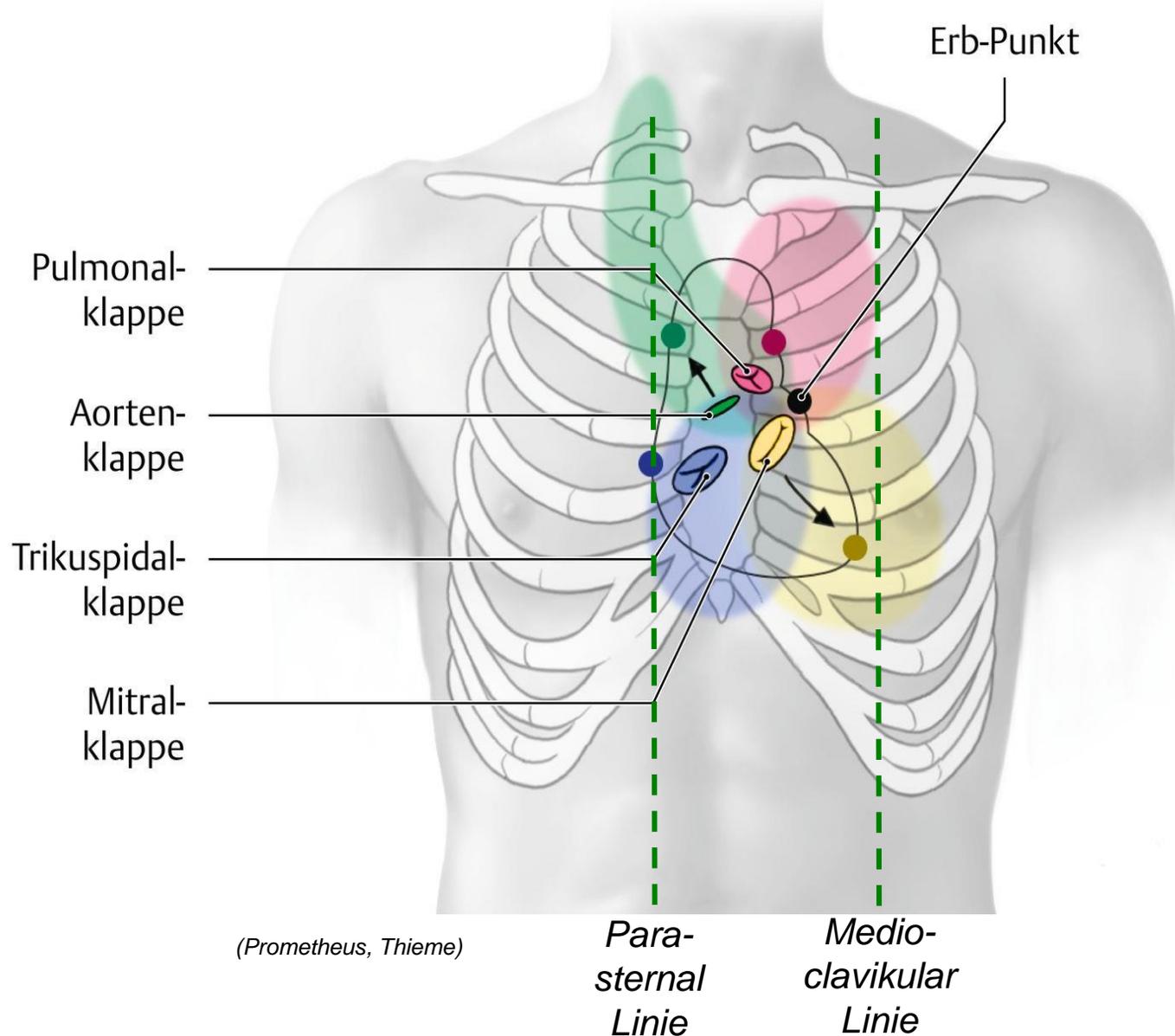


**Systole (Kontraktion)**

Schlagvolumen: ~70 ml



# Auskultationspunkte



## Aortenklappe

2. ICR, parasternal rechts

## Pulmonalklappe

2. ICR, parasternal links

## Trikuspidalklappe

5. ICR, parasternal rechts

## Mitralklappe

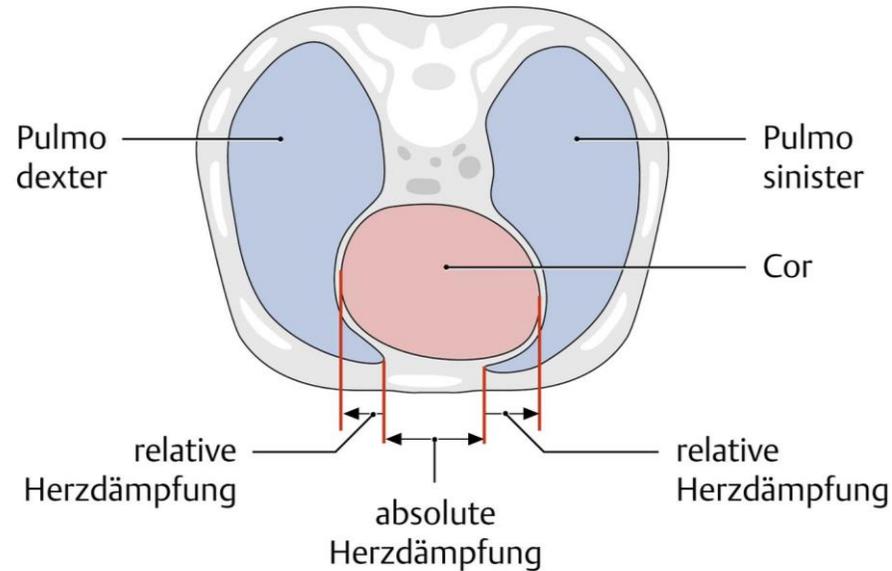
5. ICR, medioklavikulär links

## Alle Klappen (Erb-Punkt)

3. ICR, parasternal links

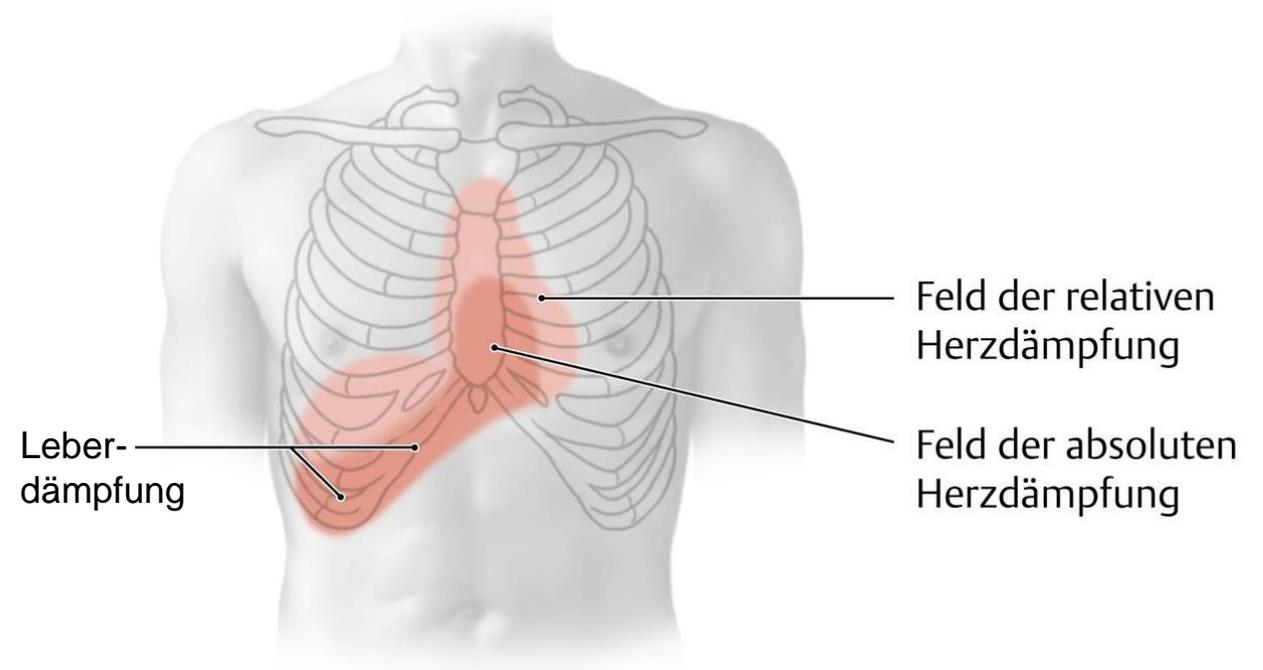
# Perkussion der Herzgrenzen

## Querschnitt Thorax



*(Prometheus, Thieme)*

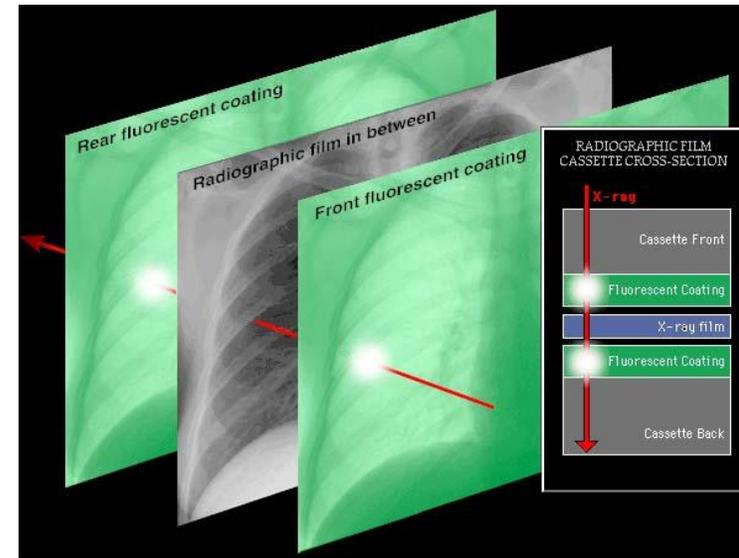
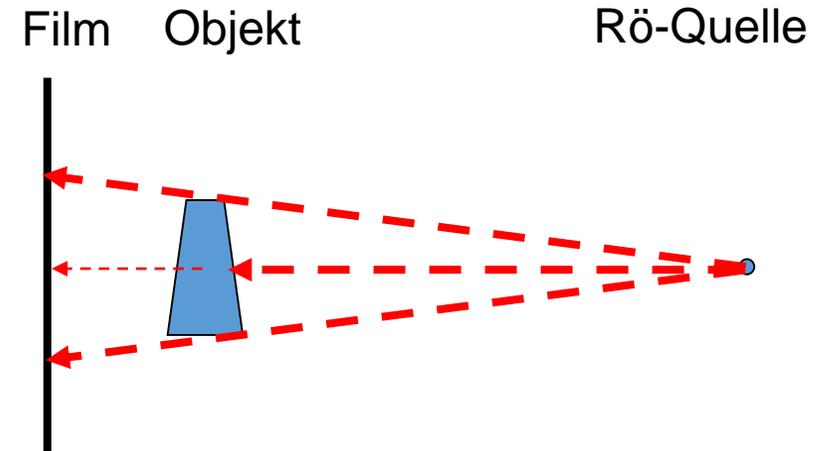
## Perkussionsbereiche



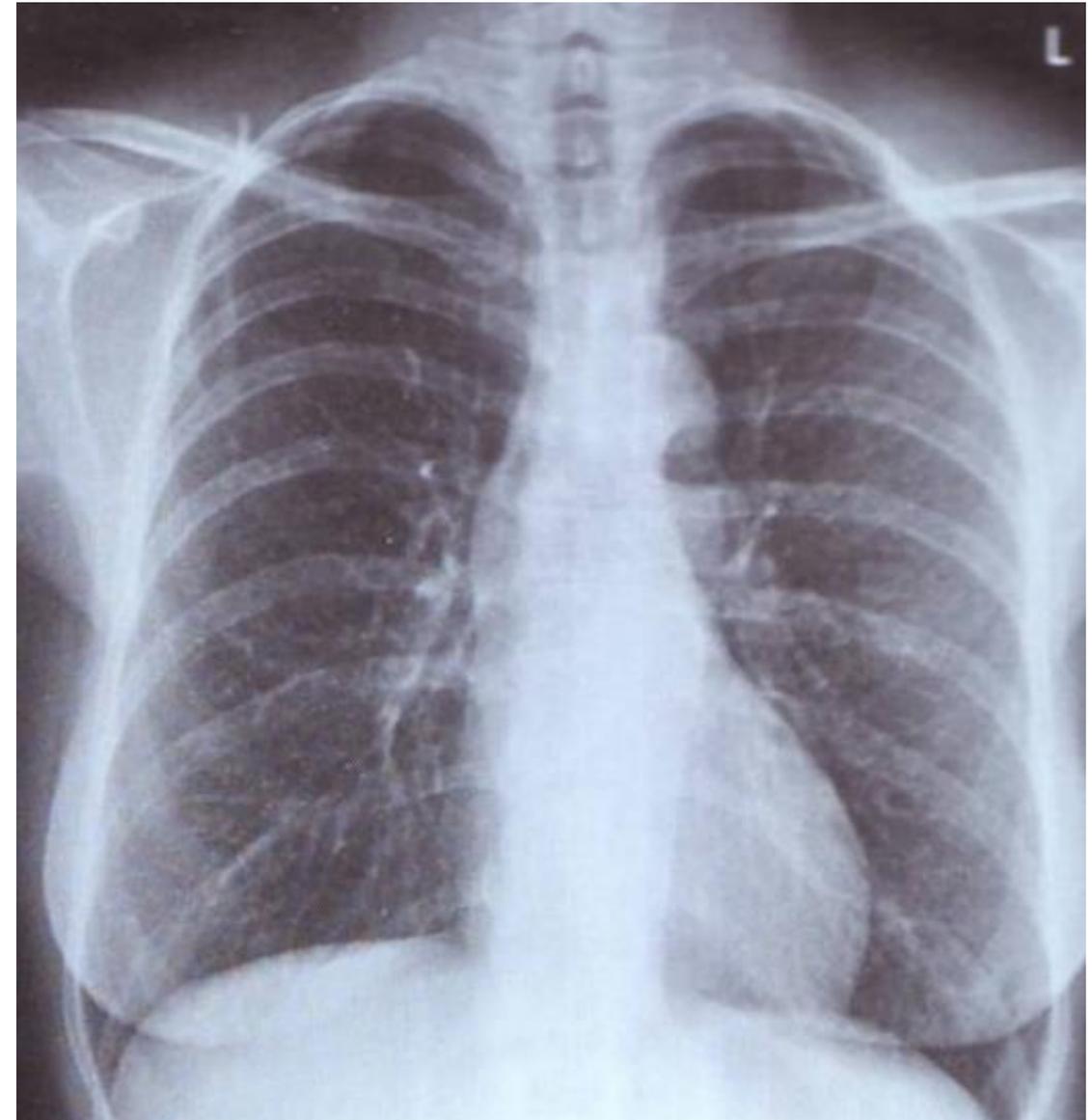
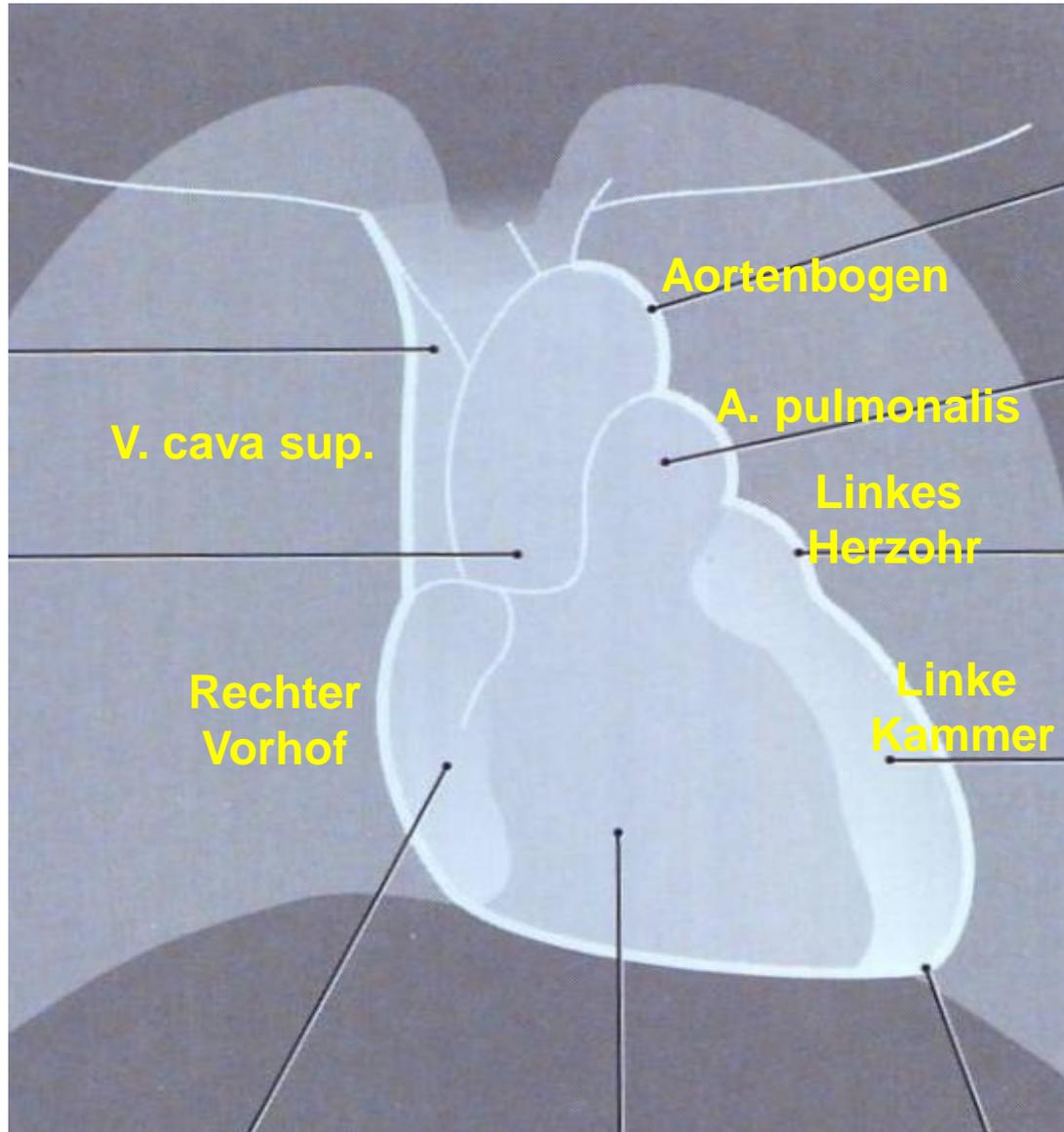
*(Prometheus, Thieme)*

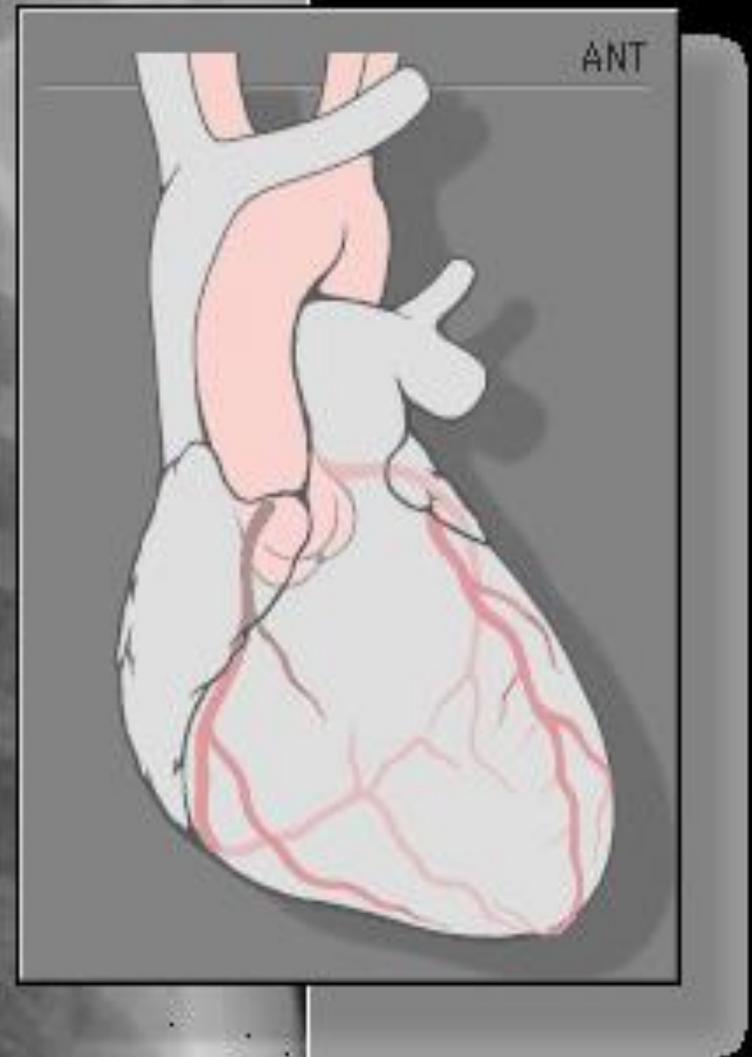
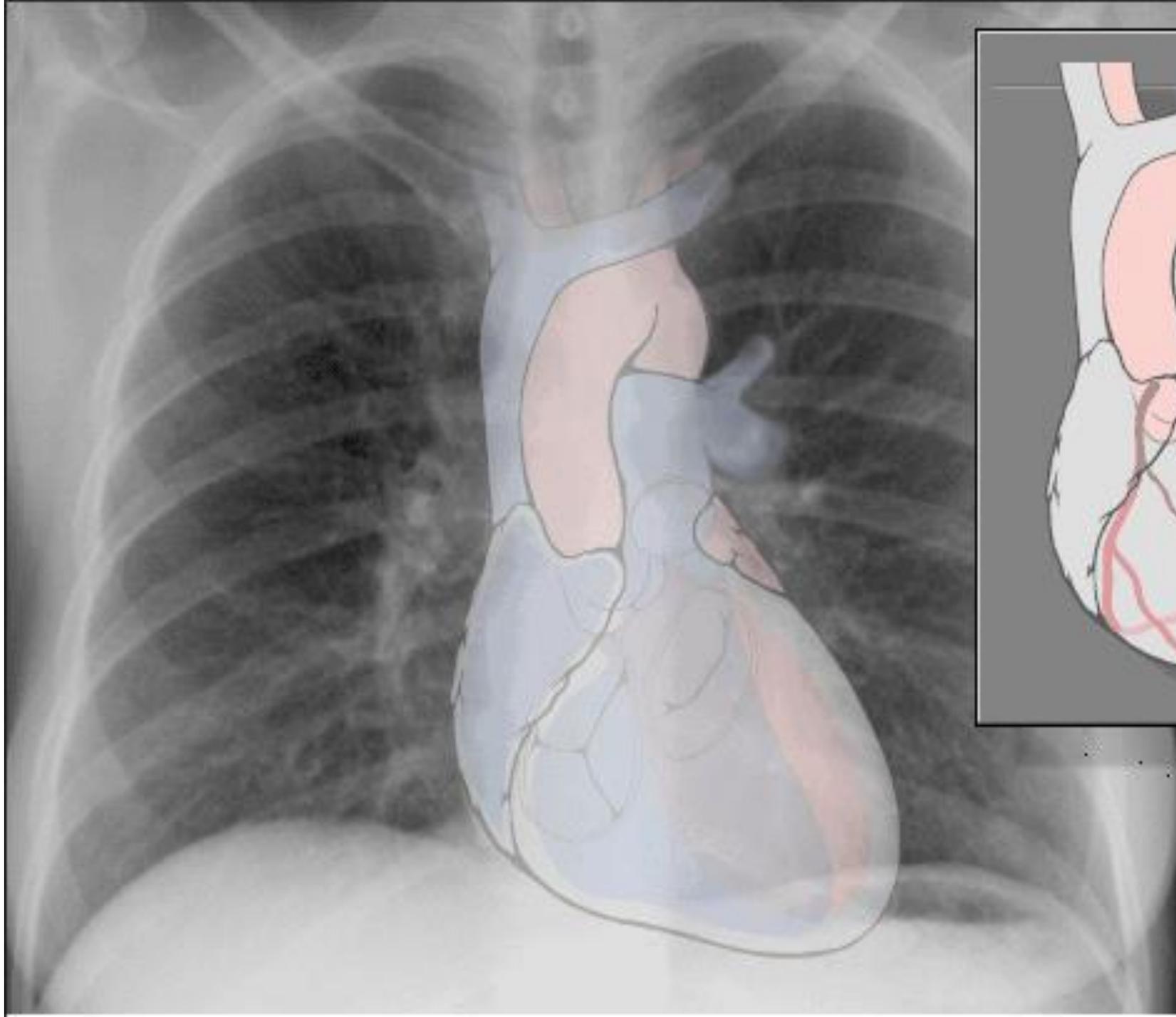
Der dumpfe Klopfeschall über der luftgefüllten Lunge wird im Bereich des blutgefüllten Herzens «gedämpft»

# Herz - Röntgen Darstellung

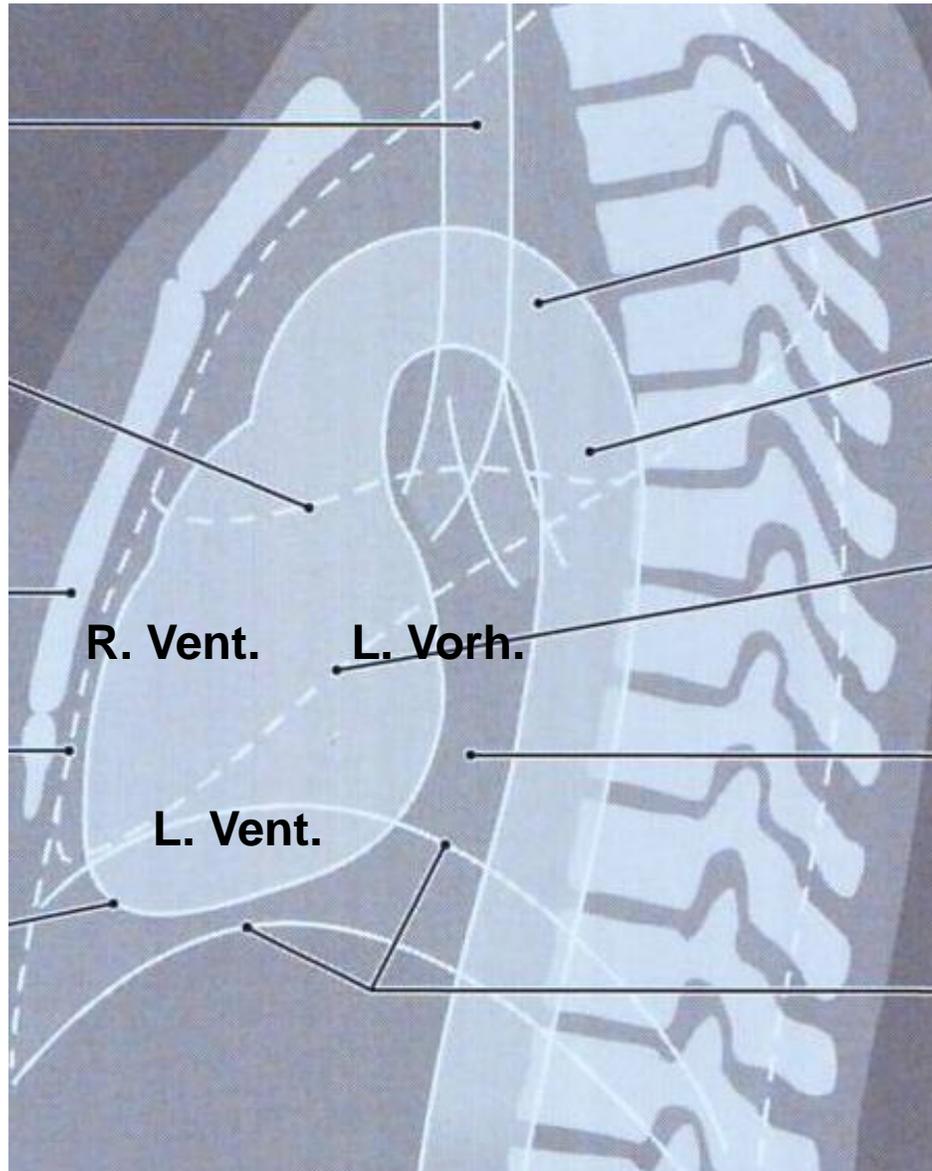


# Röntgen Thorax: p.a. Strahlengang





# Röntgen Thorax: Seitlicher Strahlengang



# Vergrößerung des Herzens im Röntgen

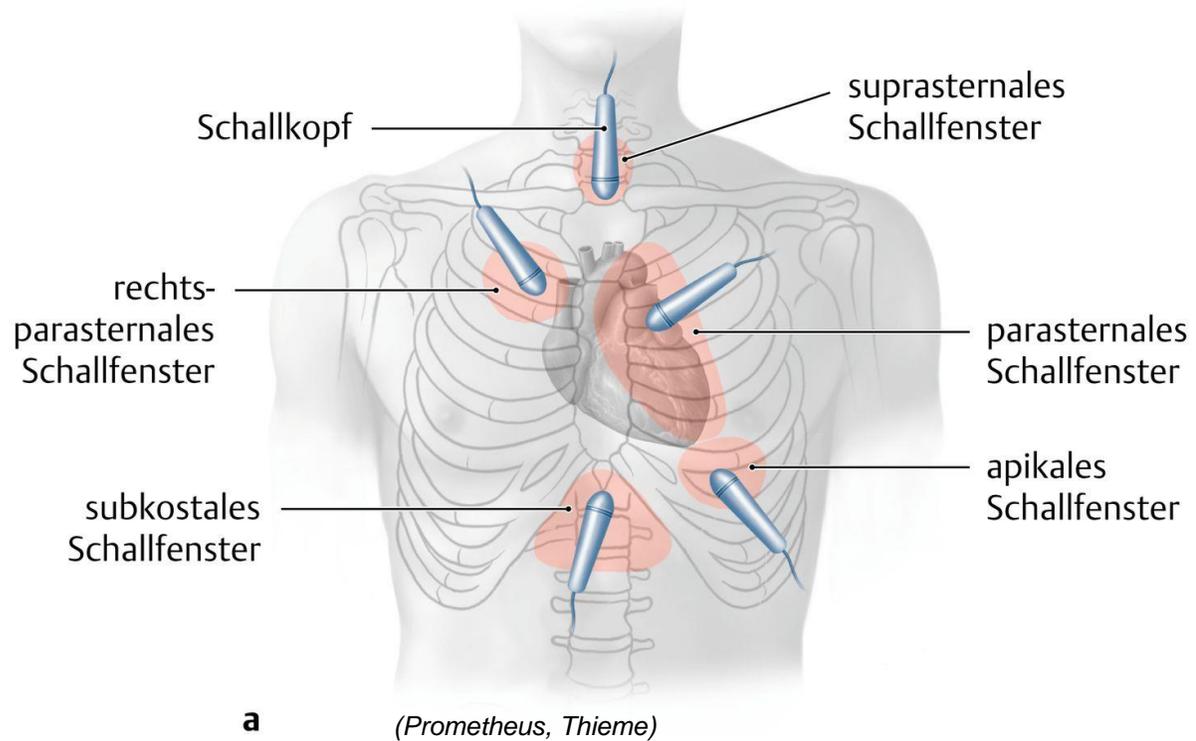


Normal

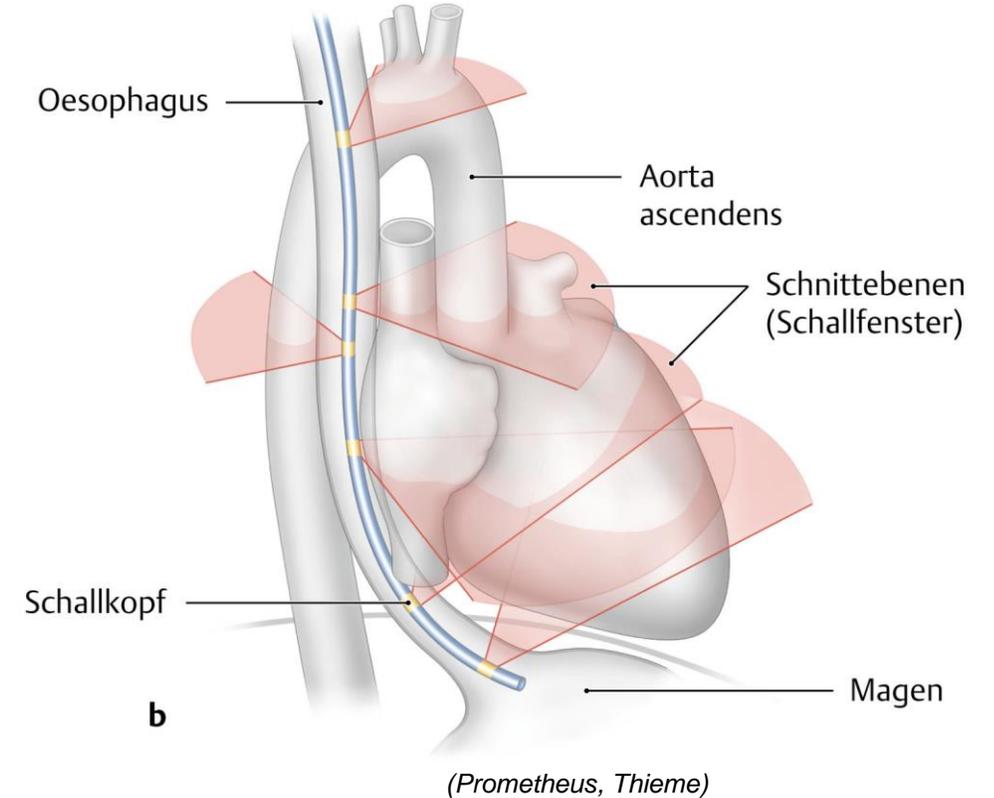


Vergrössert

# Sonographie (Ultraschall)

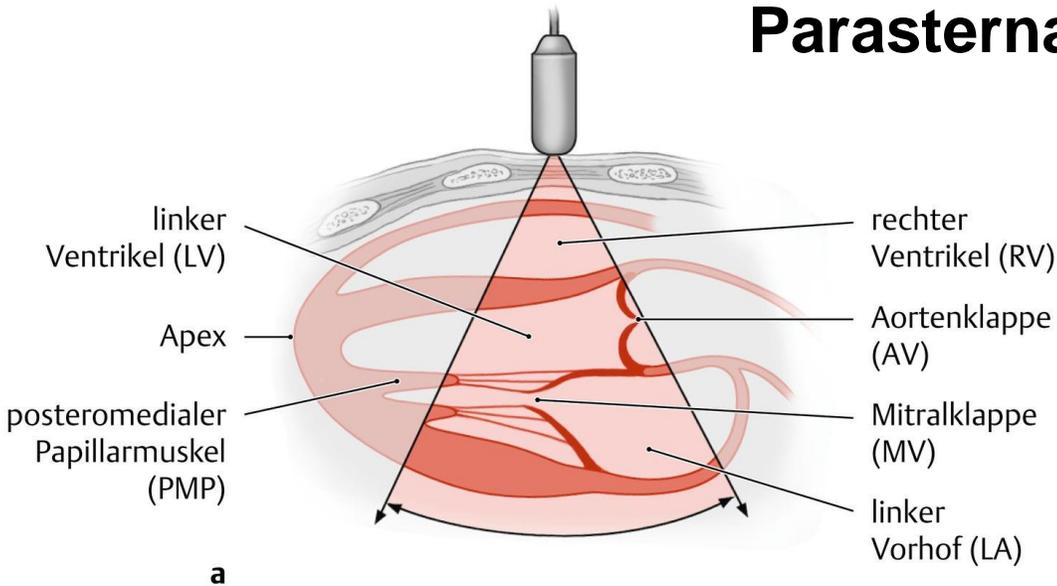


Transthorakale Echokardiographie

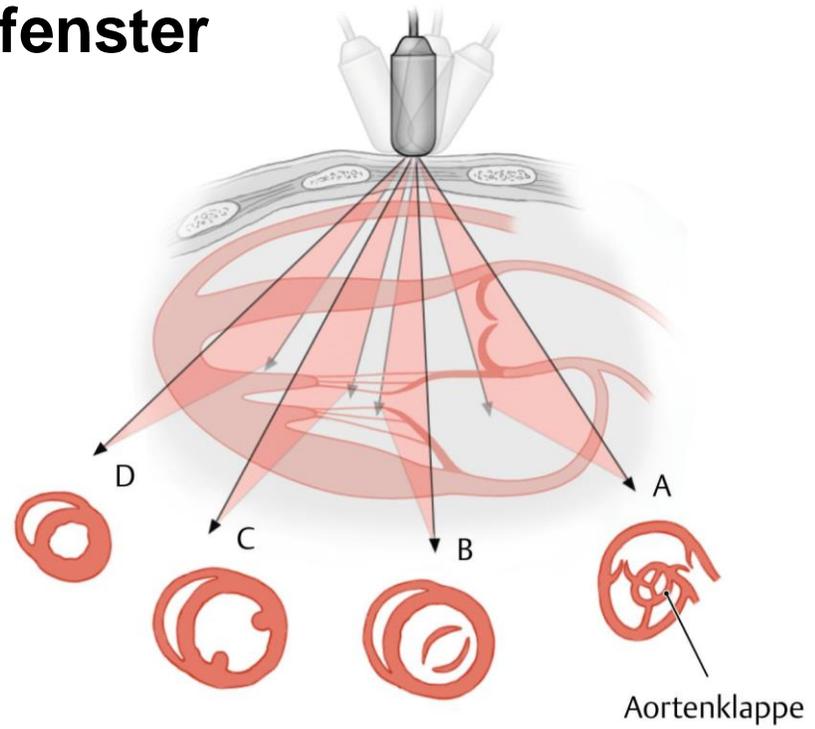


Transösophageale Echokardiographie

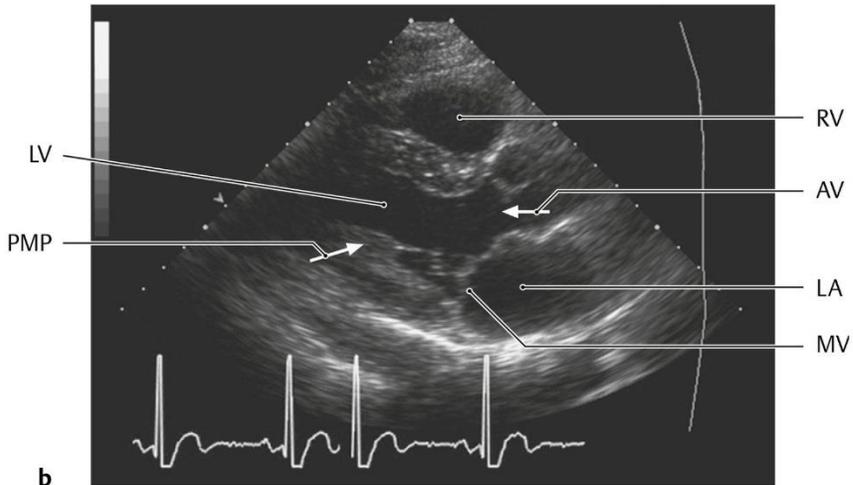
# Parasternale Schallfenster



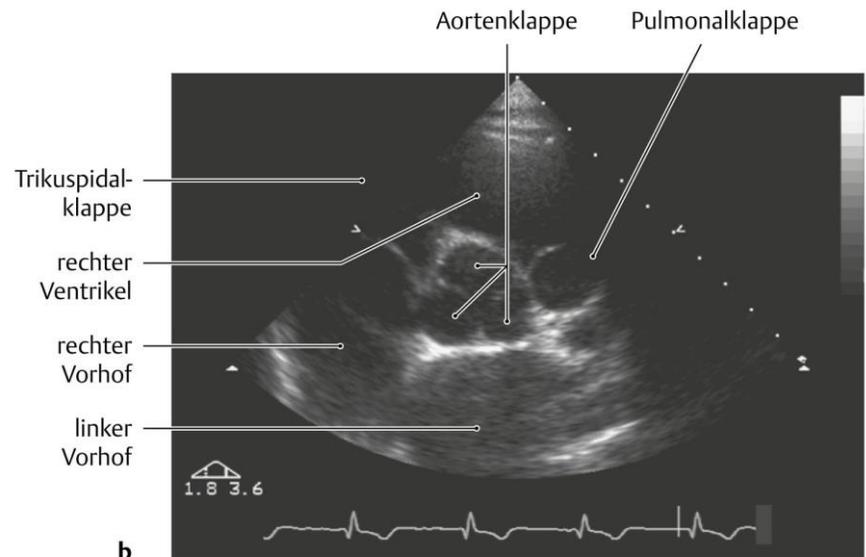
a



a

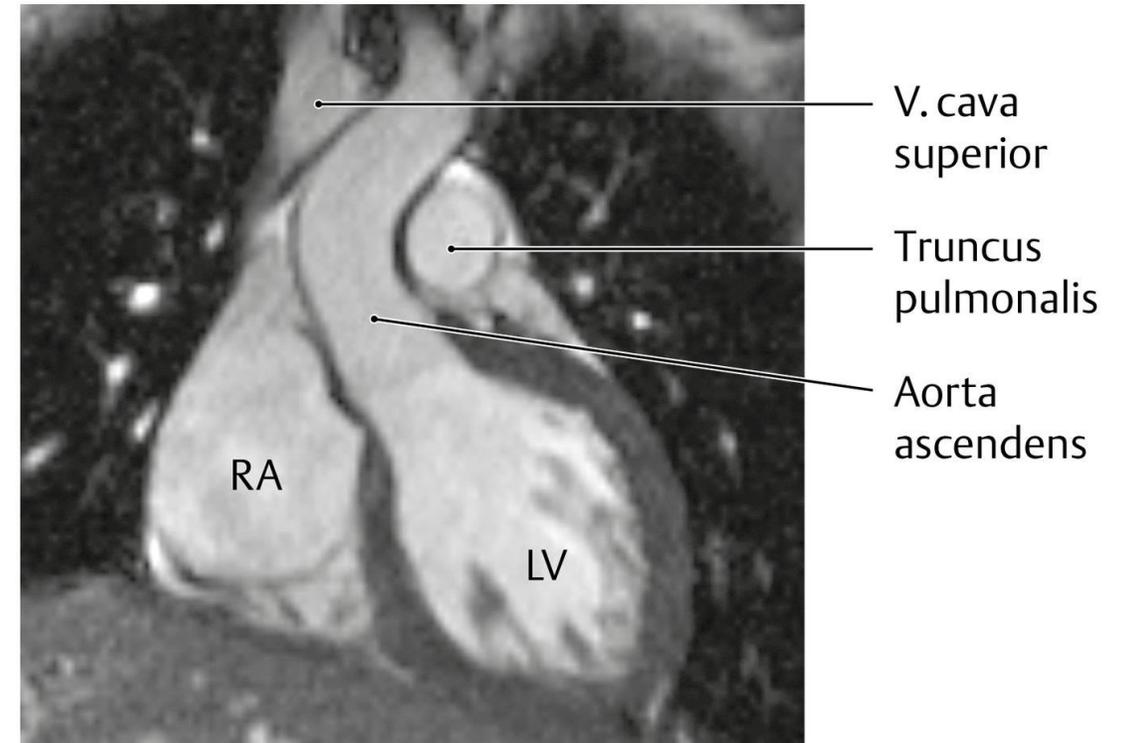
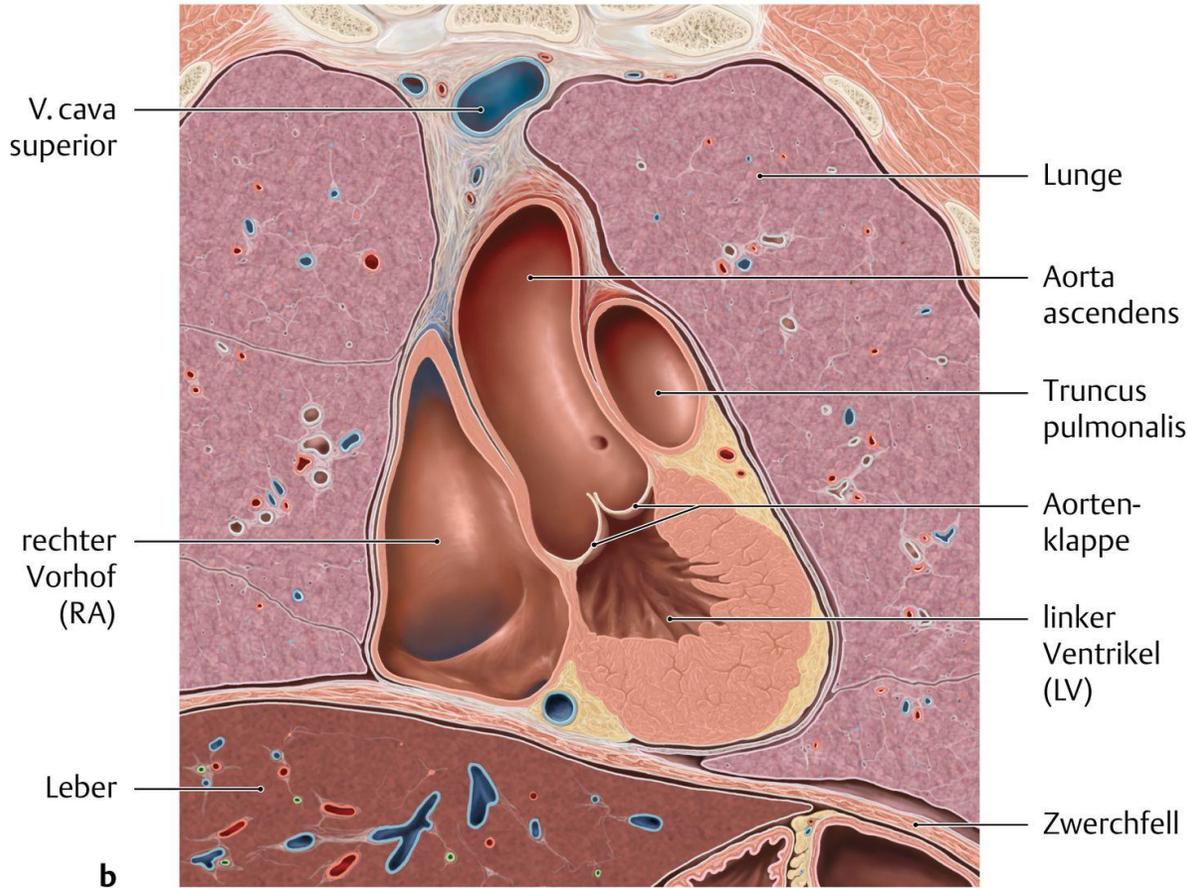


b

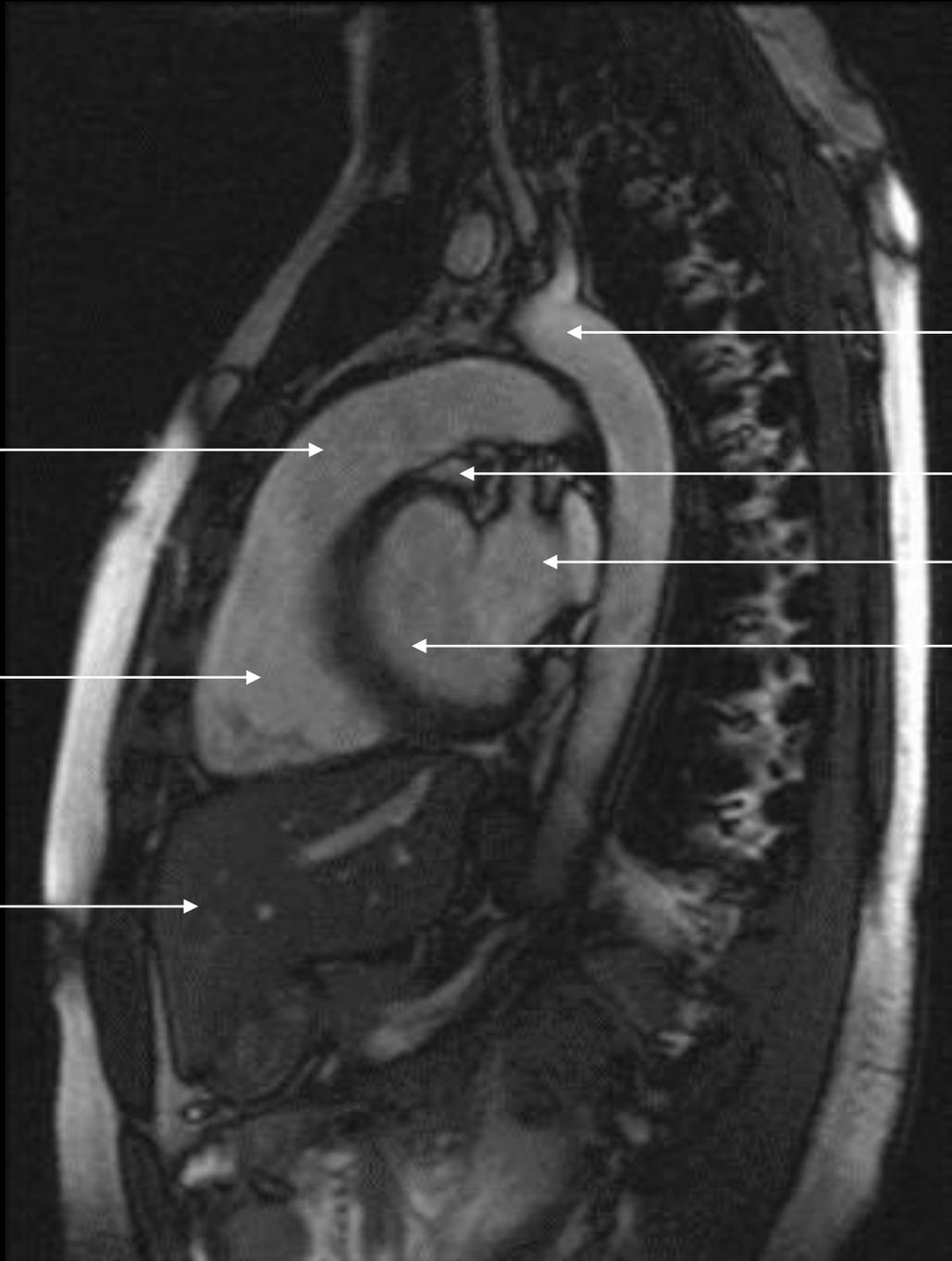


b

# Magnetresonanztomographie (MRT)



Koronares MRT



Tr. pulmonalis



Re. Ventrikel



Leber



Arcus aortae



Aorta ascendens

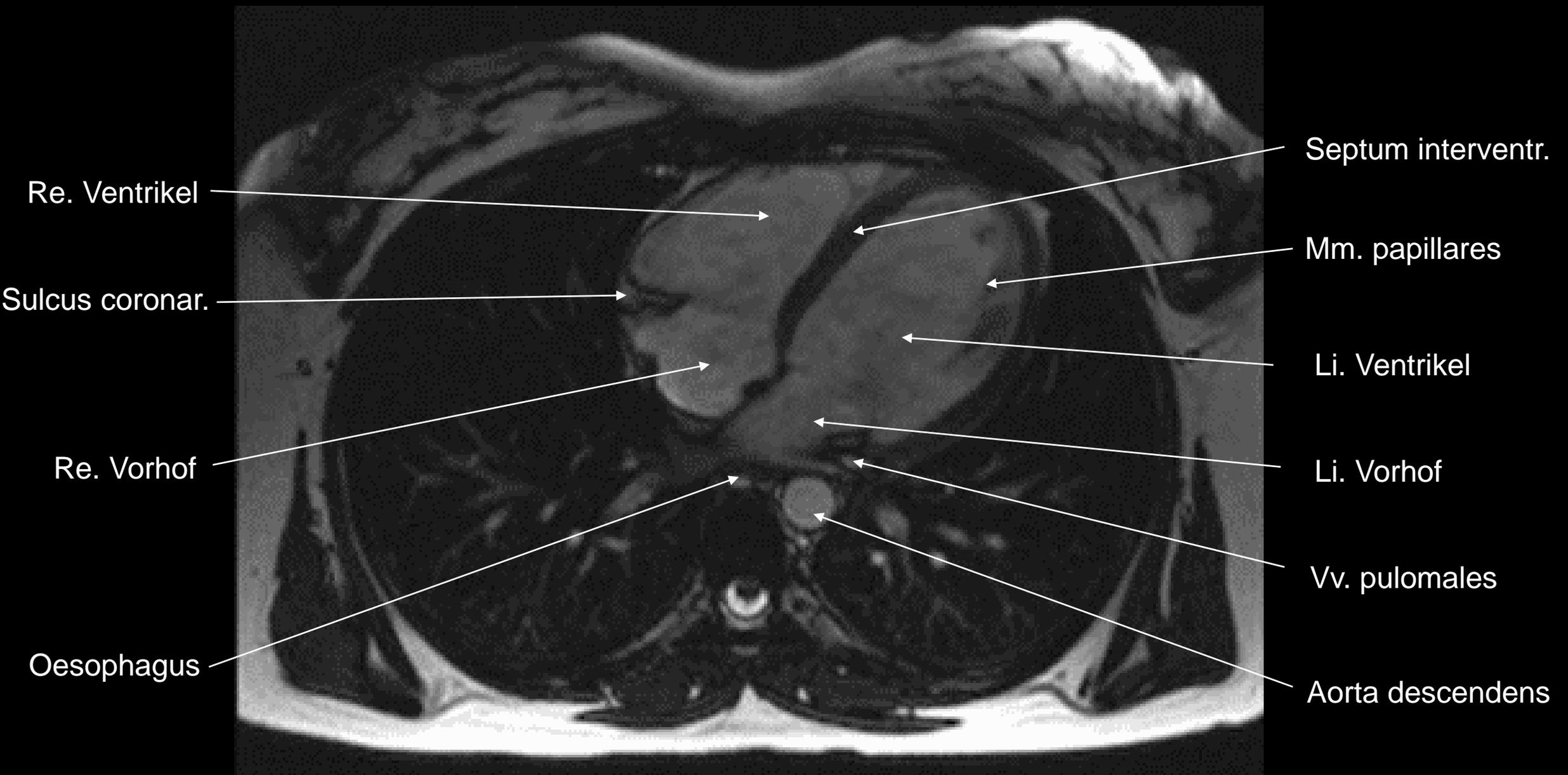


Li. Vorhof



Li. Ventrikel





Re. Ventrikel

Sulcus coronar.

Re. Vorhof

Oesophagus

Septum interventr.

Mm. papillares

Li. Ventrikel

Li. Vorhof

Vv. pulomales

Aorta descendens

# Überblick

## 1) Herz und grosse Gefässe

Herz und Thorax allgemein  
Herzlage, -grösse, -gewicht  
Gliederung Gefässsystem,  
grosse Gefässstämme (Aorta, Vena cava  
sup. et inf., Azygossystem),  
Besonderheiten

## 2) Herzstruktur / Herzklappen

Äussere Form (Basis, Apex, Facies)  
Aussenrelief (Sulci), Myoarchitektonik  
Abgang/Einmündung der grossen Gefässe  
Räume (Vorhöfe, Kammern, Septen)  
Herzklappen (Funktion, Aufbau), Herzskelett  
Auskultation, Perkussion, Bildgebung

## 3) Herzwand

Bauprinzip (Endo, Myokard, Epikard)  
Histologie (Kennzeichen, Sarkomer)  
Myoendokrine Zellen (ANP)

## 4) Gefässe: Arterien / Venen

Grundprinzip, Aufbau, Schichtung (inkl. allg. Histo  
glatte Muskulatur), elastische vs. muskuläre Arterien,  
Vasa und nervi vasorum, Venenklappen,  
Stammvenen vs. periphere Venen

## 5) Gefässe: Arteriolen, Kapillaren, Venulen

Anordnung, Aufbau, Dimensionen, Kapillartypen  
(geschlossen, gefenstert, offen), Endothelien,  
Perizyten, Venulen

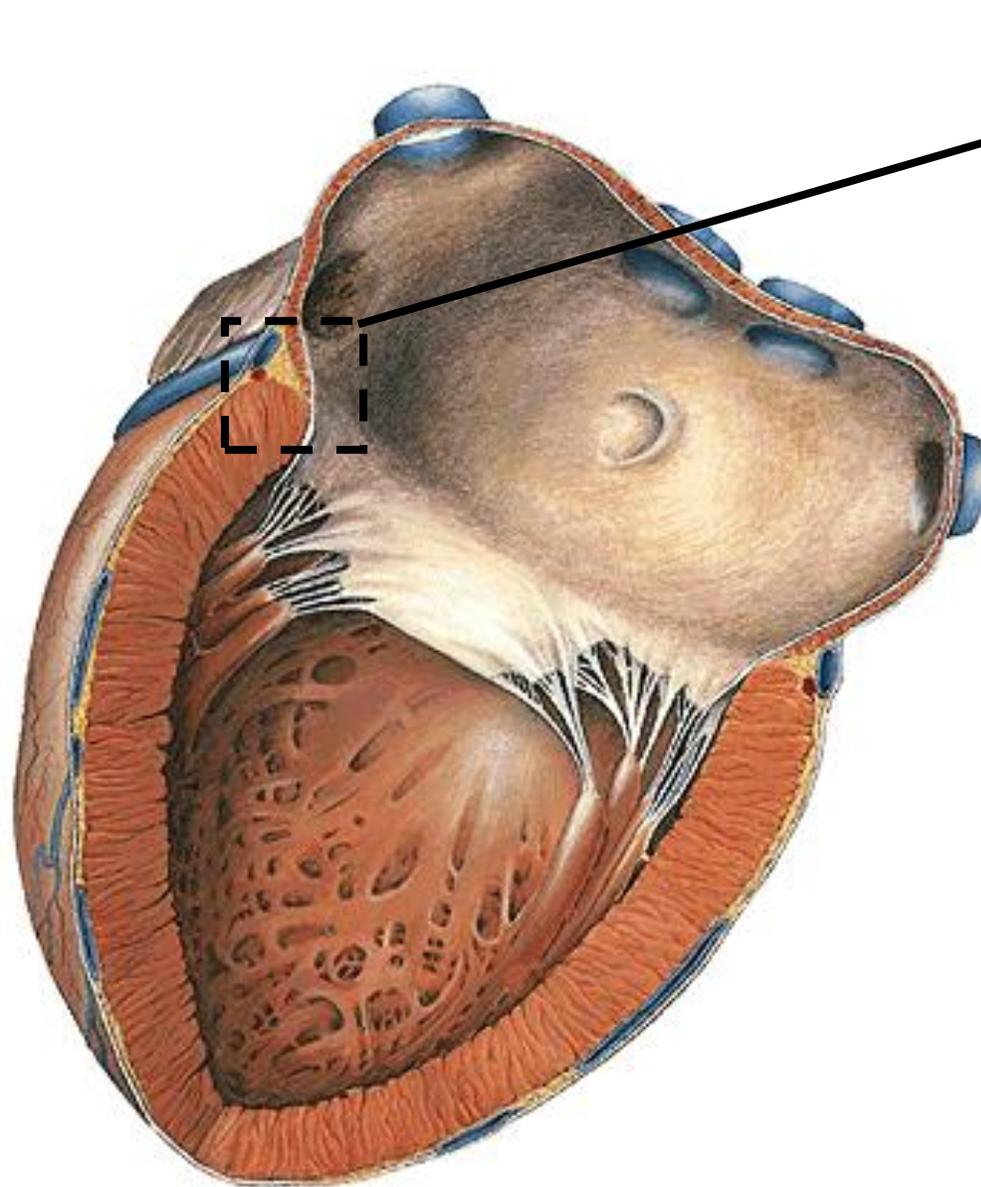
## 6) Herz: Reizbildung/leitung, Innervation, Durchblutung, Lage im Thorax

Erregungsbildung / -leitung (Sinus-, AV-Knoten,  
etc.), Plexus cardiacus (Sympathicus,  
Parasympathicus), Koronararterien, Herzvenen,  
Herzbeutel (Aufbau, Umschlagslinien), Mediastium  
(Einteilung, Inhalt), Topographie

## 5) Lymphgefässe

Anordnung, Aufbau und grosse Lymphgefässstämme

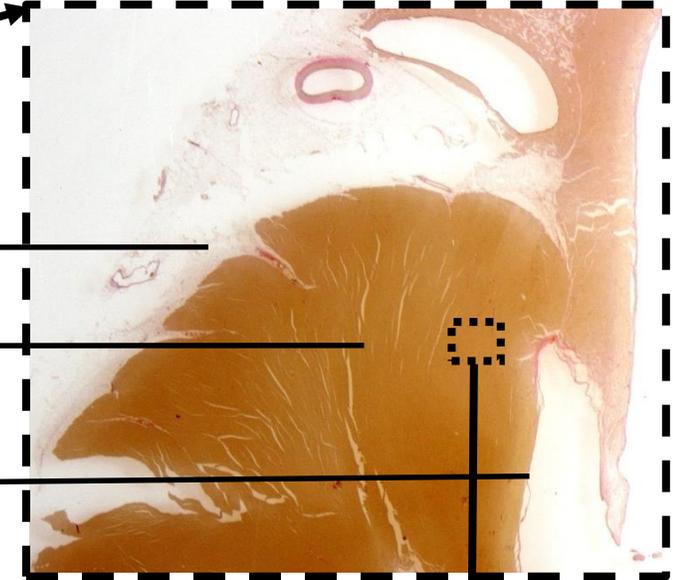
# Herzwand



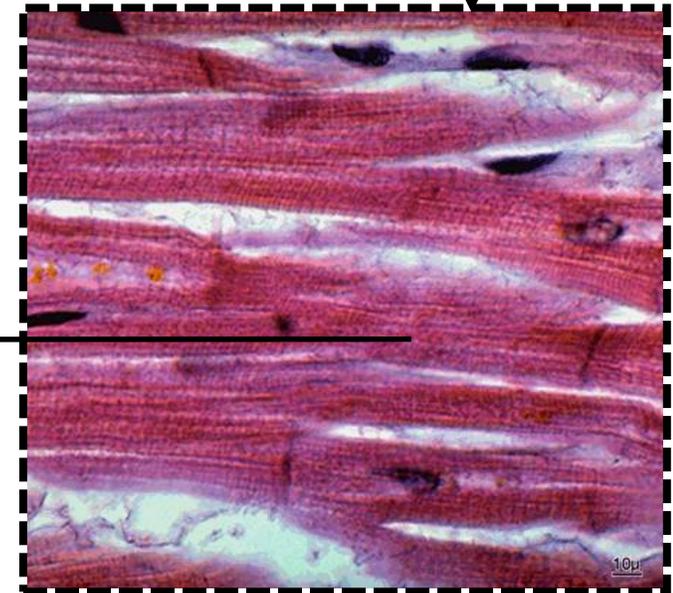
Epikard

Myokard

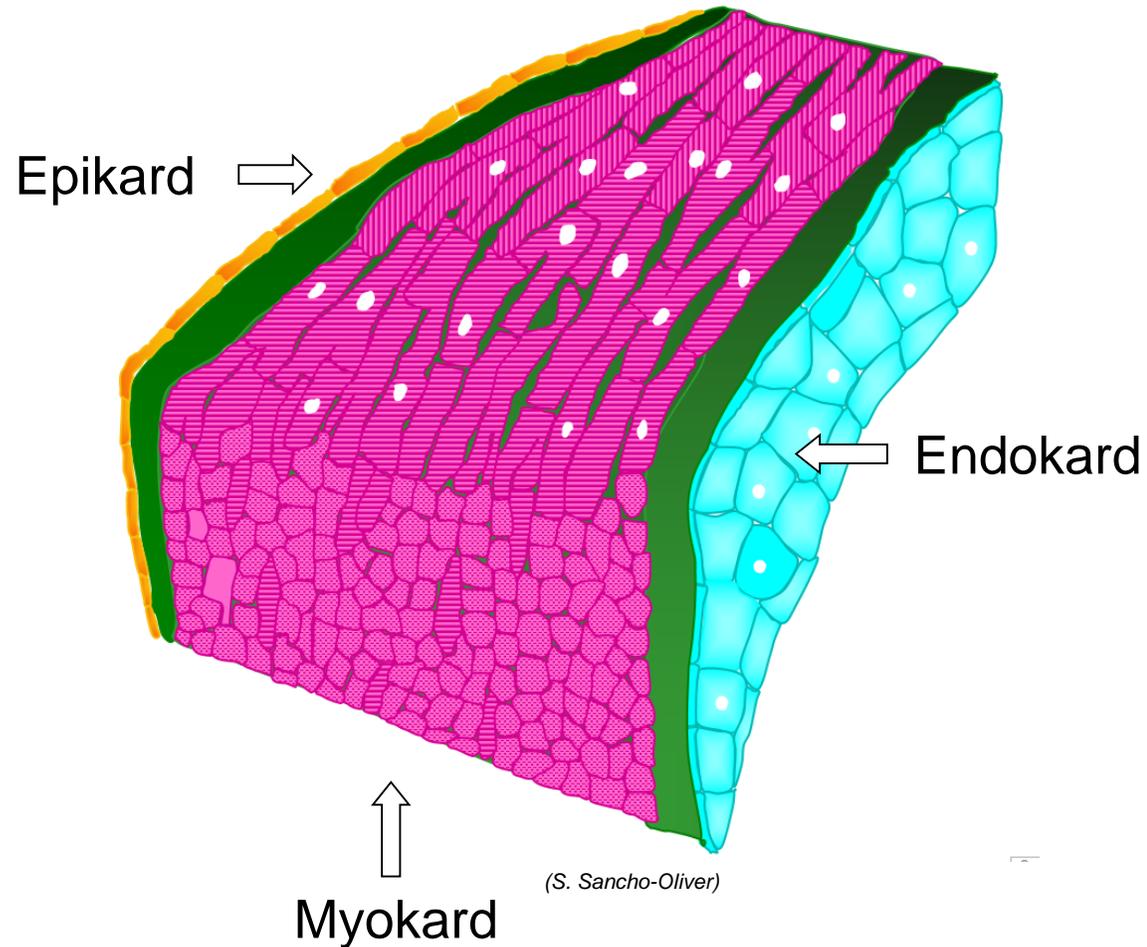
Endokard



Myokard



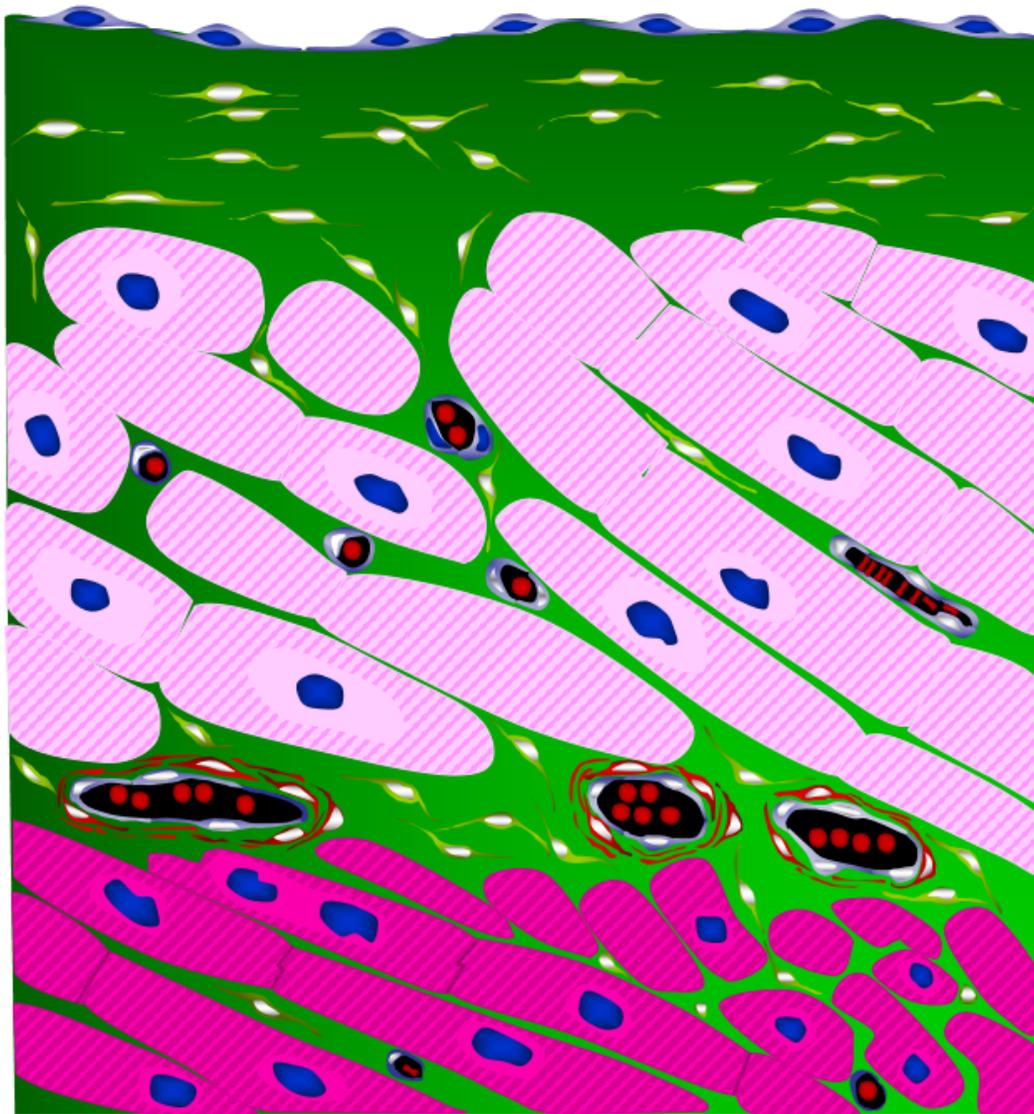
# Aufbau der Herzwand



## 3 Schichten

- Epikard  
äussere Hülle
- Myokard  
Muskelzellschicht
- Endokard  
Innenhaut

# Endokard



## Lamina endothelialis (Endothel)

- Einschichtiges Plattenepithel

## Stratum subendotheliale

- Lockeres kollagenes Bindegewebe
- Spärlich elastische Fasern

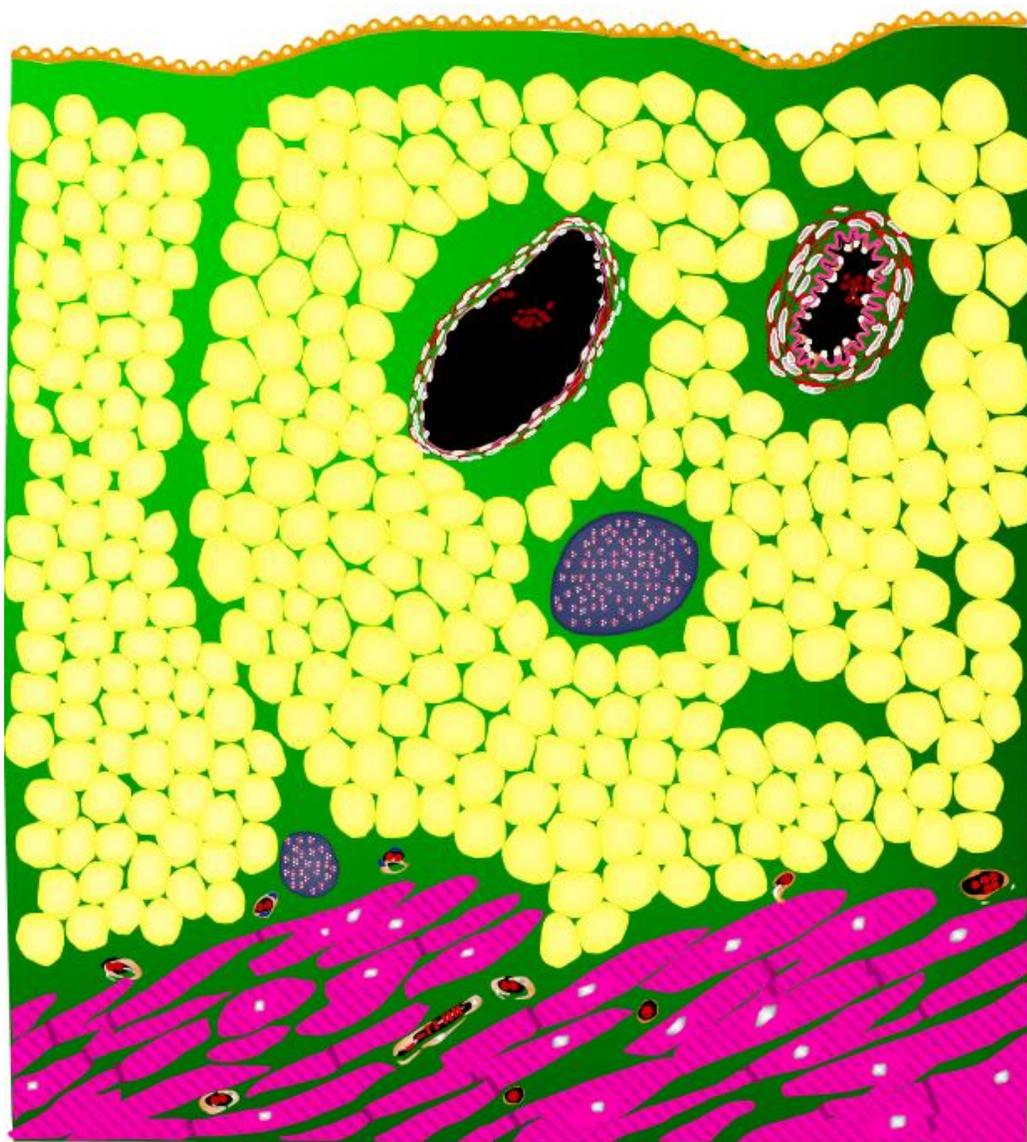
## Stratum myoelasticum

- Kollagene und elastische Fasern
- Kleine Blutgefäße
- Vereinzelt Fasern des Reizleitungssystem

## Tela subendocardialis

- Gefäßgeflecht

# Epikard



## Tunica serosa

- Lamina epithelialis (Mesothel) (einschichtiges Plattenepithel)
- Lamina propria

## Tela subserosa

- Epikardiales Fettgewebe
- Arterien und Venen
- Nervenfasern

# Myokard



## Parenchym (~70%)

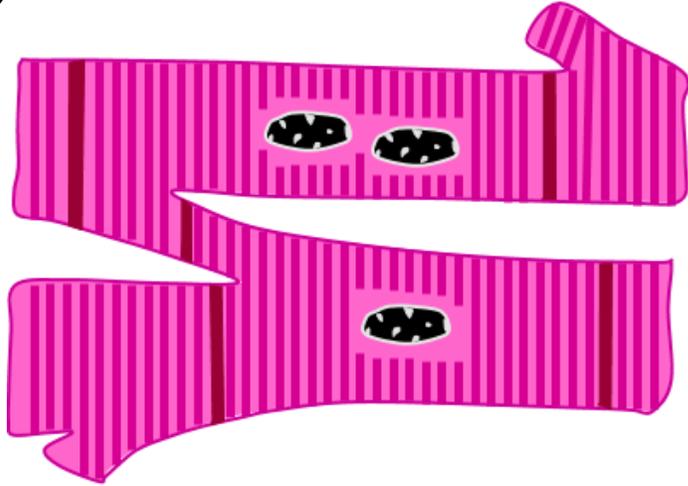
- Verzweigte Bündel von Muskelfasern (Myokardiozyten)
- Unterschiedliche Verlaufsrichtungen

## Stroma (~30%)

- Bindegewebe
- Arterien und Venen
- Kapillaren (zahlreich)
- Nervenfasern

# Myokard - Herzmuskelzellen

Längsschnitt



- **Kardiomyozyten**

- Spezialisierte Muskelzellen
- Zylindrische Zellen ( $\varnothing 12 \mu\text{m}$ )
- 1 - 2 längliche Kerne in der Zellmitte
- Querstreifung
  - Helle und dunkle Banden
- Glanzstreifen (*Disci intercalares*)
- *Verzweigungen*

Querschnitt

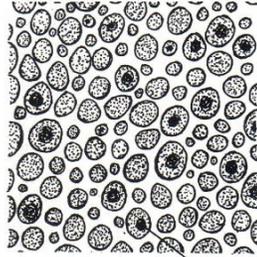
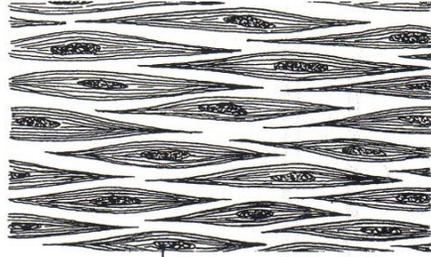


# Exkurs - Muskelarten

Längsschnitt

Querschnitt

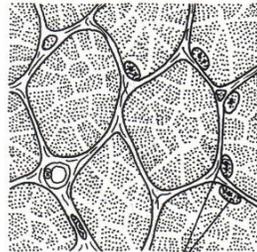
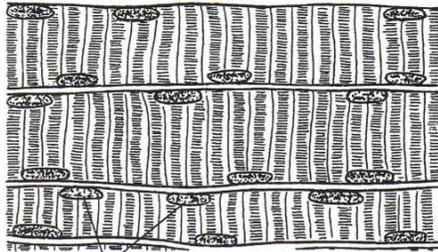
glatte Muskelzellen



a Zellkern

Zellkern

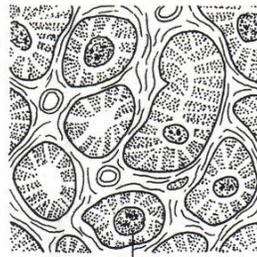
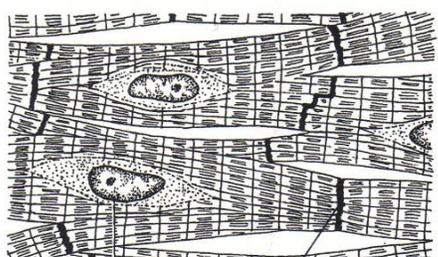
quer gestreifte Skelettmuskelfasern



b Zellkerne

Zellkerne

quer gestreifte Herzmuskelzellen



c Zellkern Discus intercalaris

Zellkern

## Glatte Muskulatur

- spindelförmige Zellen
- mittelständiger Kern
- unregelm. Anordnung kontraktiler Filamente
- langsame Kontraktion
- unwillkürlich (vegetatives NS)

**Innere Organe**  
(z.B. Darmwand)  
**Gefässe**

## Quergestreifte Skelettmuskulatur

- verschmolzene Zellen (Synzytium)
- randständige Kerne
- Querstreifung
- willkürlich (animales NS)

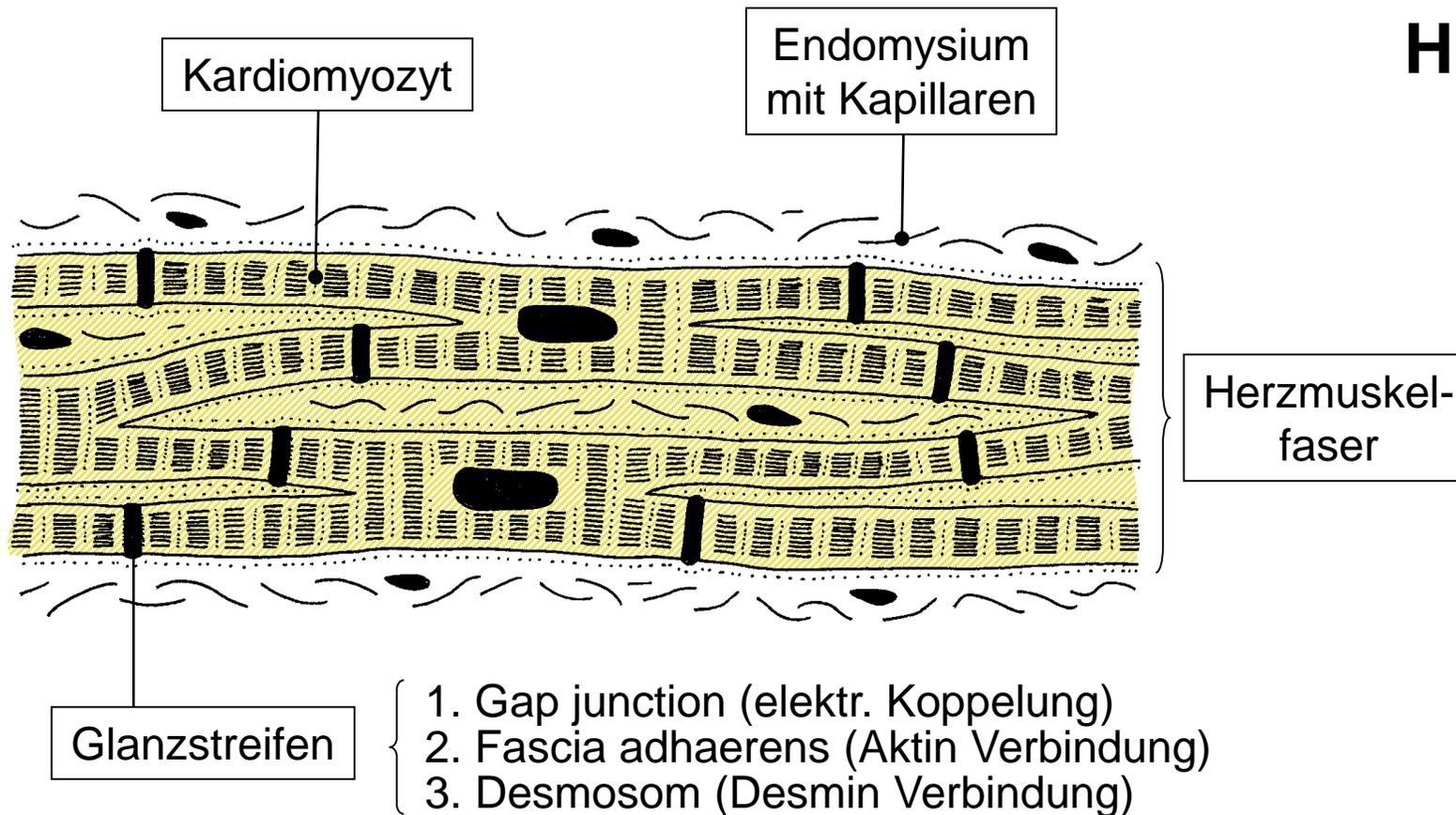
**Skelett**  
(z.B. Bizeps)  
**Körperöffnungen**  
(z.B. äussere (!)  
Schliessmuskel)

## Quergestreifte Herzmuskulatur

- verzweigte Muskelzelle
- mittelständiger Kern
- Querstreifung
- Glanzstreifen (Discus intercalaris)
- unwillkürlich (vegetatives NS)

**Nur Herz**

# Quergestreifte Herzmuskulatur



## Hochaktiver Muskel

~ 60 Kontraktionen / Minute

**Deutlicher kontraktilem Apparat**

**Stark durchblutet**

(~5% Herzeitvolumen)

(unter Belastung 4-5x mehr)

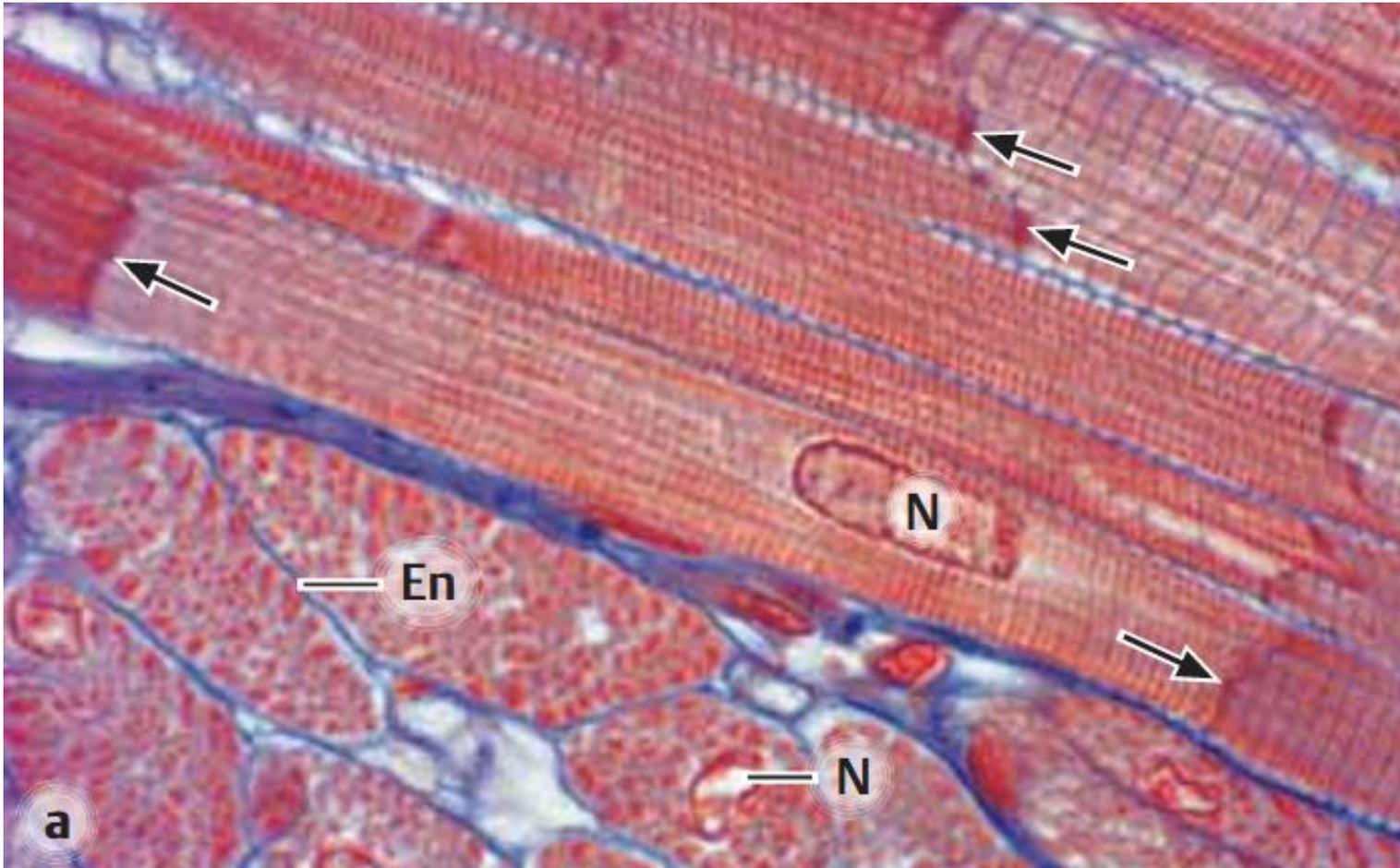
- Gute Kapillarisation
- Zahlreiche Mitochondrien

**Starke Zellverbindungen**

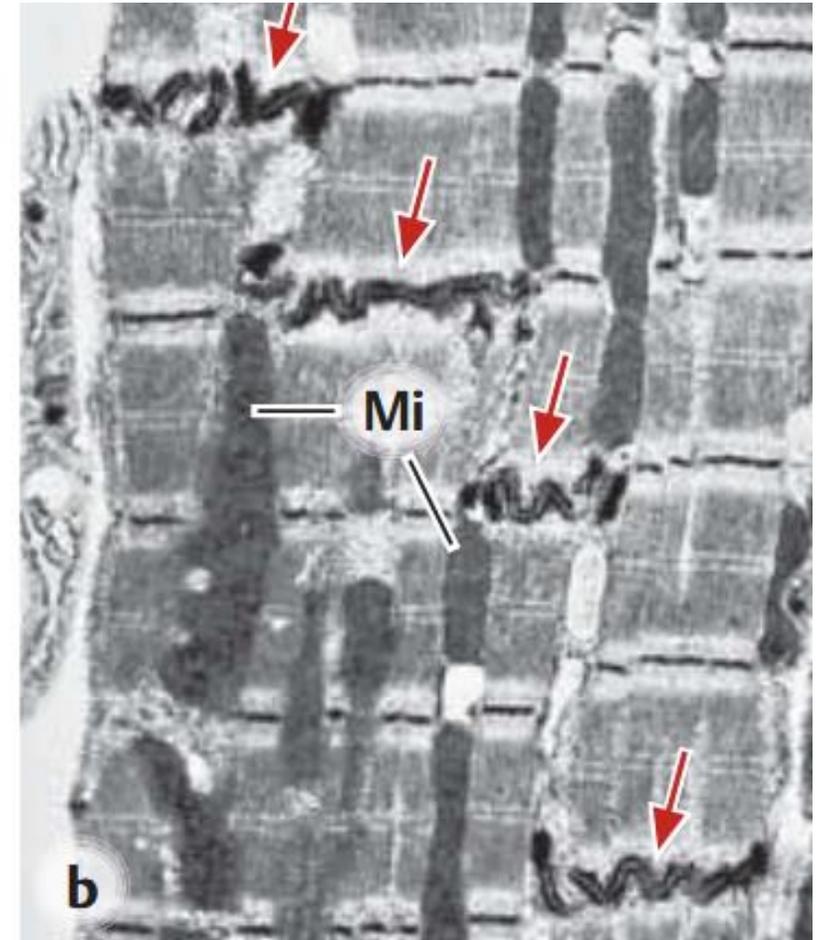
**Gute Zellkoordinierung**

# Histologie - Herzmuskel

Licht-Mikroskopie



Elektronen-Mikroskopie



En - Endomysium, N – Nucleus, Pfeile – Glanzstreifen, Mi - Mitochondrien

*(Lüllmann-Rauch, Thieme)*

# Kontraktile Einheit - Sarkomer

*Ca<sup>2+</sup> abhängige  
Verschiebung Aktin vs. Myosin  
«Funktionelle Einheit»*

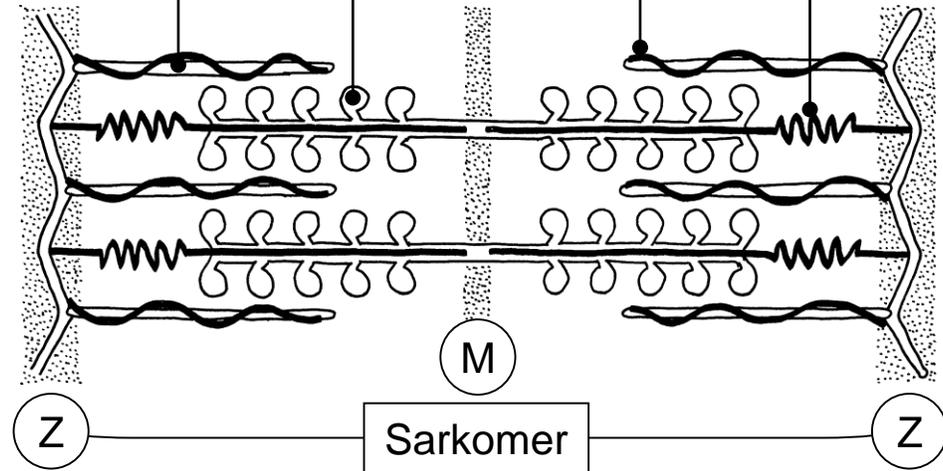
*Modulieren Kontraktion;  
kardiale Troponine im Plasma  
Hinweis auf Infarkt*

*«Rückstellfeder»;  
Mutation der kardialen Isoform  
→ Kardiomyopathie*

Aktinfilamente & Myosinfilamente

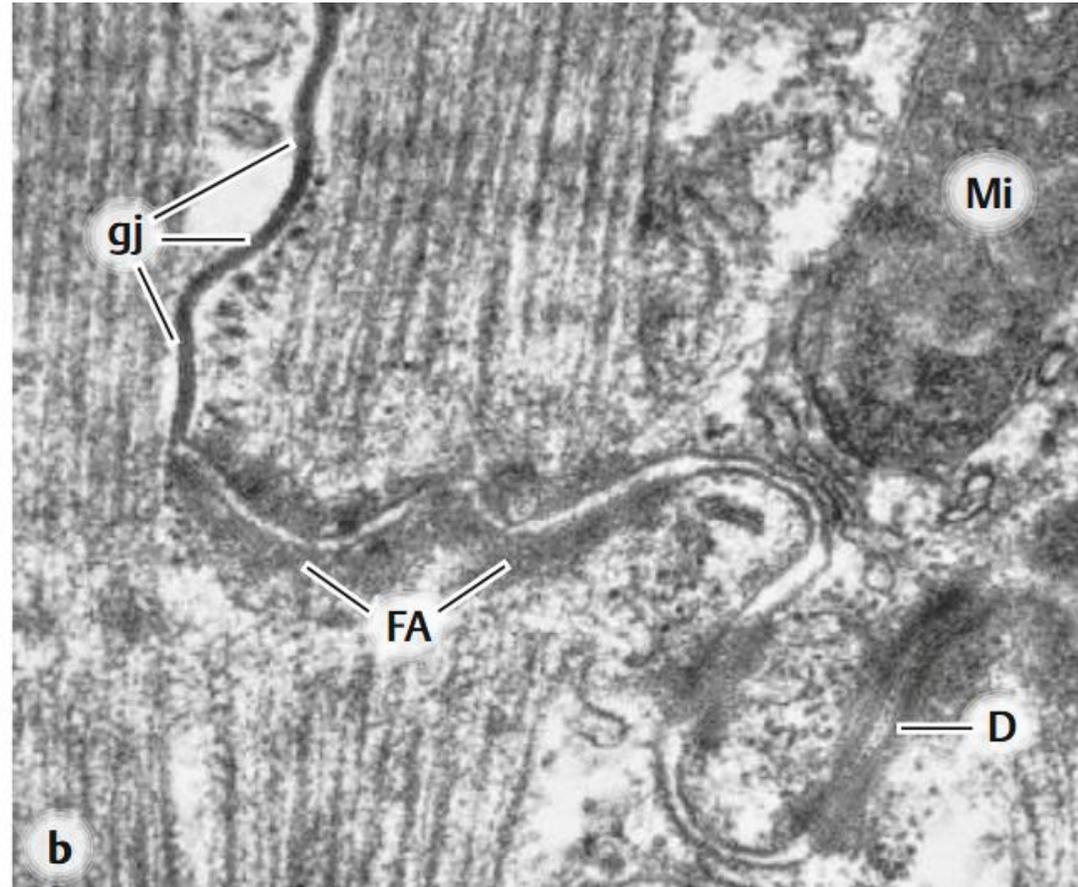
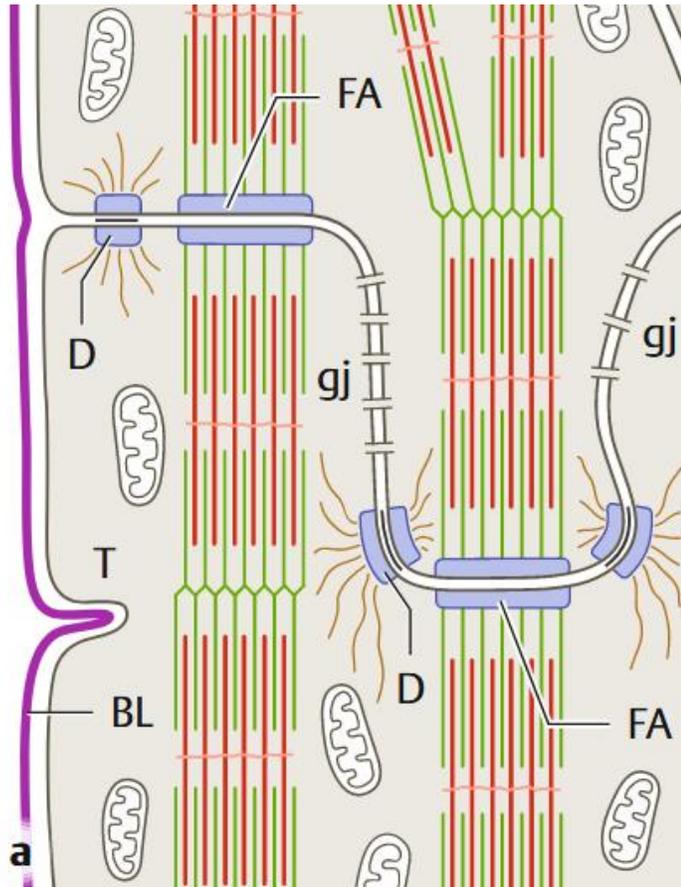
Tropomyosin  
Troponine

Titin



(D.P. Wolfer)

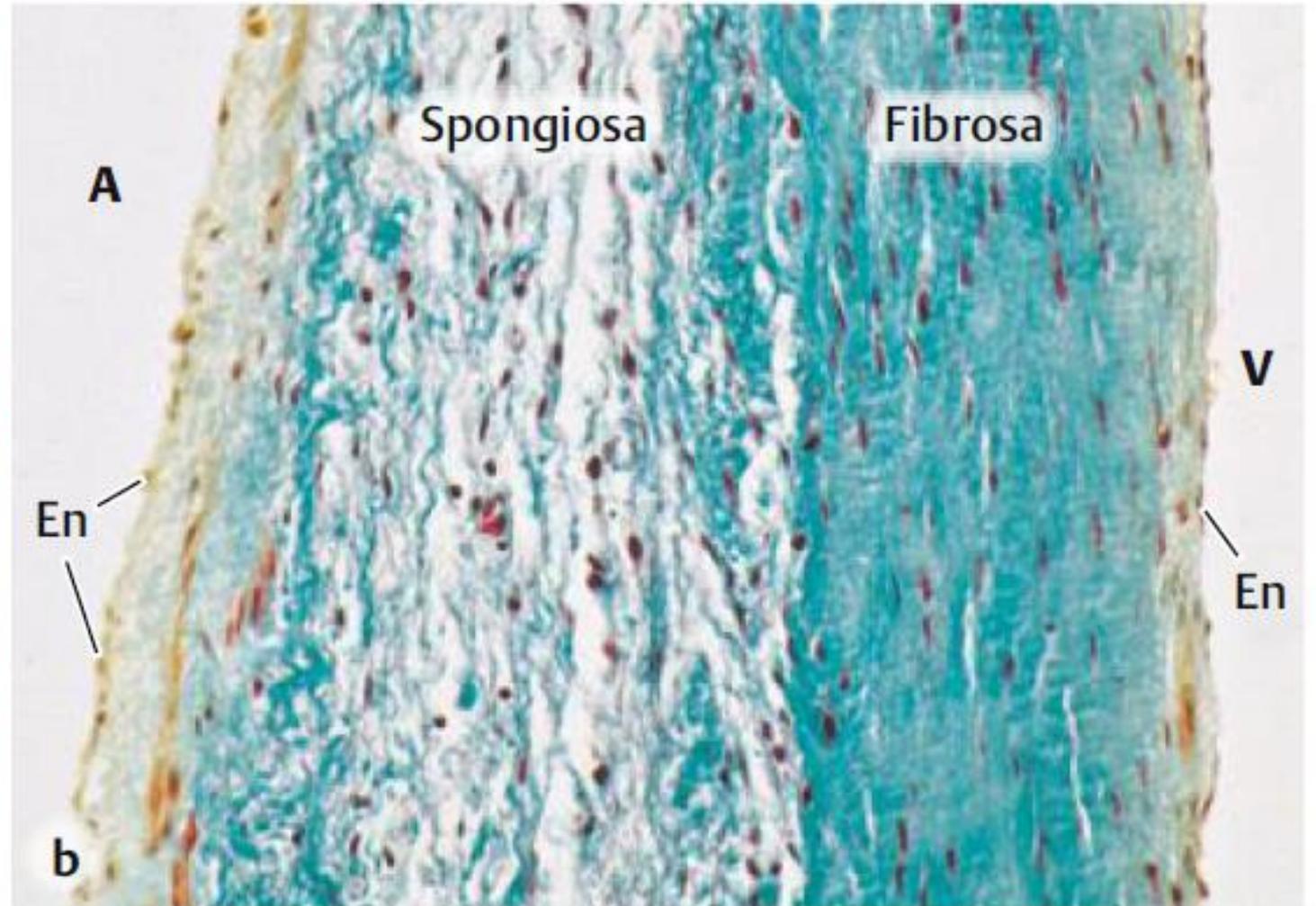
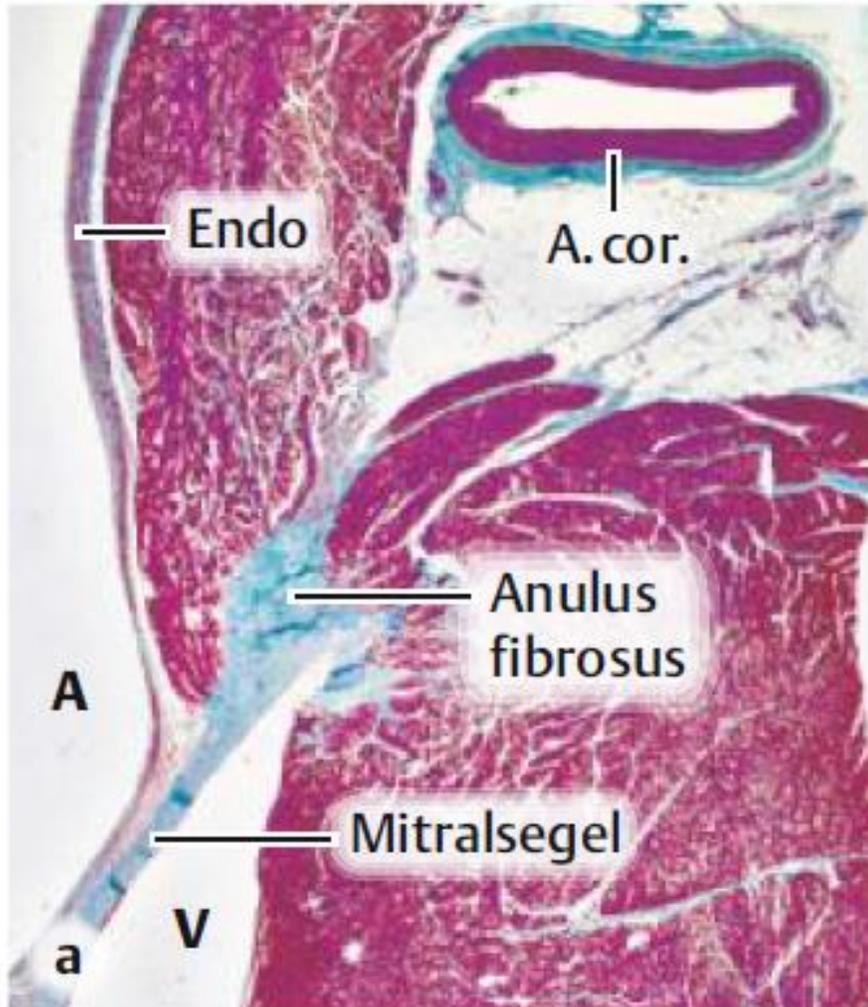
# Glanzstreifen – Disci intercalares



(Lüllmann-Rauch, Thieme)

- Stufenförmig (transversal / longitudinal): → Oberflächenvergrößerung / Verzahnung  
Fasciae adhaerentes - FA (N-Cadherin): → Verankerung der Aktinfilamente  
Desmosomen - D (Desmocollin, -glein): → Mechanische Verbindung / «Sicherheit»  
Gap junctions - gj (Connexine, Na-Kanäle): → Elektrische Kopplung

# Histologie – Herzklappen

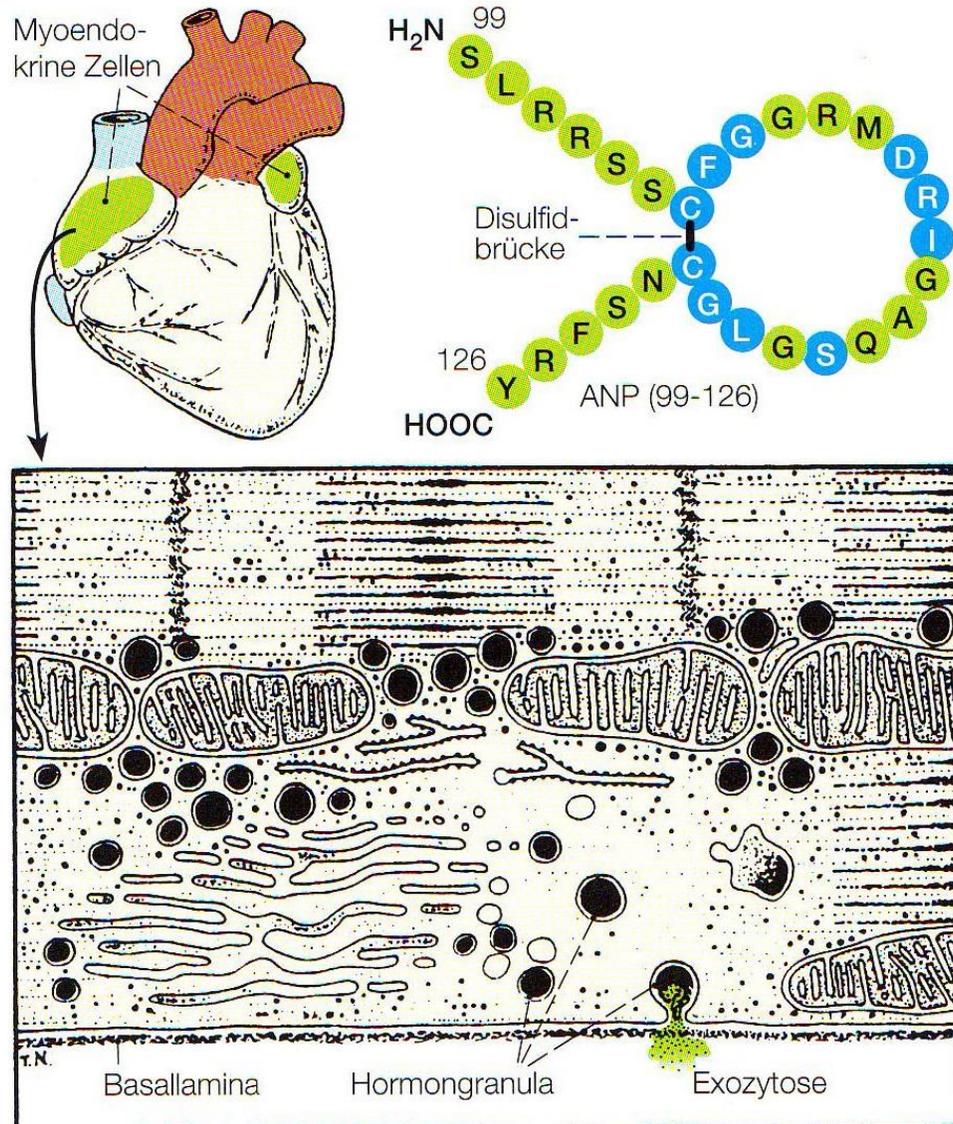


(Lüllmann-Rauch, Thieme)

Oberfläche (beidseits): Fortsetzung des Endokards (Endothel + Stratum subendotheliale)

Grundstruktur: Lockeres (Spongiosa) und straffes (Fibrosa) Bindegewebe als Fortsetzung des Anulus fibrosus

# Myoendokrine Zellen



(Bennighoff, Elsevier)

## Spezialisierte Myozyten

- im Bereich der Vorhöfe
- viel ER und Golgi
- Hormongranula (Atriales Natriuretisches Peptid)

Dehnung der Vorhöfe  
(z.B. bei Zunahme Blutvolumen)



Freisetzung der Hormone



Wirkung von ANP auf die Niere



Vermehrte renale Ausscheidung von Na<sup>+</sup> und H<sub>2</sub>O



Abnahme des extrazellulären Volumens

# Überblick

## 1) Herz und grosse Gefässe

Herz und Thorax allgemein  
Herzlage, -grösse, -gewicht  
Gliederung Gefässsystem,  
grosse Gefässstämme (Aorta, Vena cava  
sup. et inf., Azygossystem),  
Besonderheiten

## 2) Herzstruktur / Herzklappen

Äussere Form (Basis, Apex, Facies)  
Aussenrelief (Sulci), Myoarchitektonik  
Abgang/Einmündung der grossen Gefässe  
Räume (Vorhöfe, Kammern, Septen)  
Herzklappen (Funktion, Aufbau), Herzskelett  
Auskultation, Perkussion, Bildgebung

## 3) Herzwand

Bauprinzip (Endo, Myokard, Epikard)  
Histologie (Kennzeichen, Sarkomer)  
Myoendokrine Zellen (ANP)

## 4) Gefässe: Arterien / Venen

Grundprinzip, Aufbau, Schichtung (inkl. allg. Histo  
glatte Muskulatur), elastische vs. muskuläre Arterien,  
Vasa und nervi vasorum, Venenklappen,  
Stammvenen vs. periphere Venen

## 5) Gefässe: Arteriolen, Kapillaren, Venulen

Anordnung, Aufbau, Dimensionen, Kapillartypen  
(geschlossen, gefenstert, offen), Endothelien,  
Perizyten, Venulen

## 6) Herz: Reizbildung/leitung, Innervation, Durchblutung, Lage im Thorax

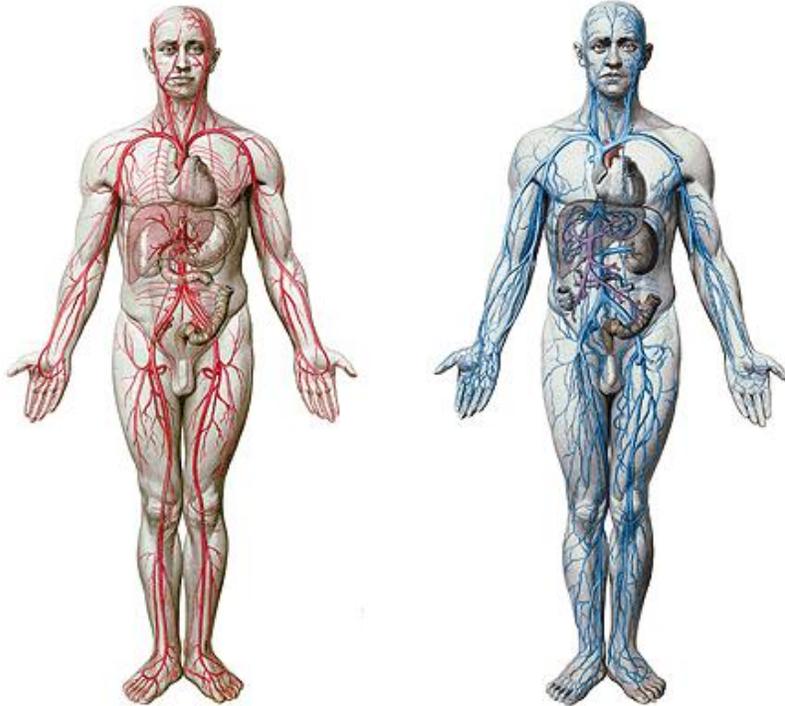
Erregungsbildung / -leitung (Sinus-, AV-Knoten,  
etc.), Plexus cardiacus (Sympathicus,  
Parasympathicus), Koronararterien, Herzvenen,  
Herzbeutel (Aufbau, Umschlagslinien), Mediastium  
(Einteilung, Inhalt), Topographie

## 7) Lymphgefässe

Anordnung, Aufbau und grosse Lymphgefässstämme

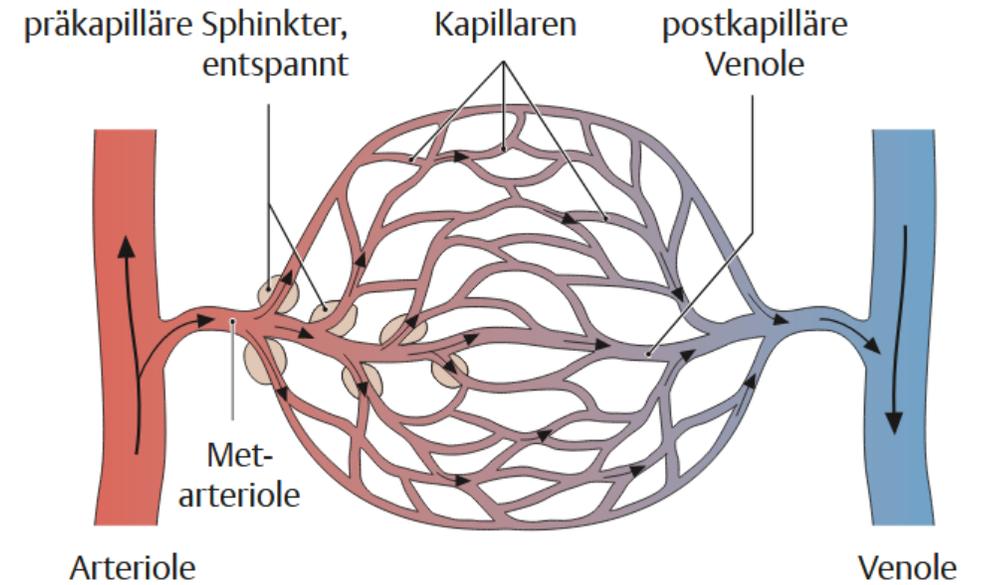
# Gliederung des Gefäßsystems

## Makrozirkulation



- Arterien  
elastisch, gemischt, muskulär
- Venen

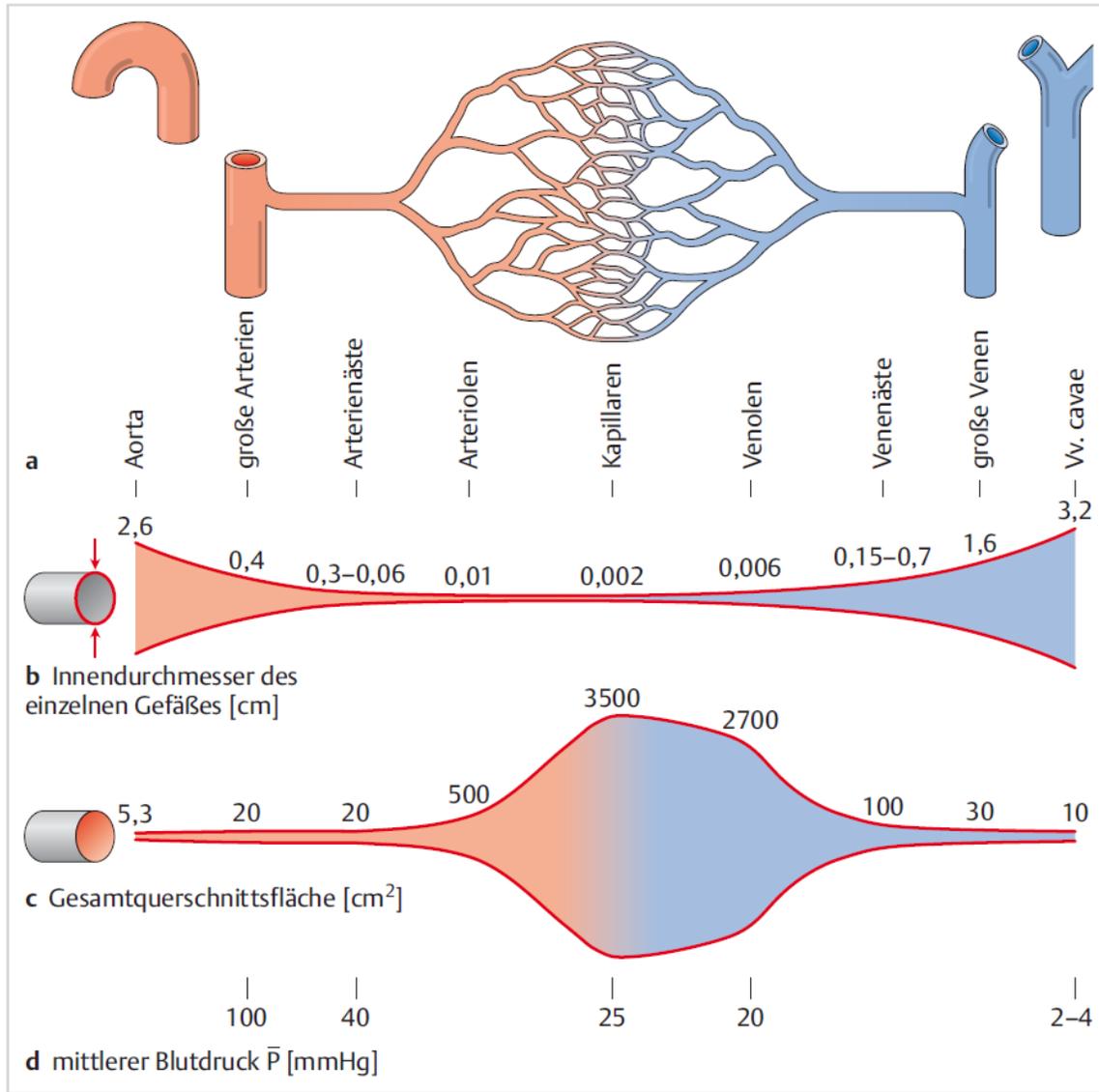
## Mikrozirkulation



(Prometheus, Thieme)

- Arteriolen, Metarteriolen
- Kapillaren  
Prä-, Mitt-, und Postkapillaren
- Venulen (Venolen)

# Gliederung des Gefäßsystems



(Gekle, Thieme)

**Arteriell Hochdrucksystem**  
(mittlerer art. Druck ~100 mmHg)

Arterien vom elastischen Typ  
Arterien vom muskulären Typ

**Terminale Strombahn (Mikrozirkulation)**  
(mittlerer Druck 30-15 mmHg)

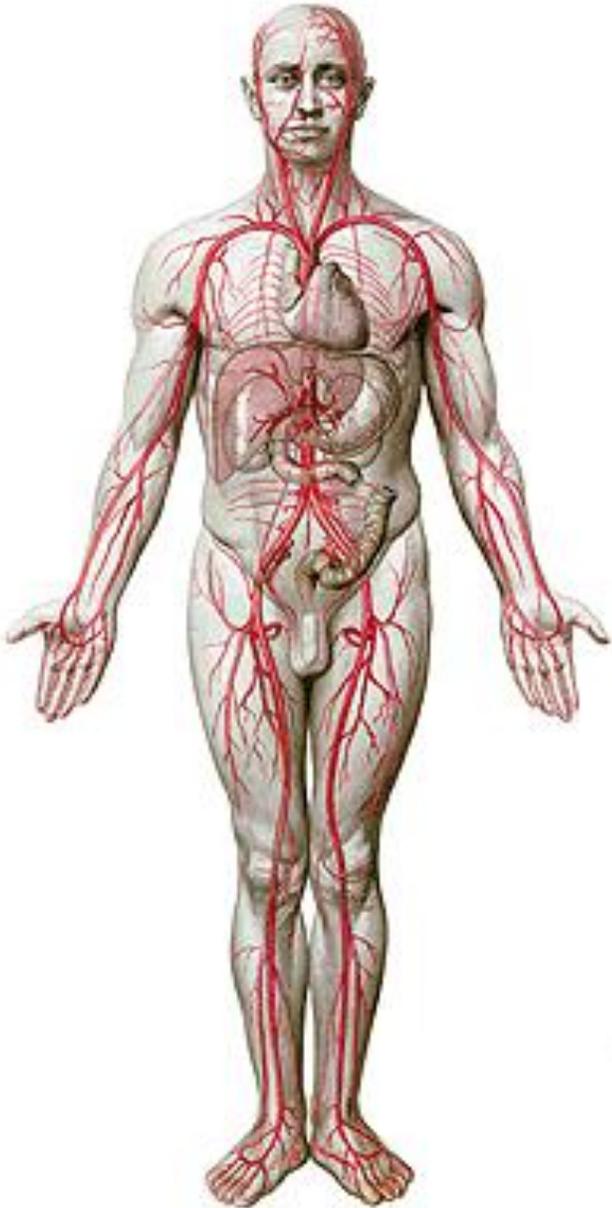
Arteriolen (Widerstandsgefäße)  
Kapillaren (Austausch)  
Venulen

**Venöses Niederdrucksystem**  
(mittlerer Druck 12-5 mmHg)

Periphere Venen  
Venenstämme

➔ „Kapazitätsgefäße“

# Arterien - Kennzeichen

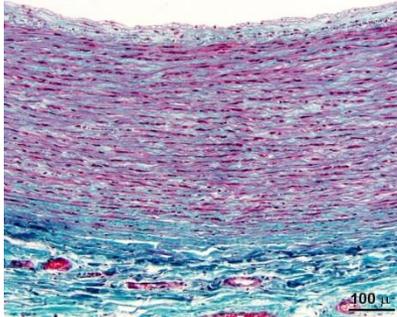


- Führen vom Herz weg
- Nach peripher abnehmender Durchmesser
- Zahlreiche Aufzweigungen  
Aorta →  $3 \times 10^8$  terminale Arteriolen  
jeweils Zunahme der Querschnittsfläche  
um Faktor 1,5
- Fortleitung der Pulswelle (6-10 m/s)
- Hoher Druck im Gefässsystem

# Arterien - Einteilung

## Wandbau

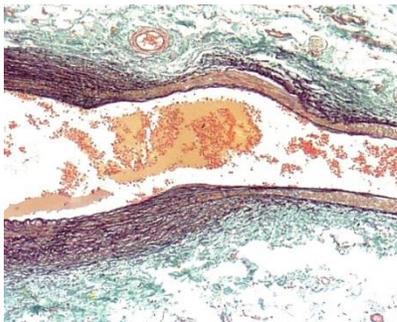
Elastisch



Muskulär



Gemischt



(Groscurth, Histologie online)

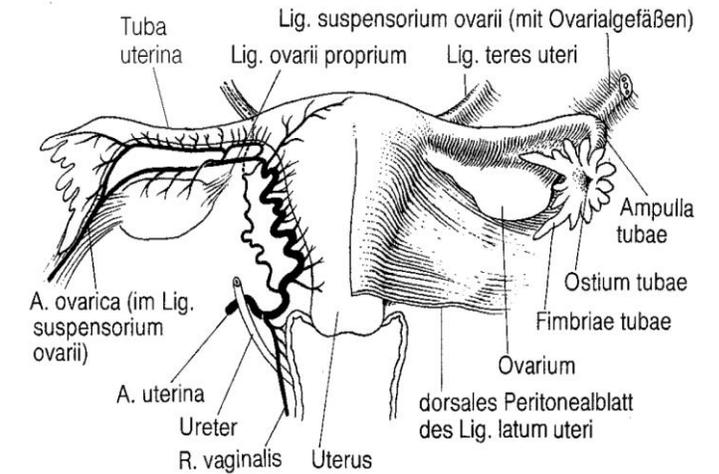
## Sonderformen

### Rankenarterien

Geschlängelter Verlauf  
(als Reservelänge)

Beispiele:

- *A. uterina*
- *A. helicina (penis)*
- *A. facialis*



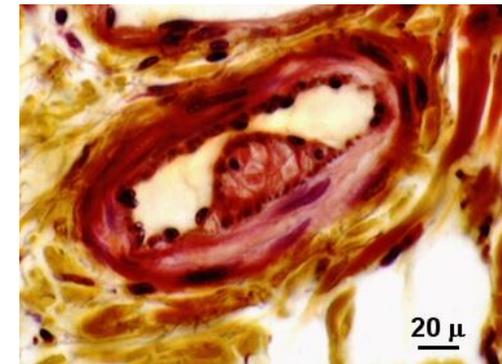
(Schiebler, Steinkopff)

### Sperrarterien

Kleine Arterien, die den  
Blutfluss komplett  
blockieren können

Beispiele:

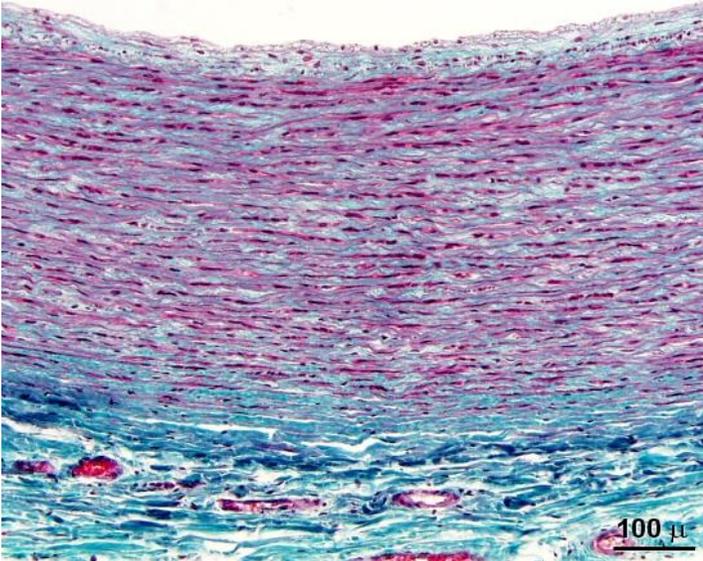
- *Schwellkörper*
- *Bronchialgefäße*



20  $\mu$

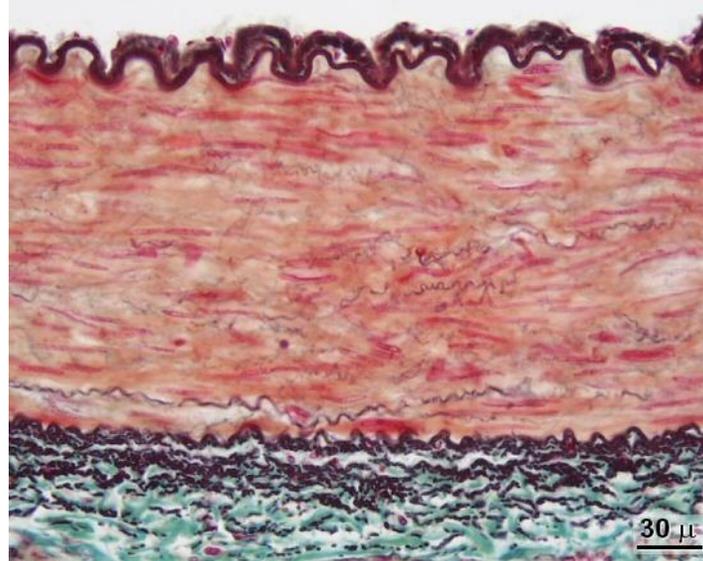
(Groscurth, Histologie online)

# Arterien - Einteilung



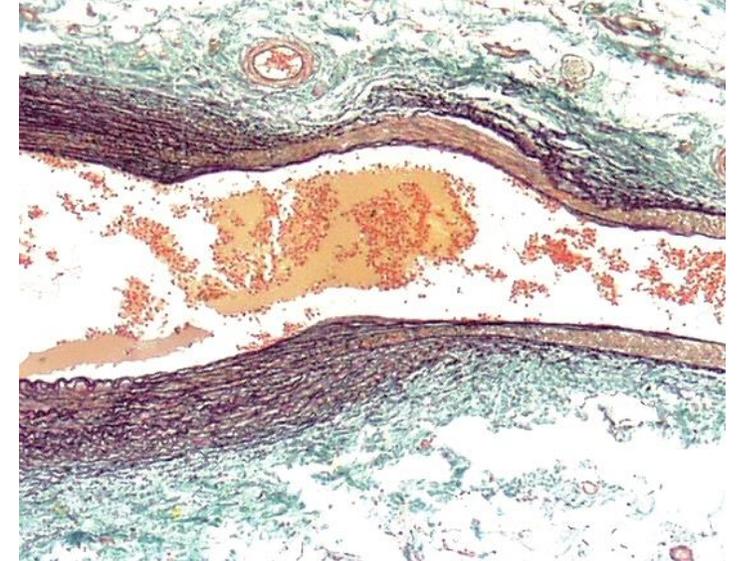
## Elastischer Typ

- Grosse, herznahe Gefässe
- Aorta, Truncus pulmonalis und stammnahe Äste
- «Windkesselfunktion»



## Muskulärer Typ

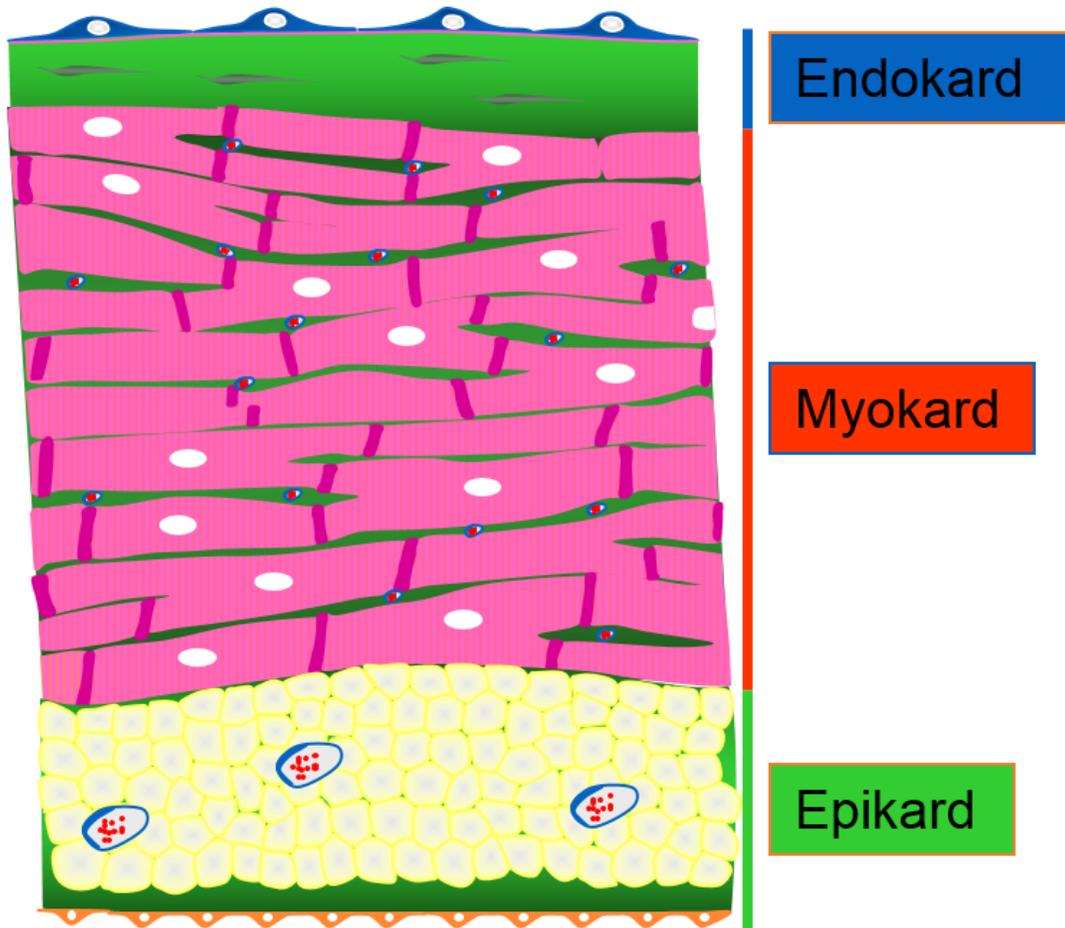
- Mittlere, kleinere Gefässe
- Periphere Arterien (z.B. Extremitätenarterien)
- Verteilung des Blutes



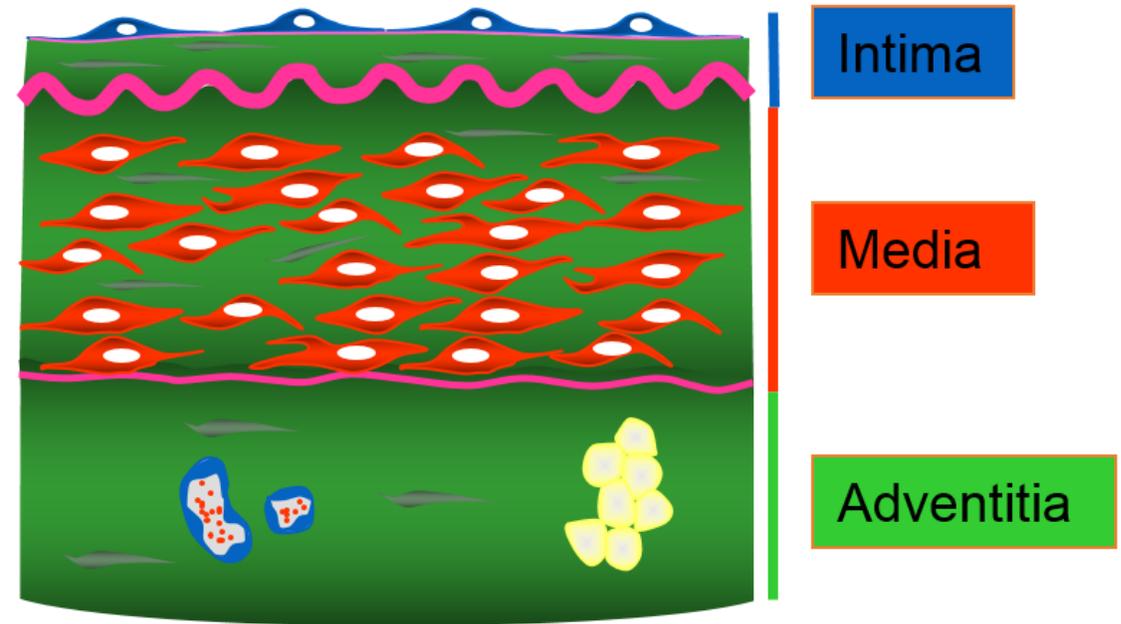
## Gemischter Typ

- Zwischenform
- Übergangsbereich (z.B. Mesenterialarterien)

# Blutgefäße - Schichtung



Herz

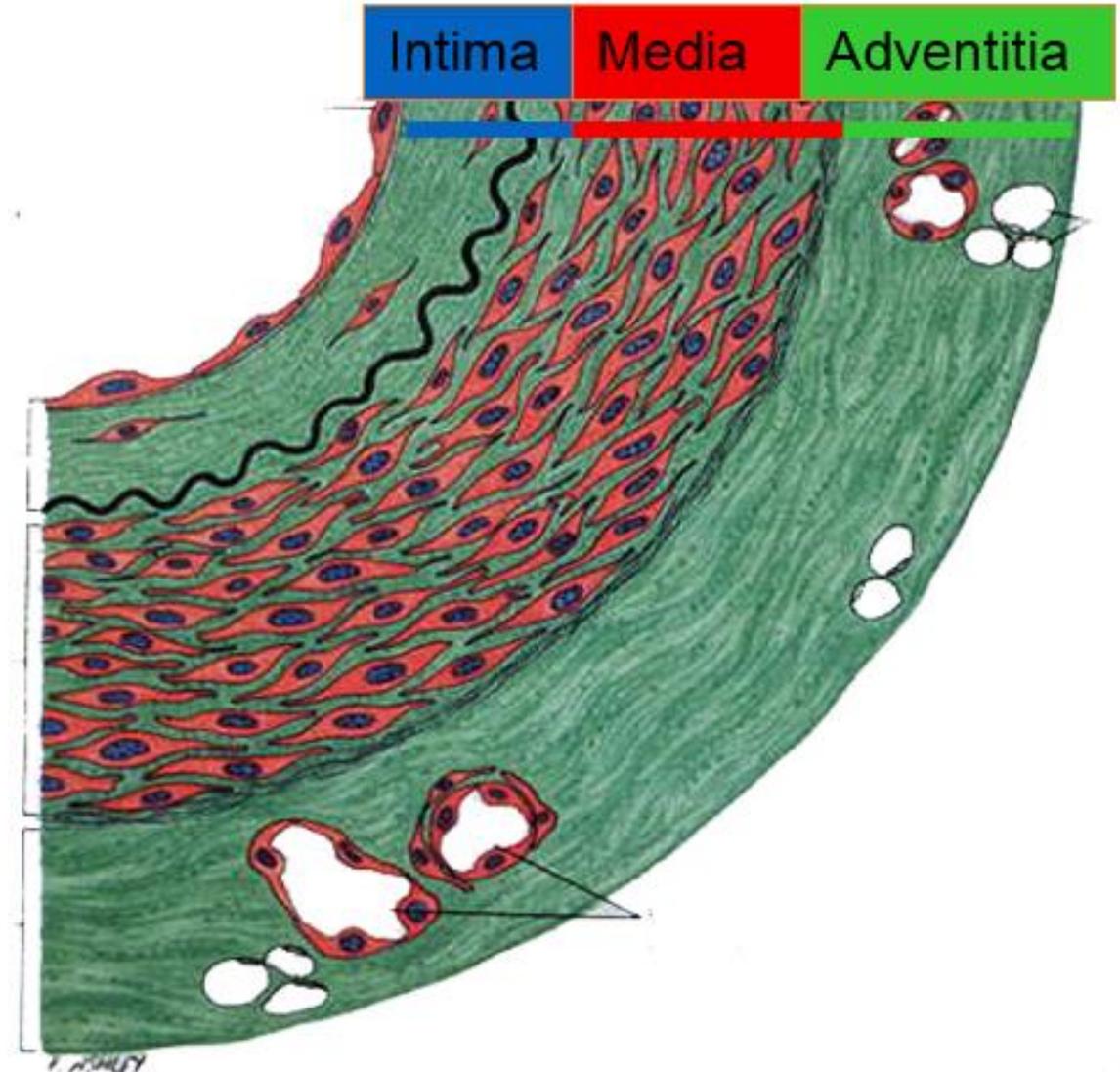


Blutgefäß

# Arterien – Aufbau

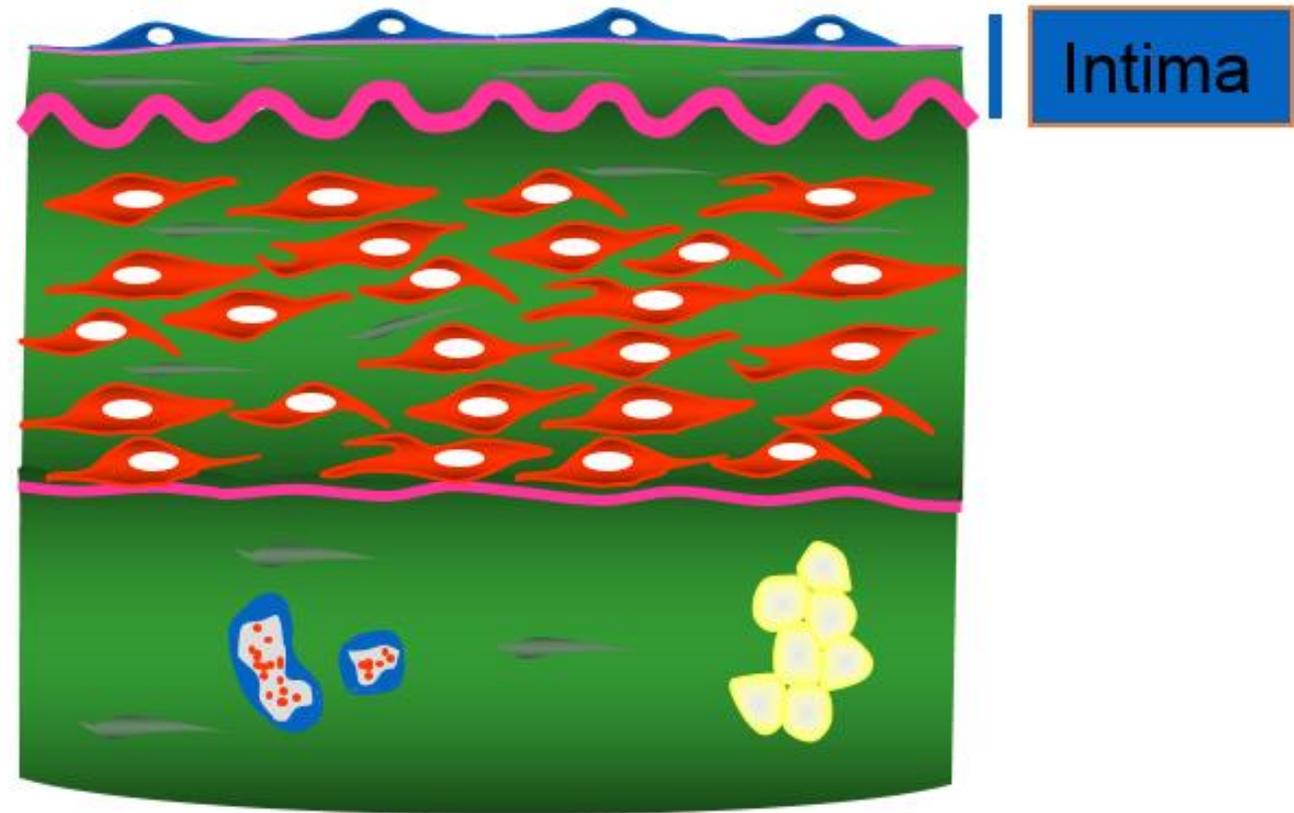
## Wandbau

- Innere Schicht (Intima)
- Mittlere Schicht (Media)
  - Ihr Aufbau bestimmt die Funktion
    - elastisch → dehnbar
    - muskulär → kontraktile
- Äussere Schicht (Adventitia)



# Arterien – Tunica intima

- **Endothel**
  - Einschichtiges Plattenepithel
- **Stratum subendotheliale**
  - Kollagene & elast. Fasern
  - Zellen
    - Fibroblasten, wenige glatte Muskelzellen, Makrophagen
- **Lamina elastica interna**
  - 1-2  $\mu\text{m}$  dick
  - Geflecht elastischer Fasern
  - Wellung (postmortal)



# Arterien (elastisch) – Tunica media

## Elastische Arterie

- Breite Schicht aus dicht gelagerten, fenestrierten elastischen Lamellen
- Dazwischen glatte Muskelzellen
- Kollagene und elastische Fasern
- Keine scharf abgrenzbare Lamina elastic interna

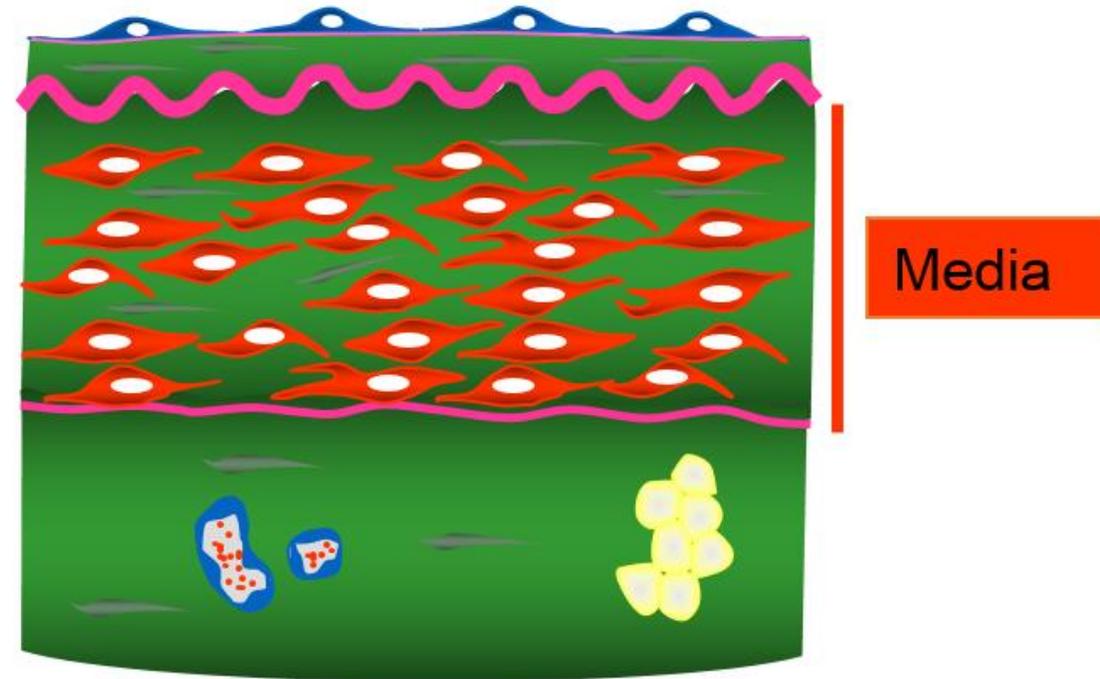


Media

# Arterien (muskulär) – Tunica media

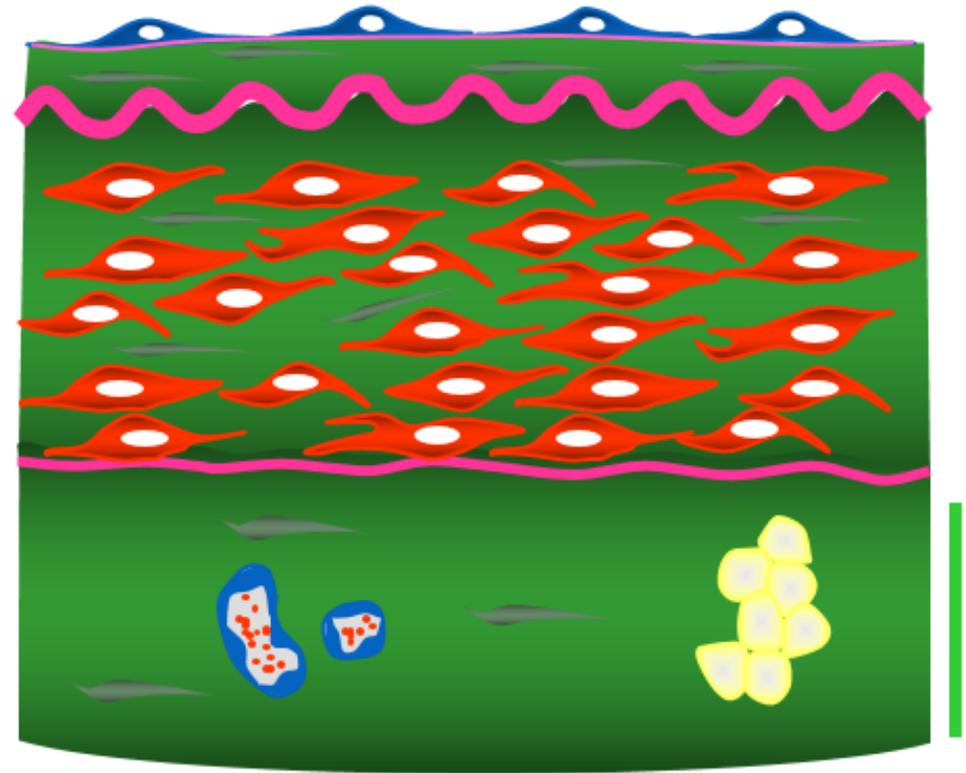
## Muskuläre Arterie

- Schichten glatter Muskelzellen
  - Mittlere Arterien: 20-40 Lagen
  - Kleine Arterien: 5-10 Lagen
  - Konzentrische, spiralige Anordnung
- Kollagene und elast. Fasern
- Lamina elastica externa
  - Verschwindet bei kleinen Arterien



# Arterien – Tunica adventitia

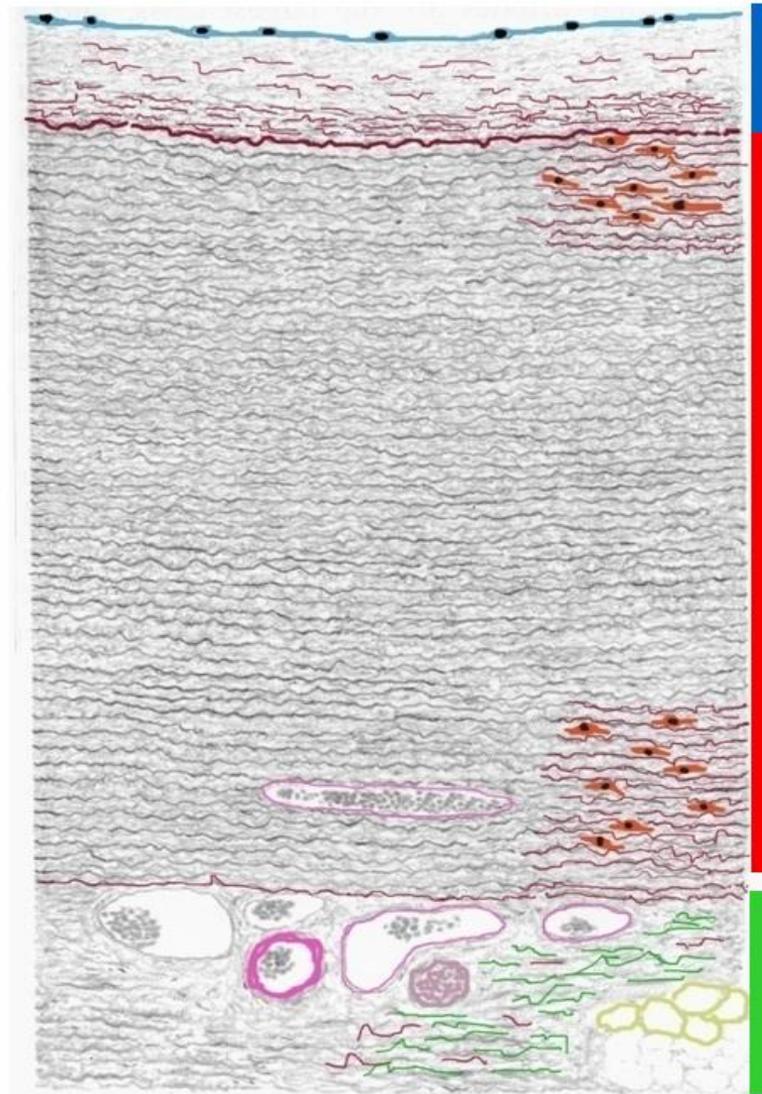
- Variable Dicke
- Aufbau
  - Kollagene und elast. Fasern
  - Fibroblasten, Adipocyten,
  - Myocyten, Macrophagen
  - Vasa vasorum
  - Nervi vasorum (*intramural, perimural*)
  - Lymphgefäße



Adventitia

- ➔ Einbau in umgebendes Bindegewebe
- ➔ Stabilisierung in Längsrichtung

# Arterien – elastisch vs. muskulär

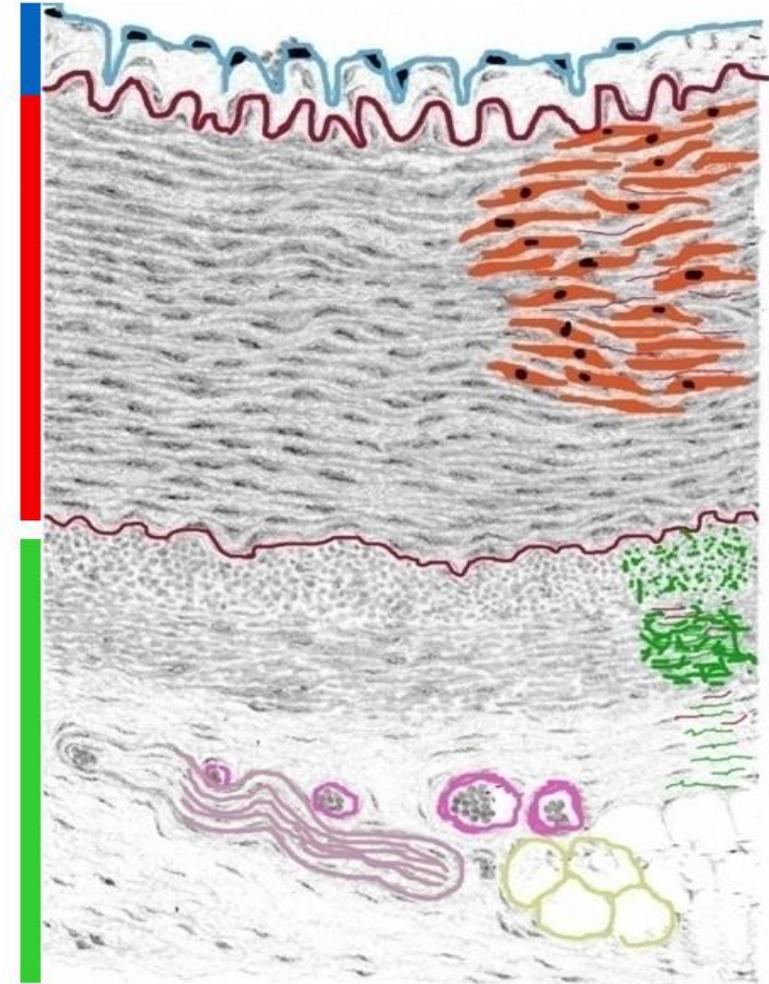


**Elastische Arterie**

Intima

Media

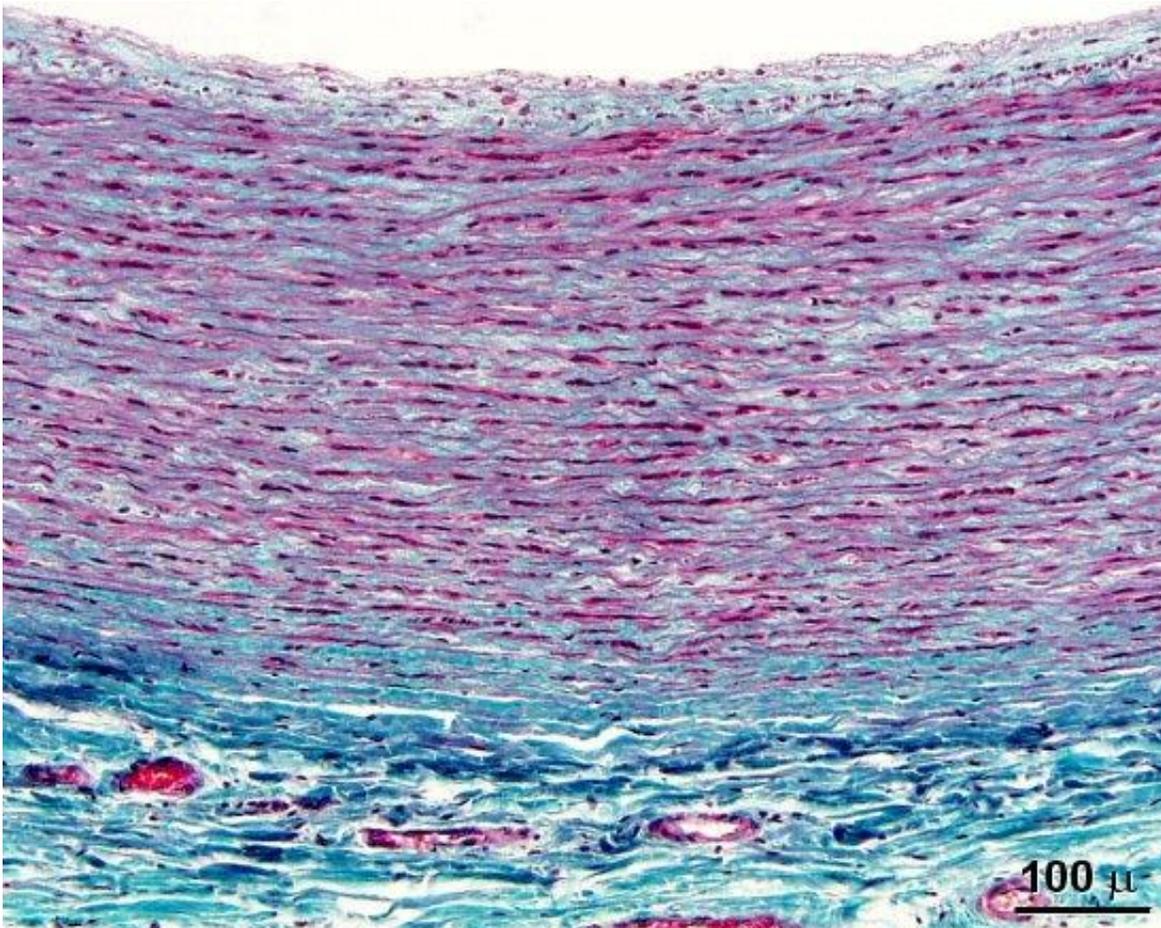
Adventitia



**Muskuläre Arterie**

# Arterien – elastisch vs. muskulär

## Elastische Arterie

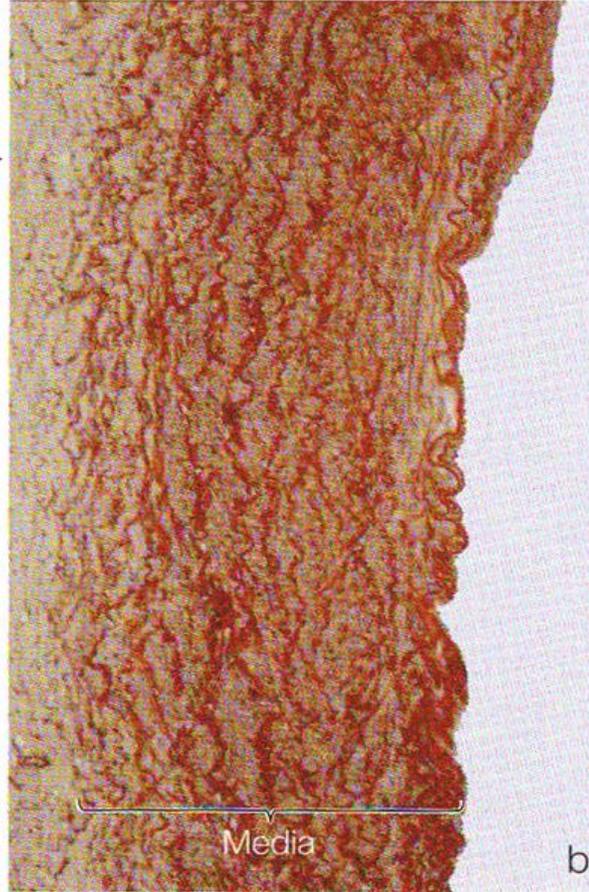
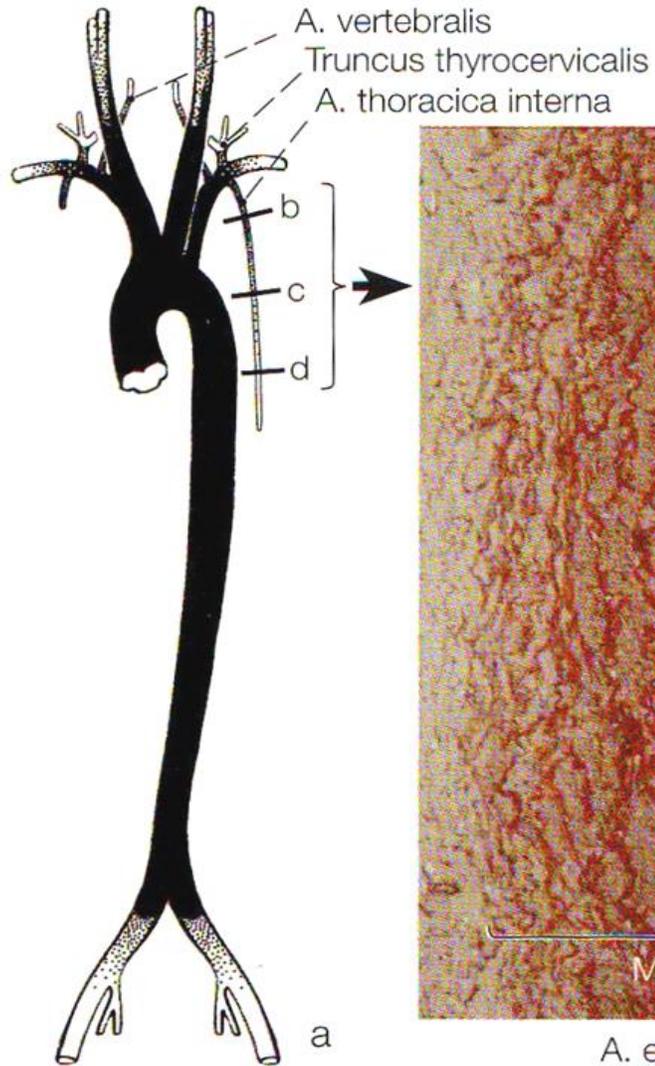


## Muskuläre Arterie



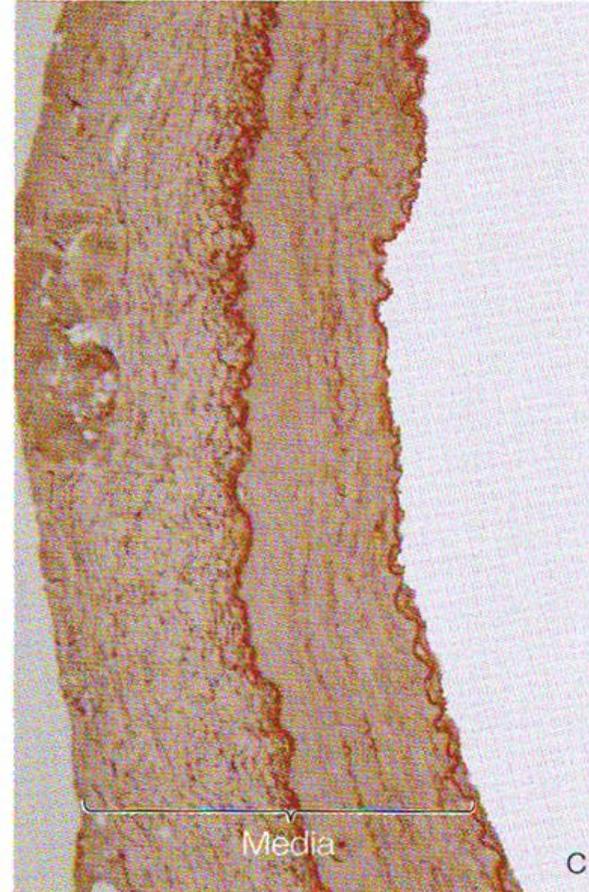
(Groscurth, Histologie online)

# Arterien – Übergang elastisch zu muskulär



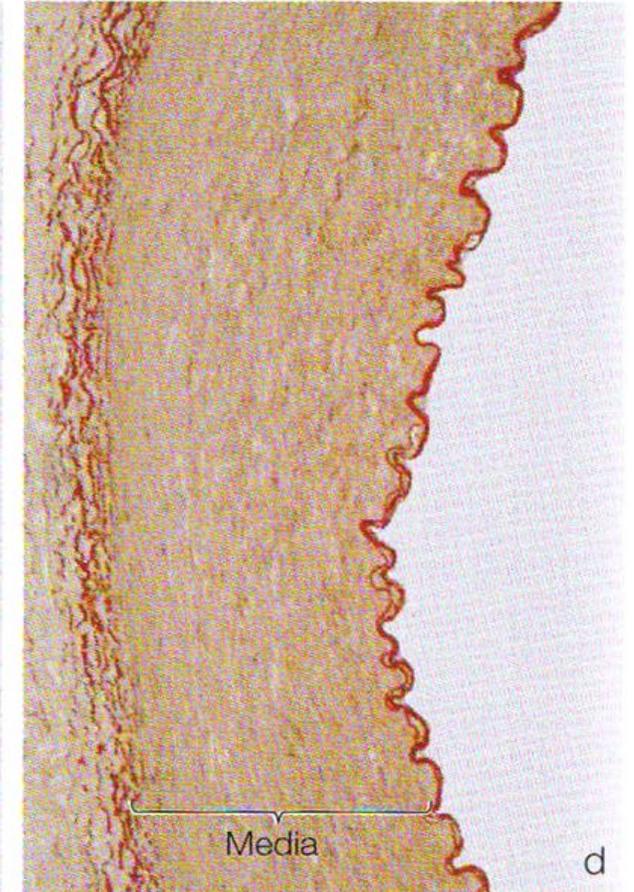
A. elastotypica

**elastisch**



A. mixtotypica

**gemischt**



A. musculotypica

**muskulär**



**Elastischer Anteil**

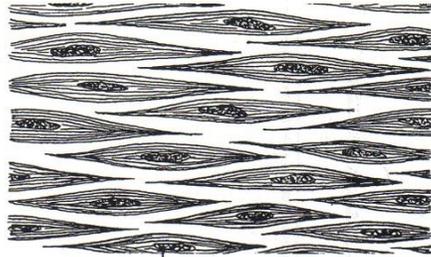
**Muskulärer Anteil**

**100  $\mu$**

# Exkurs – Glatte Muskulatur

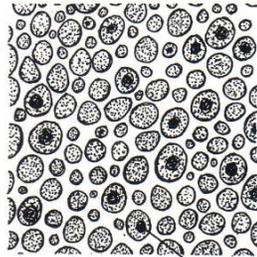
Längsschnitt

glatte Muskelzellen



a Zellkern

Querschnitt



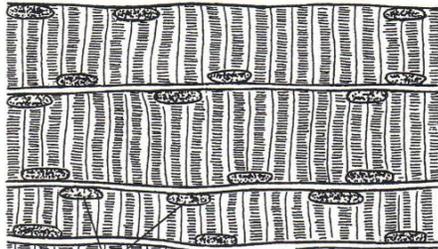
Zellkern

## Glatte Muskulatur

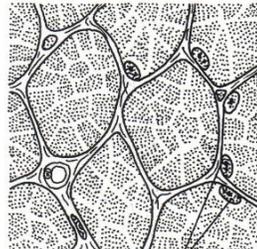
- spindelförmige Zellen
- mittelständiger Kern
- unregelm. Anordnung kontraktiler Filamente
- langsame Kontraktion
- unwillkürlich (vegetatives NS)

**Innere Organe**  
(z.B. Darmwand)  
**Gefässe**

quer gestreifte Skelettmuskelfasern



b Zellkerne



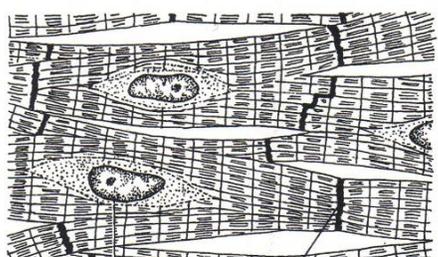
Zellkerne

## Quergestreifte Skelettmuskulatur

- verschmolzene Zellen (Synzytium)
- randständige Kerne
- Querstreifung
- willkürlich (animales NS)

**Skelett**  
(z.B. Bizeps)  
**Körperöffnungen**  
(z.B. äussere (!)  
Schliessmuskel)

quer gestreifte Herzmuskelzellen



c Zellkern Discus intercalaris



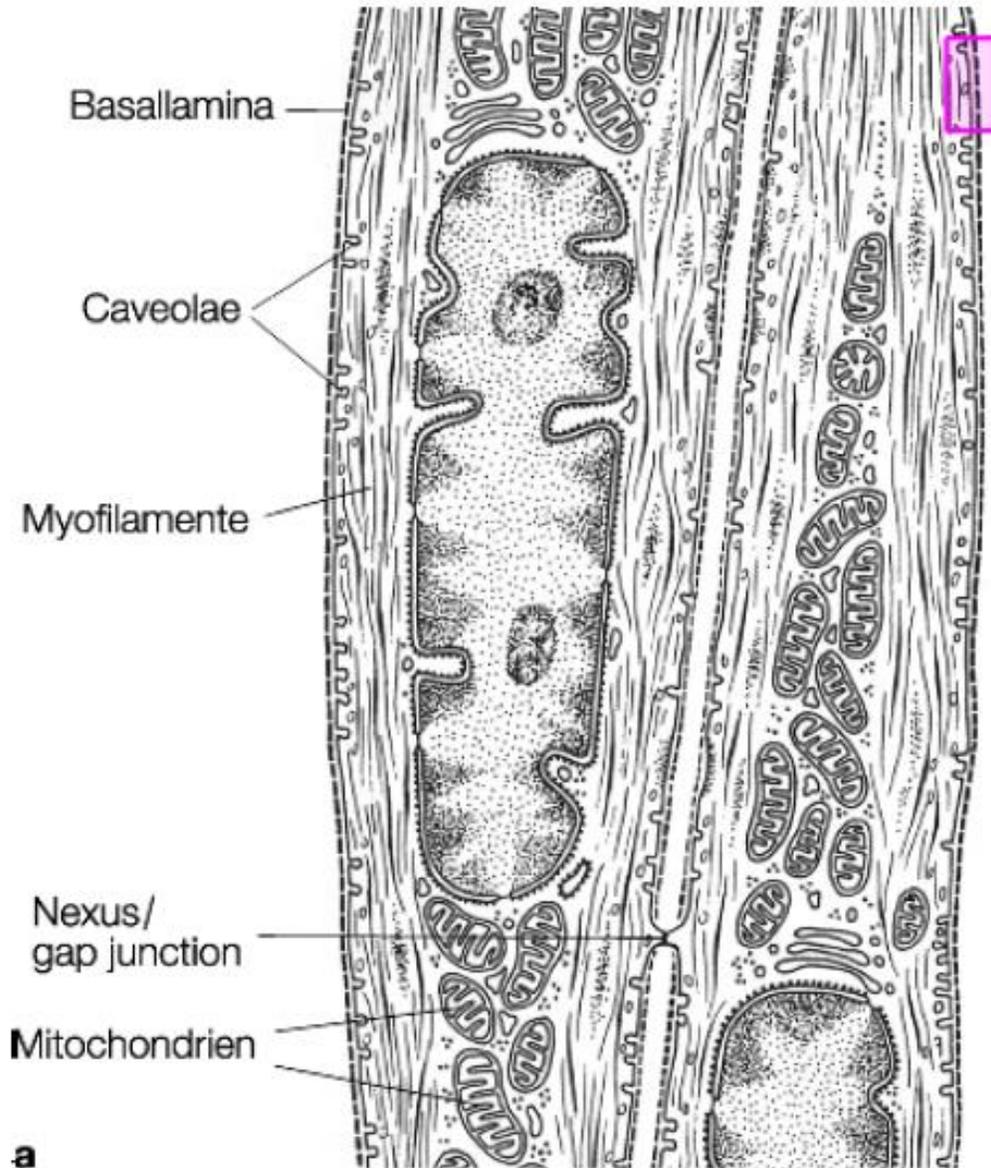
Zellkern

## Quergestreifte Herzmuskulatur

- verzweigte Muskelzelle
- mittelständiger Kern
- Querstreifung
- Glanzstreifen (Discus intercalaris)
- unwillkürlich (vegetatives NS)

**Nur Herz**

# Exkurs – Glatte Muskulatur

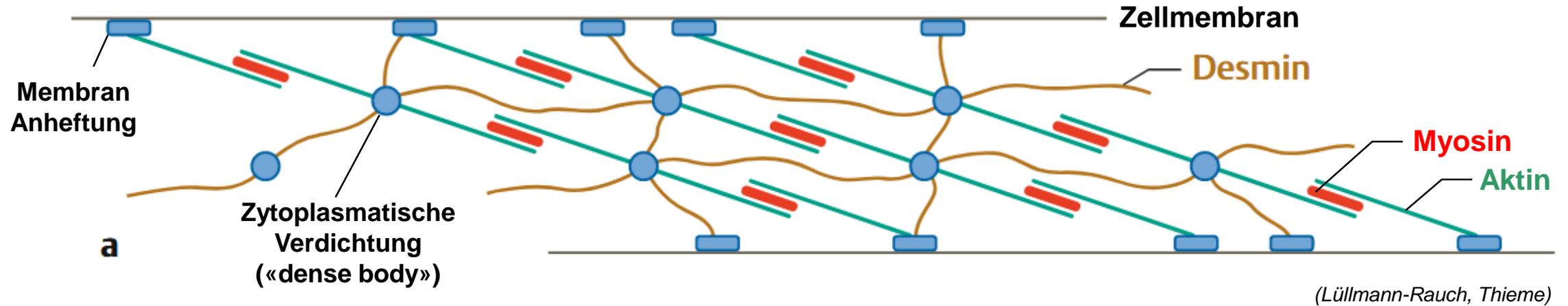


(Schiebler, Steinkopff)

## Kennzeichen

- Zellen spindelförmig, selten verzweigt
- Länge: 50–400  $\mu\text{m}$ , Durchmesser: 2–10  $\mu\text{m}$
- Hyperplasie und Hypertrophie möglich
- Wenig Mitochondrien, Golgi, glattes ER
- Viele Caveolae ( $\text{Ca}^{2+}$  Eintritt)
- Kollagen und ECM Synthese («Myofibroblast»)
- Immer von Basallamina umgeben
- Verbindungen (Gap-junctions) möglich
- Myofilamente (Aktin / Myosin)
- Intermediärfilamente (v.a. Desmin, aber auch Vimentin)

# Glatte Muskulatur – Anordnung Filamente



Aktin und Myosin sind locker arrangiert in der Zelle, positioniert über "dense bodies"



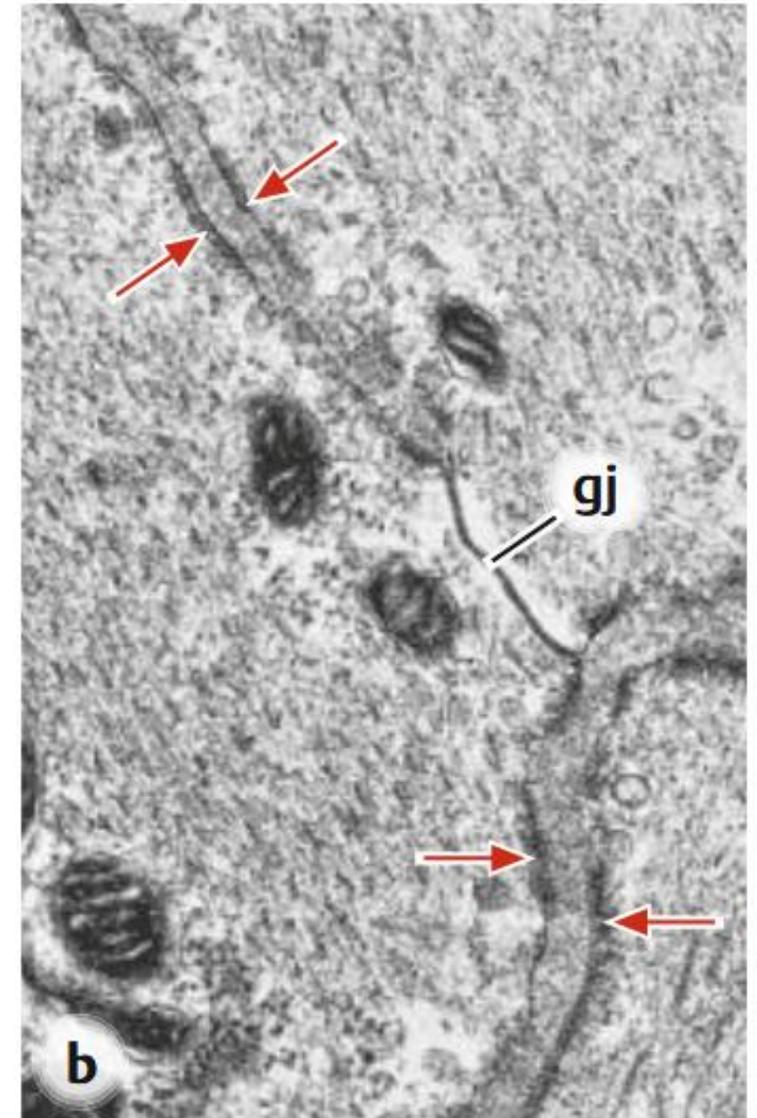
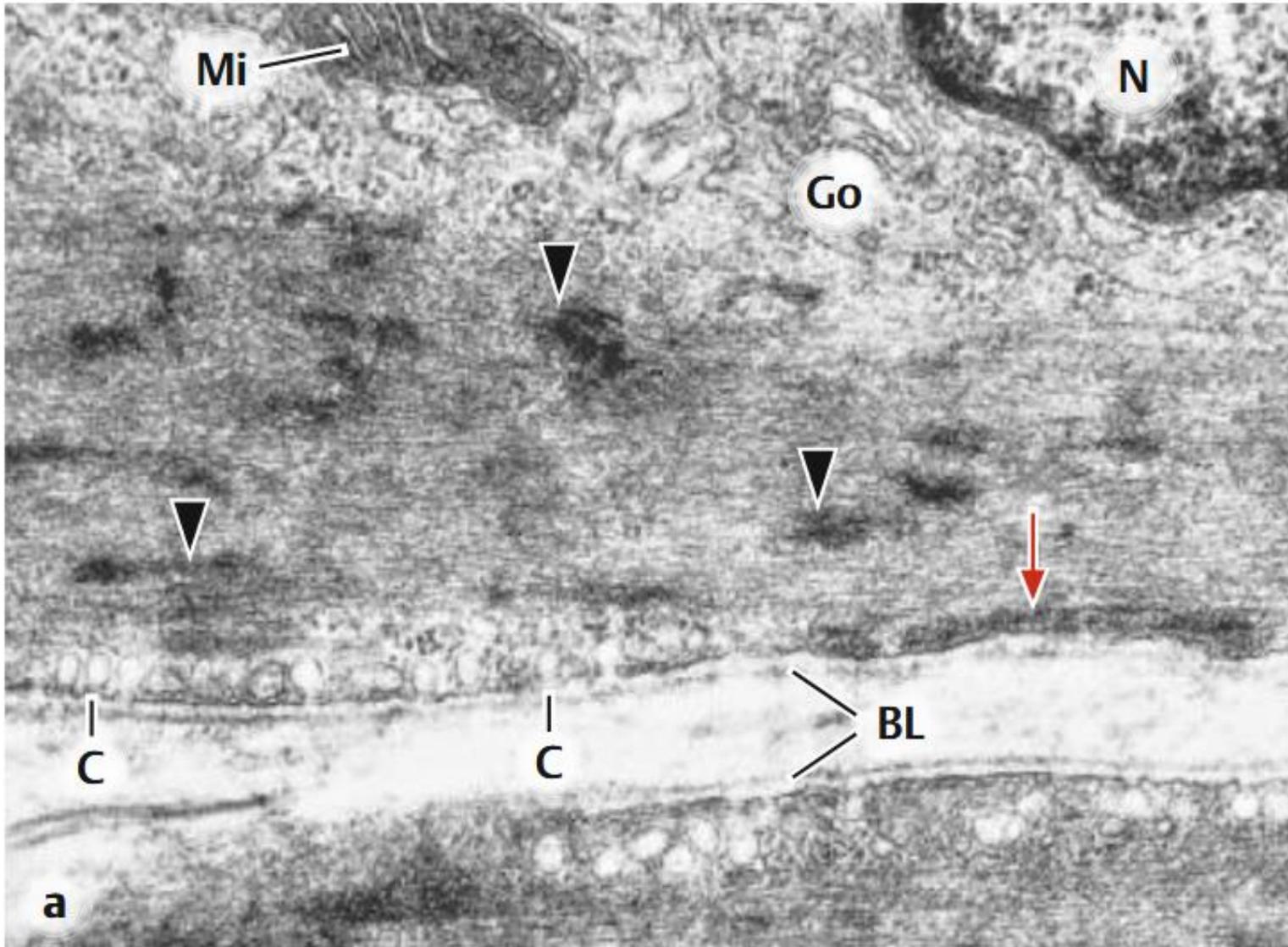
Zelle nimmt bedingt durch die Filamentanordnung kugelige Form an

Kontraktion



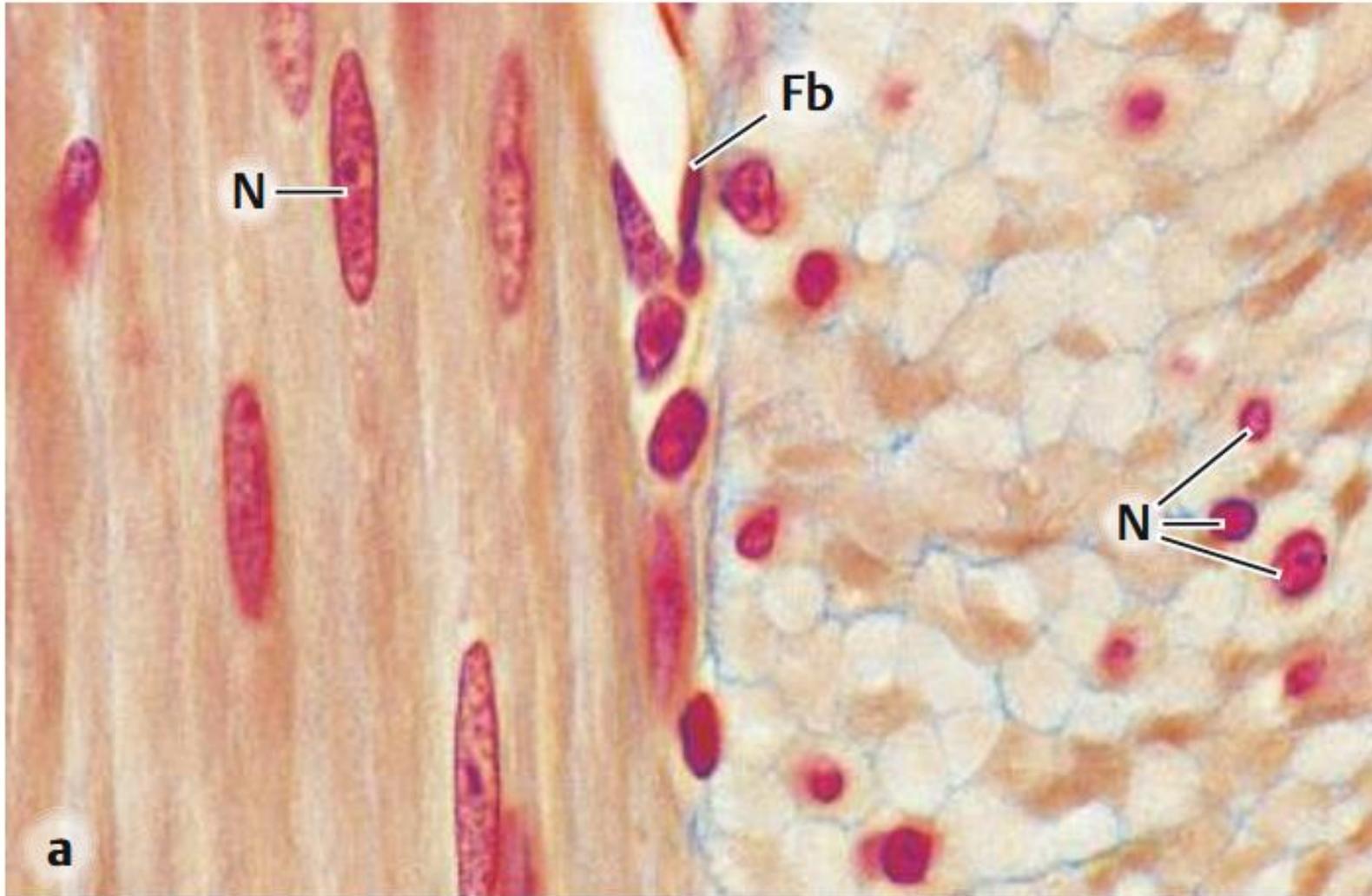
(Pearson Publishing)

# Glatte Muskulatur – Elektronen Mikroskopie

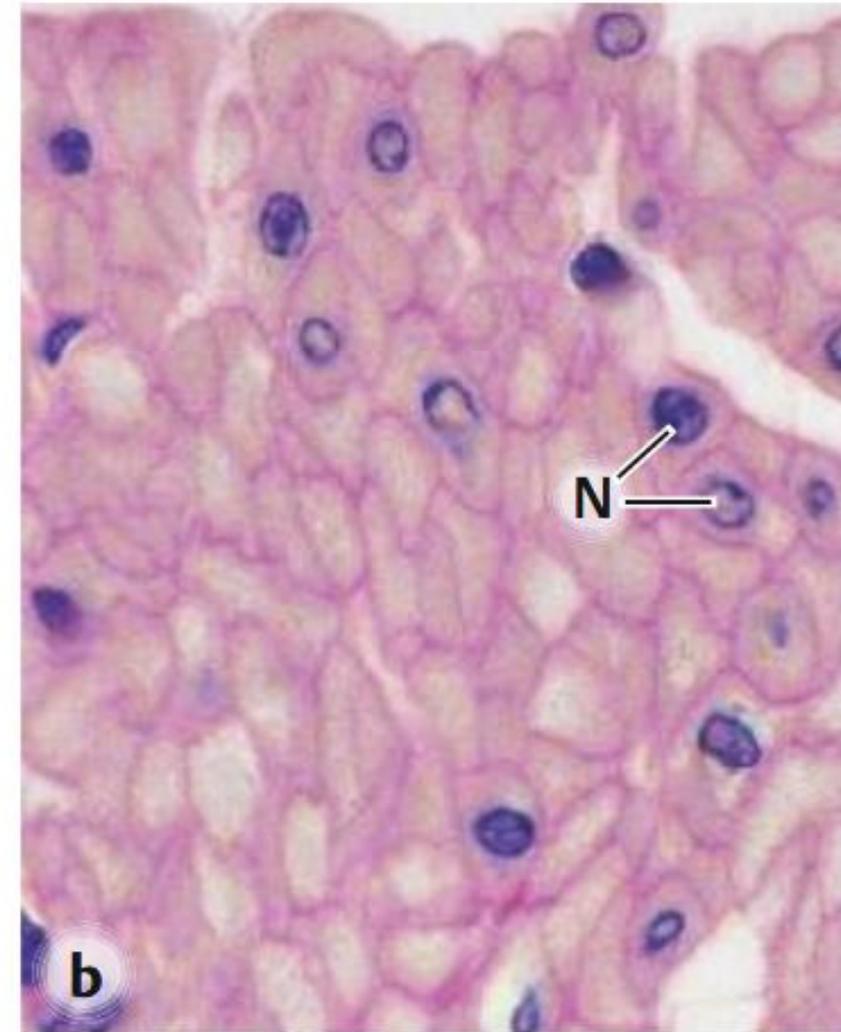


(Mi - Mitochondrium, Go - Golgi, N - Nucleus, C - Caveolae, BL - Basallamina, Pfeilköpfe - «dense bodies», Pfeile - Anheftungen, gj - gap junction)

# Glatte Muskulatur – Licht Mikroskopie

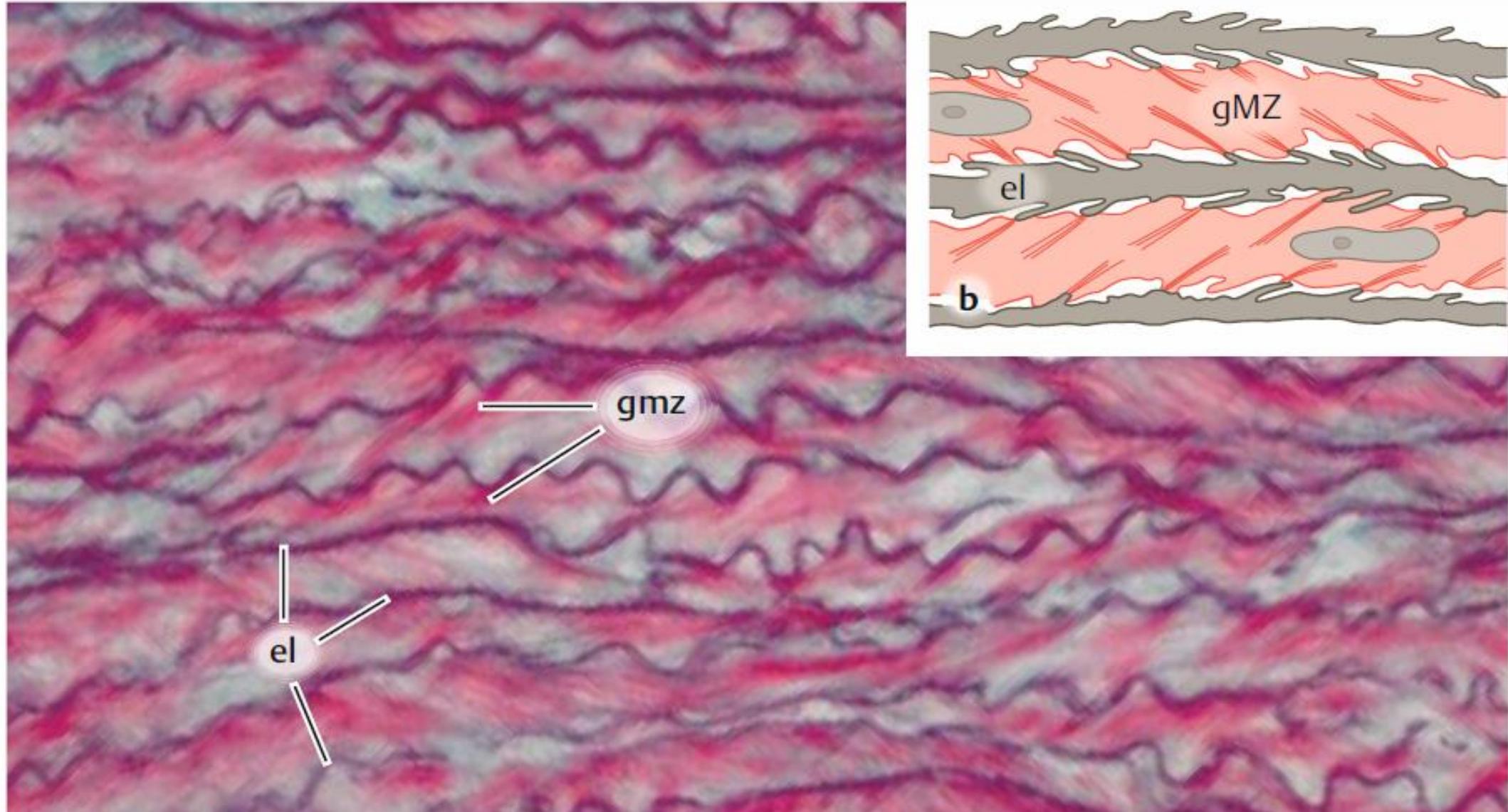


(N - Nucleus, Fb - Fibroblast)

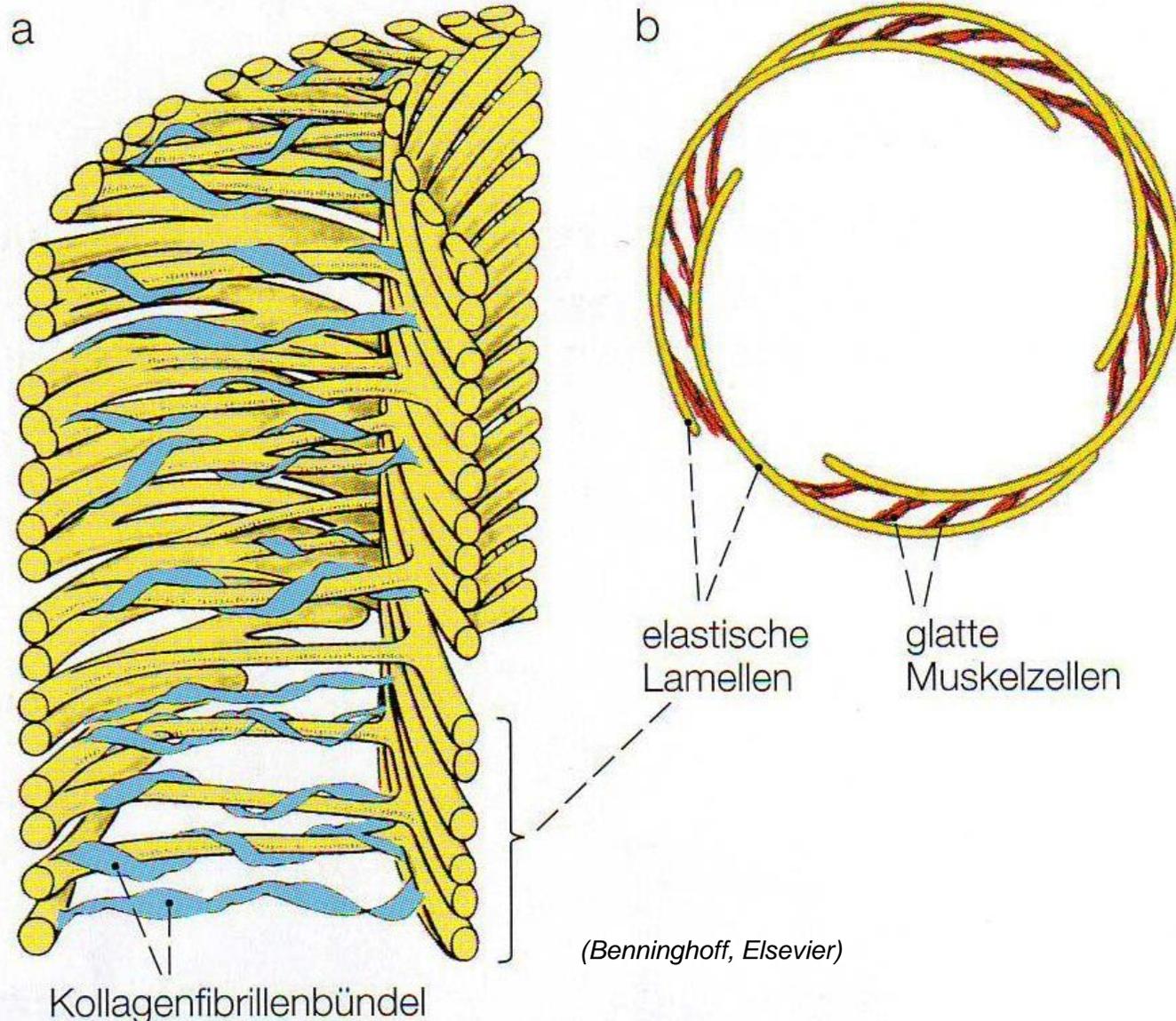


(Lüllmann-Rauch, Thieme)

# Elastische Arterien: Glatte Muskelzellen & Elastische Lamellen



# Anordnung Muskelzellen, elastische und kollagene Fasern



## Elastische Lamellen

- nicht komplett geschlossen
- überlappend angeordnet
- ermöglichen Ausdehnung der Wand

## Kollagene Fibrillen

- verbinden Lamellen
- geringes elastisches Modul
- verhindern Überdehnung der Wand

## Glatte Muskelzellen

- verspannen Lamellen
- können sich kontrahieren
- erlauben Rückstellbewegung

→ **Gefäßtonus**

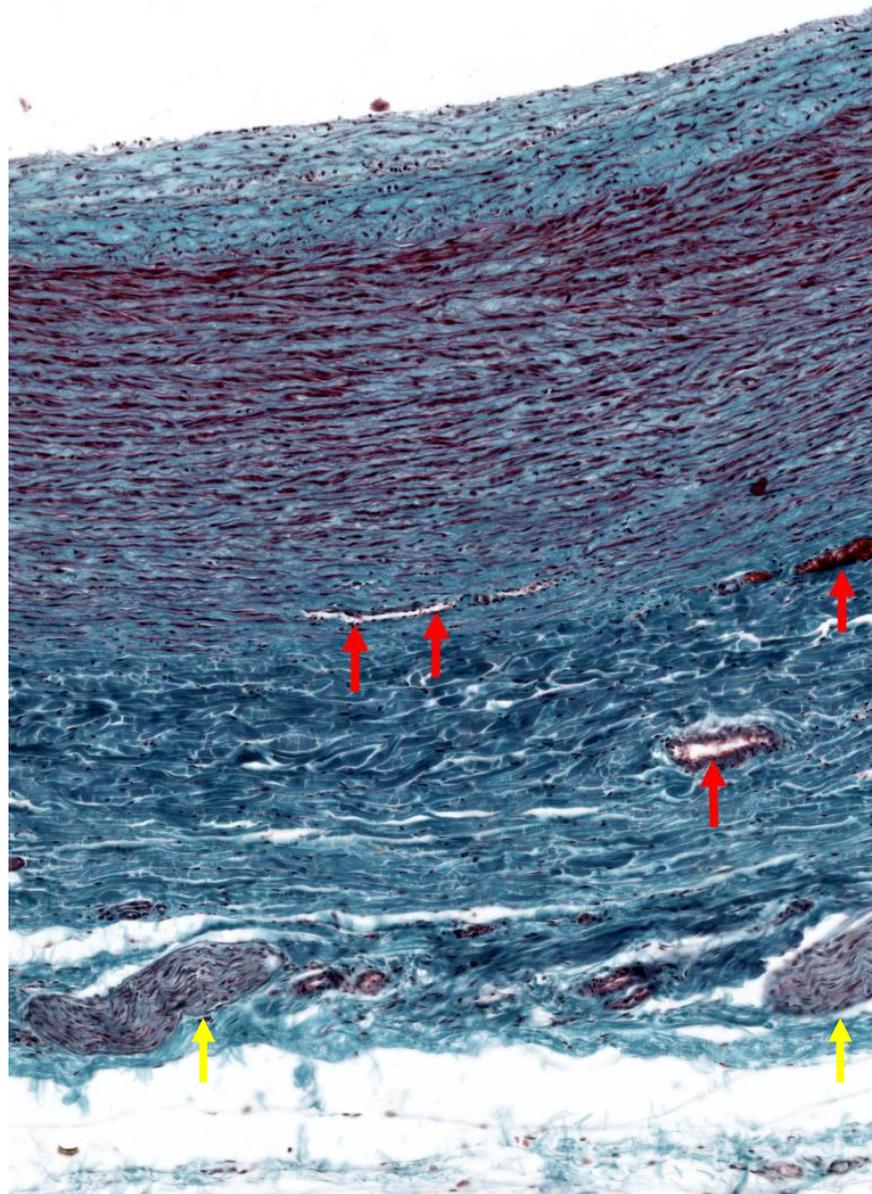
# Arterien – Blutversorgung und Innervation

Lumen

Intima

Media

Adventitia



## Ernährung:

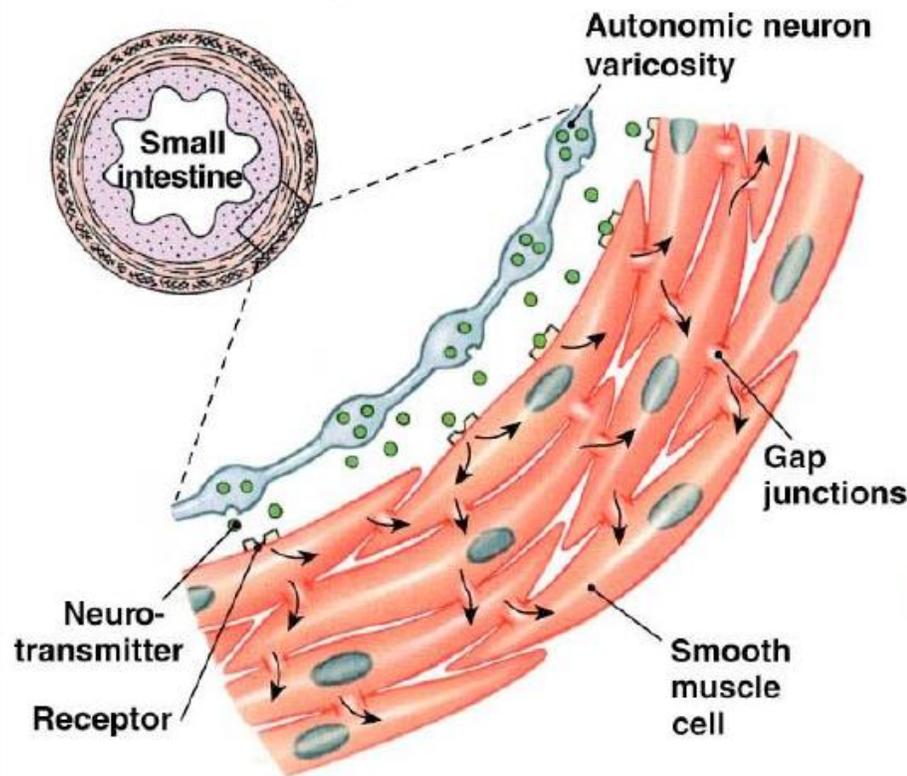
- vom Lumen
  - Intima und Media (kleine Gefässe)
  - Intima und innere Media (grosse Gefässe)
- über "*Vasa vasorum*"
  - Media (grosse Gefässe)
  - Adventitia

## Innervation:

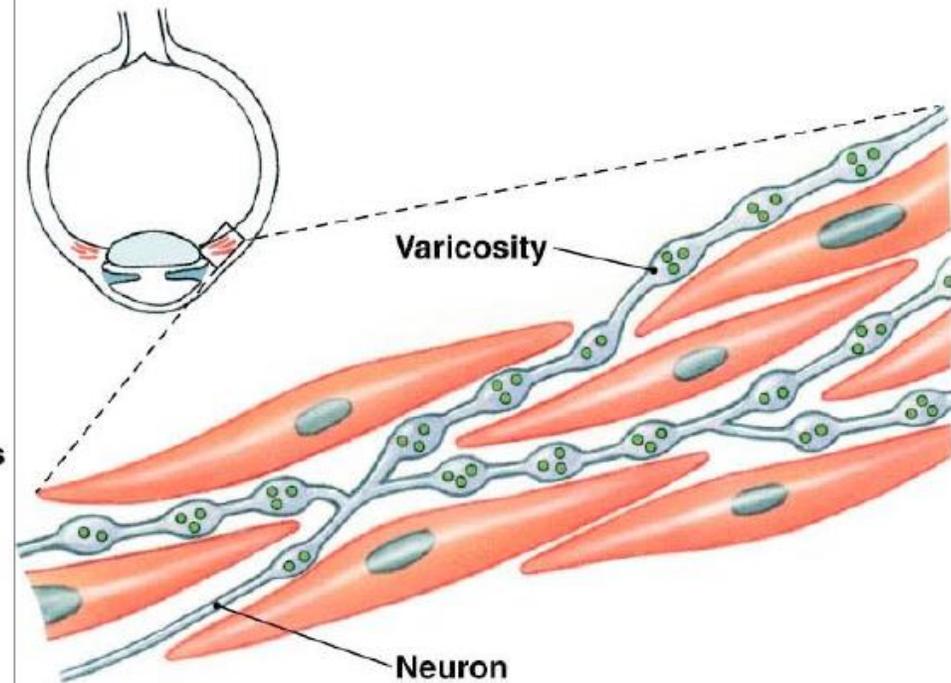
- Über "*Nervi vasorum*"
  - in Adventitia
- viscerosensibel (afferent)
- visceromotorisch (efferent)

# Glatte Muskulatur – Innervation

**Single-unit-Typ:** Einzelne Muskelzellen kontrahieren. Transmitter werden über Varikositäten der Neurone über die gesamte Länge ausgeschüttet. Synchronität wird über gap junctions erreicht. Daher kontrahieren Zellen als eine Einheit z.B. Darm (*Myogener Tonus*).



**Multi-unit-Typ:** Einzelne Muskelzellen kontrahieren, keine gap junctions. Erregung bleibt lokal begrenzt, z.B. Ciliarmuskel (*Neurogener Tonus*).

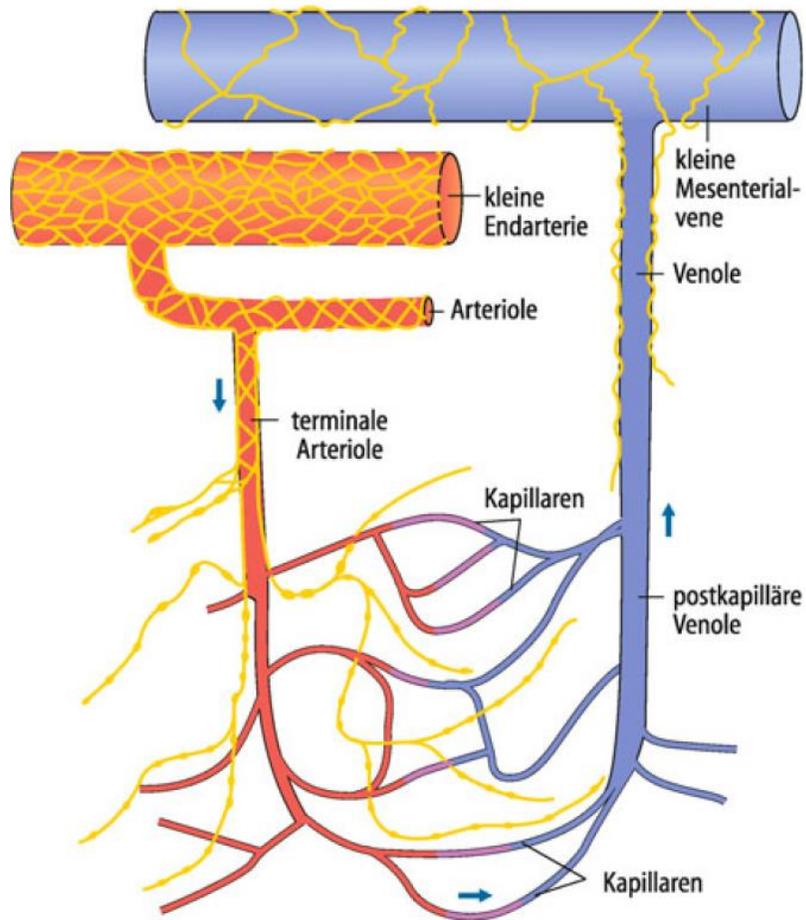


(Pearson Publishing)

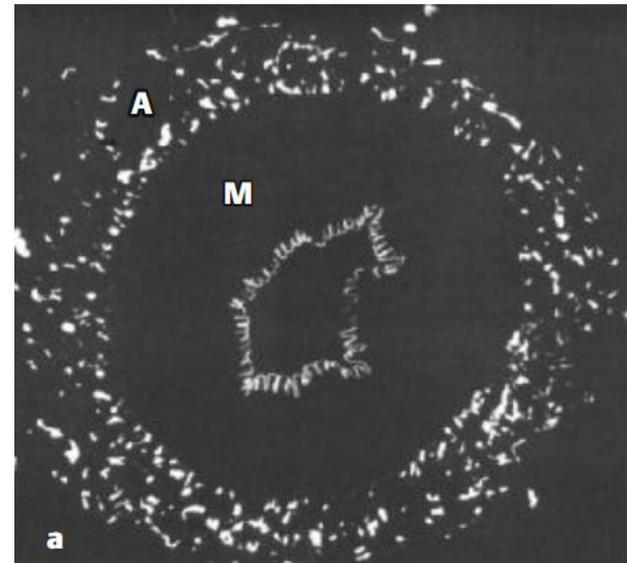
Gefäße → Mischform; «Single-unit Typ» überwiegt in kleinen Gefäßen

# Gefäße – Innervation

Dichtes Netz von noradrenergen Fasern v.a. in der Adventitia (A)  
von kleinen Arterien und Arteriolen



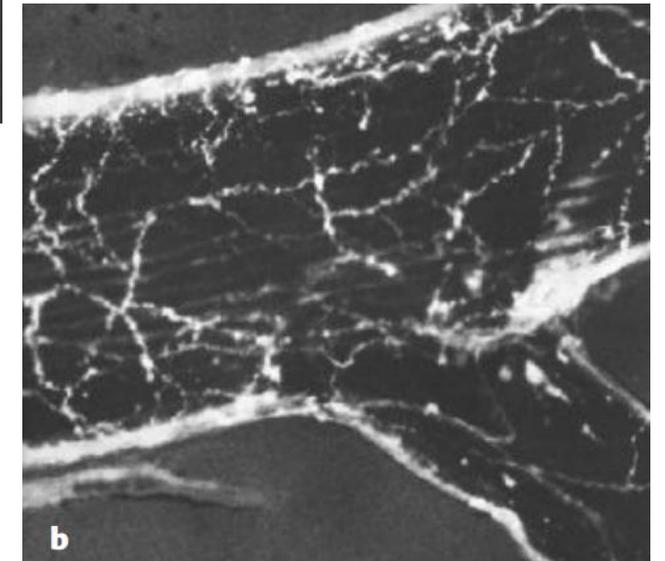
(Schmidt et al., Springer)



Querschnitt

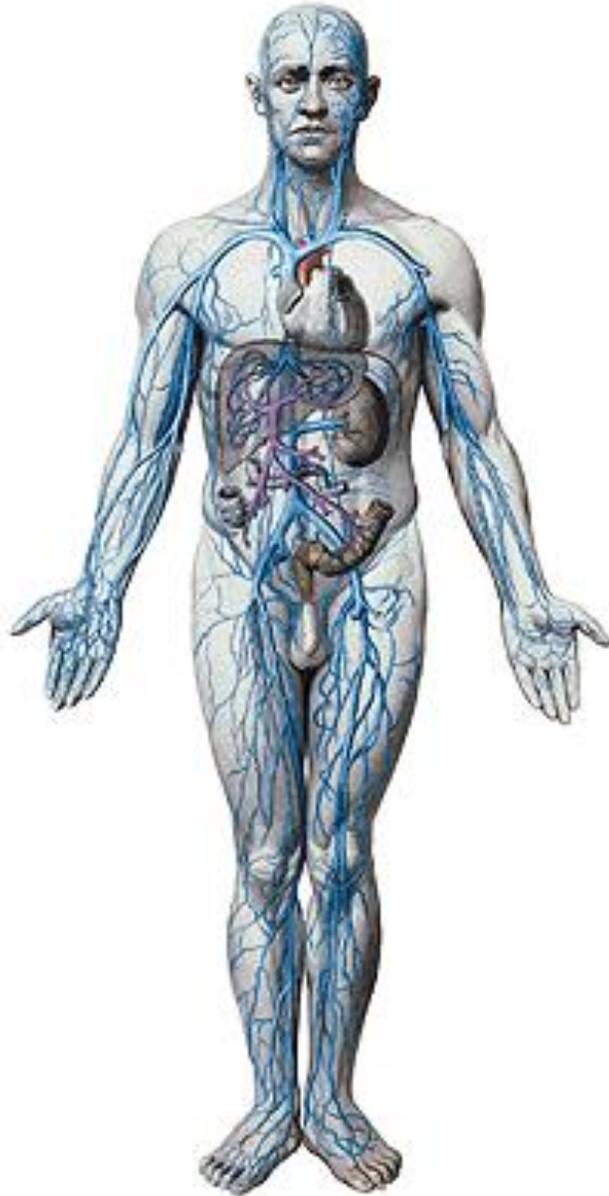
Fluoreszenzmarkierung

Längsprofil



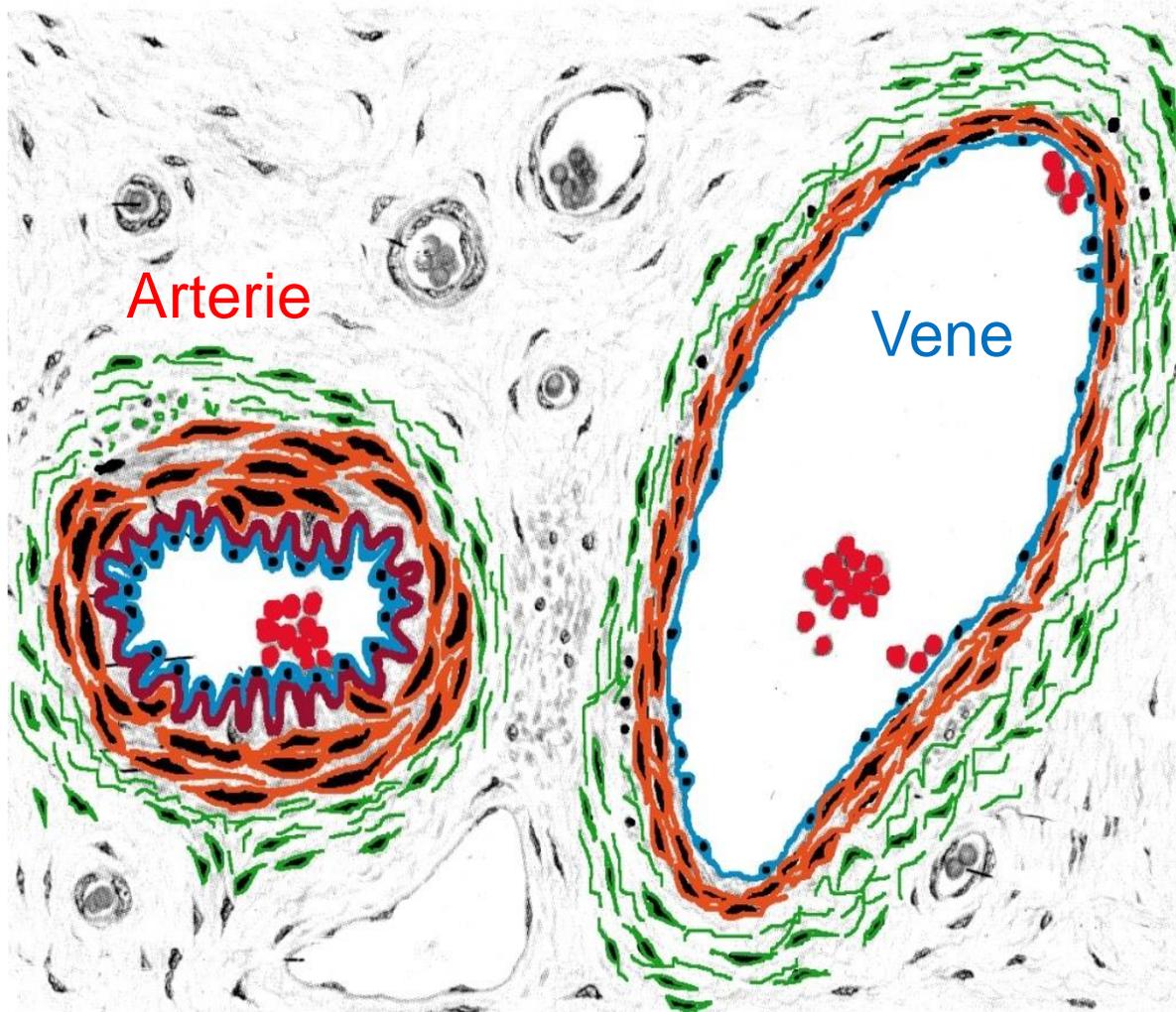
(Lüllmann-Rauch, Thieme)

# Venen - Kennzeichen



- Führen zum Herz hin
- Meist parallel zu Arterien (gleiche Bezeichnung)
- Blutspeicher (2/3 der Blutmenge)
- Relativ dünne Wand
- Unterschiedliche Druckverhältnisse
  - Beim Liegen: ~5-10 mmHg
  - Beim Stehen (in Extremitäten): 60-90 mmHg
  - Herznahe Venen: ggfs. Unterdruck

# Venen - Kennzeichen



## Histologie

- Venen oft neben Arterien
- Venen (meist):
  - grösseres Lumen
  - dünnere Wand
  - weniger dichte Schichtung (v.a. Media)

# Wandbau – grosse Venen

- **Intima**

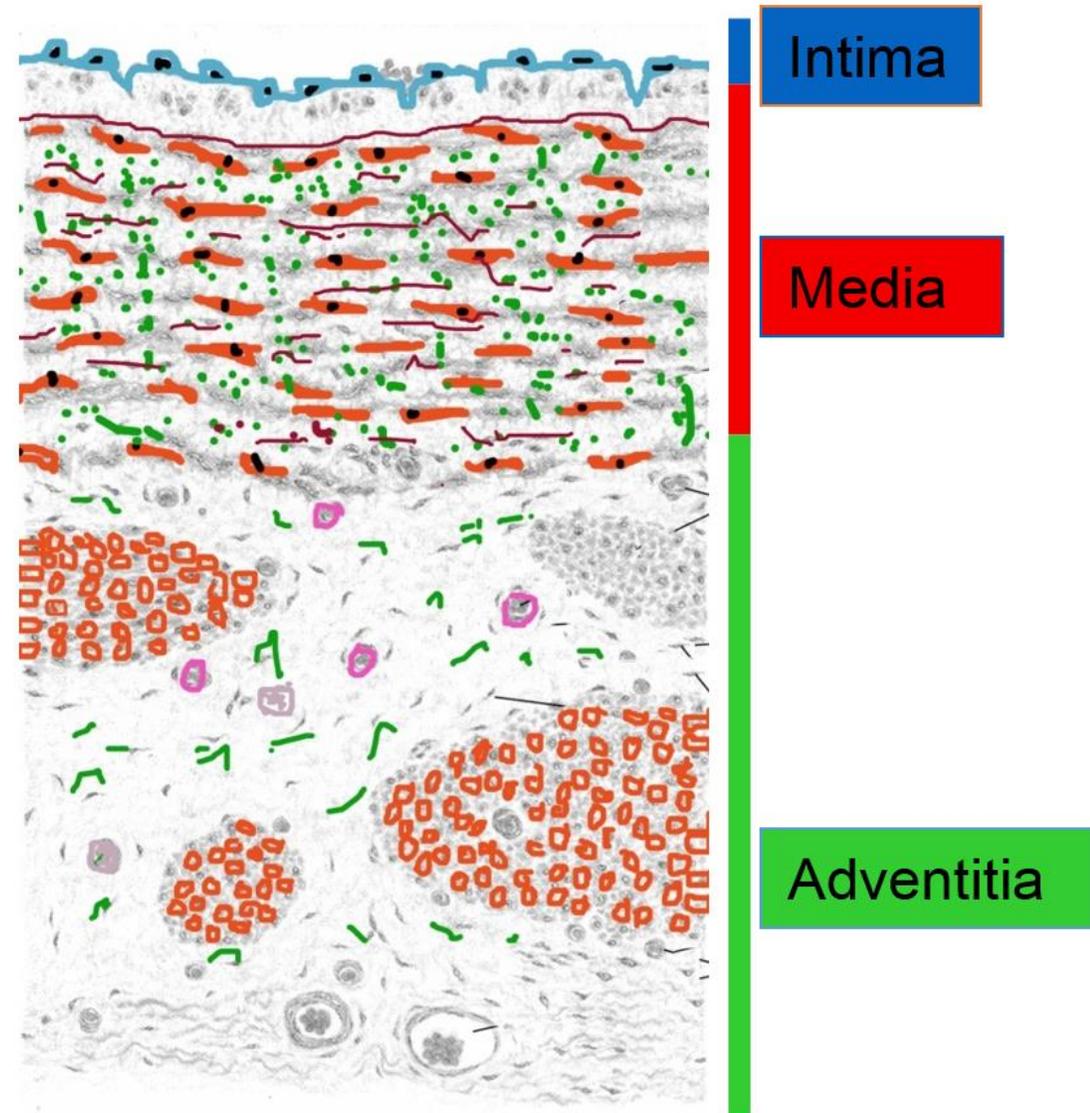
- Endothel
- Lamina subendothelialis
- Lamina elastica interna

- **Media**

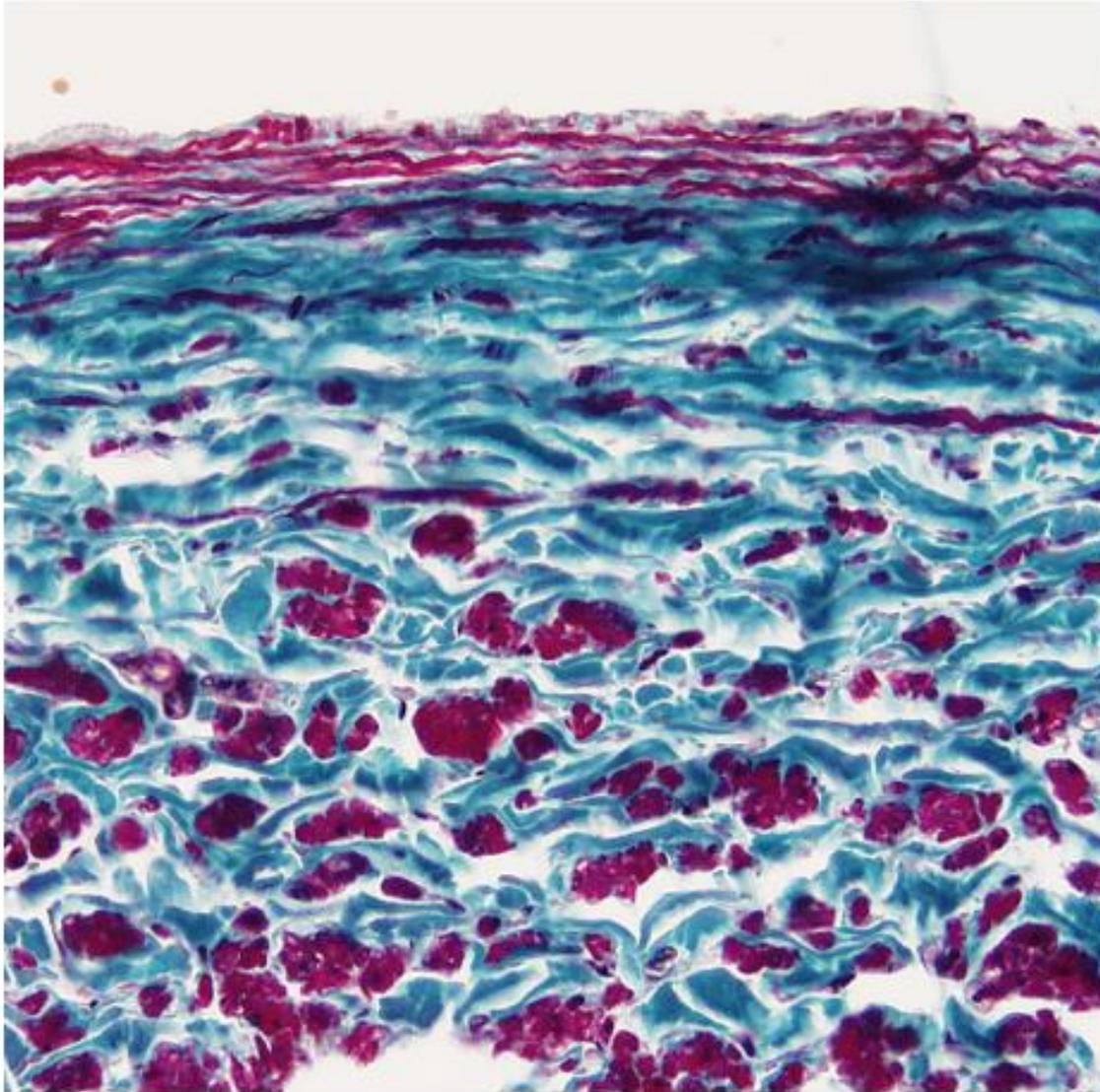
- Locker gepackte glatte Muskelzellen
- Kollagene und elastische Fasern

- **Adventitia**

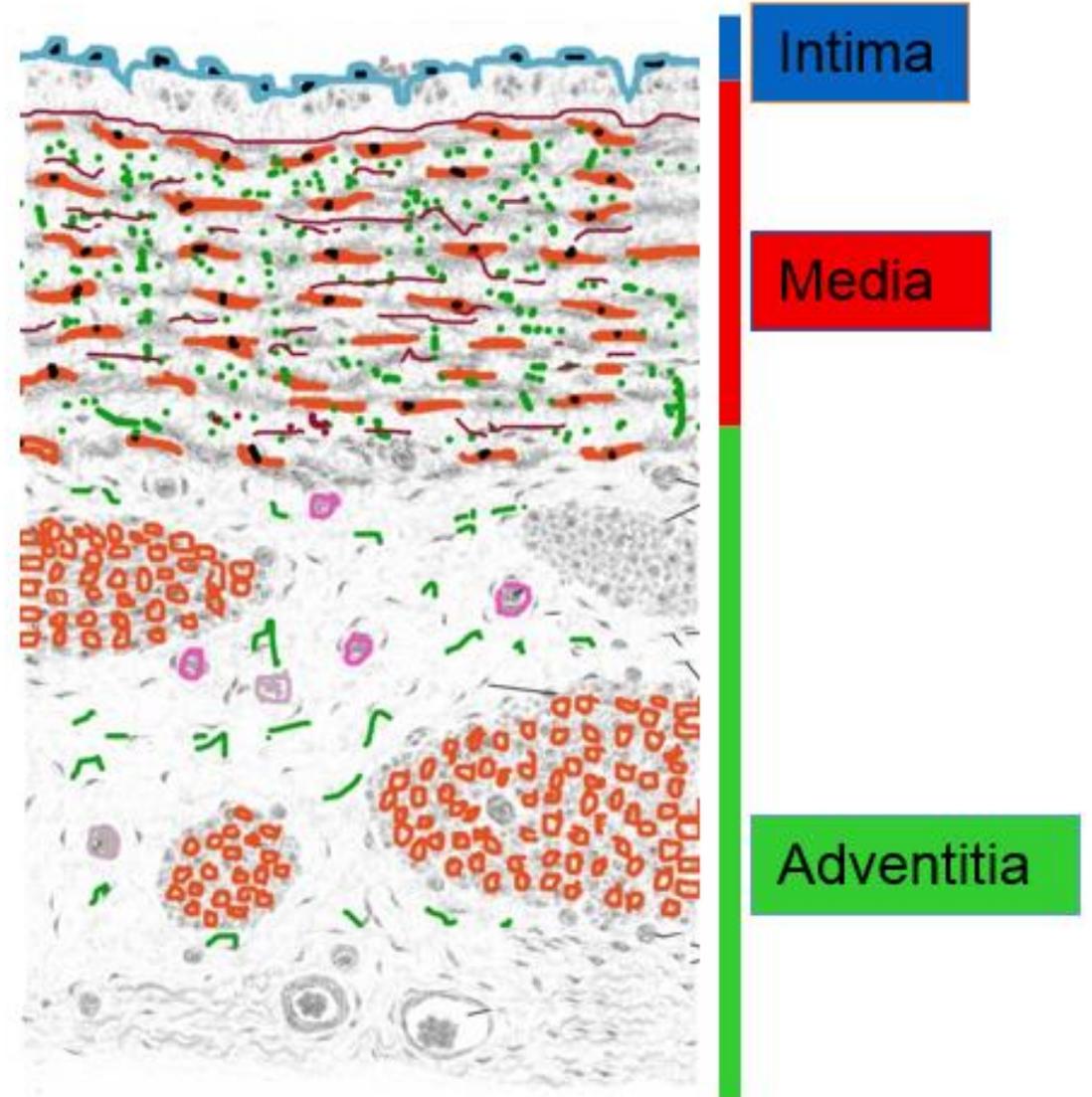
- Sehr breit !
- Bündel längsverlaufender (!) glatter Muskelzellen
- Kollagene und elast. Fasern
- Vasa und Nervi vasorum, Lymphgefässe



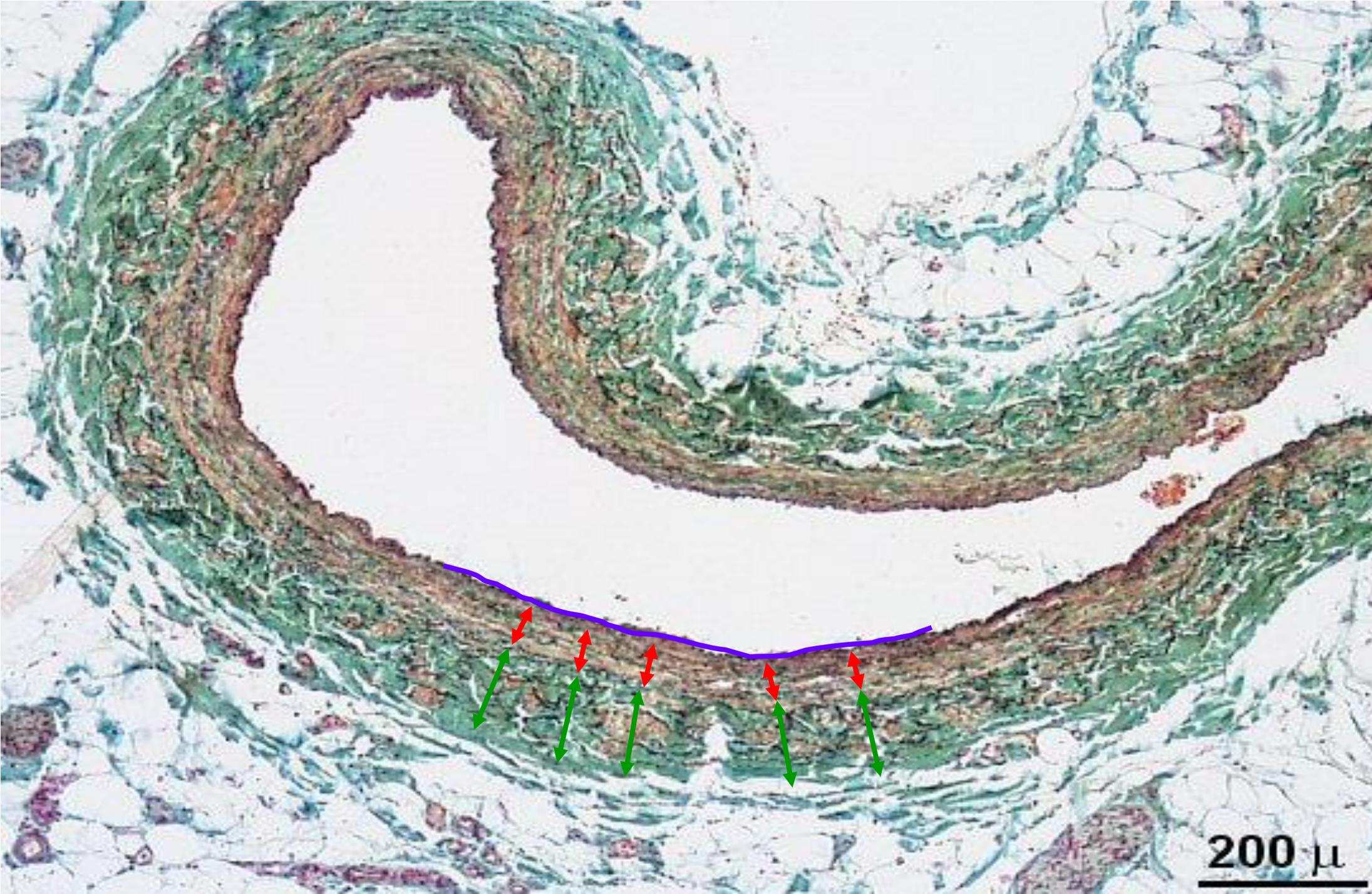
# Wandbau – grosse Venen



(Groscurth, Histologie online)



# V. cava



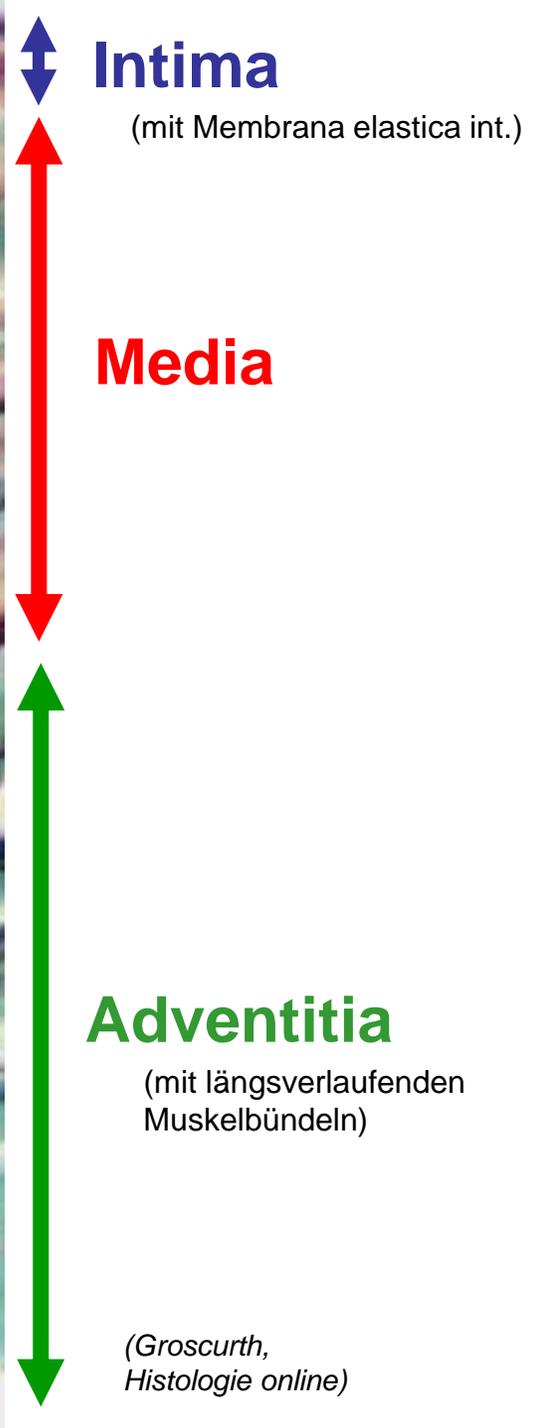
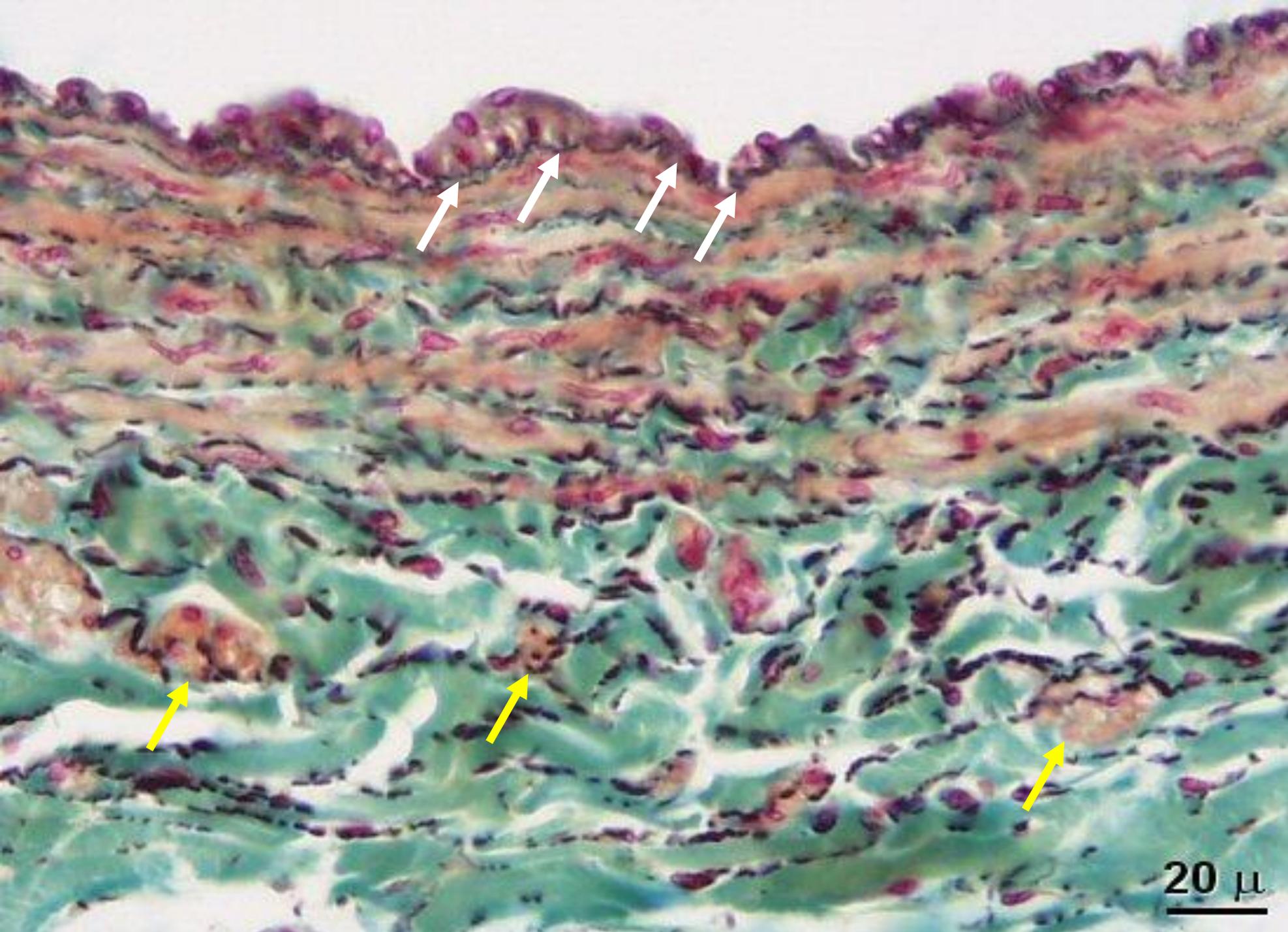
**Intima**

**Media**

**Adventitia**

**200**  $\mu$

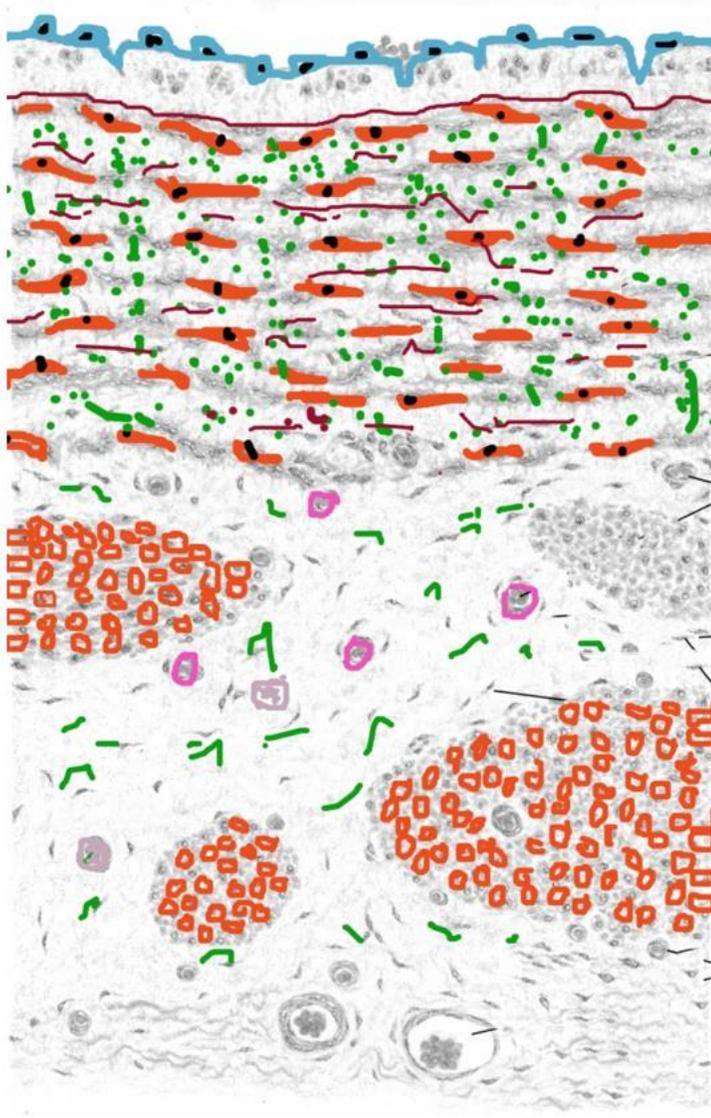
*(Groscurth,  
Histologie online)*



20  $\mu$

# Vergleich – Grosse Venen vs. grosse Arterie

## Vene

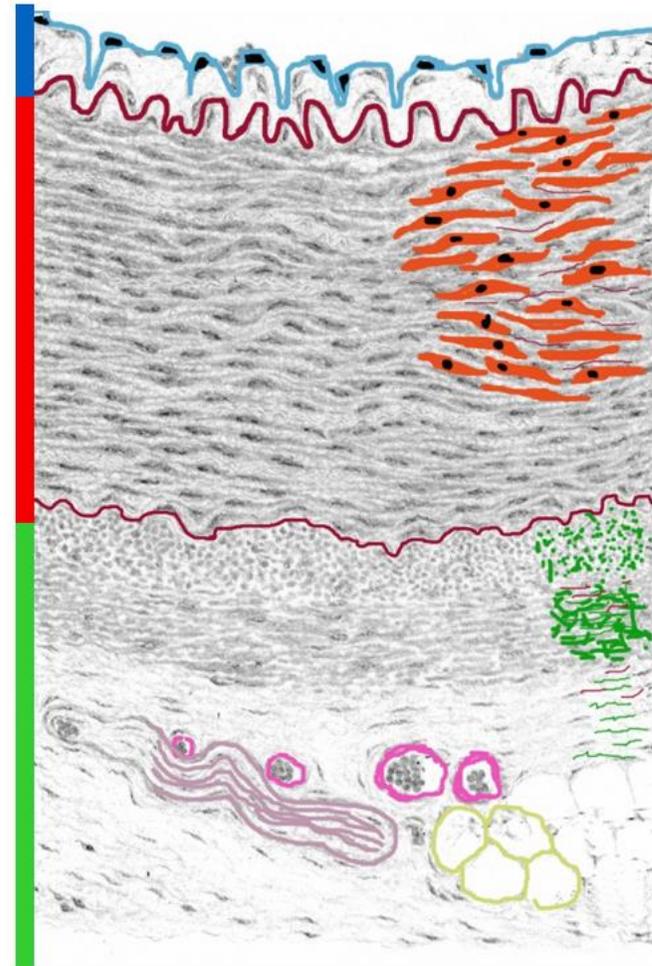


Intima

Media

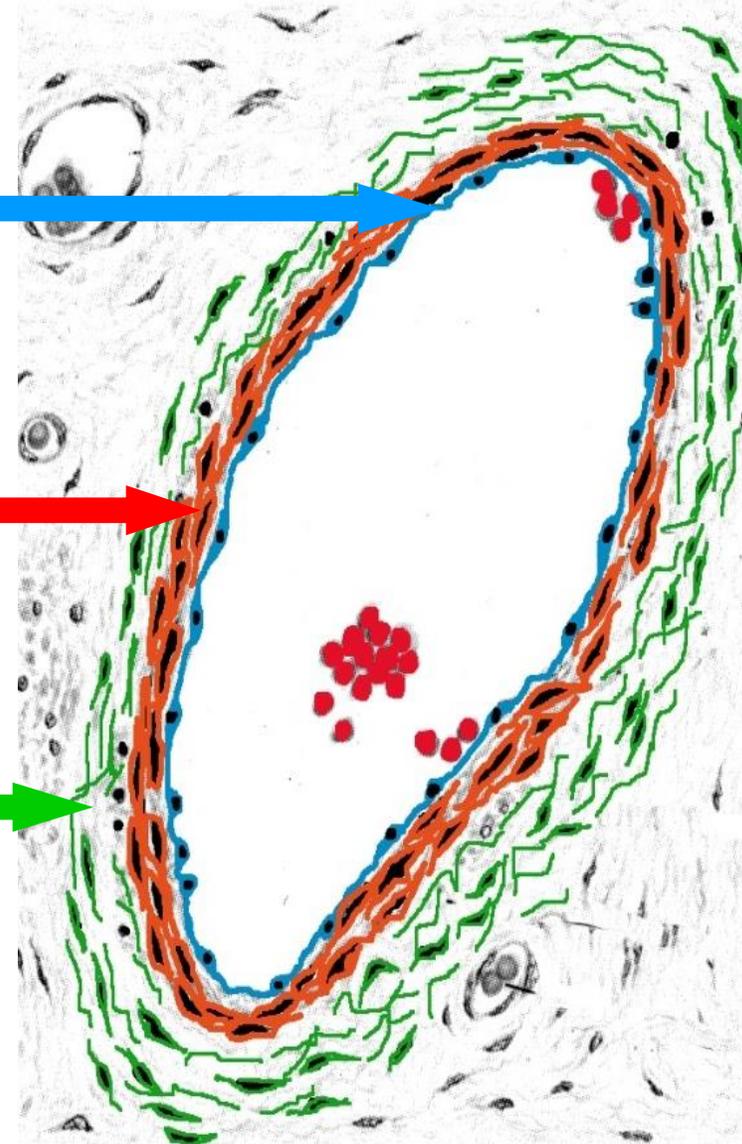
Adventitia

## Arterie

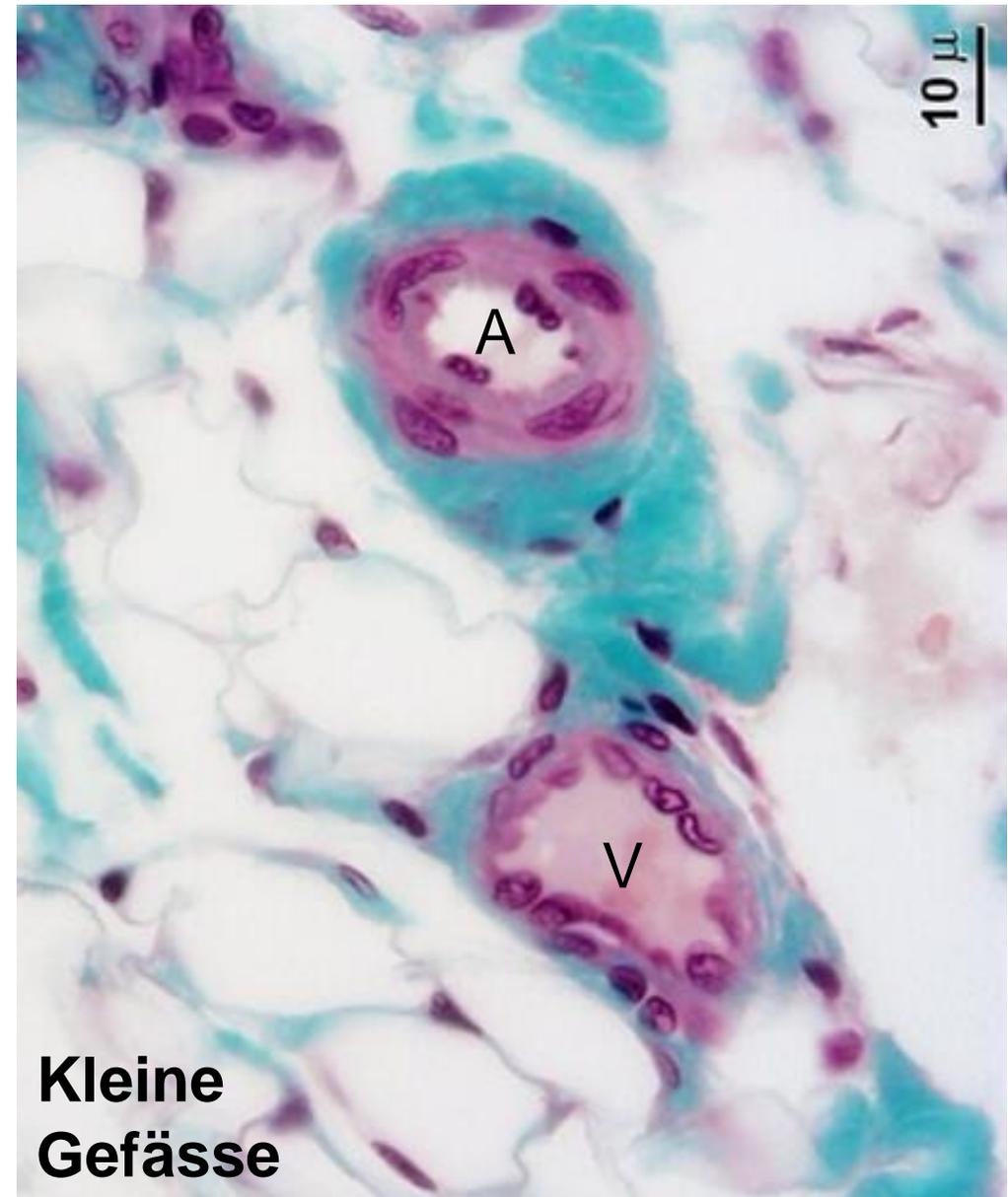
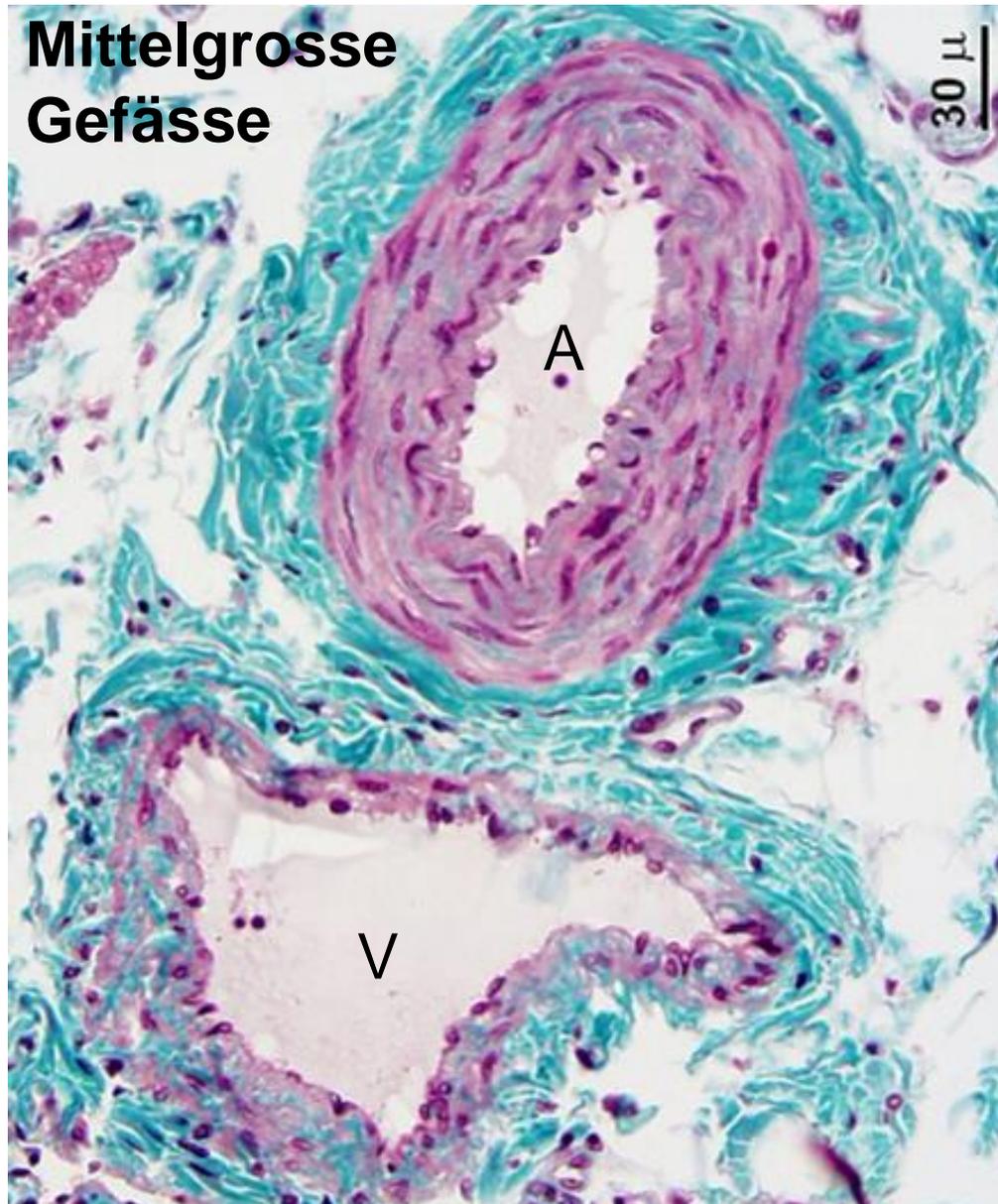


# Wandbau - mittlere und kleine Venen

- **Intima**
  - Endothel
- **Media**
  - Glatte Muskulatur
  - (1-4 Lagen)
- **Adventitia**
  - Relativ dünn
  - Bindegewebe

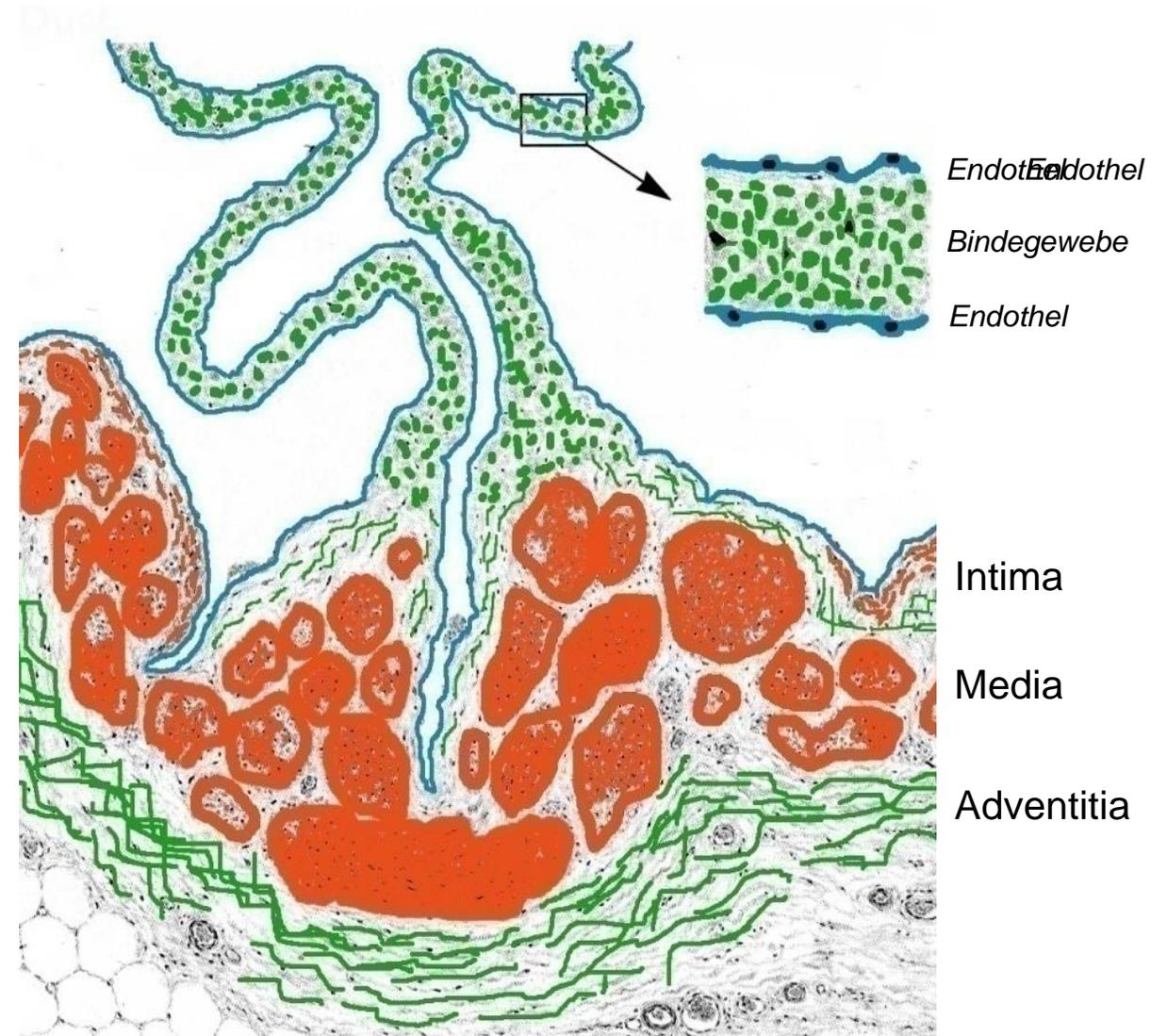


# Wandbau – Arterien vs. Venen



# Besonderheit – Venenklappe

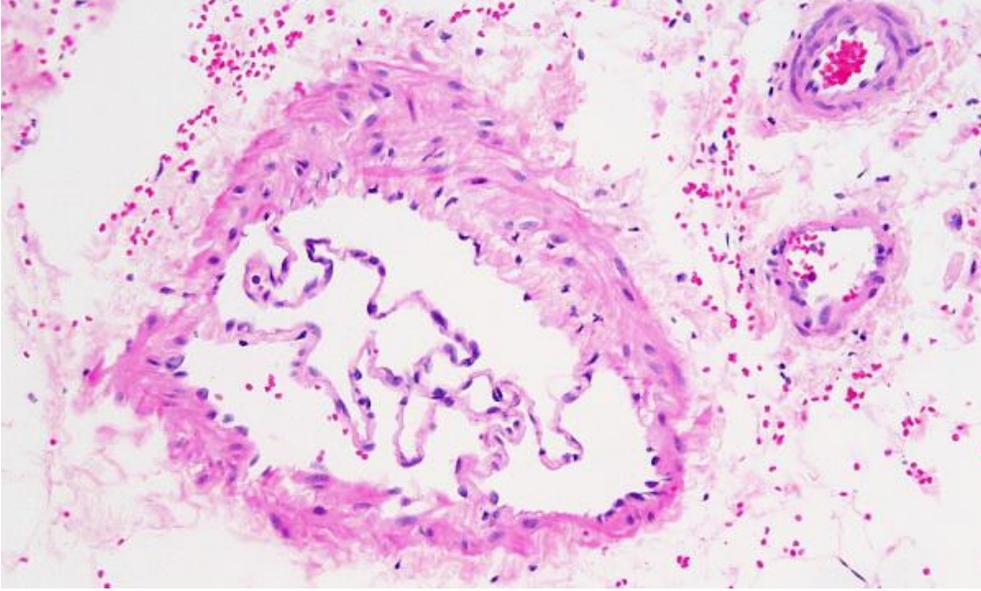
- Halbmondförmige Ausstülpungen der Intima
- Bindegewebskern (fibroelastisch)
- Beidseits bedeckt mit Endothel
- In Venen mit Durchmesser  $>2$  mm
- Besonders Venen der unteren Extremität
- Legen Strömungsrichtung fest



(Horizontalschnitt durch zwei benachbarte Klappenursprünge)

# Funktion – Venenklappe

Quer

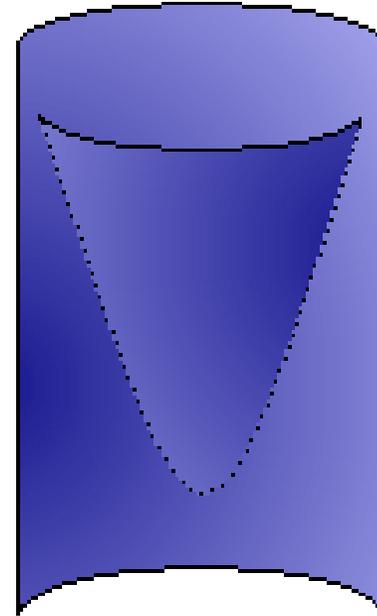


Längs

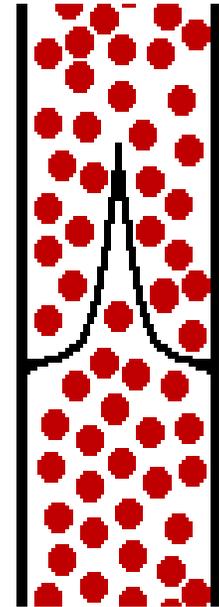


**Taschenklappe:**

- Blockiert Rückfluss von Blut
- Begünstigt Fluss in eine Richtung



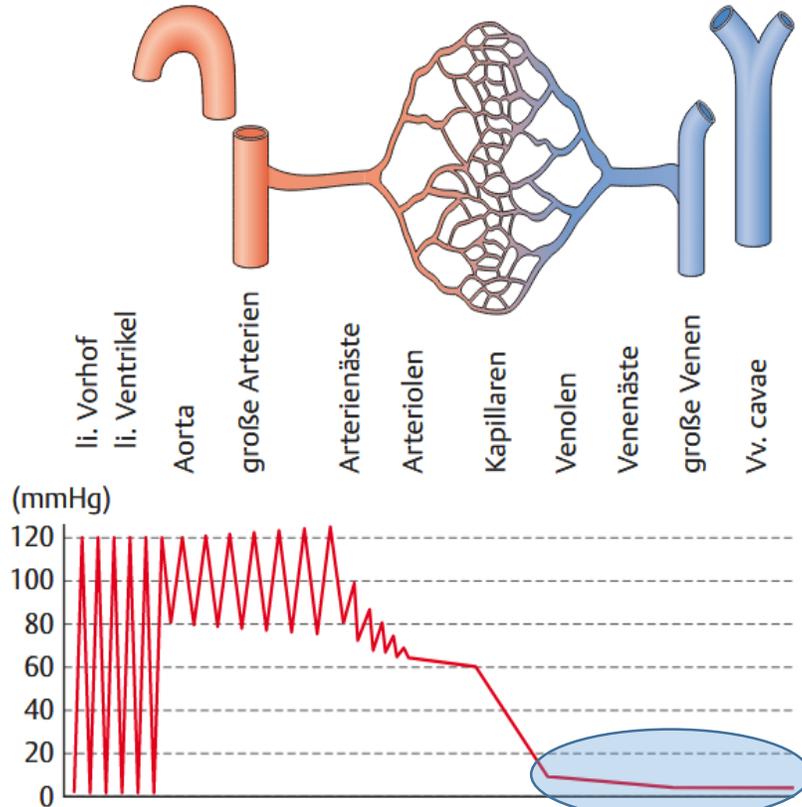
pocket valve



# Rückfluss des Venenblutes

## Unterstützt durch:

- «Vis a tergo» (Triebkraft von hinten)  
Druck am Ende des Kapillarbetts aber gering
- Sog des Herzens  
Herznahe Venen
- Atembewegungen  
Aufweitung der Thoraxvenen
- Hydrostatischer Druck  
v.a. aus Kopfbereich
- Arterienpulsation/Gegenstromprinzip  
Arterien und Venen in einer Gefässscheide
- Muskelgelenkpumpen

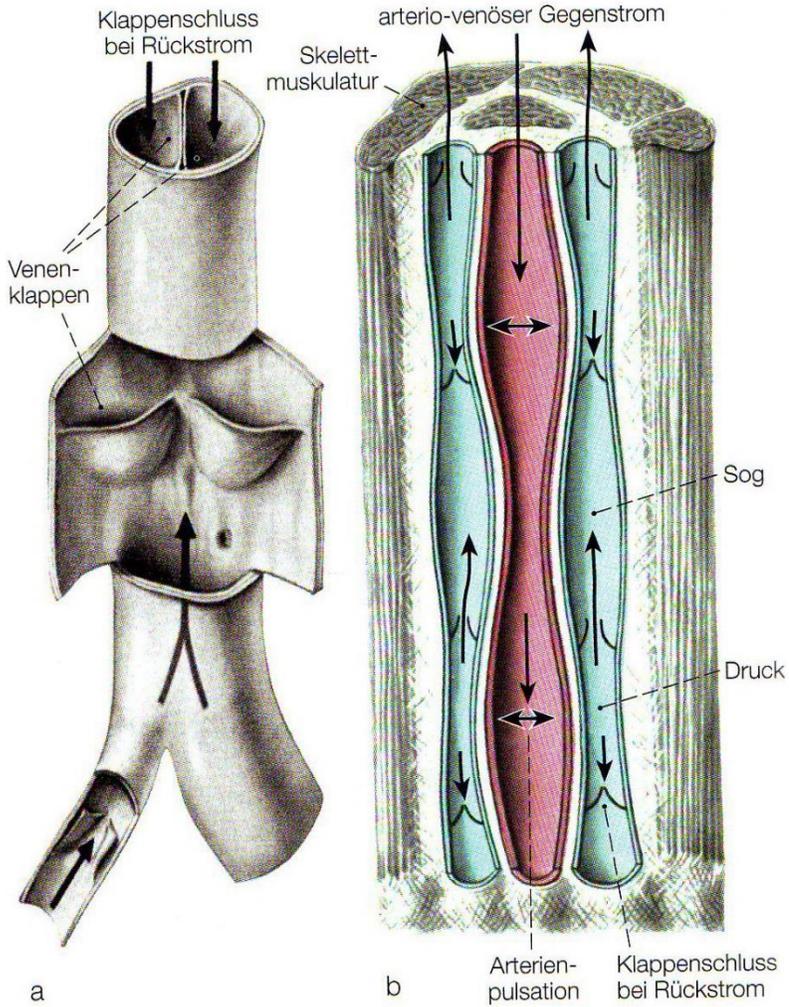


(Huppelsberg & Walter, Thieme)

Sehr geringer  
Druckgradient !!

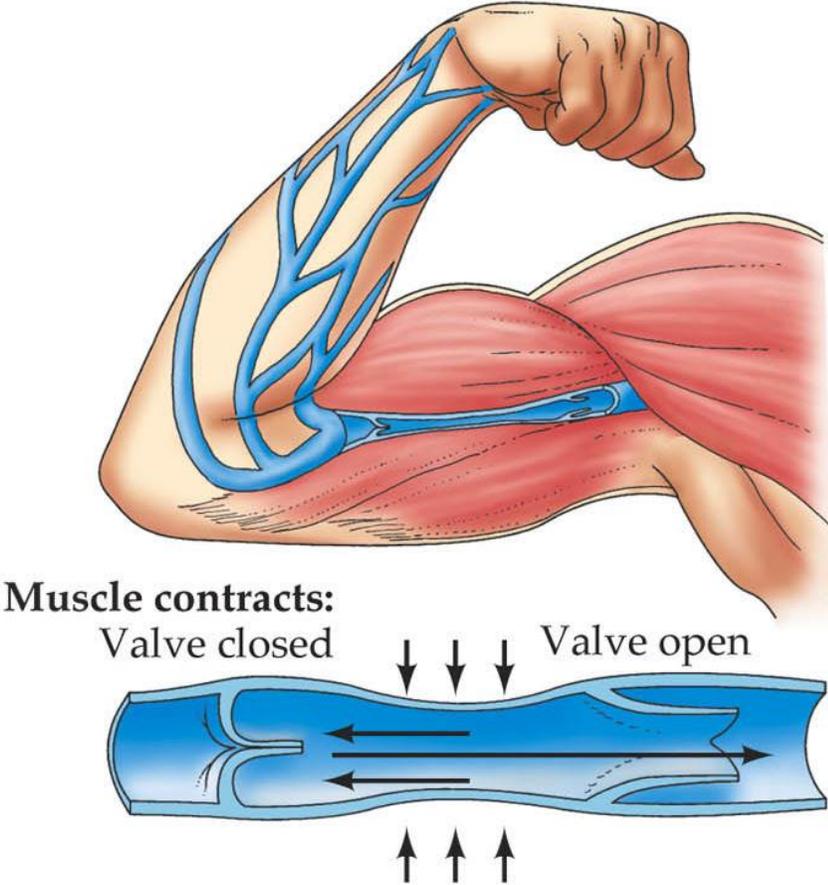
# Zentrale Bedeutung der Venenklappen

## Arterienpulsation



(Benninghoff, Elsevier)

## Muskelpumpe



LIFE: THE SCIENCE OF BIOLOGY, Seventh Edition, Figure 49.13 One-Way Flow  
© 2004 Sinauer Associates, Inc. and W. H. Freeman & Co.

# Überblick

## 1) Herz und grosse Gefässe

Herz und Thorax allgemein  
Herzlage, -grösse, -gewicht  
Gliederung Gefässsystem,  
grosse Gefässstämme (Aorta, Vena cava  
sup. et inf., Azygossystem),  
Besonderheiten

## 2) Herzstruktur / Herzklappen

Äussere Form (Basis, Apex, Facies)  
Aussenrelief (Sulci), Myoarchitektonik  
Abgang/Einmündung der grossen Gefässe  
Räume (Vorhöfe, Kammern, Septen)  
Herzklappen (Funktion, Aufbau), Herzskelett  
Auskultation, Perkussion, Bildgebung

## 3) Herzwand

Bauprinzip (Endo, Myokard, Epikard)  
Histologie (Kennzeichen, Sarkomer)  
Myoendokrine Zellen (ANP)

## 4) Gefässe: Arterien / Venen

Grundprinzip, Aufbau, Schichtung (inkl. allg. Histo  
glatte Muskulatur), elastische vs. muskuläre Arterien,  
Vasa und nervi vasorum, Venenklappen,  
Stammvenen vs. periphere Venen

## 5) Gefässe: Arteriolen, Kapillaren, Venulen

Anordnung, Aufbau, Dimensionen, Kapillartypen  
(geschlossen, gefenstert, offen), Endothelien,  
Perizyten, Venulen

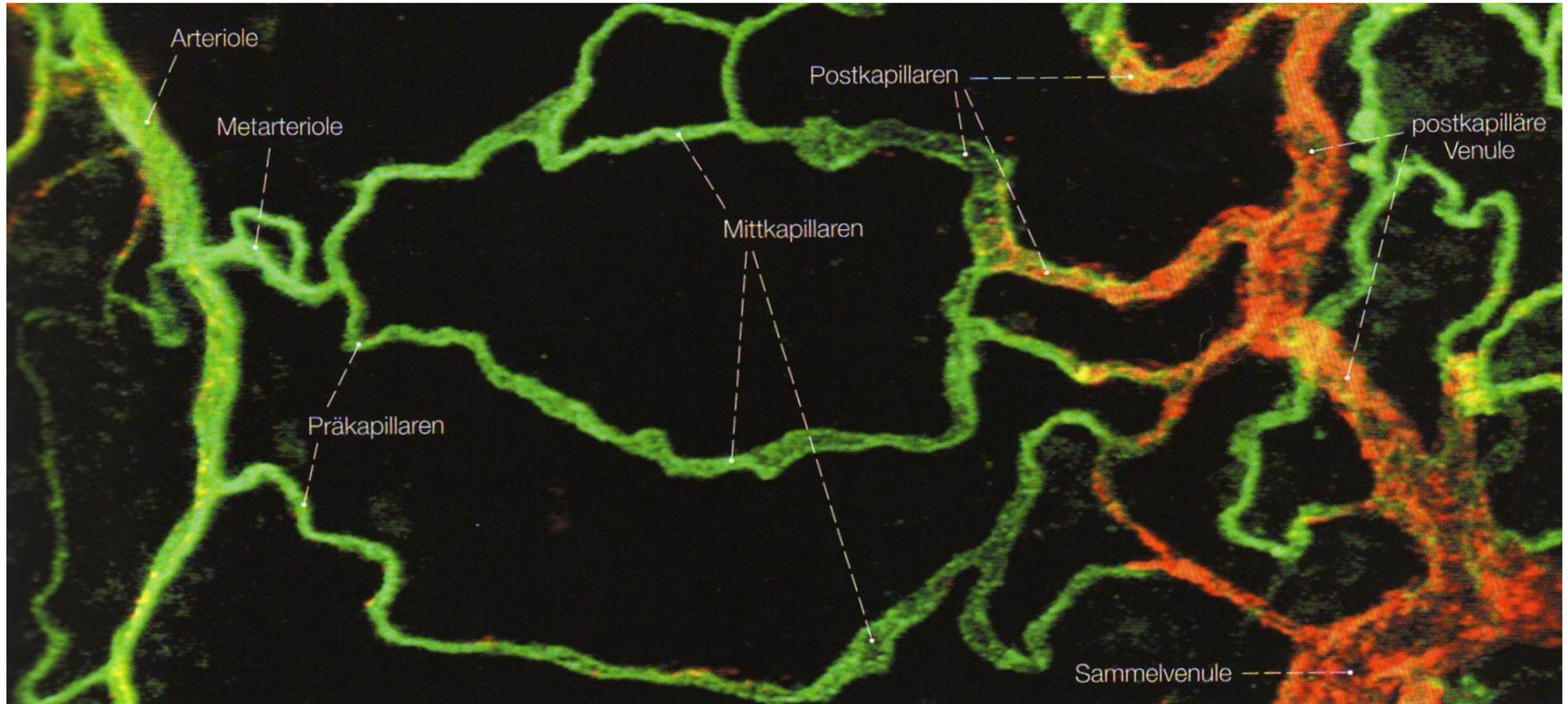
## 6) Herz: Reizbildung/leitung, Innervation, Durchblutung, Lage im Thorax

Erregungsbildung / -leitung (Sinus-, AV-Knoten,  
etc.), Plexus cardiacus (Sympathicus,  
Parasympathicus), Koronararterien, Herzvenen,  
Herzbeutel (Aufbau, Umschlagslinien), Mediastium  
(Einteilung, Inhalt), Topographie

## 7) Lymphgefässe

Anordnung, Aufbau und grosse Lymphgefässstämme

# Mikrozirkulation - Gefäßstrecken

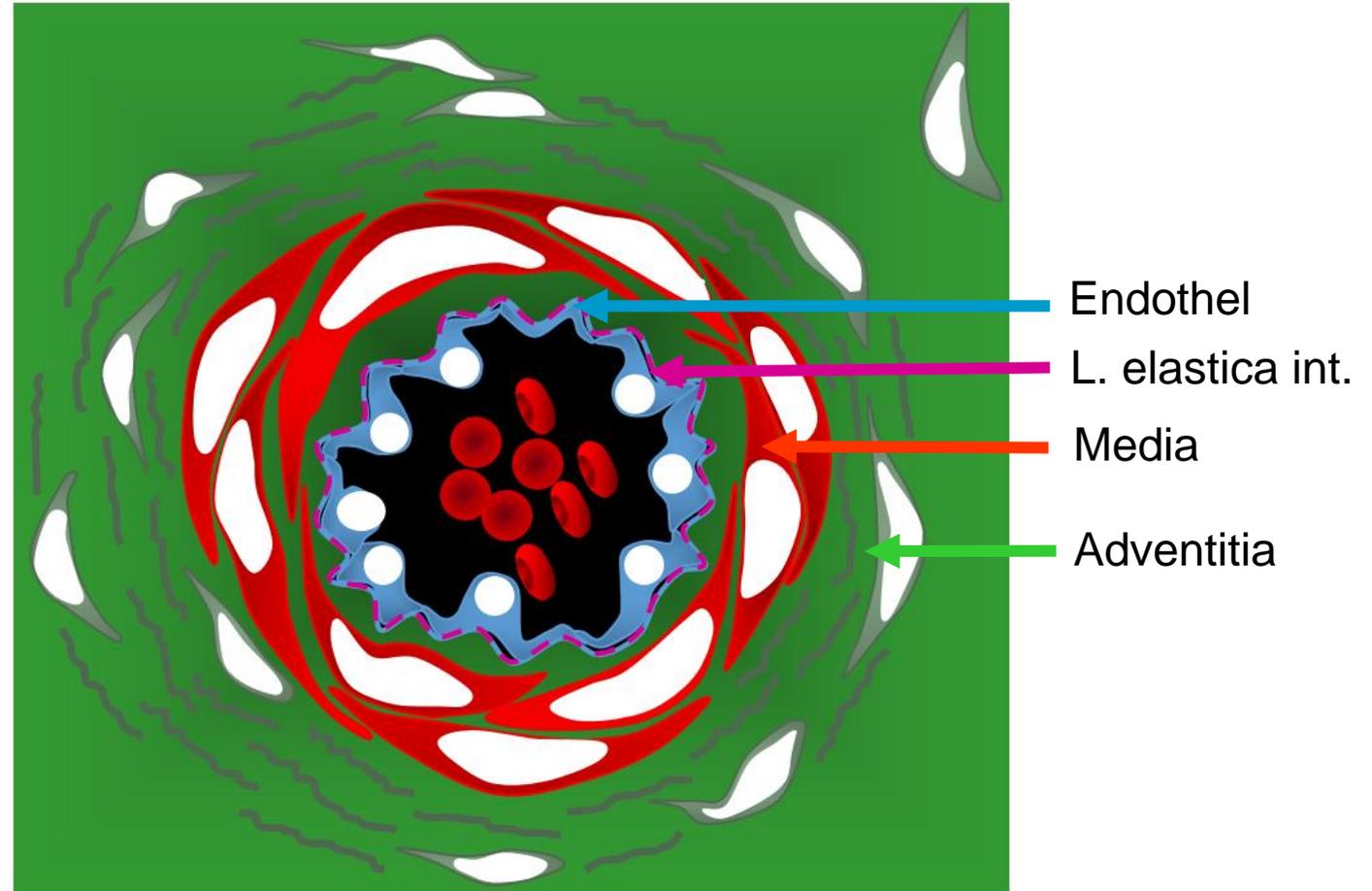


*(Benninghoff, Elsevier)*

Arteriole - Metarteriole - Präkapillare - Mittkapillare - Postkapillare - postkapilläre Venule - Sammelvenule

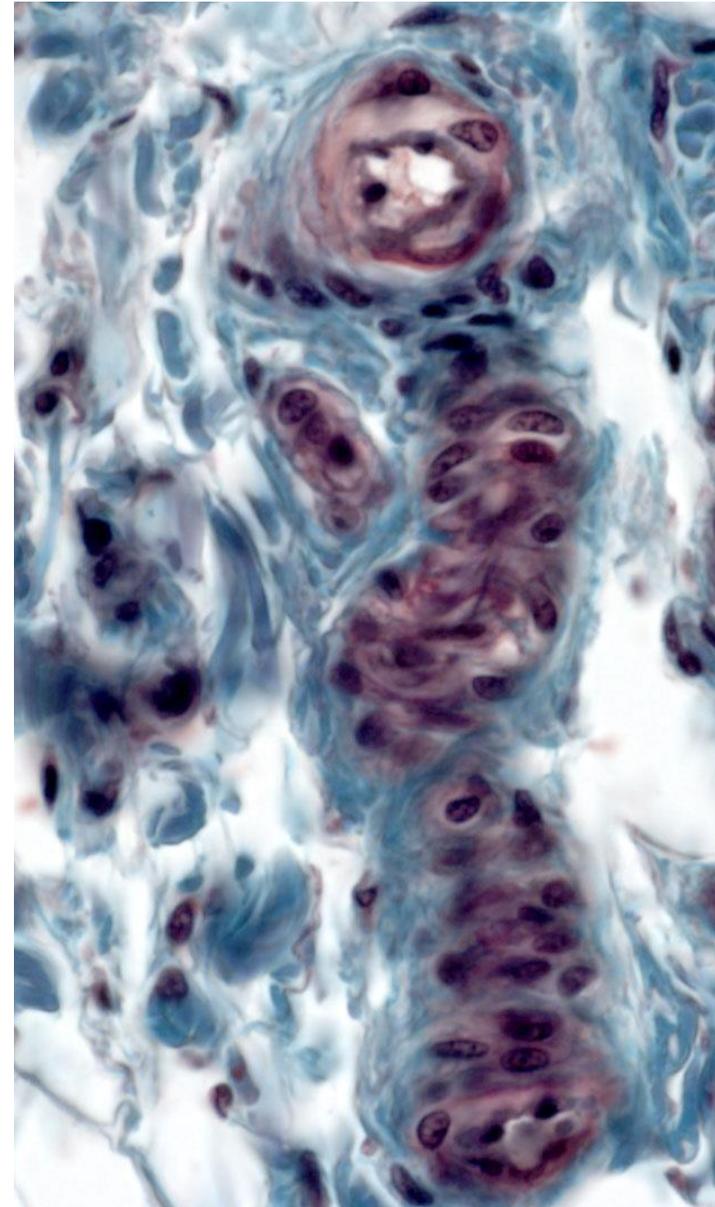
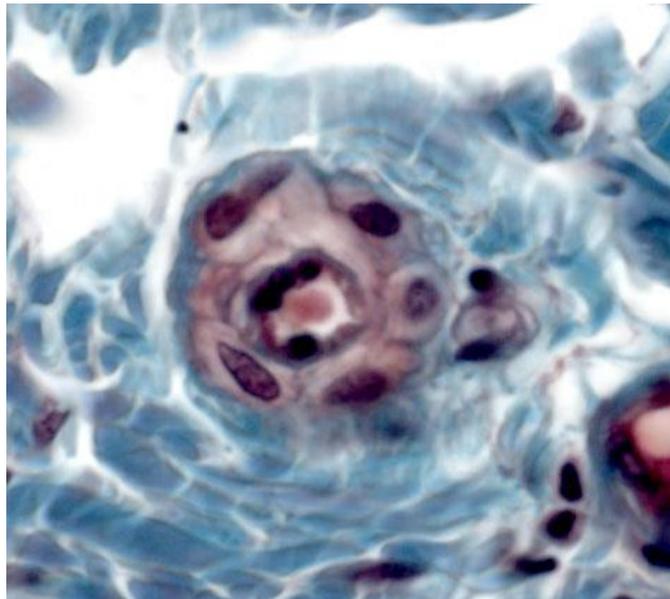
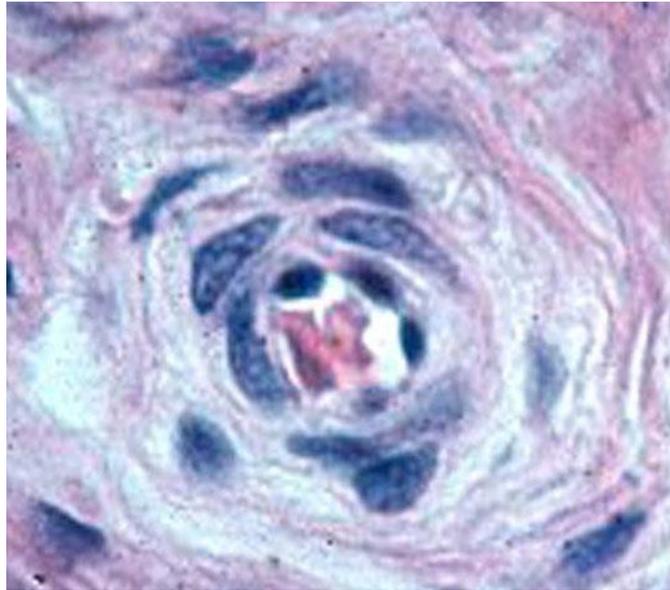
# Arteriolen - Aufbau

- Endverzweigung der Arterien
- Durchmesser:  $< 30 \mu\text{m}$
- Aufbau
  - Intima
    - Endothel
    - (Lamina elastica interna, dünn)
  - Media
    - 1-2 Lagen glatter Muskulatur
  - Adventitia
    - dünn
    - Lockeres Bindegewebe



# Arteriolen - Histologie

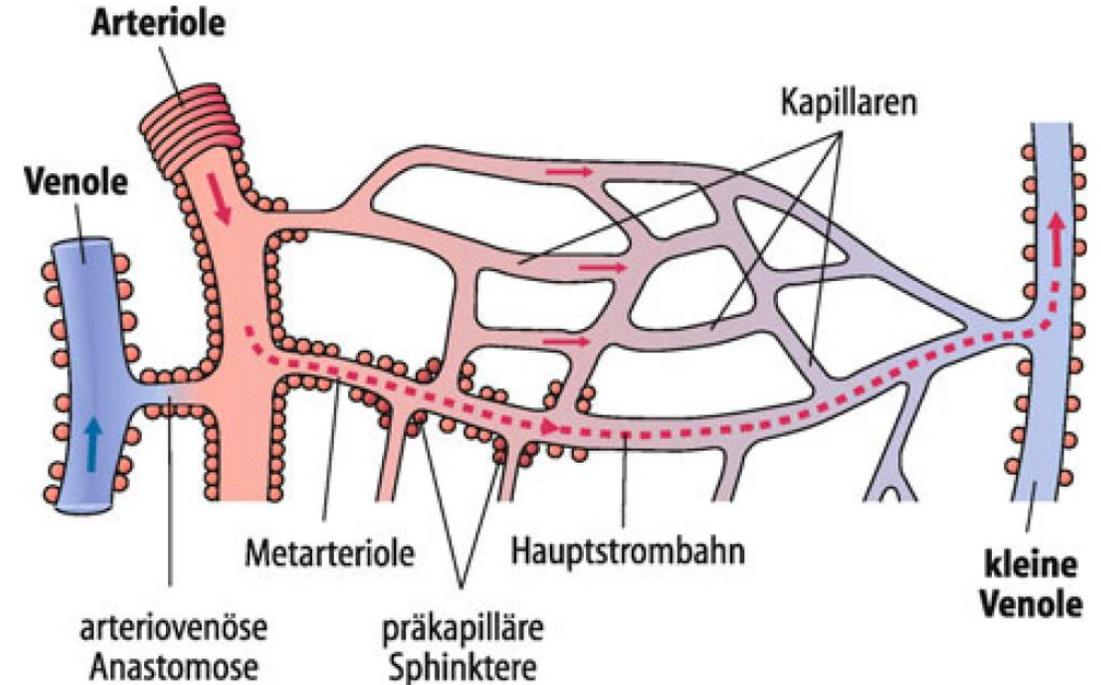
Querschnitt



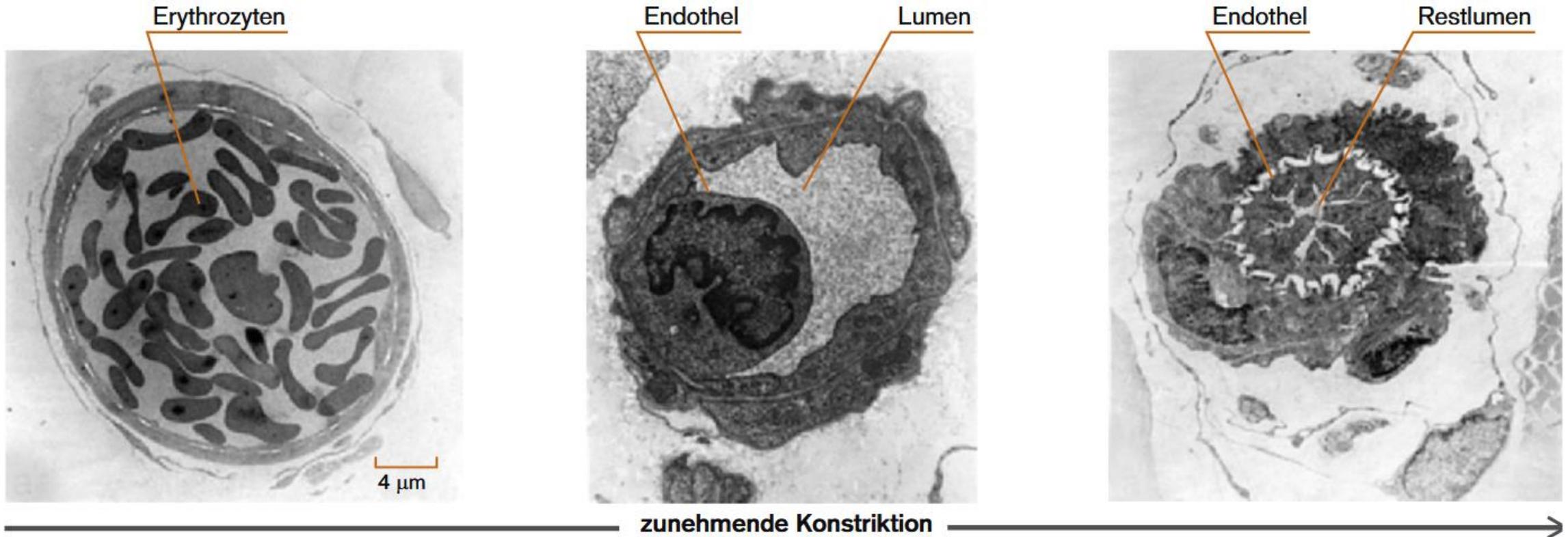
Längsschnitt

# Metarteriolen

- Präkapilläre Endaufzweigung der Arteriolen
- Ruhedurchmesser 8-10 $\mu\text{m}$ , Länge max. 100 $\mu\text{m}$
- Eine (lückige) Lage glatter Muskelzellen
- Muskelzellen «umgreifen» Endothel
- Kontraktile (präkapilläre Sphinkter)  
Kontrolle der Durchblutung  
in Abhängigkeit von
  - lokalen Faktoren
  - vegetativer Innervation



# Arteriolen – Variable Weite



**Abb. 6.6 Arteriolen des Skelettmuskels in von links nach rechts zunehmendem Kontraktionszustand der glatten Muskulatur.** Die Lumeneinengung kommt in diesen kleinen Gefäßen vor allem durch die sich nach innen vorwölbenden Endothelzellen zustande.

*(Pape et al., Thieme)*

Wirksame Regulierung (a) der Durchblutung des Kapillarbettes und (b) des Blutdruckes

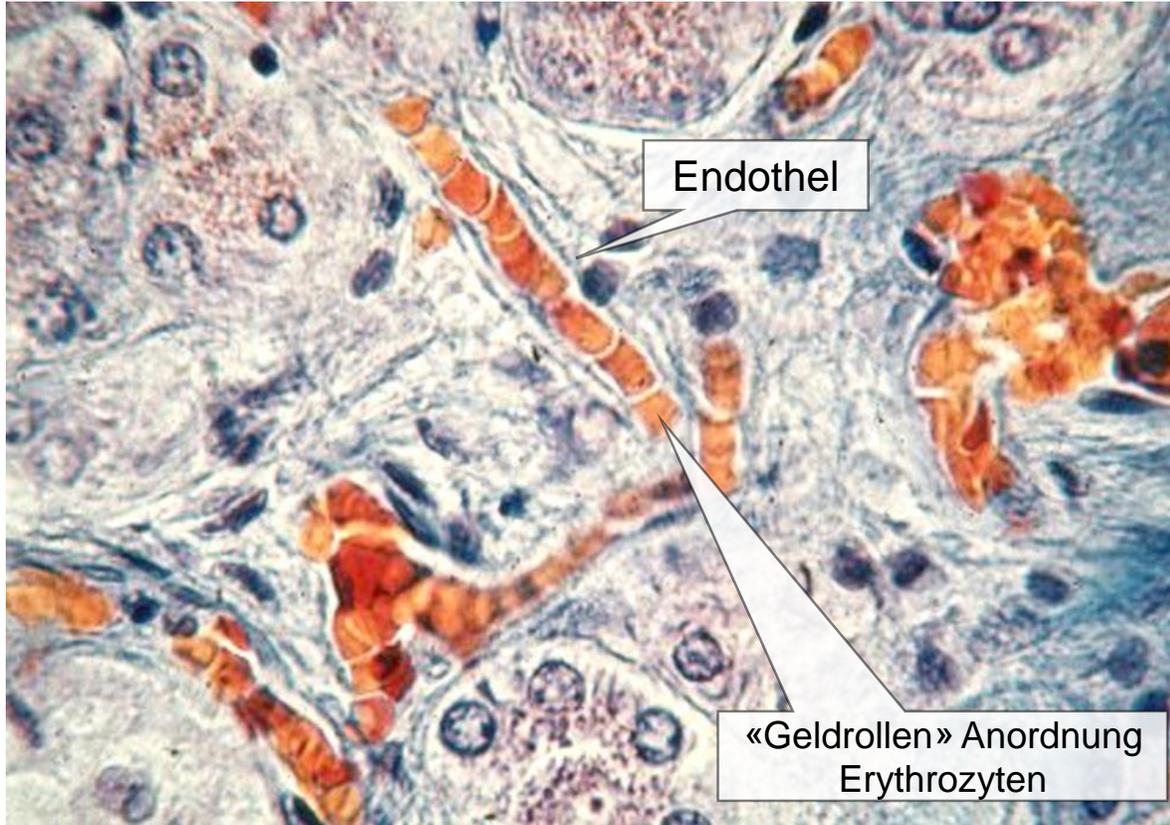
# Kapillaren - Aufbau

- Netzwerk kleinster Gefäße  
(Durchmesser: 5-10  $\mu\text{m}$ )
- Endothelzellen
  - Passiver und aktiver Transport  
(Diffusion, Filtration, Proteine, Transzytose)
  - Regulation von z.B. Koagulation & Perfusion
- Perizyten
  - umgeben Kapillaren, Stützfunktion
- Basalmembran
  - Umgibt Endothelzellen und Perizyten
- Sonderform: Sinusoide
  - weitlumige, unregelmässig geformte Kapillaren
  - z.B. in Leber, Nebenniere

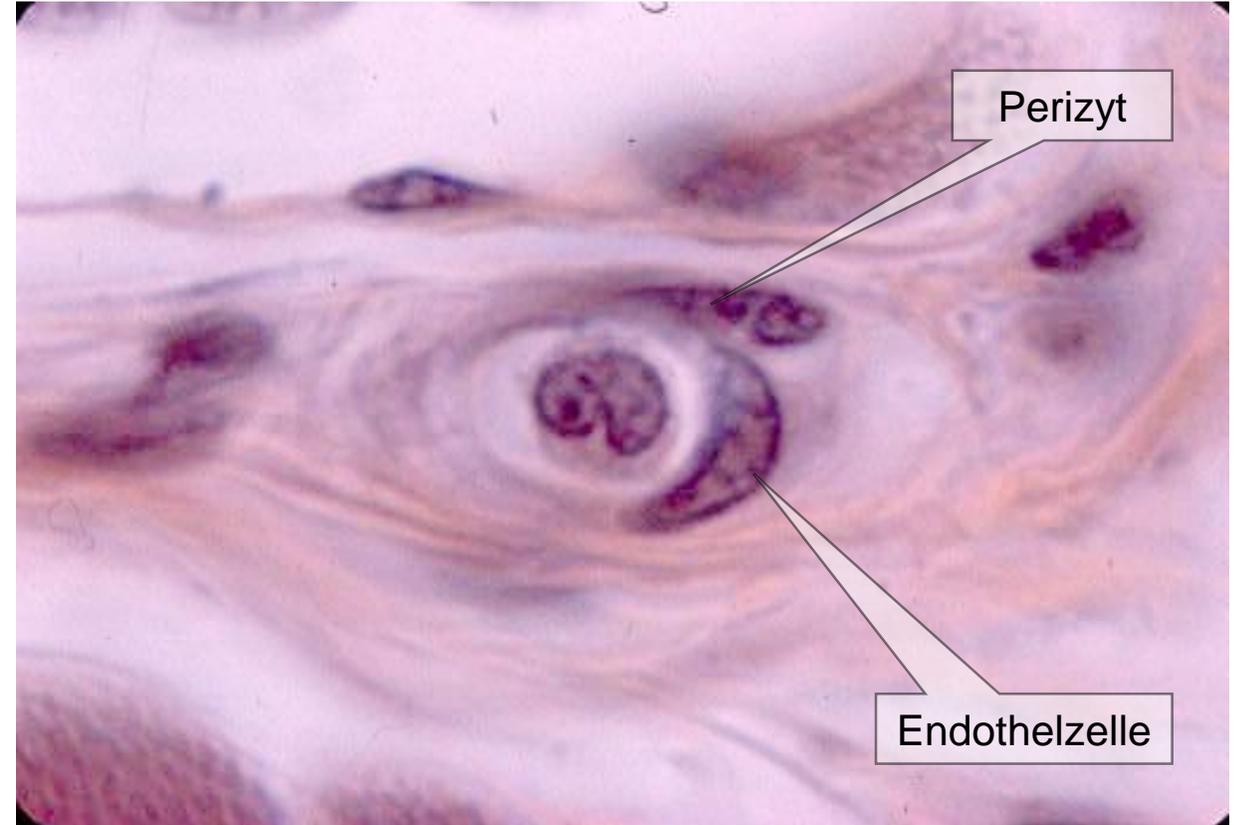


# Kapillaren - Histologie

Längsschnitt

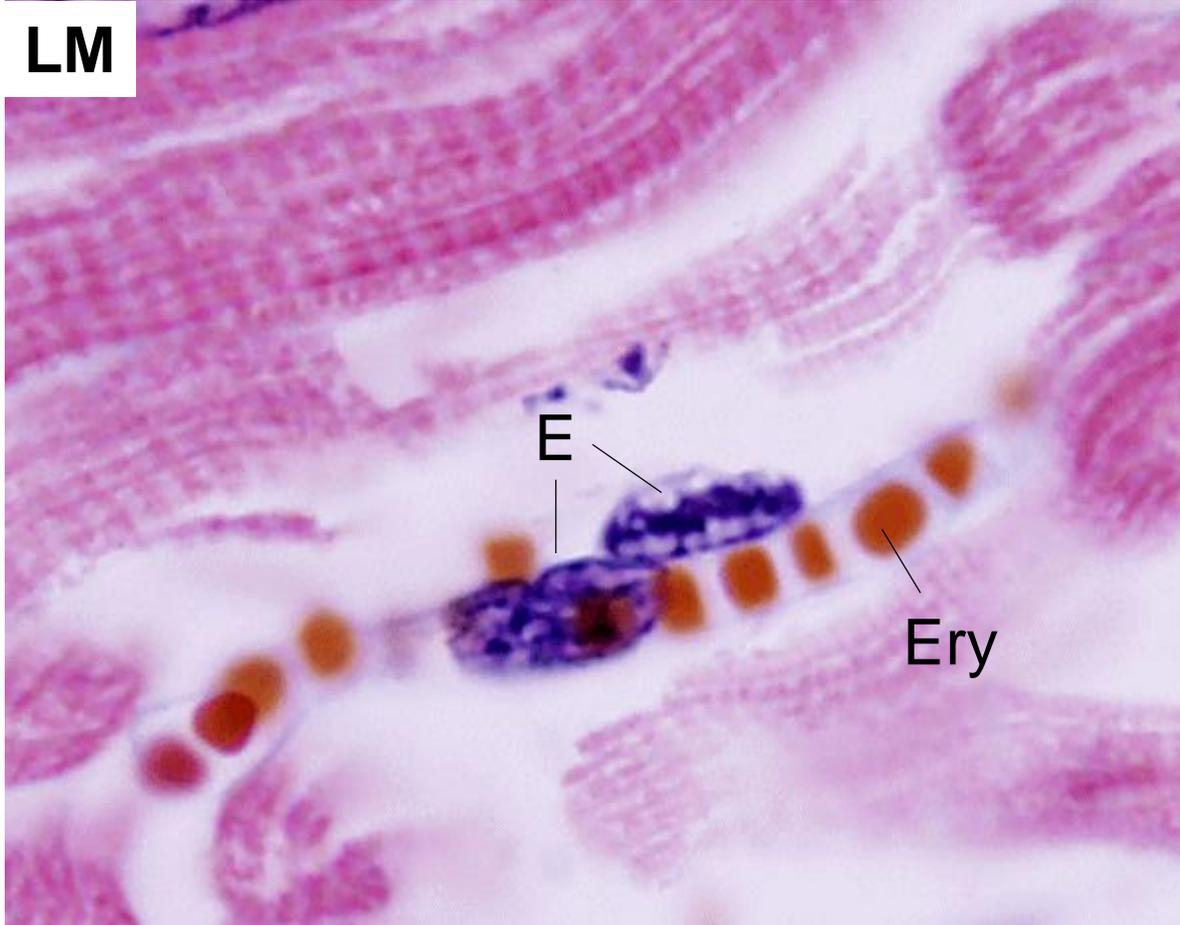


Querschnitt

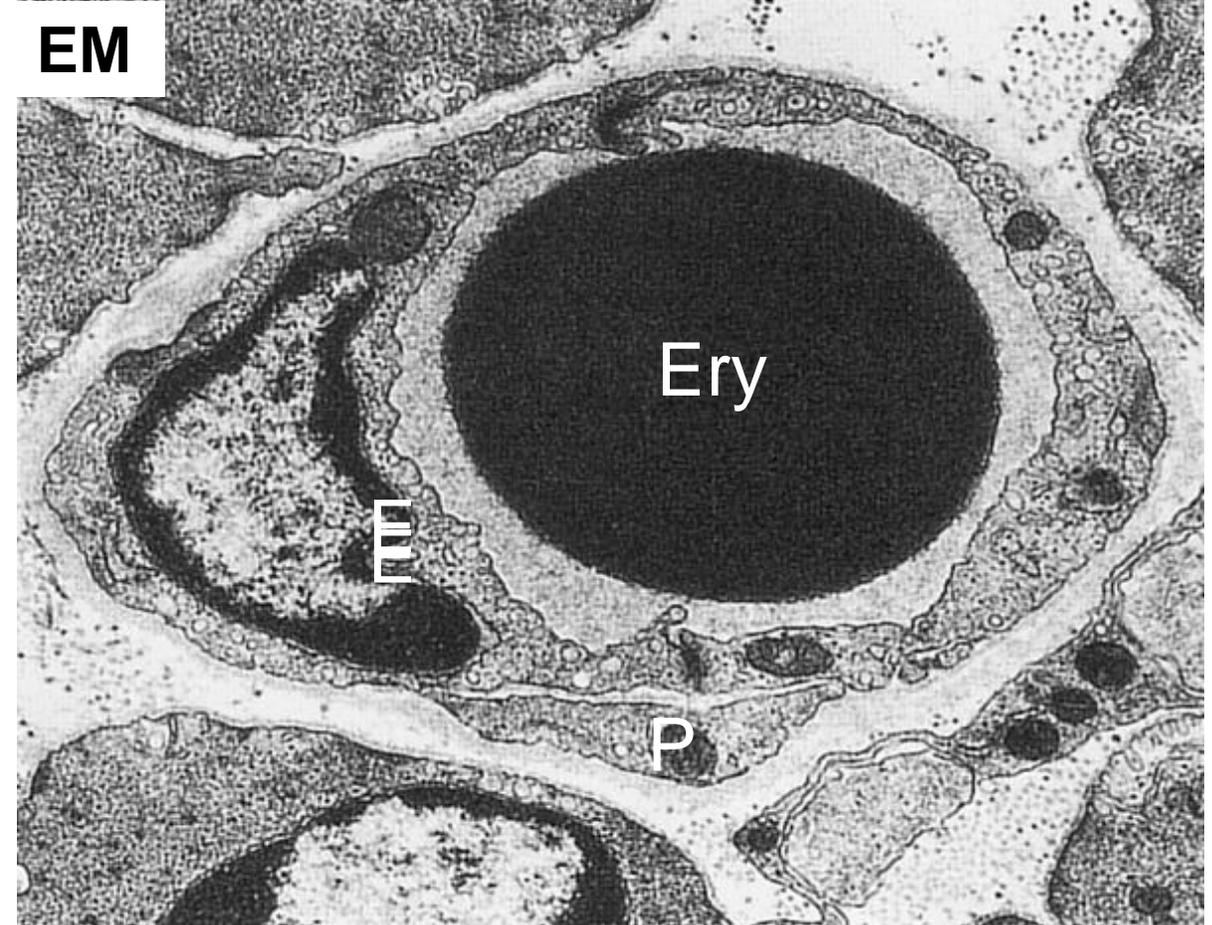


# Kapillaren - Histologie

LM

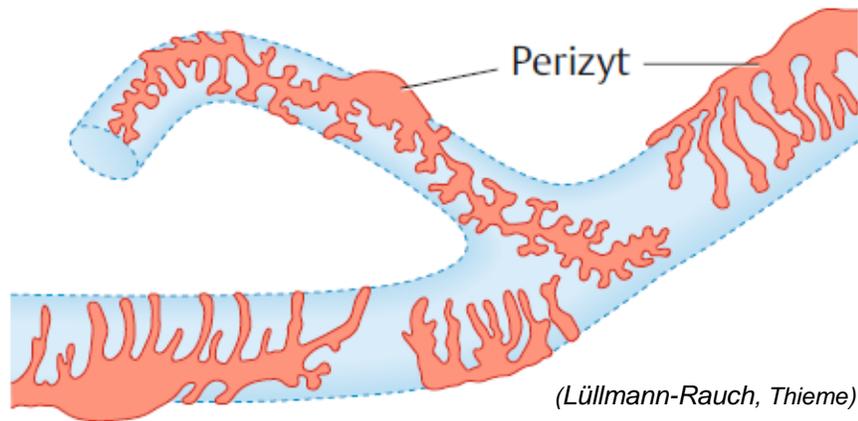


EM



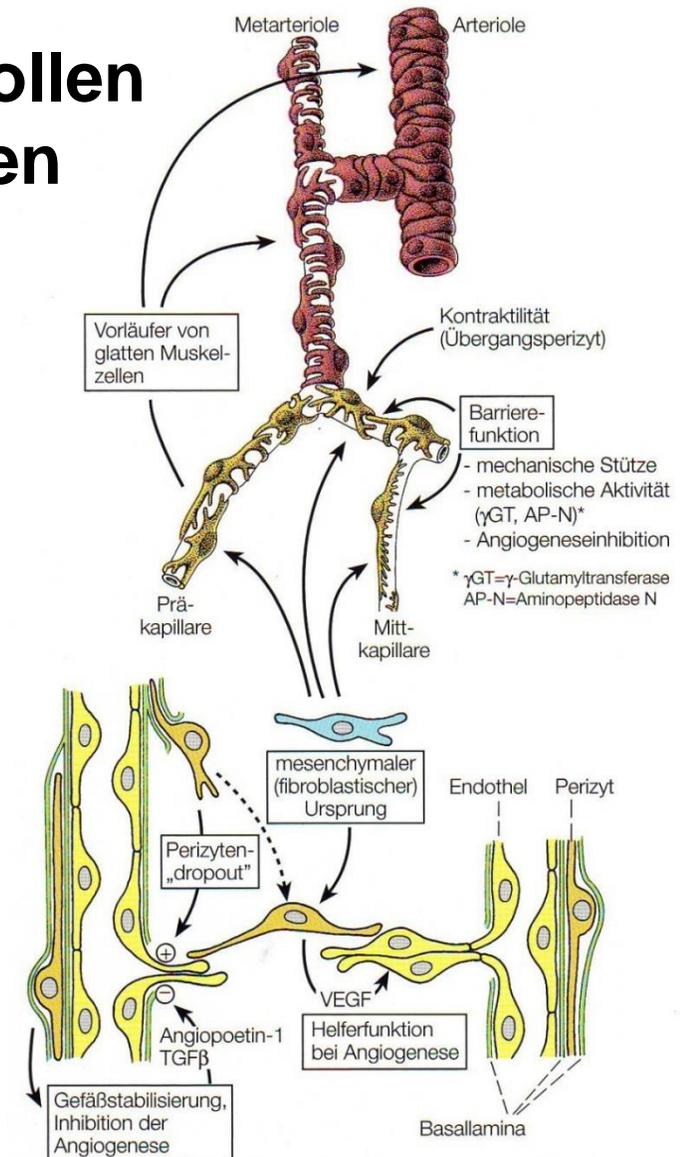
(E – Endothelzelle, Ery – Erythrozyt, P – Perizyt)

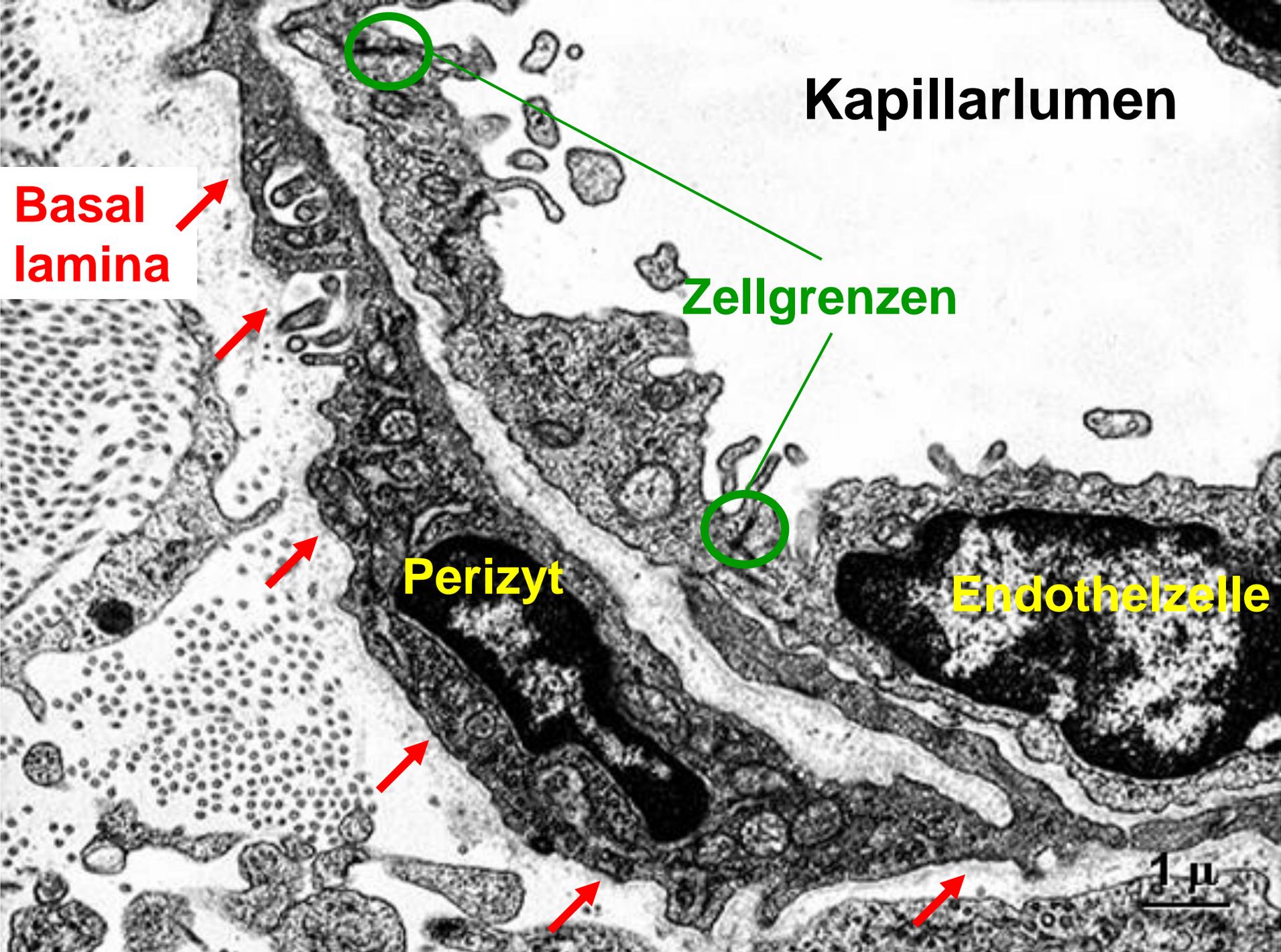
# Kapillaren - Perizyten



- Liegen Endothel eng an, gemeinsame Basalmembran
- Mechanische Stütze, Barriere
- Kontraktile (Regulierung Durchblutung)
- Mitwirkung bei Gefäßbildung

## Wichtige Rollen der Perizyten





**Kapillarlumen**

**Basal lamina**

**Zellgrenzen**

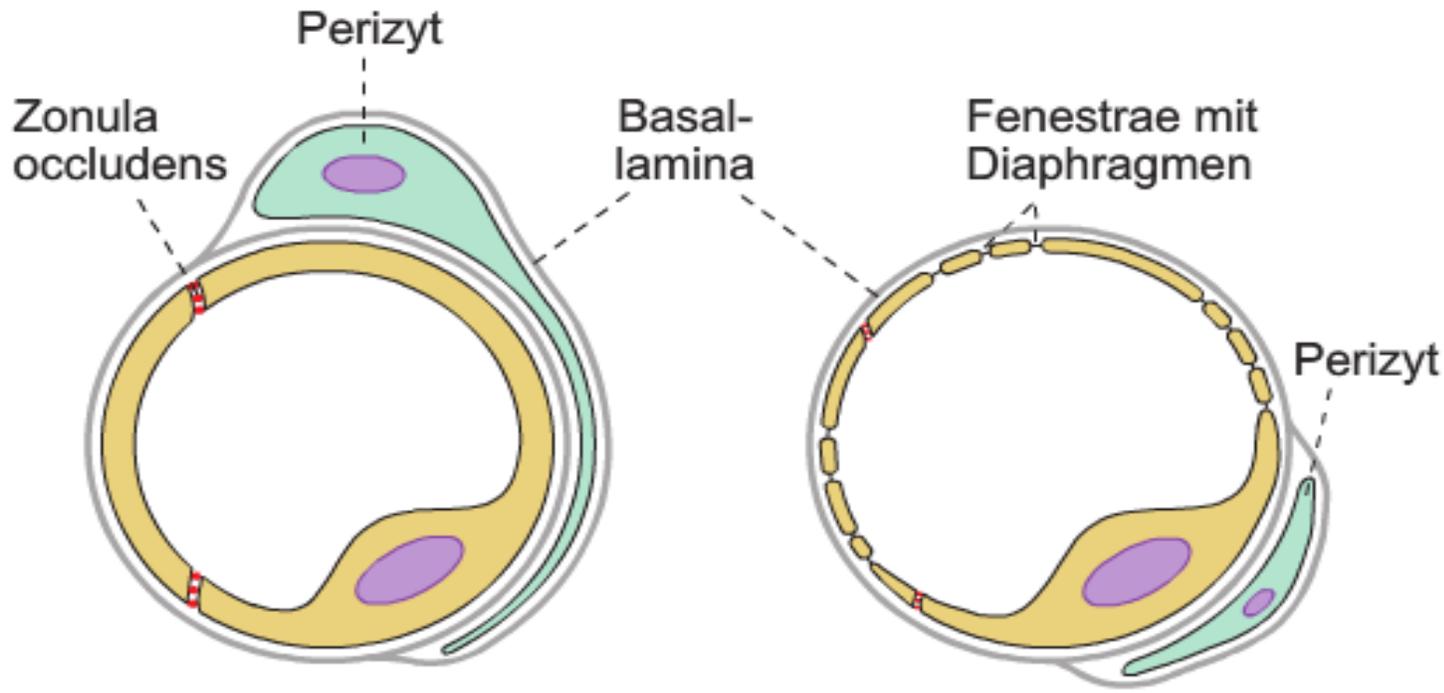
**Perizyt**

**Endothelzelle**

1 μ

# Kapillaren – Endothel Formen

## Variable Form und Permeabilität



### Kontinuierlich

(z.B. Lunge, Gehirn, Thymus)

### Fenestriert

(z.B. Pankreas, Niere)

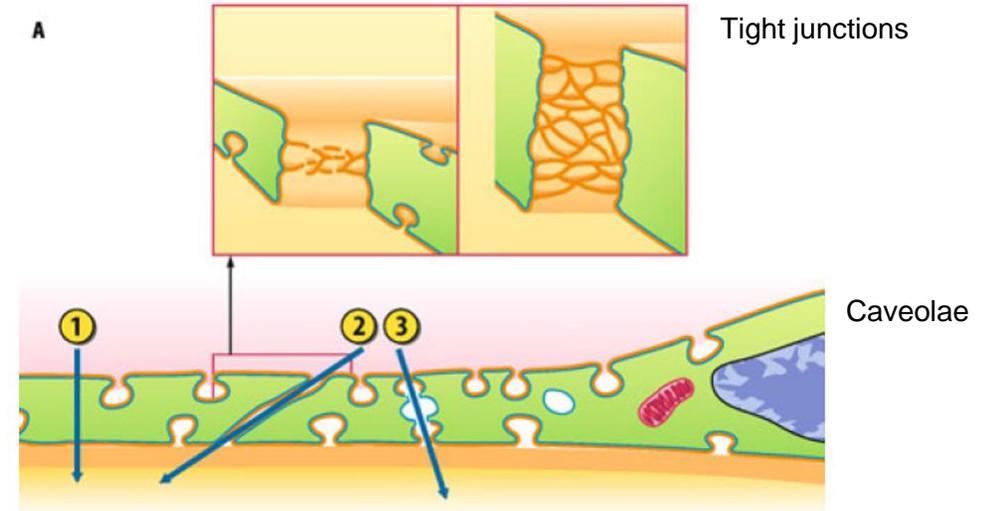
### Diskontinuierlich

(z.B. Leber, Knochenmark)

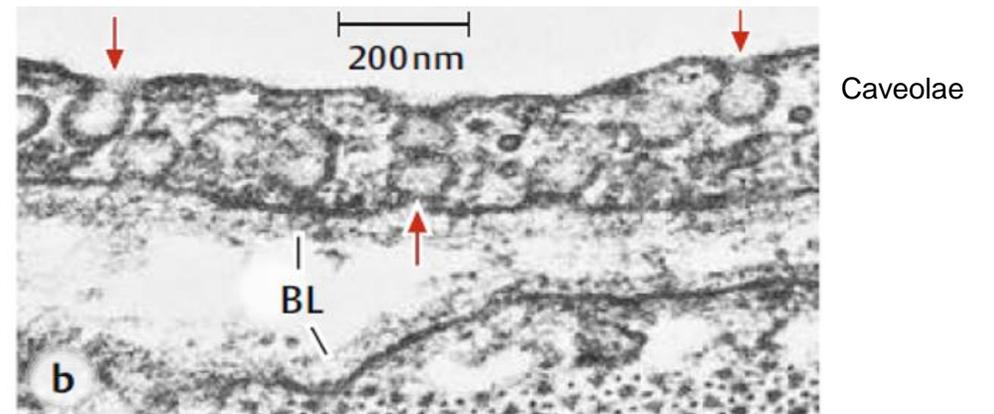
*(Lüllmann-Rauch, Thieme)*

# Kapillaren – Kontinuierliches Endothel

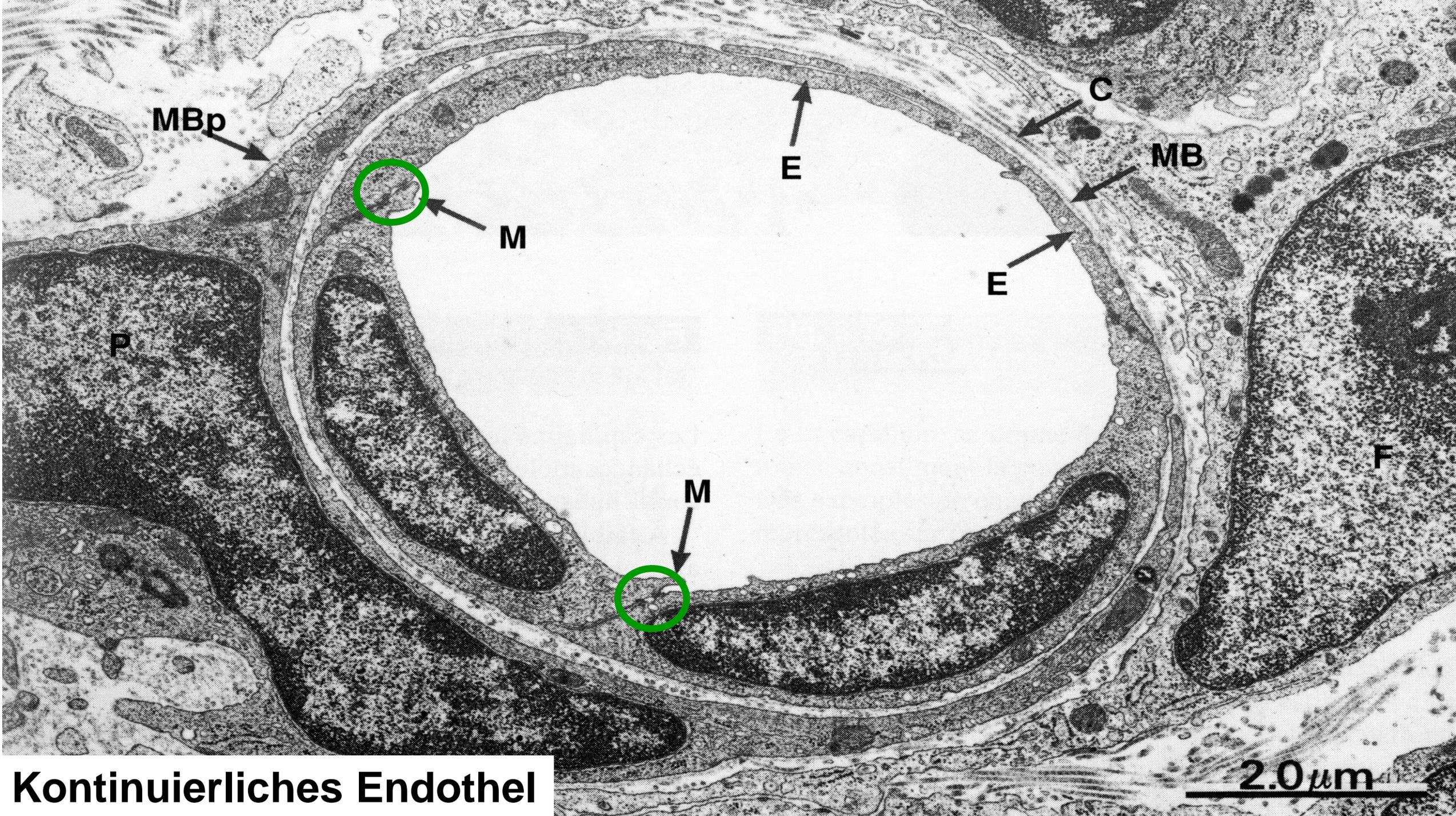
- Geschlossen, gut entwickelte Interzellularkontakte  
(Tight junctions: Claudin 5 Adhärenskontakte: VE-Cadherin, PECAM1 Gap-junctions: Connexine 37 und 40)
- Flach (Zellhöhe ausserhalb des Zellkerns:  $<0.2 \mu\text{m}$ )
- Caveolae  
(Caveolin; viele Transport- und Signaltransduktionsmoleküle wie PDGF-Rezeptor, Aquaporin 1; Pinozytose)
- Kontinuierliche Basallamina (BL)
- Nervensystem, Muskel, Knochen, Lunge, Herz



(Schmidt et al., Springer)



(Lüllmann-Rauch, Thieme)



MBp

E

C

MB

M

E

P

F

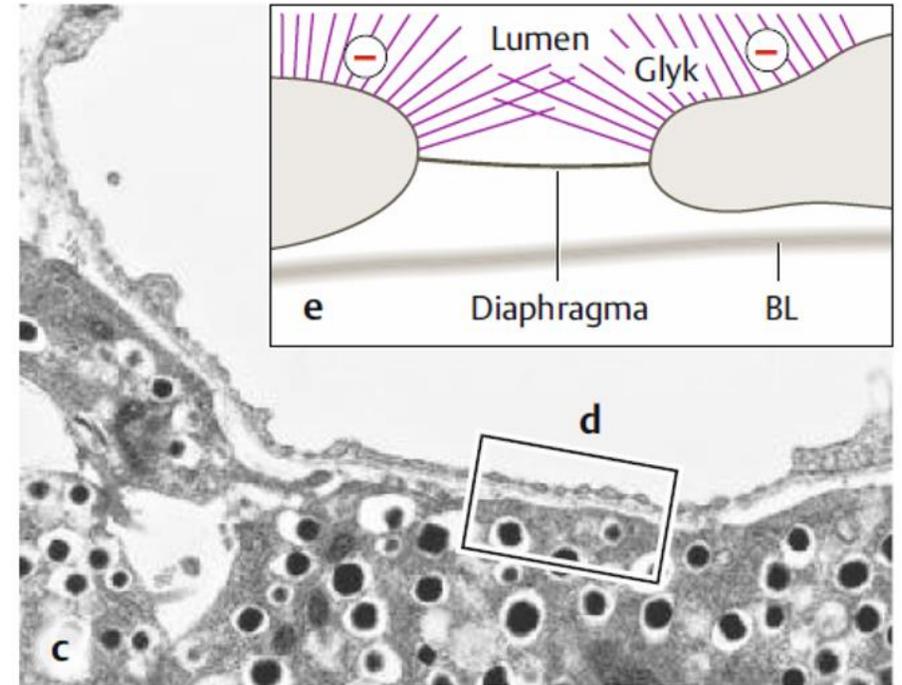
M

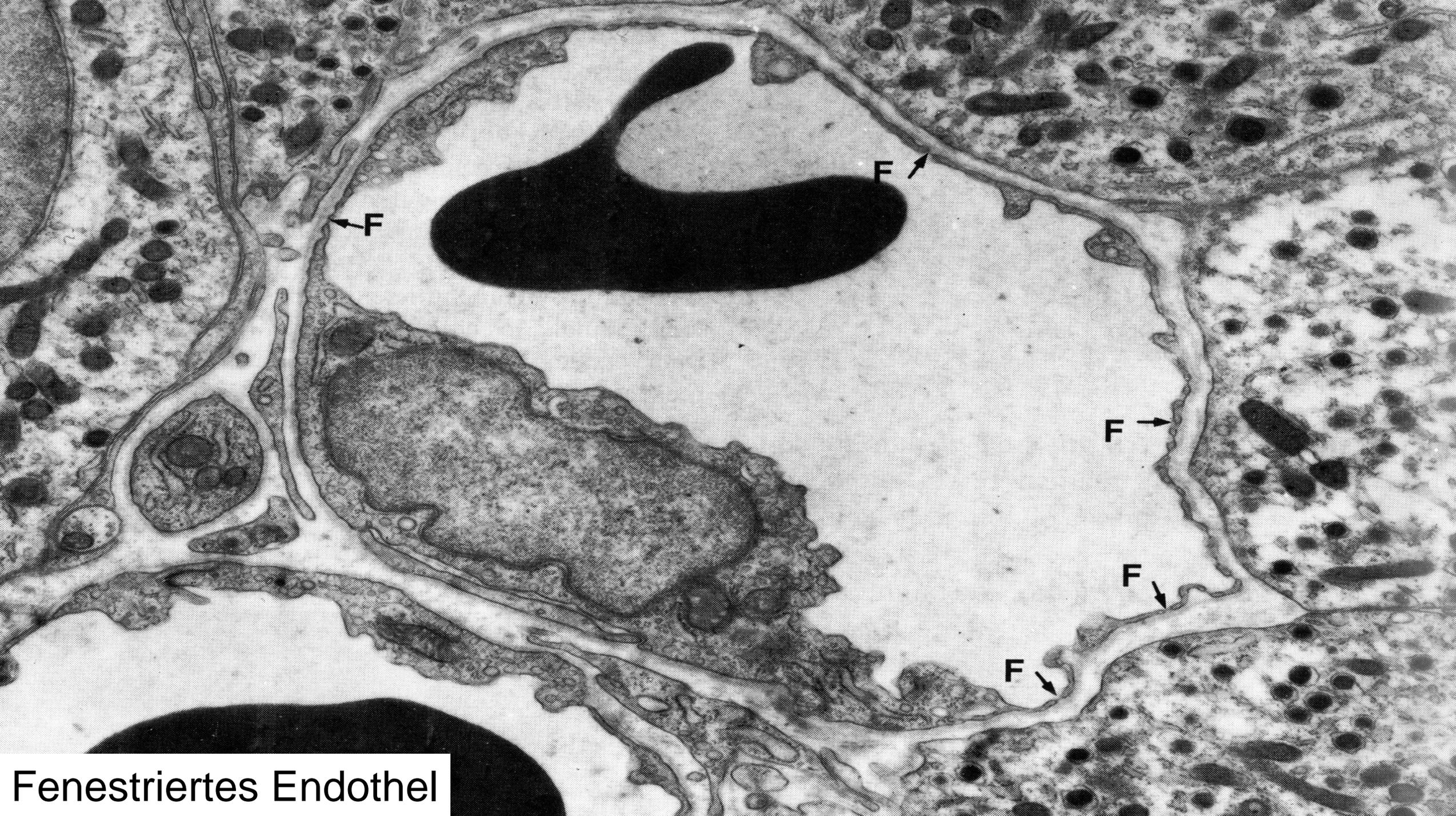
2.0 μm

Kontinuierliches Endothel

# Kapillaren – Fenestriertes Endothel

- Geschlossene Interzellularkontakte
- Kontinuierliche Basallamina (BL)
- 60-80 nm grosse Aussparungen (Fenestrae) in den Endothelzellen
- Fenster teilweise mit Diaphragma  
(negativ-geladene Heparansulfate –  
«Abdichtung » gegen negativ-geladene Plasmaproteine)
- Ungehinderte Passage von Glukose, Aminosäuren, Ionen, Peptiden
- Niere, Lamina propria Magen-Darm-Trakt, Plexus choroideus

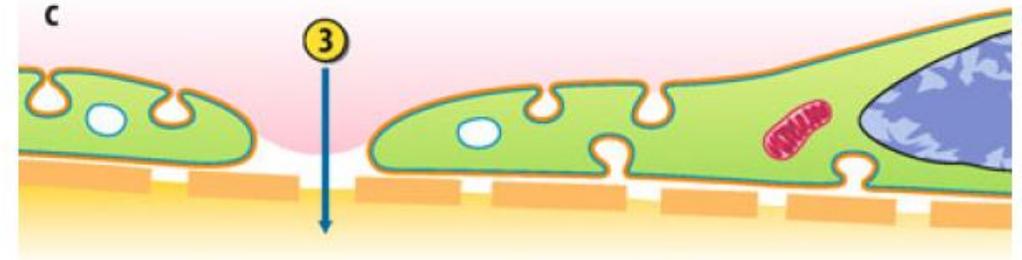




Fenestriertes Endothel

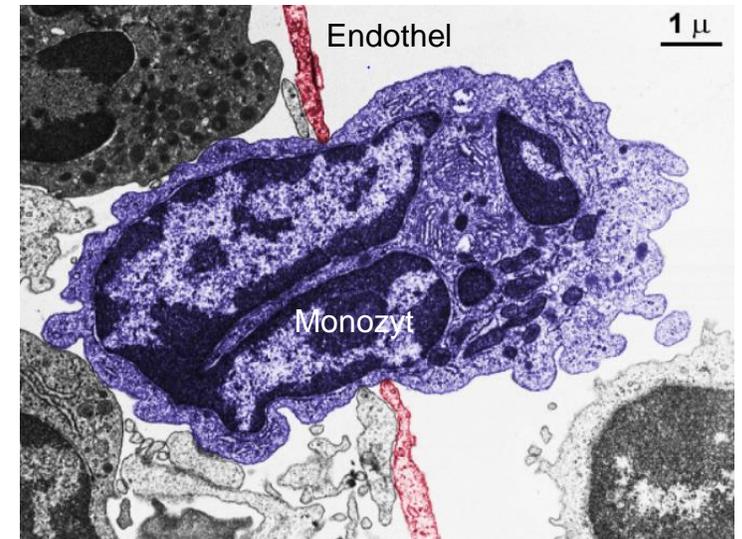
# Kapillaren – Diskontinuierliches Endothel

- Frei durchgängige Lücken im Endothel (z.T. zwischen Endothelzellen)
- Basalmembran diskontinuierlich oder fehlend
- Perforiertes Endothel
  - Geschlossene Interzellularkontakte
  - Transzelluläre 'Löcher' (D ~0.5 µm)
  - Sinusoide Leber, Knochenmark
- Disjunktes Endothel
  - Teilweise fehlende Interzellularkontakte
  - Milzsinus
  - Induziert (Entzündung) - Venulen

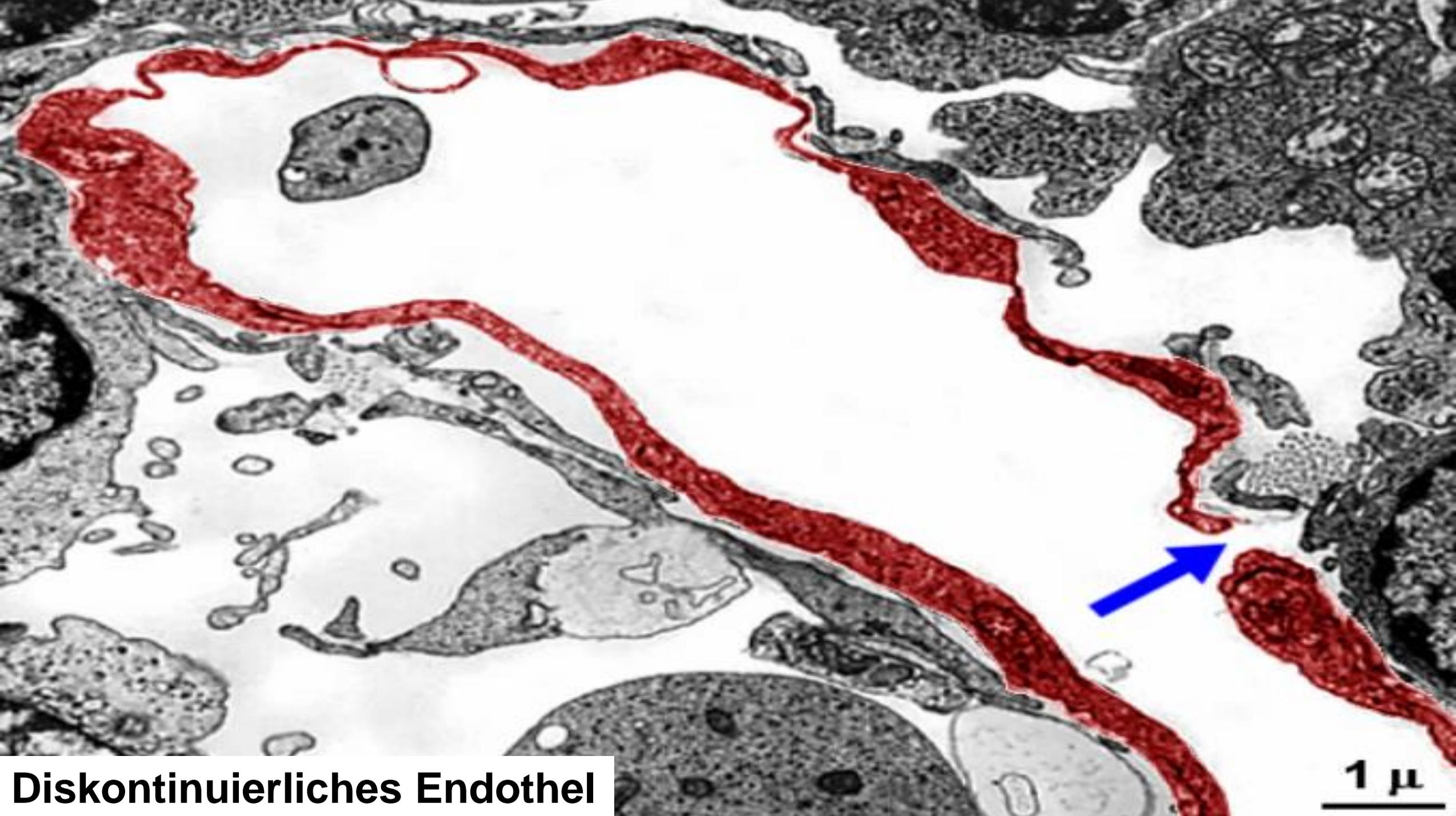


(Schmidt et al., Springer)

Knochenmark  
Sinusoid



(Groscurth, Histologie online)



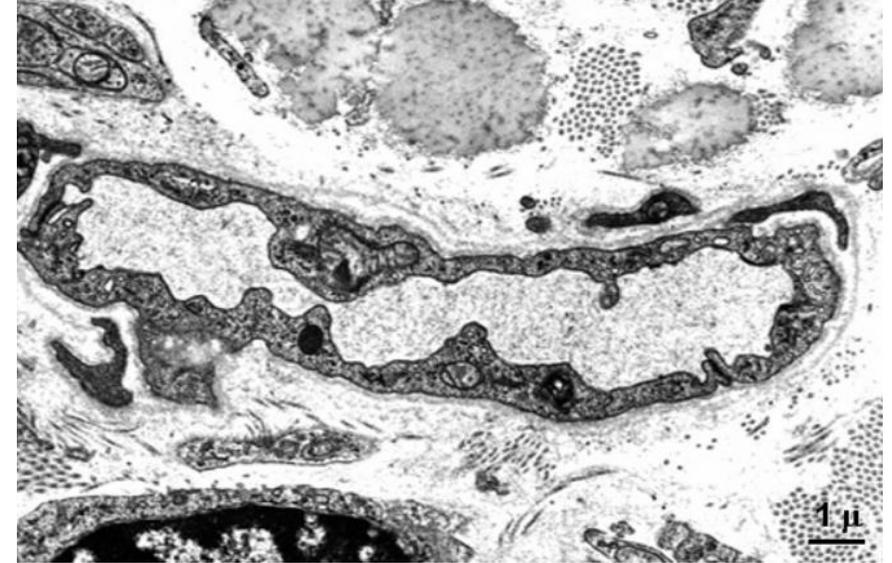
**Diskontinuierliches Endothel**

**1  $\mu$**

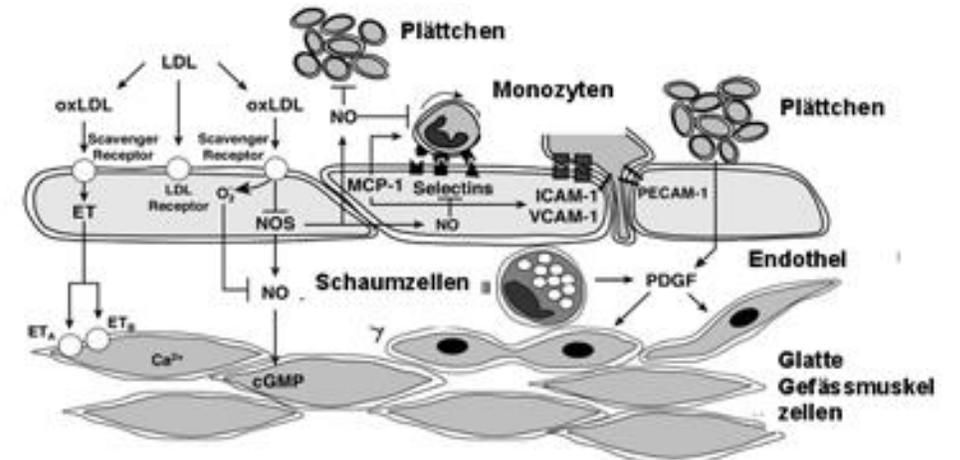
# Endothelzellen

## Aufgaben

- Barriere zwischen Blut und Interstitium
- Hemmung der Blutgerinnung (Antithrombogen)
- Kontrolle des Gefäßtonus (Vasokine)
- Regulation der Gefäßpermeabilität
- Rezeptoren für Anhaftung von Leukozyten
- Angiogenese / Synthese v. Wachstumsfaktoren
- Aktivierung der Blutgerinnung
- Abbau von Blutfetten



(Groscurth, Histologie online)



(Sudano, Flammer)

# Endothelzellen

## Strukturelemente

- Zell-Zell-Kontakte

- Tight junctions (Claudine)
- Adherens junctions

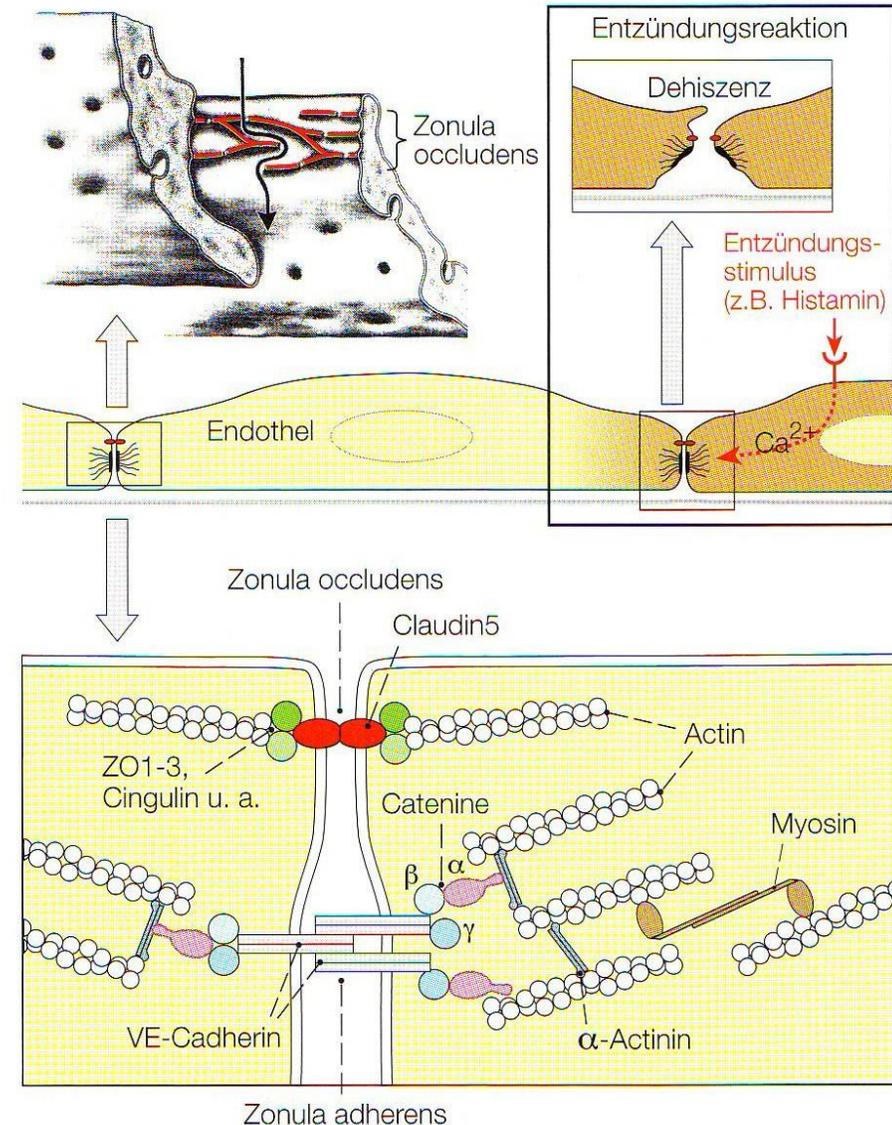
Sehr ausgeprägt z.B. bei der  
«Blut-Hirn-Schranke»  
→ nur transzellulärer Transport

- Zyoskelett

- Aktin (Stressfasern)
- Myosin
- Tubulin
- Vimentin

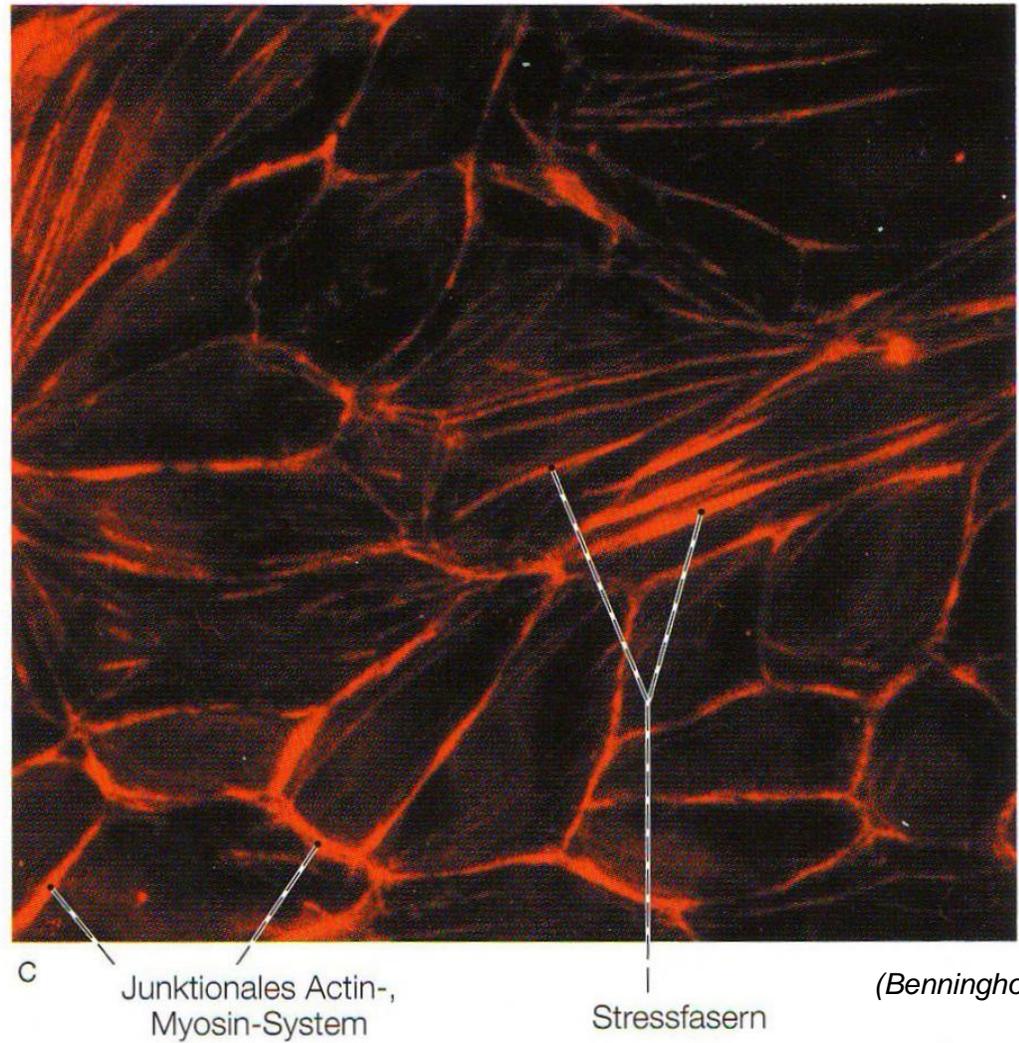
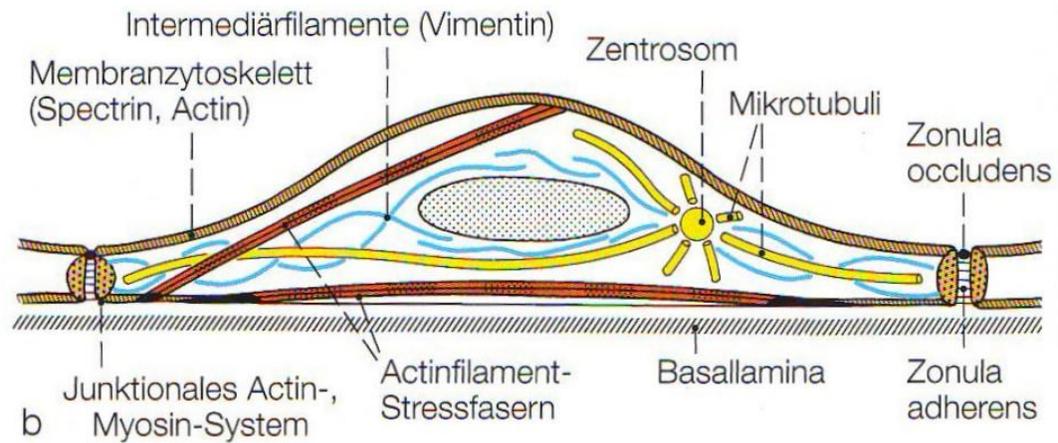
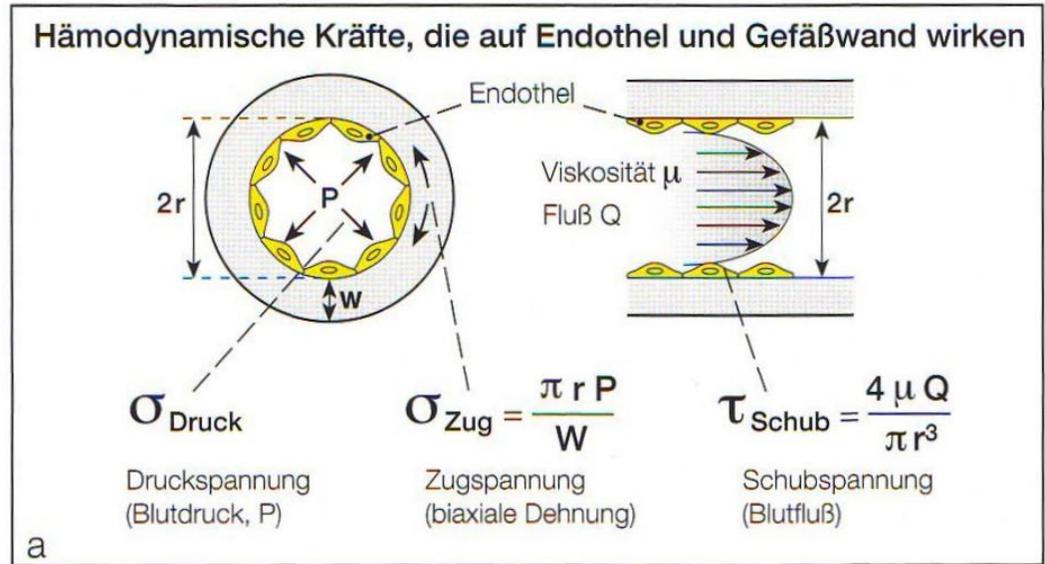
- Weibel-Palade Körperchen

- Caveolae



(Benninghoff, Elsevier)

# Endothelzellen - Zytoskelett



(Benninghoff, Elsevier)

Anpassung and hämodynamische Belastung

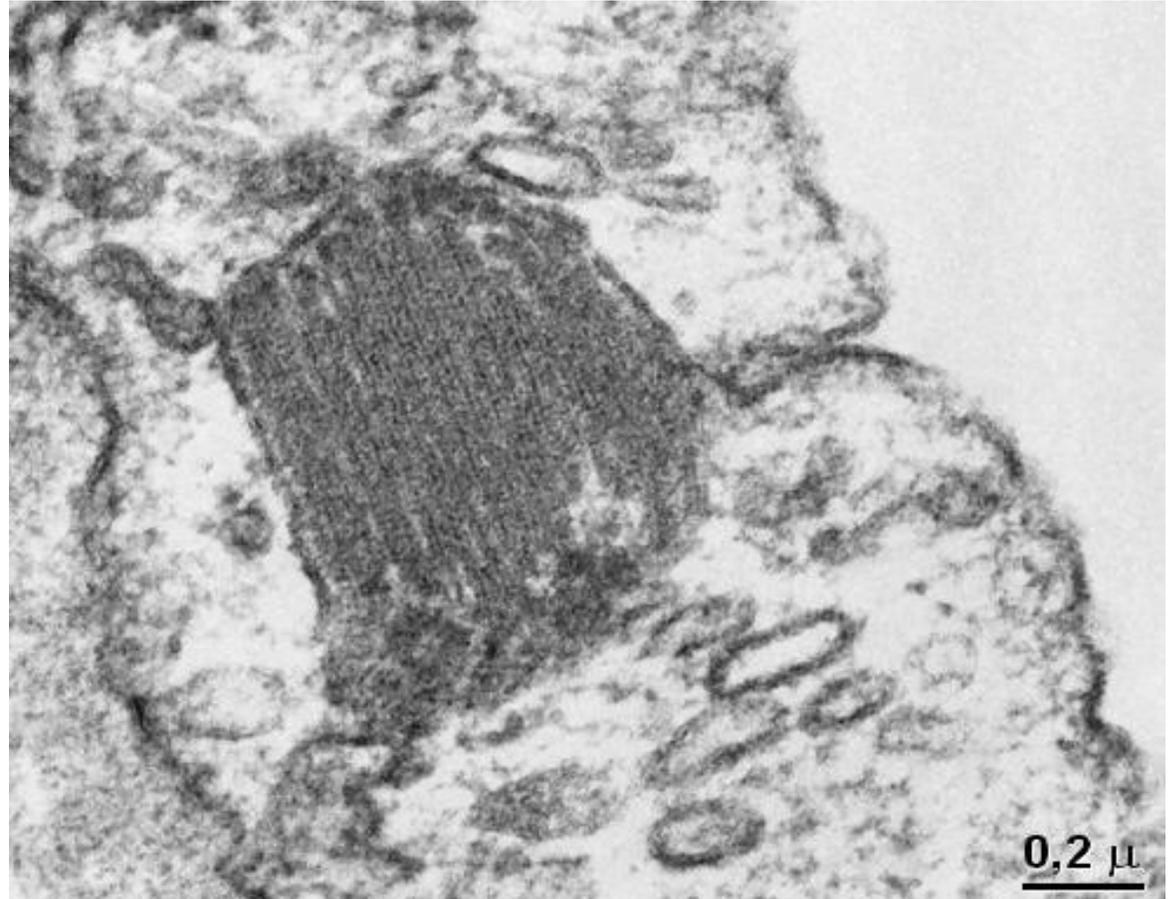
# Endothel – Anpassung an Hämodynamik



**Anordnung der Zellen in Flussrichtung des Blutes**

# Endothel – Weibel-Palade Körperchen

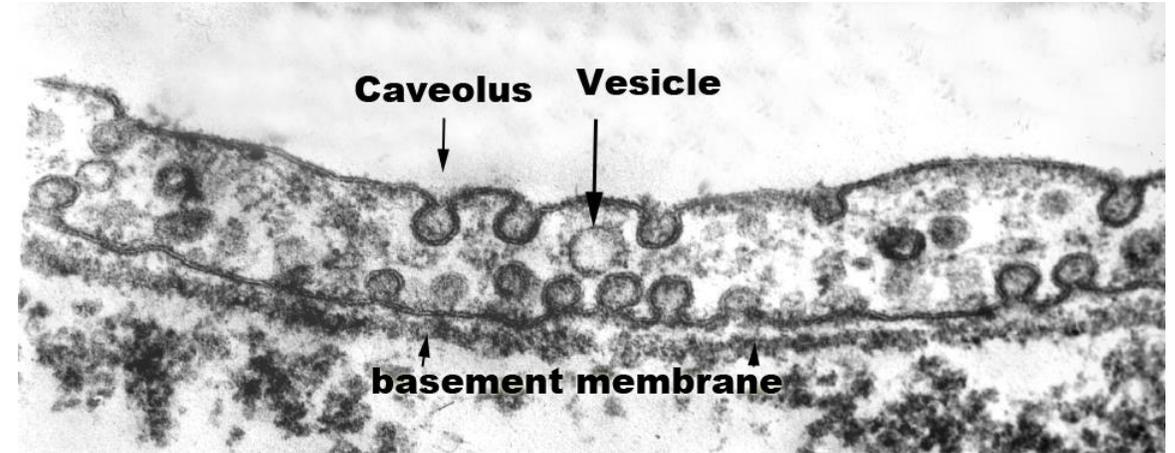
- Speichergranula in Endothelien für u.a.
  - von-Willebrand-Faktor (Blutgerinnung)
  - Interleukin-8 (Entzündungsreaktion)
  - P-Selectin (Anheftung Leukozyten)
  - Angiopoietin-2 (Gefässbildung)
- Freisetzung durch zahlreiche Stimuli
  - Thrombin
  - Histamin
  - Ischämie, etc.
- Zunahme bei Entzündungen
- Lamellenartige Binnenstruktur
- Grösse: ca. 0,1 x 2  $\mu\text{m}$
- V.a. in Venen



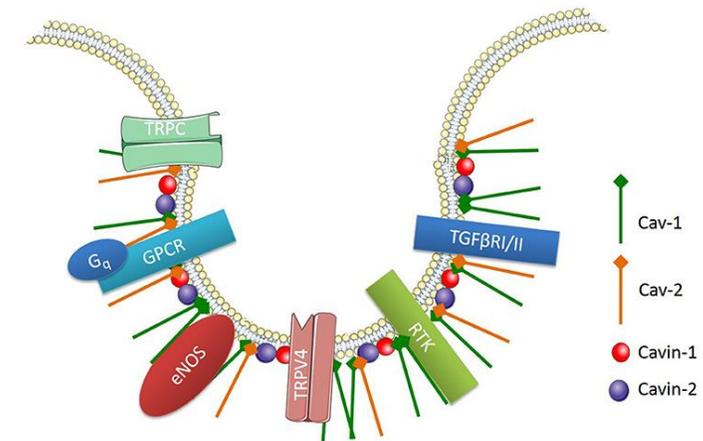
(Groscurth, Histologie online)

# Endothel – Caveolae

- Sackförmige Einbuchtungen in der Plasmamembran
- Grösse: 50 - 100 nm
- Caveolin (Cav 1-2) wichtiges Protein
- Rolle für Pino- und Transcytose
- Mikrodömäne für Signaltransduktionswege
  - Wachstumsfaktorrezeptoren (TGF, VEGF, etc.)
  - GPCRs (Endothelin, Bradykinin, etc.)
  - Ionen-Kanäle/Transporter (TRPV4, NCX, etc.)
  - Tyrosine, Ser/Thr Kinasen (MEK, PI3K, etc.)
  - Enzyme (eNOS, prostacyclin)
  - etc.
- Regulierung der Gefässfunktion



([www1.udel.edu/biology/Wags/histopage/TEM Tomo Web II/capillaryendotheliumpage/capillaryendotheliumpage.html](http://www1.udel.edu/biology/Wags/histopage/TEM_Tomo_Web_II/capillaryendotheliumpage/capillaryendotheliumpage.html))



(Shihata et al. Front. Physiol. 2016)

# Mikrozirkulation – Venulen (Venolen)

## Postkapilläre Venulen

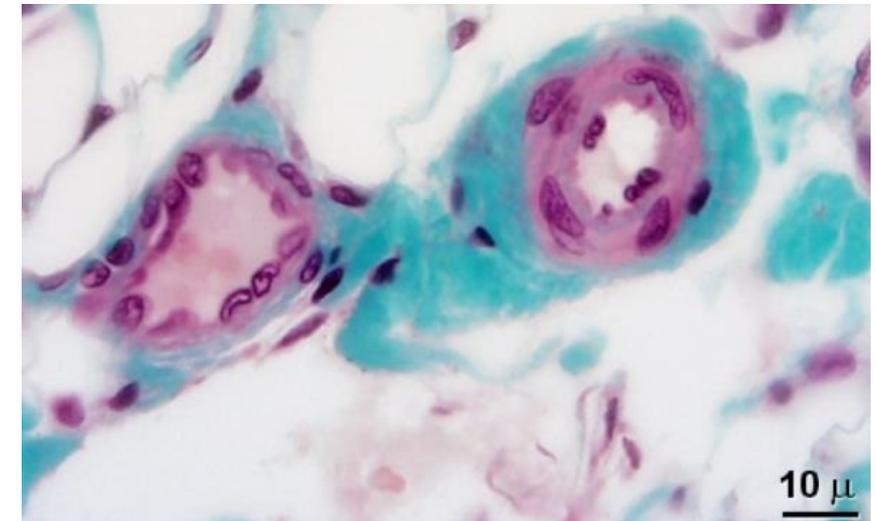
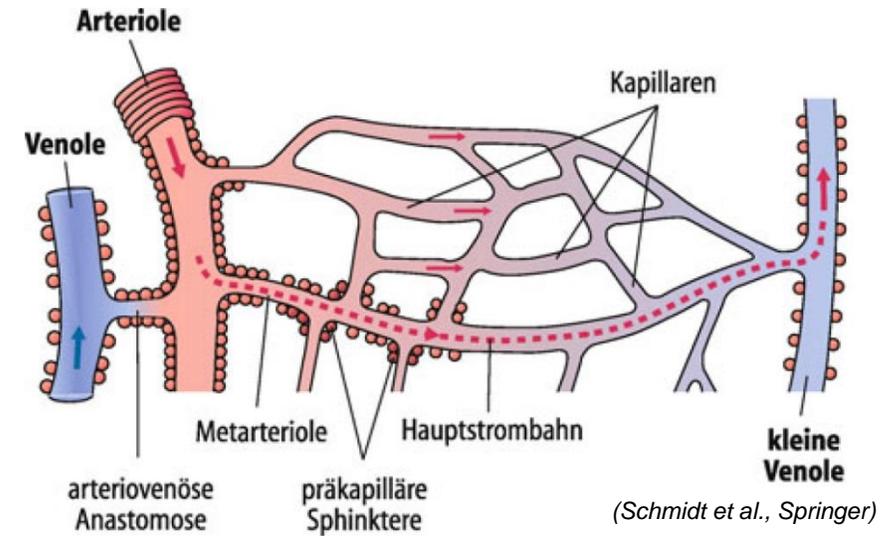
- Beginn des venösen Systems
- Analoge Struktur zu Kapillaren  
Endothel, Perizyten, Basalmembran
- Ort der Diapedese der Leukozyten

## Sammelvenulen

- Zusammenfluss von postkapillären Venulen
- Media aus Uebergangsperezitzen
- Vereinzelt schon glatte Muskelzellen

## Muskuläre Venulen

- Eine Lage glatter Muskelzellen in Media
- Häufig in Nähe von Arteriolen
- Übergang zu Venen (2-3 Muskellagen)



# Überblick

## 1) Herz und grosse Gefässe

Herz und Thorax allgemein  
Herzlage, -grösse, -gewicht  
Gliederung Gefässsystem,  
grosse Gefässstämme (Aorta, Vena cava  
sup. et inf., Azygossystem),  
Besonderheiten

## 2) Herzstruktur / Herzklappen

Äussere Form (Basis, Apex, Facies)  
Aussenrelief (Sulci), Myoarchitektonik  
Abgang/Einmündung der grossen Gefässe  
Räume (Vorhöfe, Kammern, Septen)  
Herzklappen (Funktion, Aufbau), Herzskelett  
Auskultation, Perkussion, Bildgebung

## 3) Herzwand

Bauprinzip (Endo, Myokard, Epikard)  
Histologie (Kennzeichen, Sarkomer)  
Myoendokrine Zellen (ANP)

## 4) Gefässe: Arterien / Venen

Grundprinzip, Aufbau, Schichtung (inkl. allg. Histo  
glatte Muskulatur), elastische vs. muskuläre Arterien,  
Vasa und nervi vasorum, Venenklappen,  
Stammvenen vs. periphere Venen

## 5) Gefässe: Arteriolen, Kapillaren, Venulen

Anordnung, Aufbau, Dimensionen, Kapillartypen  
(geschlossen, gefenstert, offen), Endothelien,  
Perizyten, Venulen

## 6) Herz: Reizbildung/leitung, Innervation, Durchblutung, Lage im Thorax

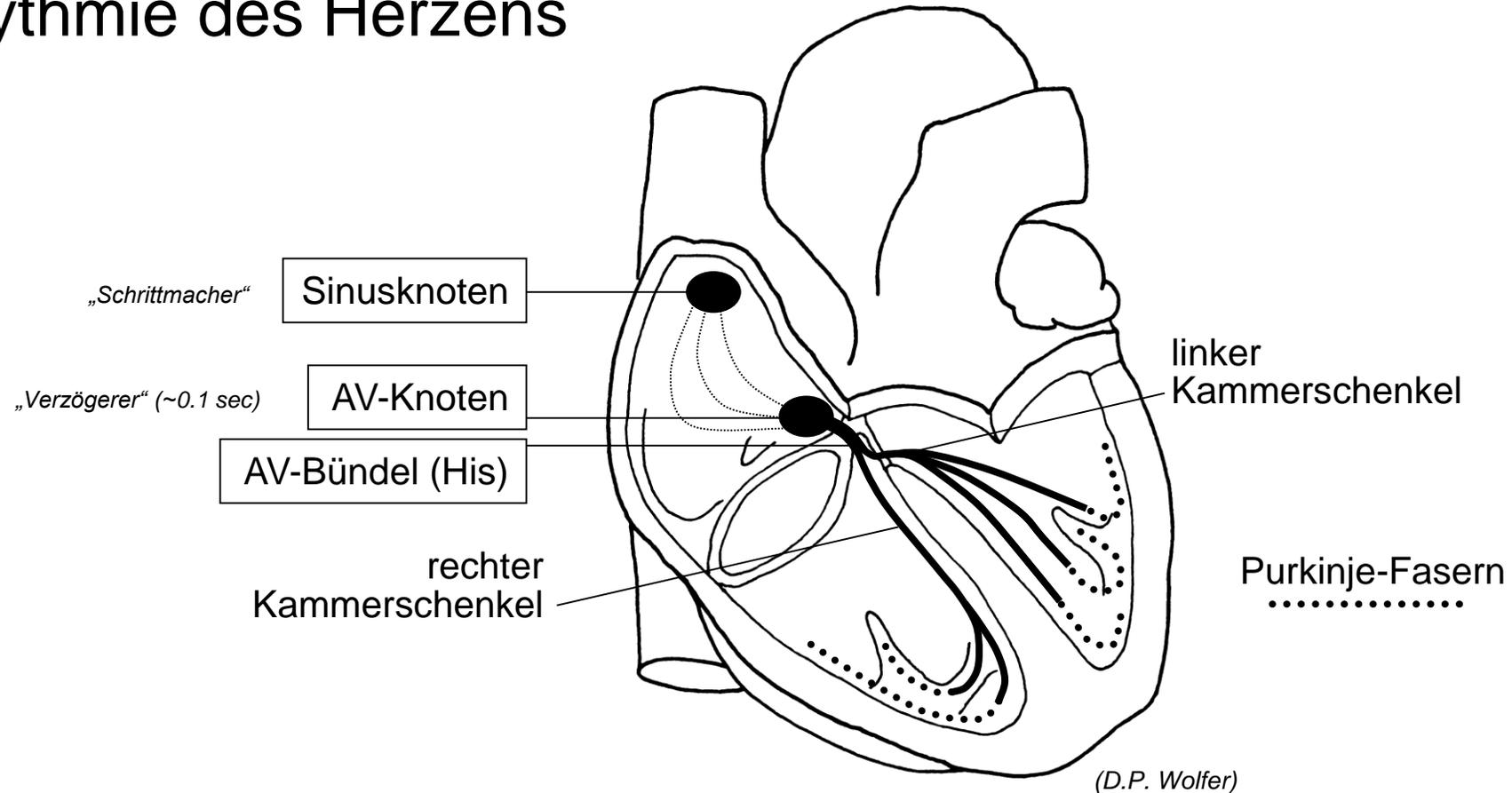
Erregungsbildung / -leitung (Sinus-, AV-Knoten,  
etc.), Plexus cardiacus (Sympathicus,  
Parasympathicus), Koronararterien, Herzvenen,  
Herzbeutel (Aufbau, Umschlagslinien), Mediastium  
(Einteilung, Inhalt), Topographie

## 7) Lymphgefässe

Anordnung, Aufbau und grosse Lymphgefässstämme

# Reizbildungssystem / Reizleitungssystem

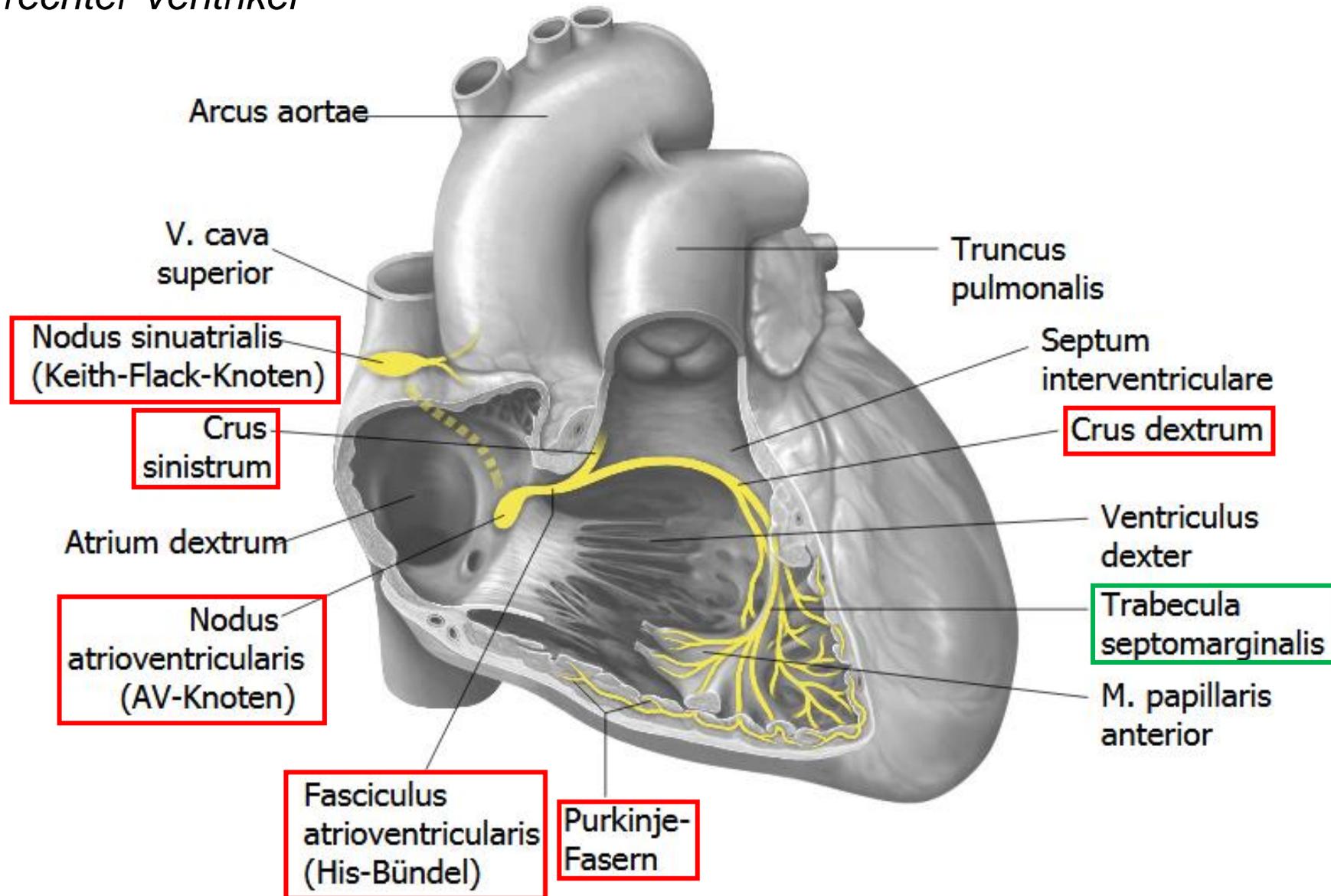
## Autorhythmie des Herzens



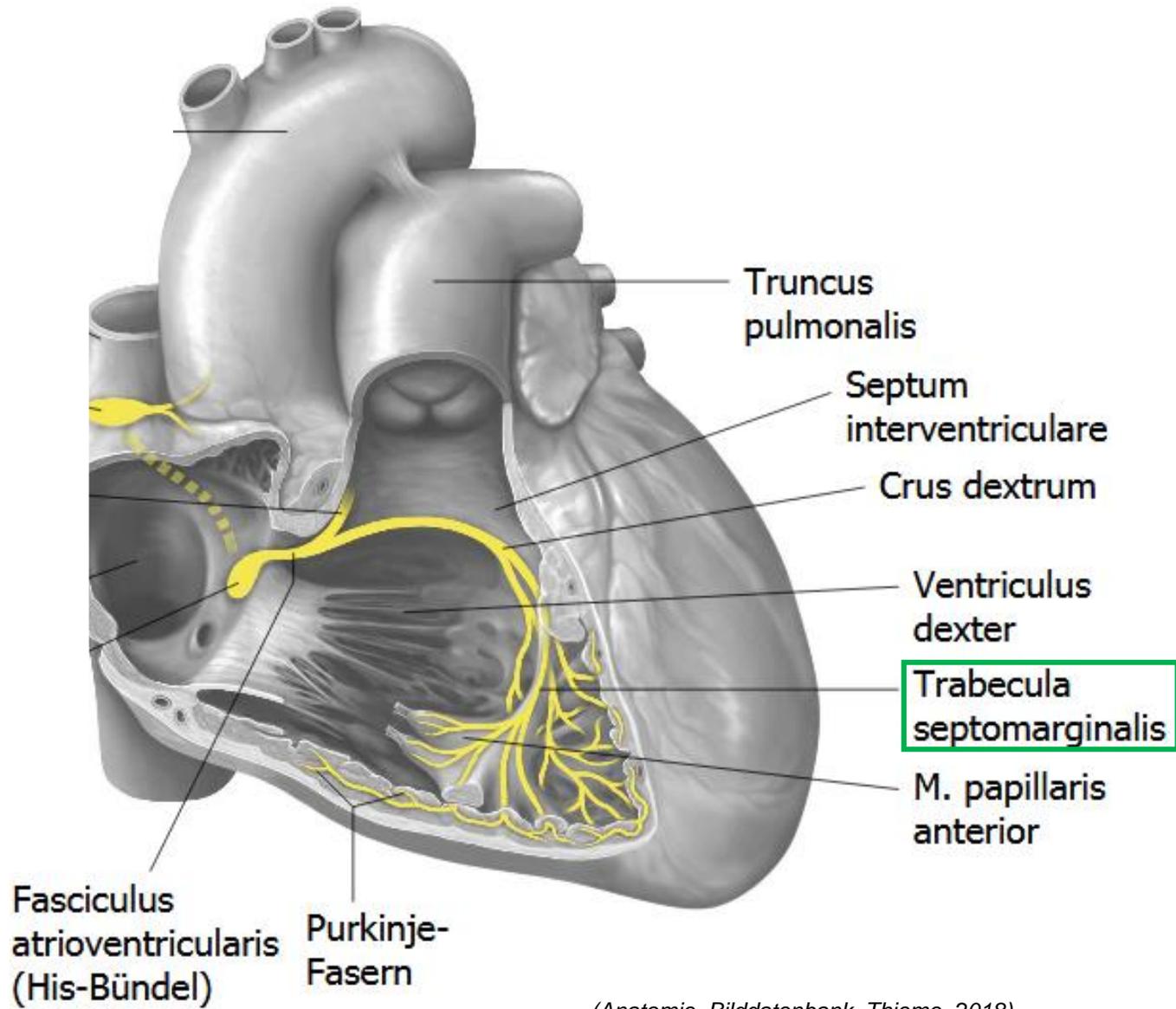
Spezialisierte Muskelfasern übertragen rhythmisch generierte und fortgeleitete elektrische Erregungen auf die Arbeitsmuskulatur zur Auslösung der Kammerstole

# Reizbildungssystem / Reizleitungssystem

Rechter Vorhof / rechter Ventrikel



# Trabecula septomarginalis

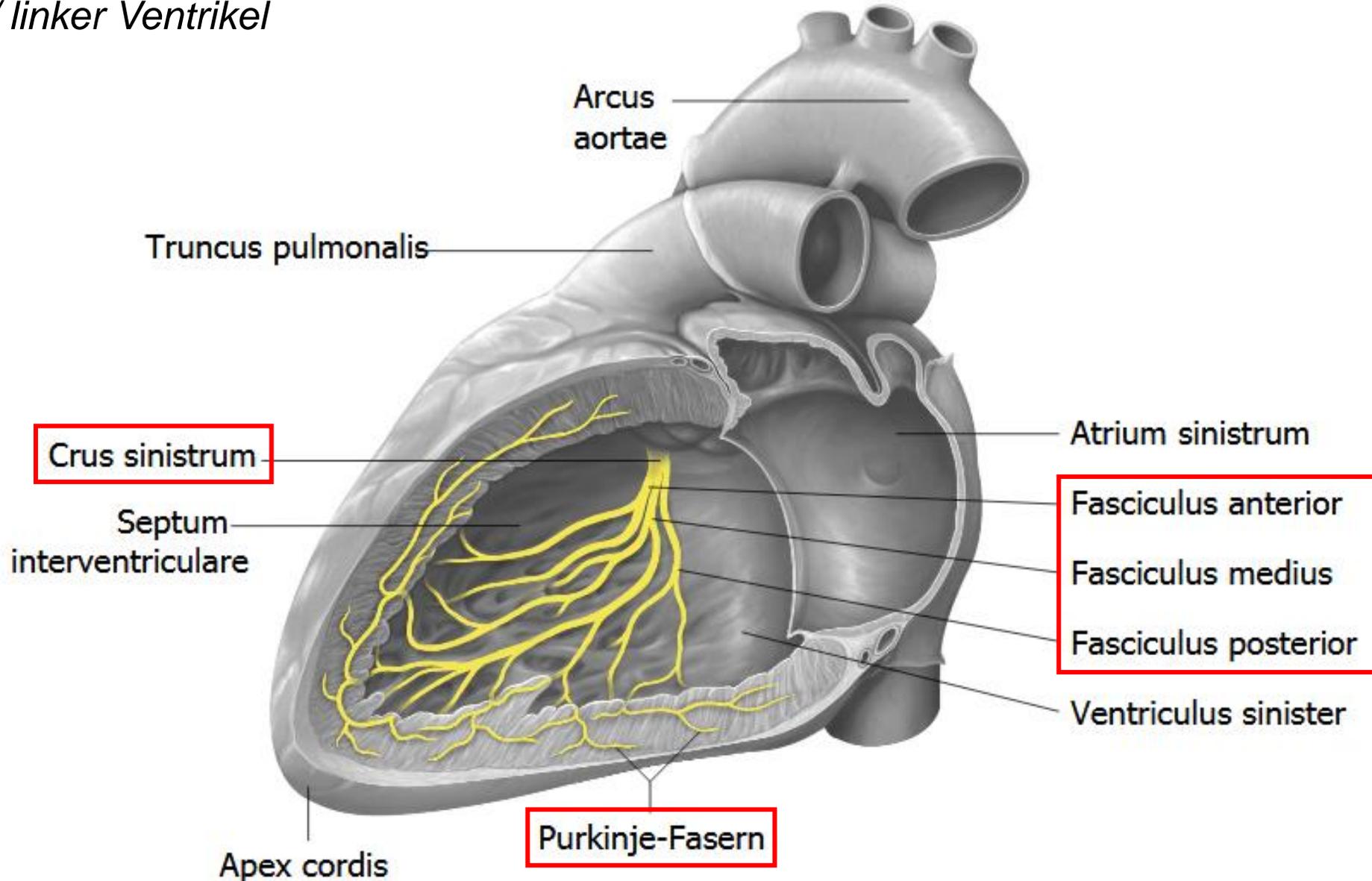


(Anatomie, Bilddatenbank, Thieme, 2018)

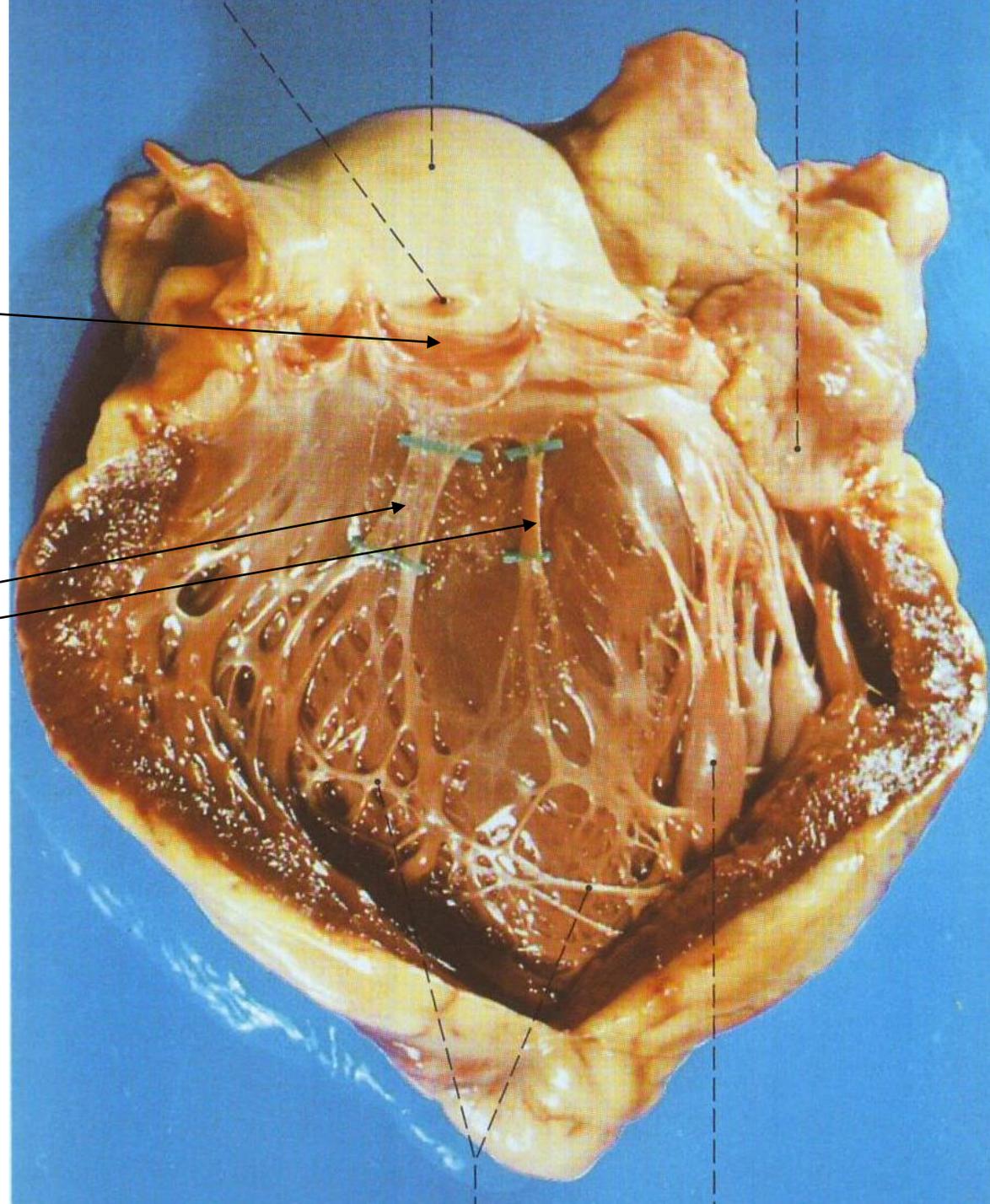
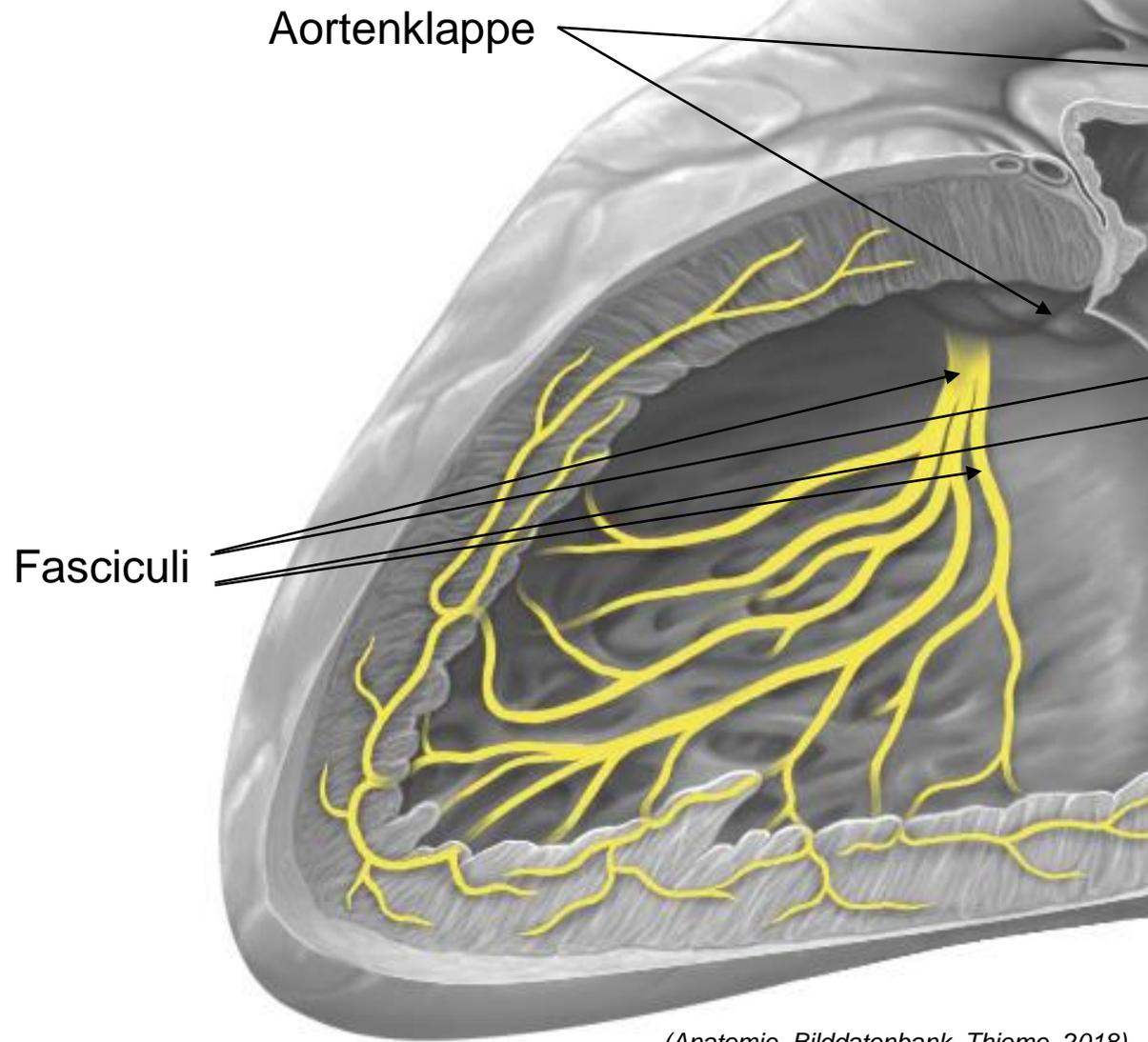


# Reizbildungssystem / Reizleitungssystem

*Linker Vorhof / linker Ventrikel*

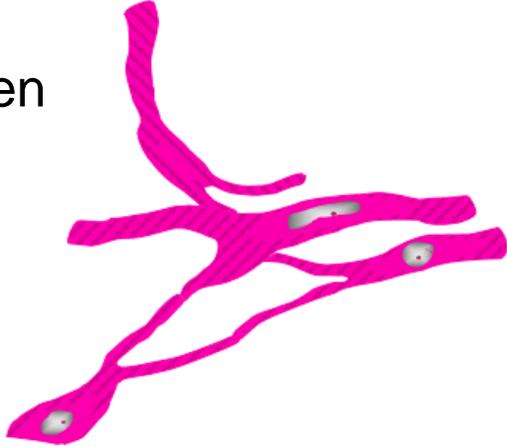


# Fasciculi des Crus sinistrum



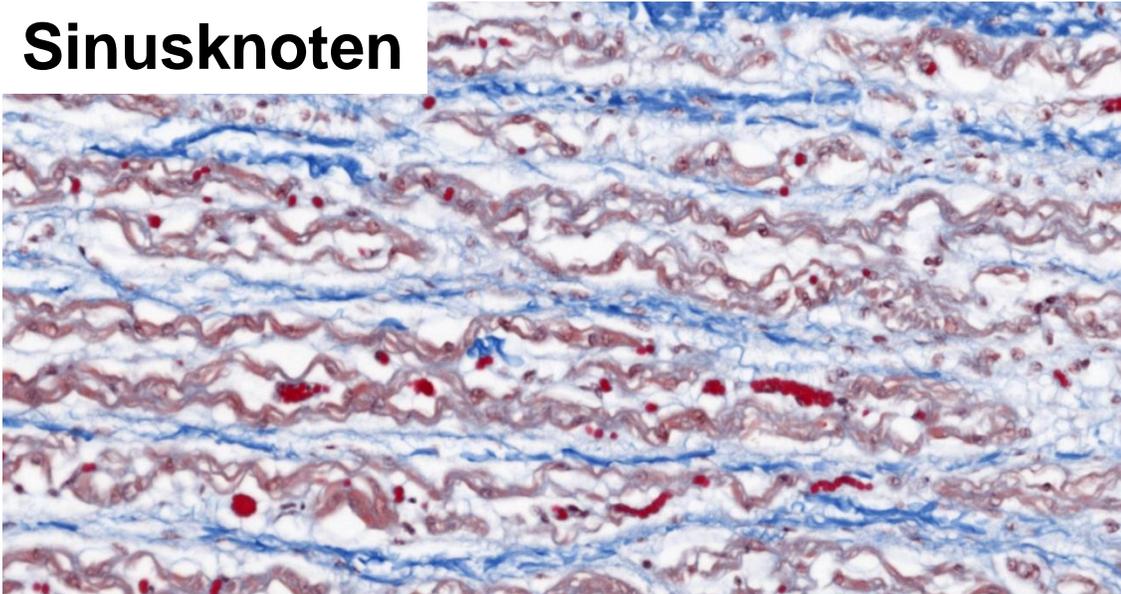
# Histologie Reizbildungssystem

Sinus Knoten  
bzw. AV Knoten

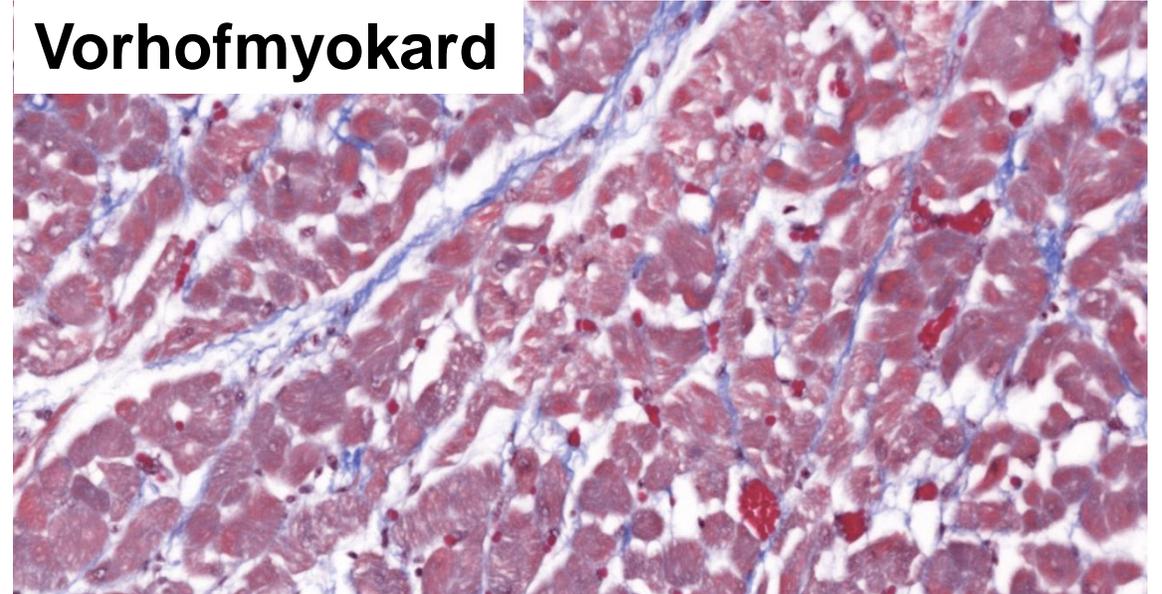


- Zellen klein und dünn
- Wenig Querstreifung und Kommunikationskontakte
- Connexin 45
- Typische Glanzstreifen fehlen

**Sinusknoten**

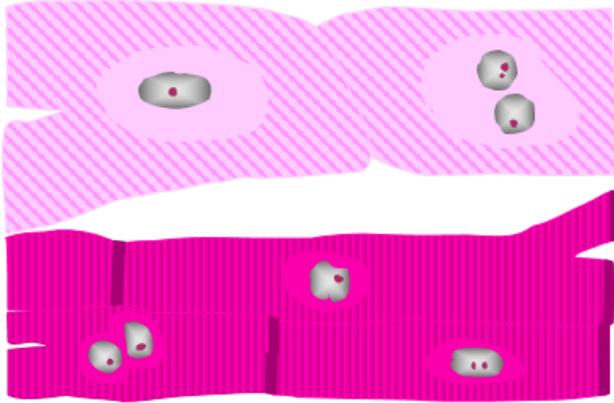


**Vorhofmyokard**



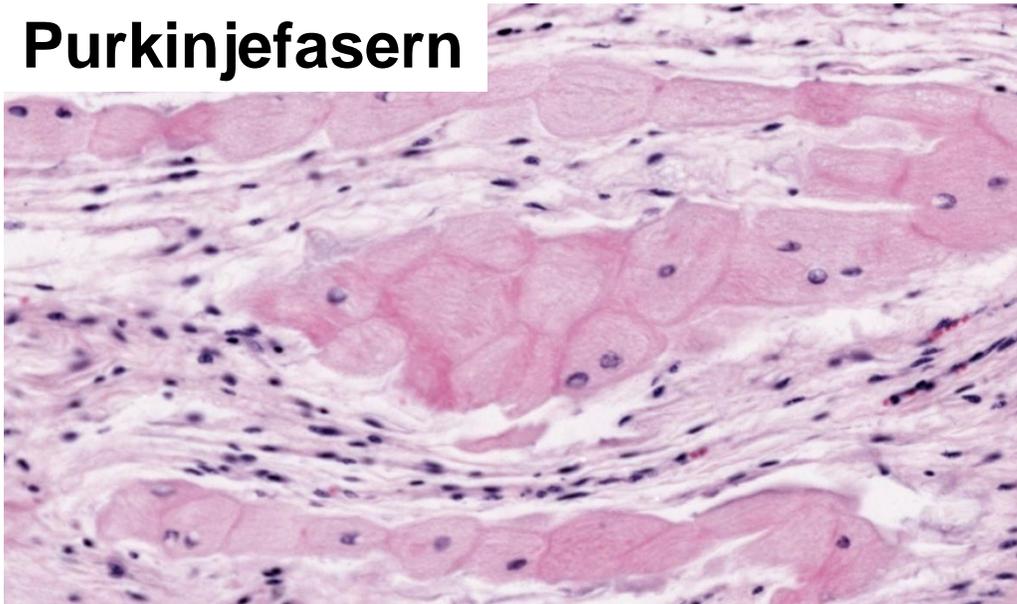
# Histologie Reizleitungssystem

z.B.  
Purkinje  
Zellen

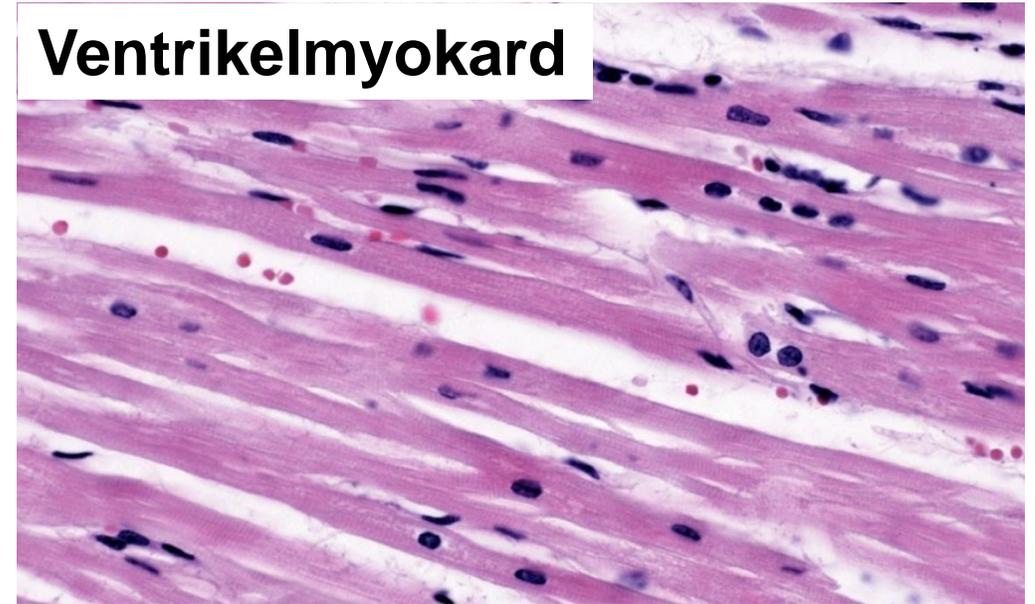


- Grosse Zellen
- Weniger dichte Myofibrillen
- 'Helles' Zytoplasma
- Viel Glycogen
- Grosse Nexus Connexin 40 bzw. 43

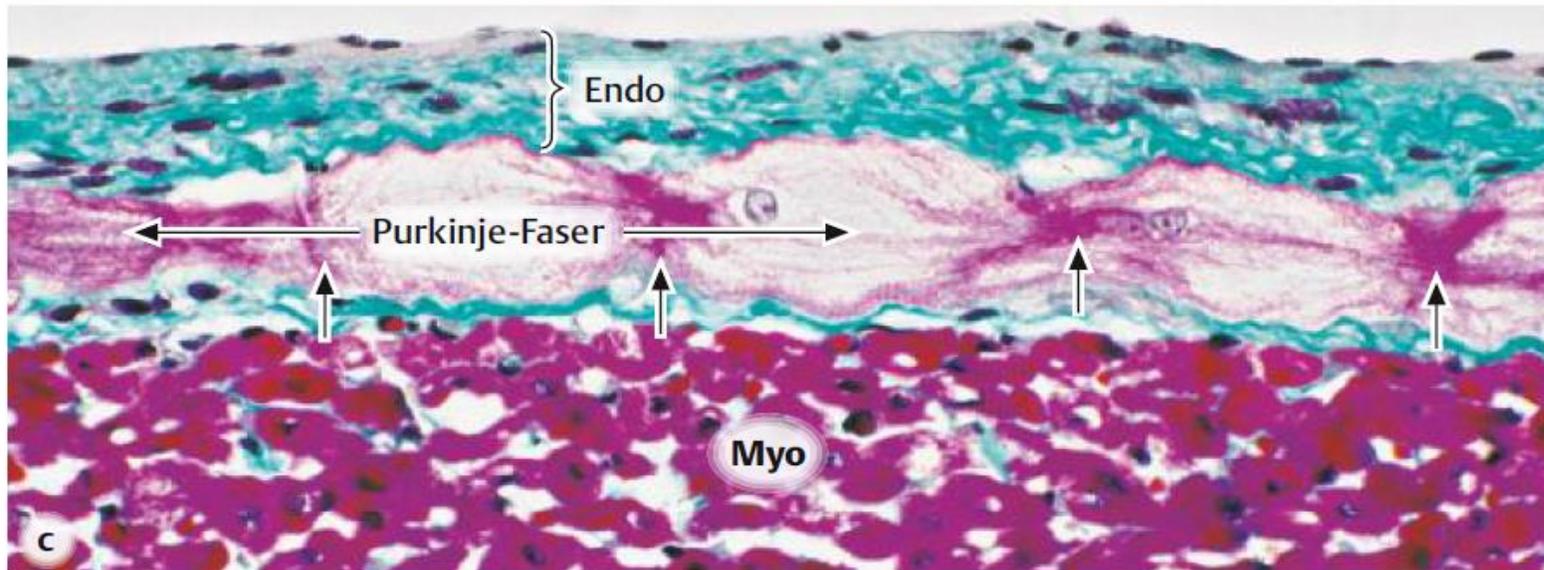
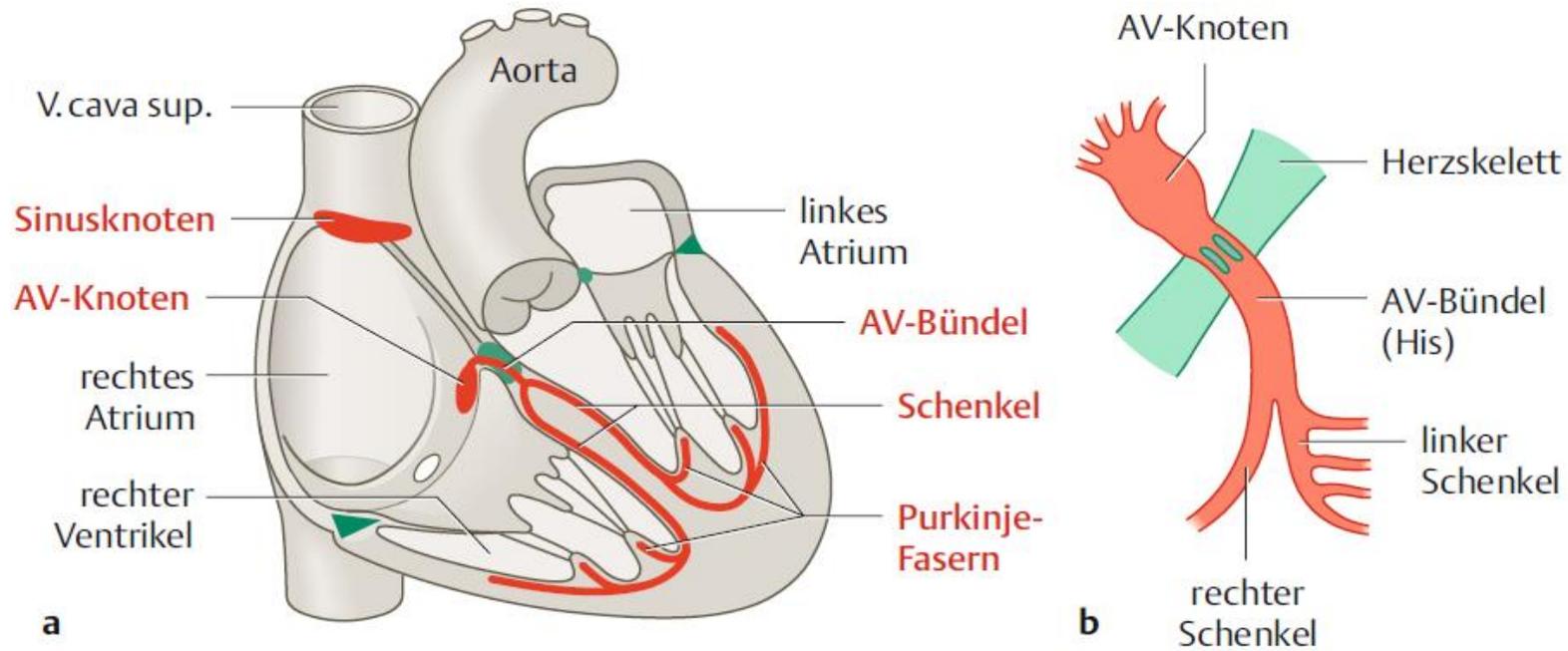
**Purkinjefasern**



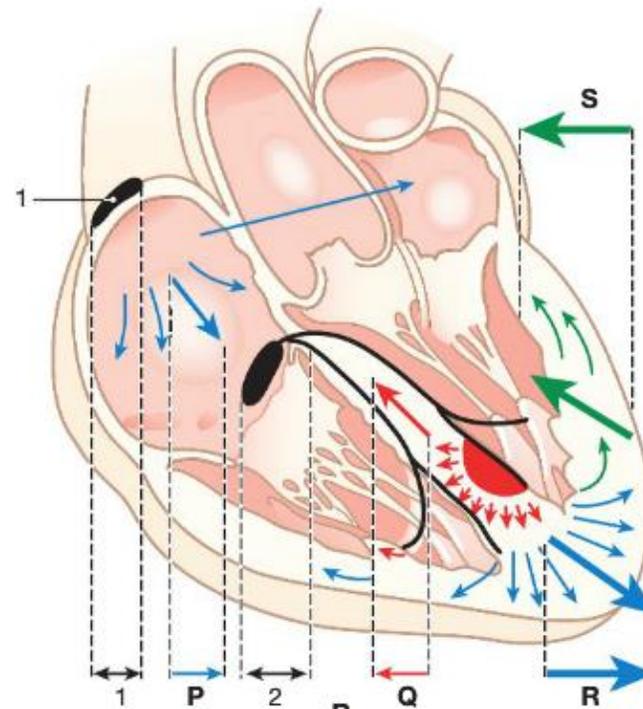
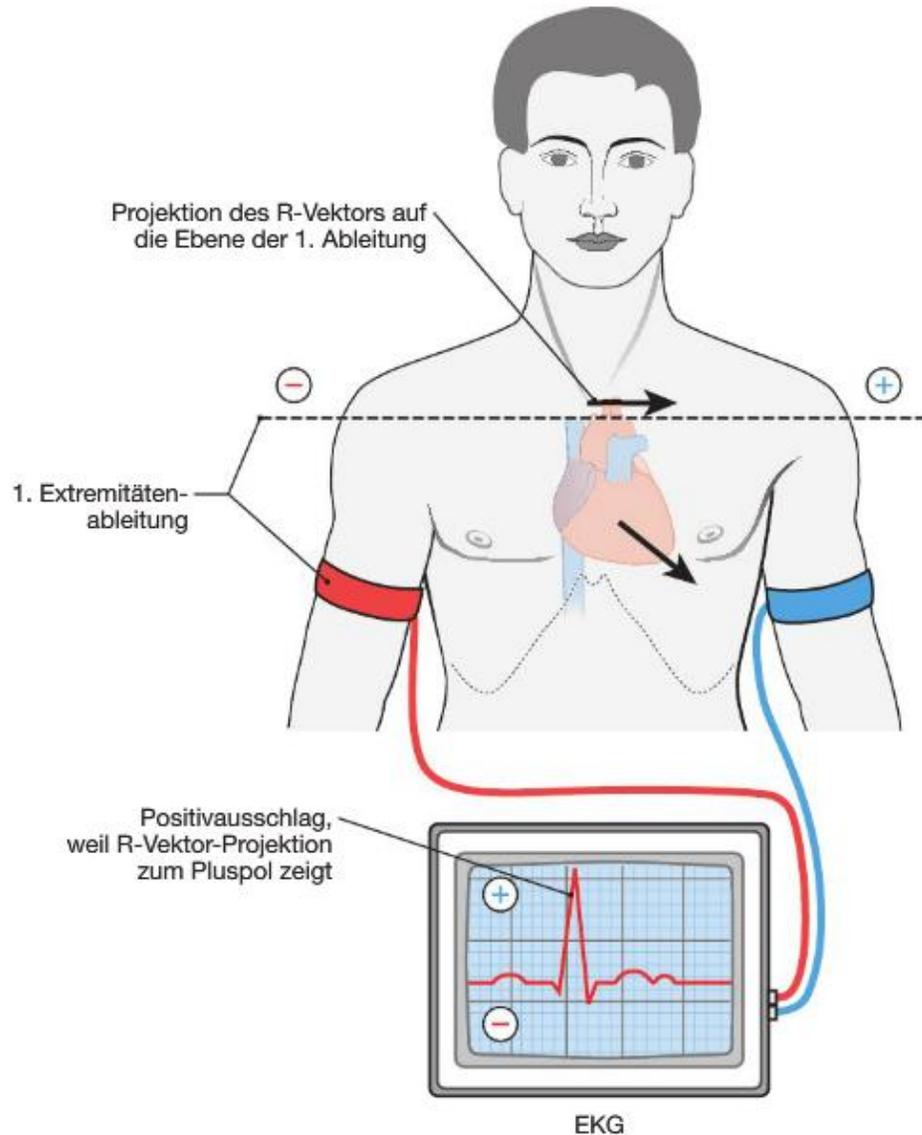
**Ventrikelmyokard**



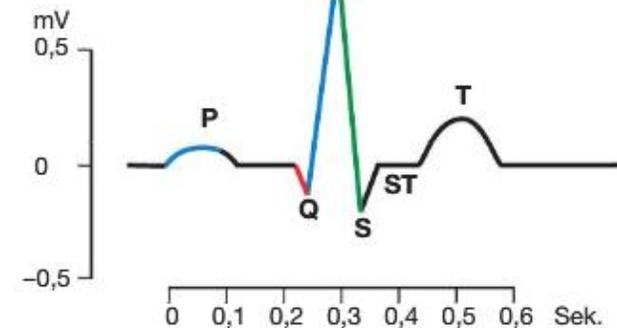
# Histologie Reizleitungssystem



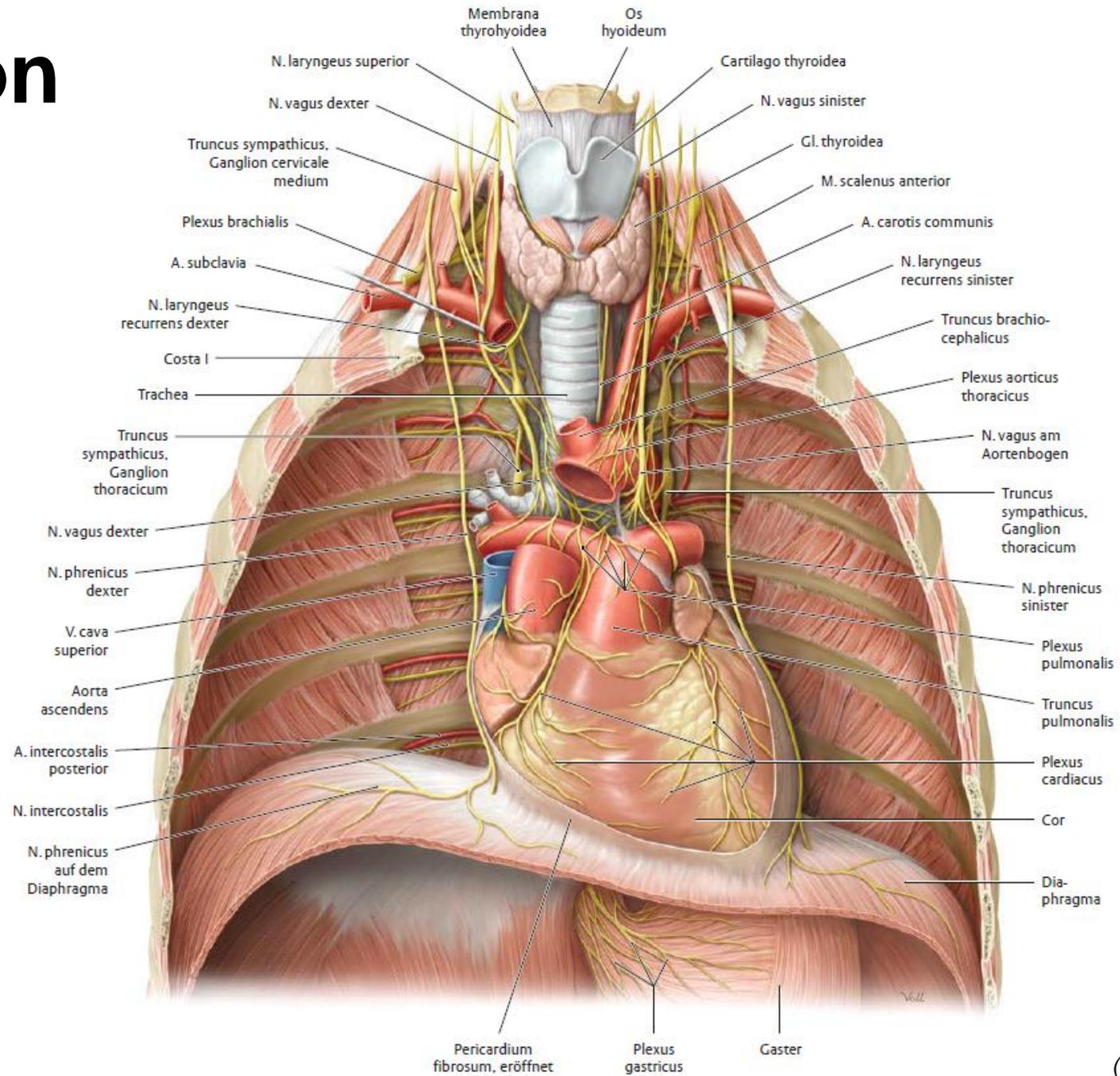
# Erfassung der elektrischen Aktivität (EKG)



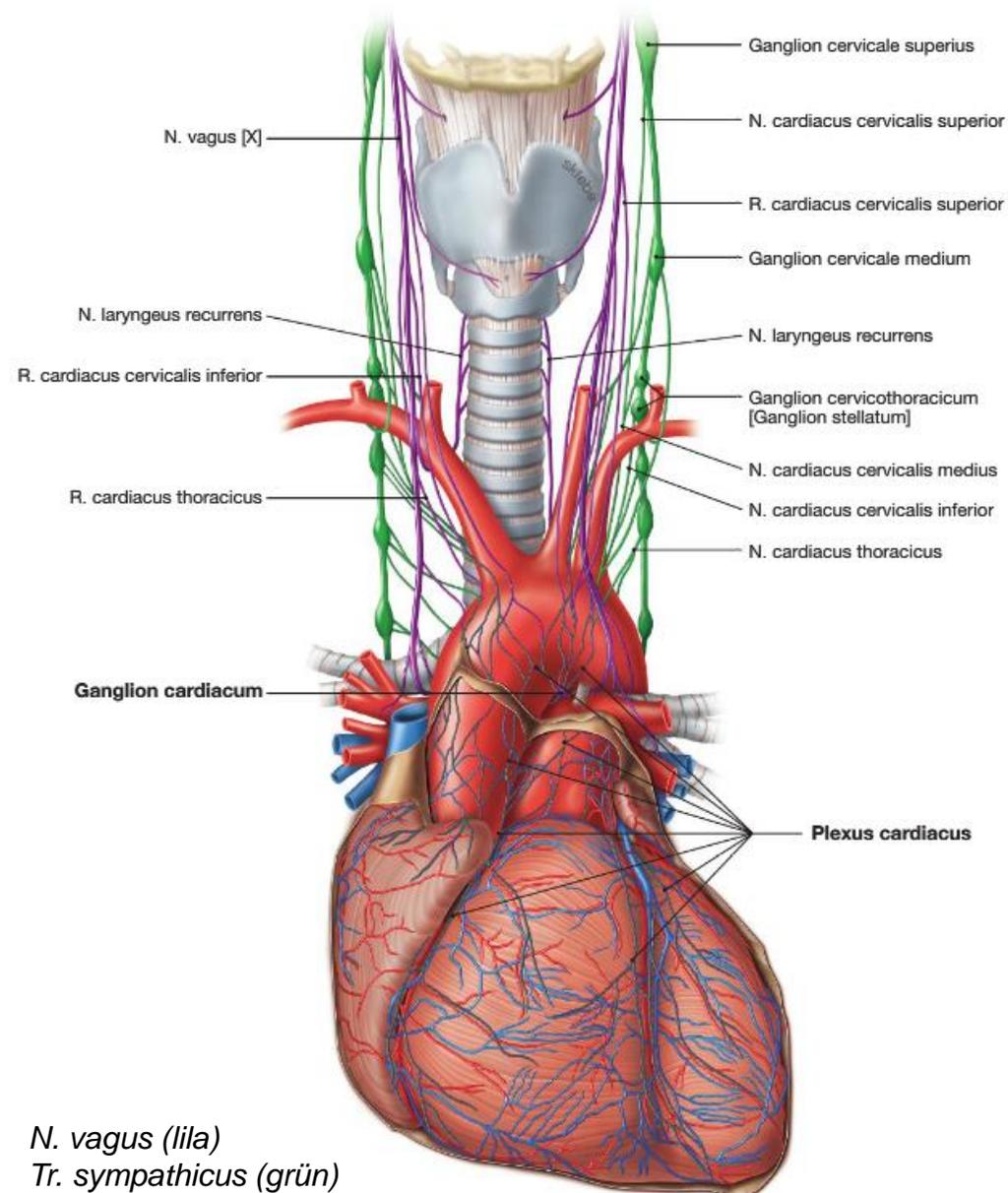
- 1 Sinusknotendepolarisation (kein EKG-Signal)
- 2 Erregungsverzögerung im AV-Knoten (PQ-Strecke)
- P Vorhoferregung
- Q Erregung des Ventrikelseptums
- R Erregung des Spitzendrittels (Vektor in Herzlängsachse)
- S Erregung der übrigen Ventrikelabschnitte
- ST vollständige Erregung der Ventrikel (keine Potenzialdifferenz)
- T Erregungsrückbildung



# Herzinnervation



# Herzinnervation



## ***Parasympathisch:***

N. vagus (X): Rr. cardiaci cervicales superiores et inferiores  
Rr. cardiaci thoracici

## ***Sympathisch:***

Tr. sympathicus: Nn. cardiaci cervicales sup., med., inf.  
(T<sub>1-4</sub>) Nn. cardiaci thoracici

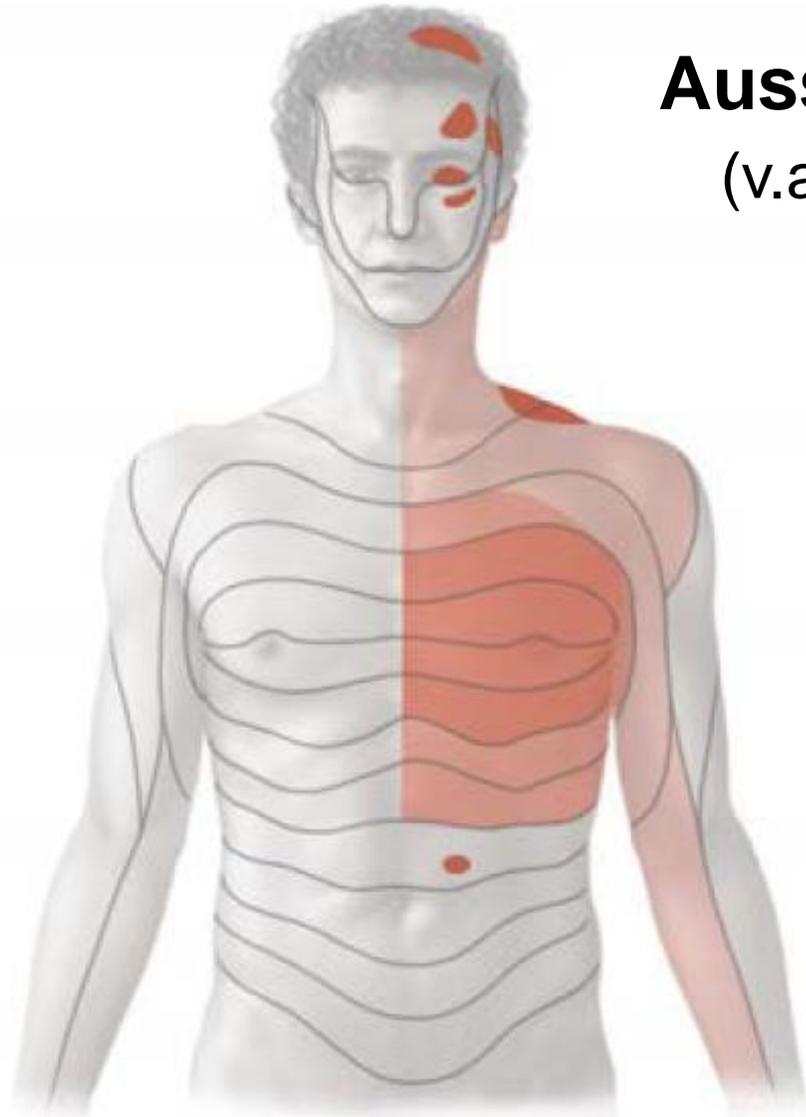
- ➔ Efferente vegetative Fasern
- ➔ Afferente viscerosensible Fasern (v.a. links zervikal)
- ➔ Afferenzen z.T. auch  
via N. phrenicus (C<sub>4</sub>)  
via N. vagus (Solitarius) ➔ N. trigeminus (V)

**Schmerzprojektion (Head Zonen) !**

*N. vagus (lila)*  
*Tr. sympathicus (grün)*  
*Plexus cardiacus (blau)*

(Sobotta, Elsevier)

# Schmerzprojektion – Head Zonen



(Prometheus, Thieme)

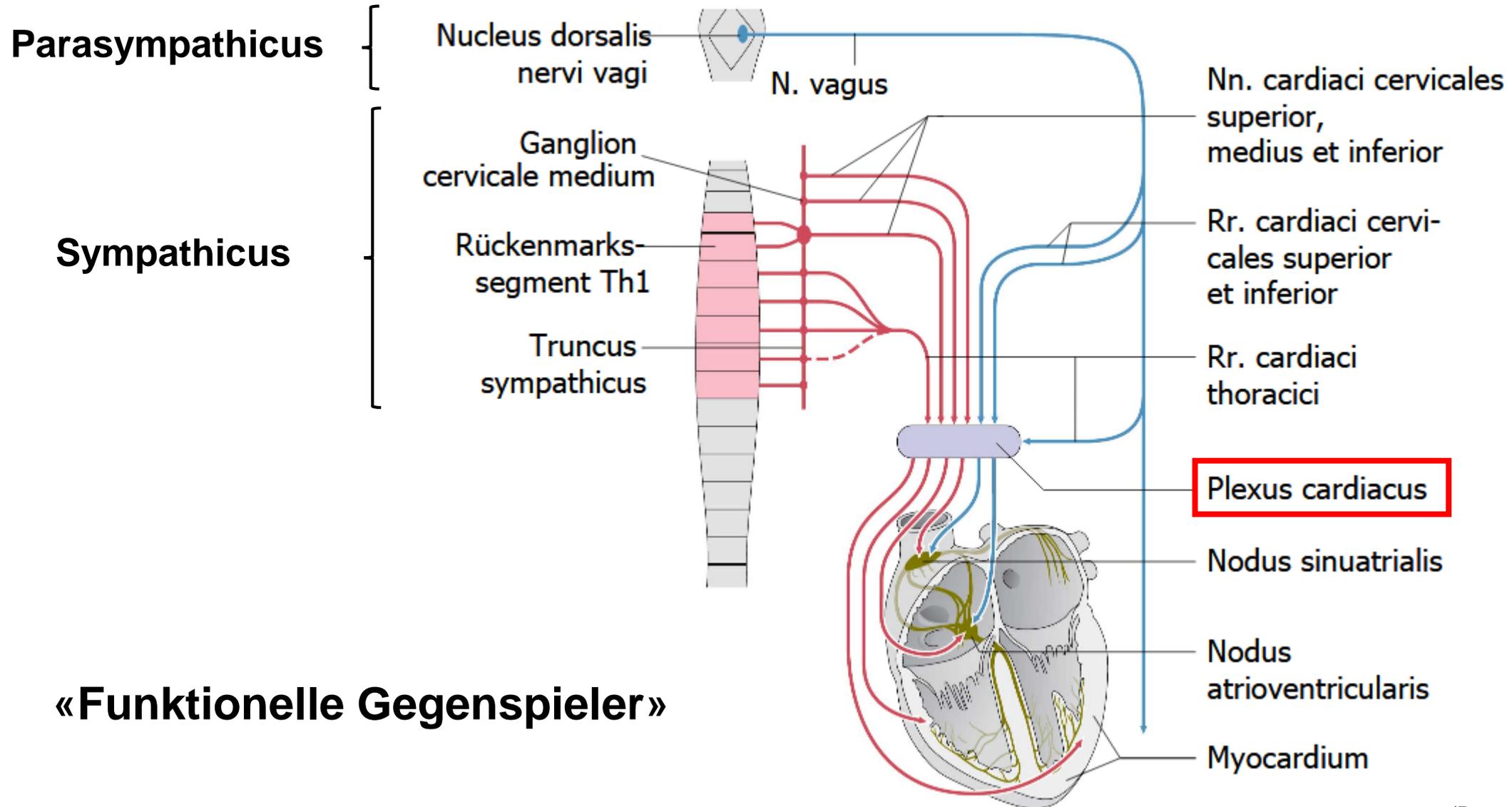
## **Ausstrahlende Schmerzen** bei Herzerkrankungen (v.a. Durchblutungsstörungen, Angina pectoris / Infarkt)

- Linke Brust und linker Oberbauch
- Linker Arm (v.a. Innenseite)
- Linker Hals und linke Schulter
- Linker Unterkiefer (Zahnschmerzen)
- Linker Kopf (Kopfschmerzen)

## **Vegetative Veränderungen** (Reflexbogen)

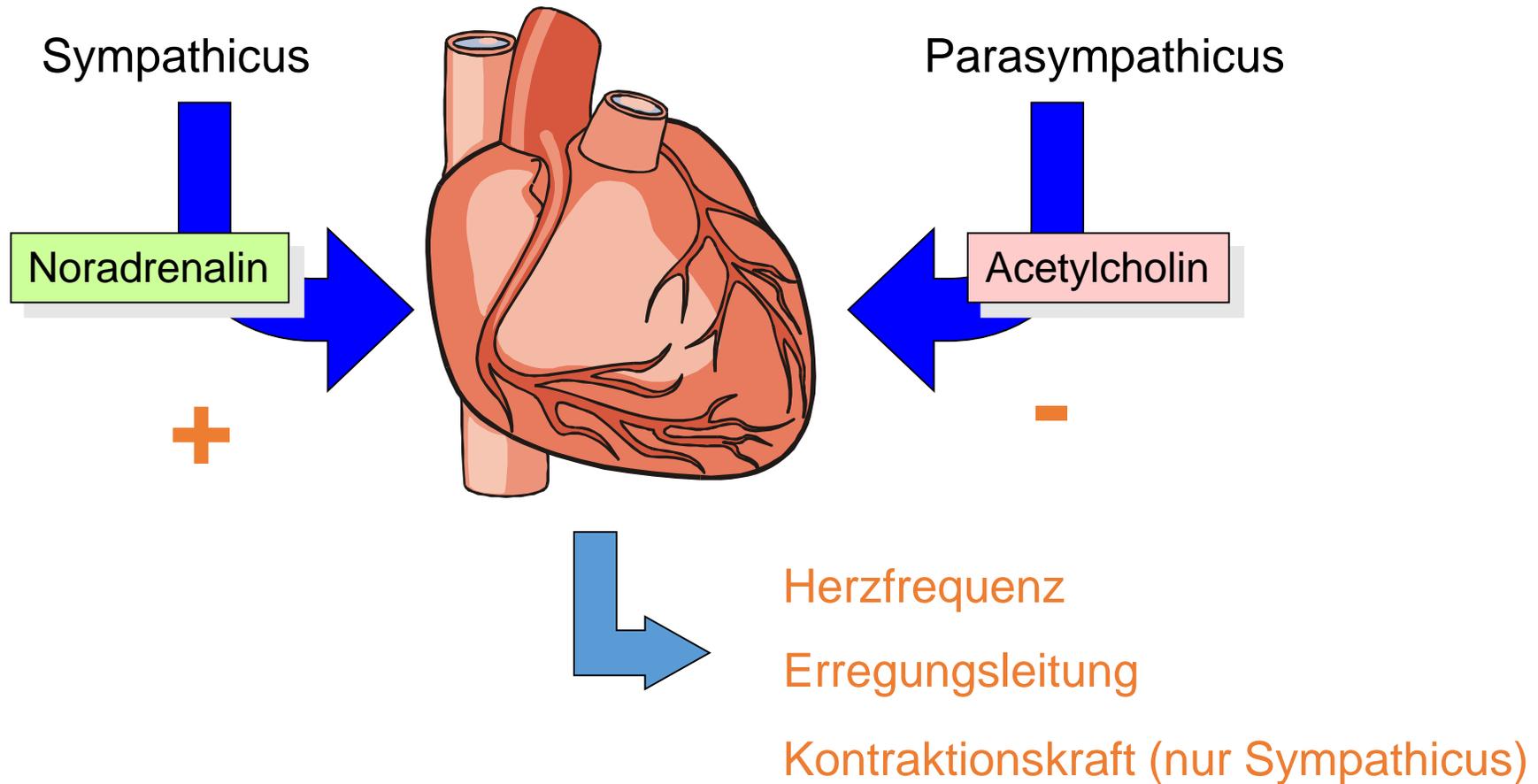
- Veränderte Durchblutung, Schweißbildung
- Aufstellen der Haare (Piloarreaktion)
- Weistellung Pupille (Mydriasis)

# Herzinnervation

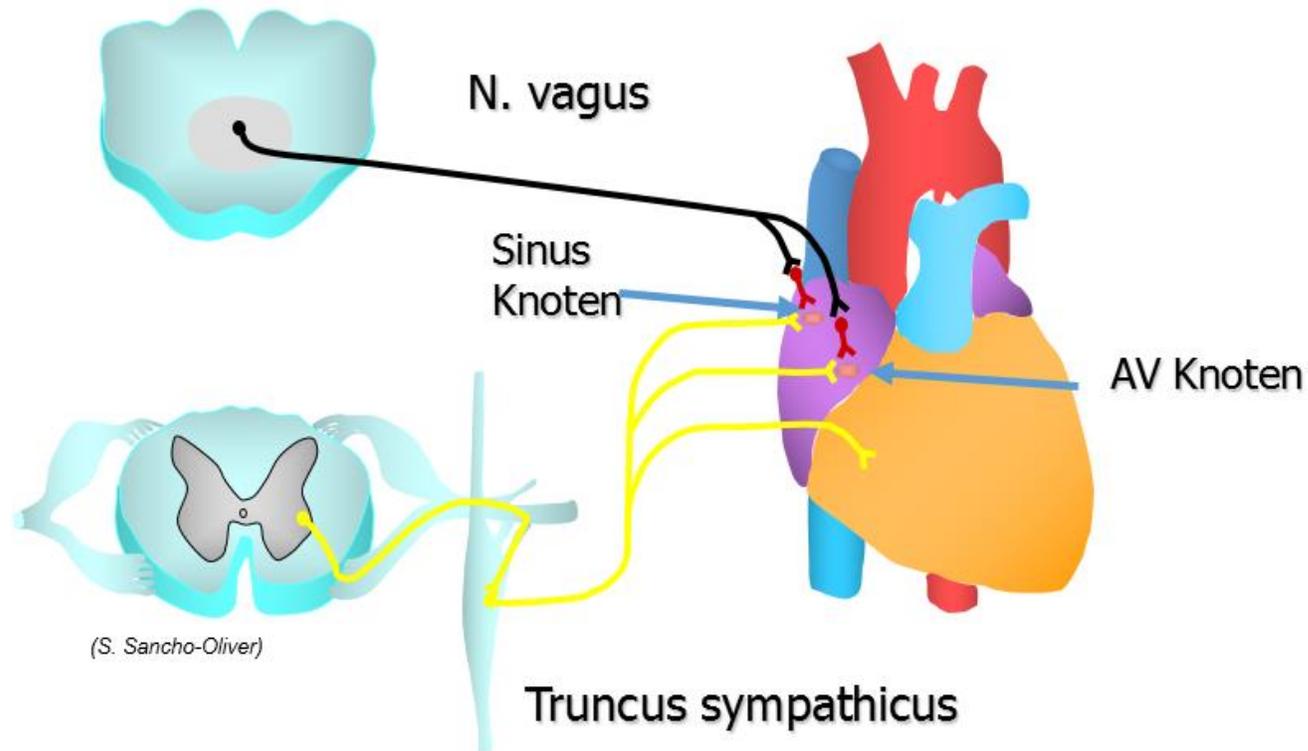


«Funktionelle Gegenspieler»

# Wirkung der vegetativen Nerven auf das Herz



# Umschaltung der vegetativen Fasern



## Parasympathicus

### 1. Neuron:

- Nc. dorsalis (Hirnstamm)

### 2. Neuron:

- Ggl. cardiaci

### 3. Umschaltung:

- organnah

## Sympathicus

### 1. Neuron:

- Nc. intermediolateralis (Rückenmark)

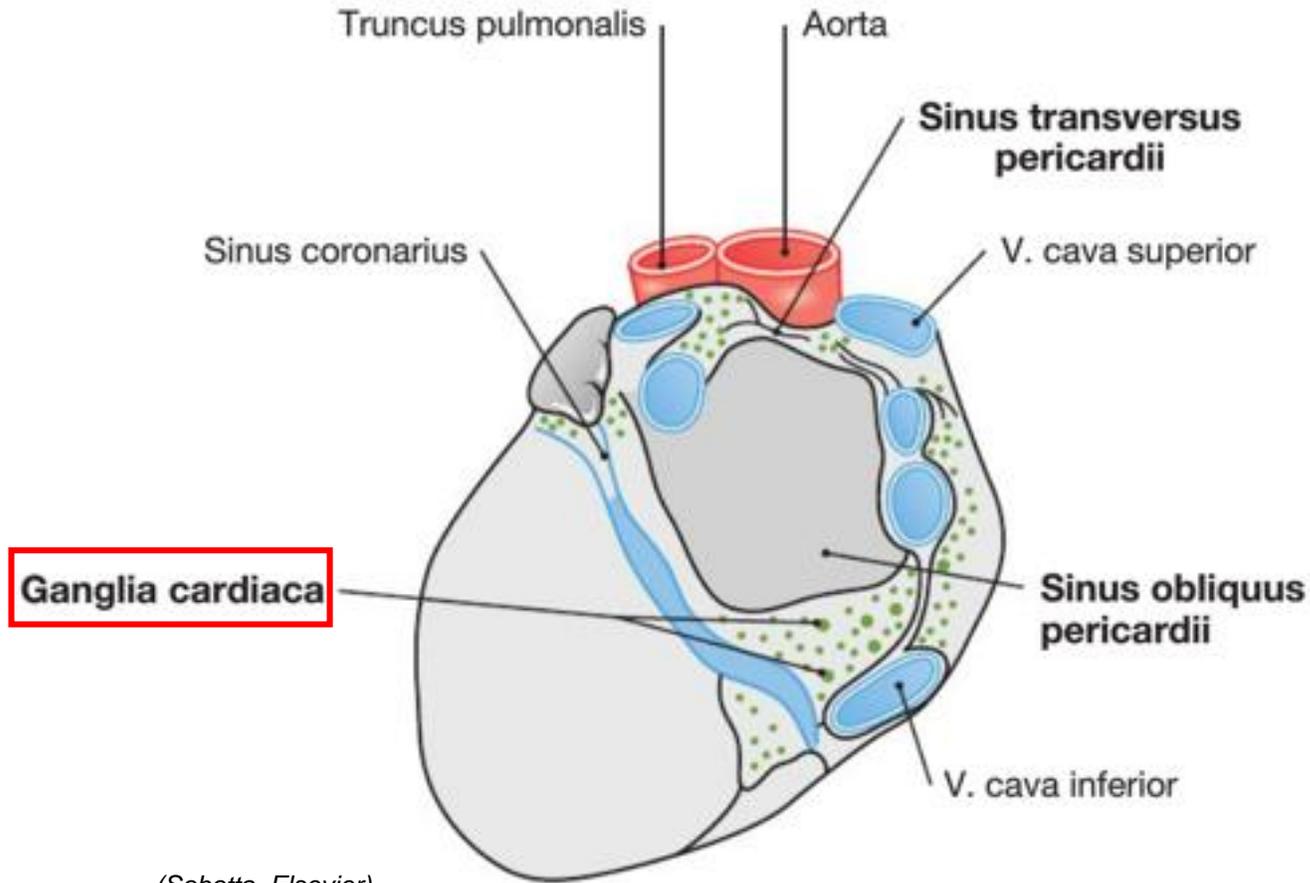
### 2. Neuron:

- Ganglien des Tr. sympathicus

### 3. Umschaltung:

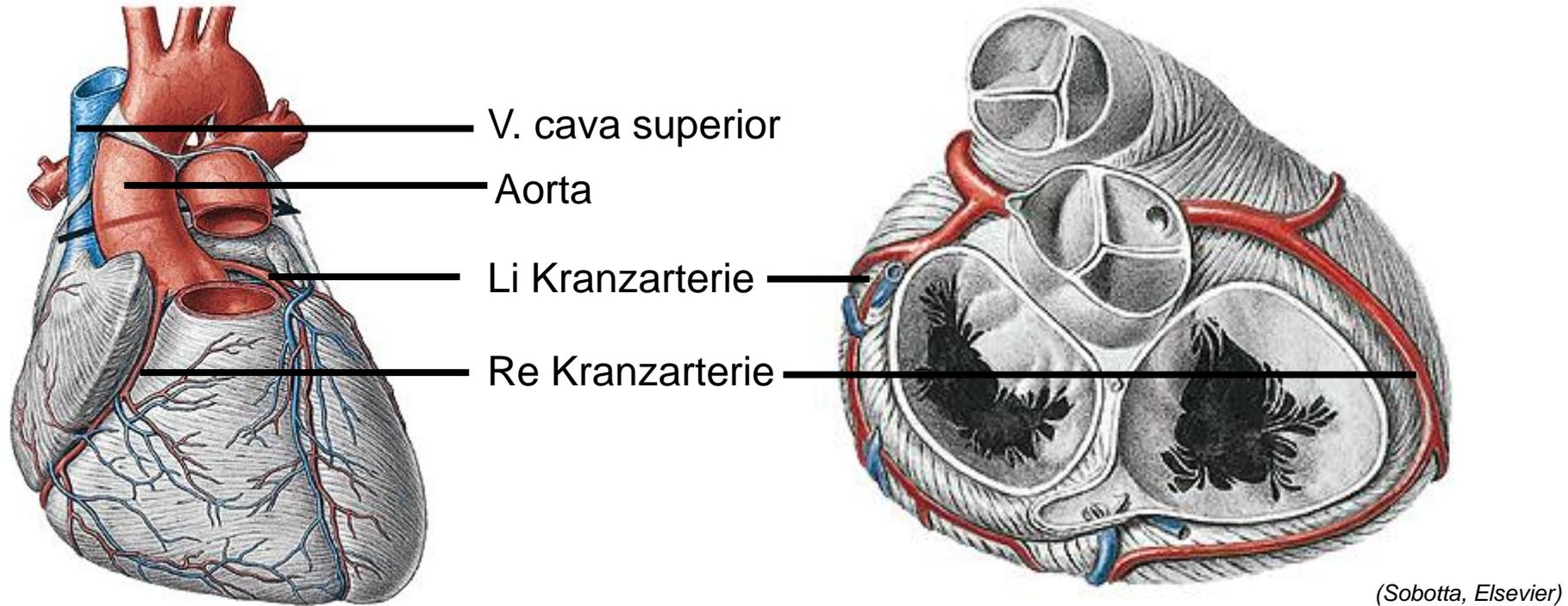
- organfern

# Ganglia cardiaca



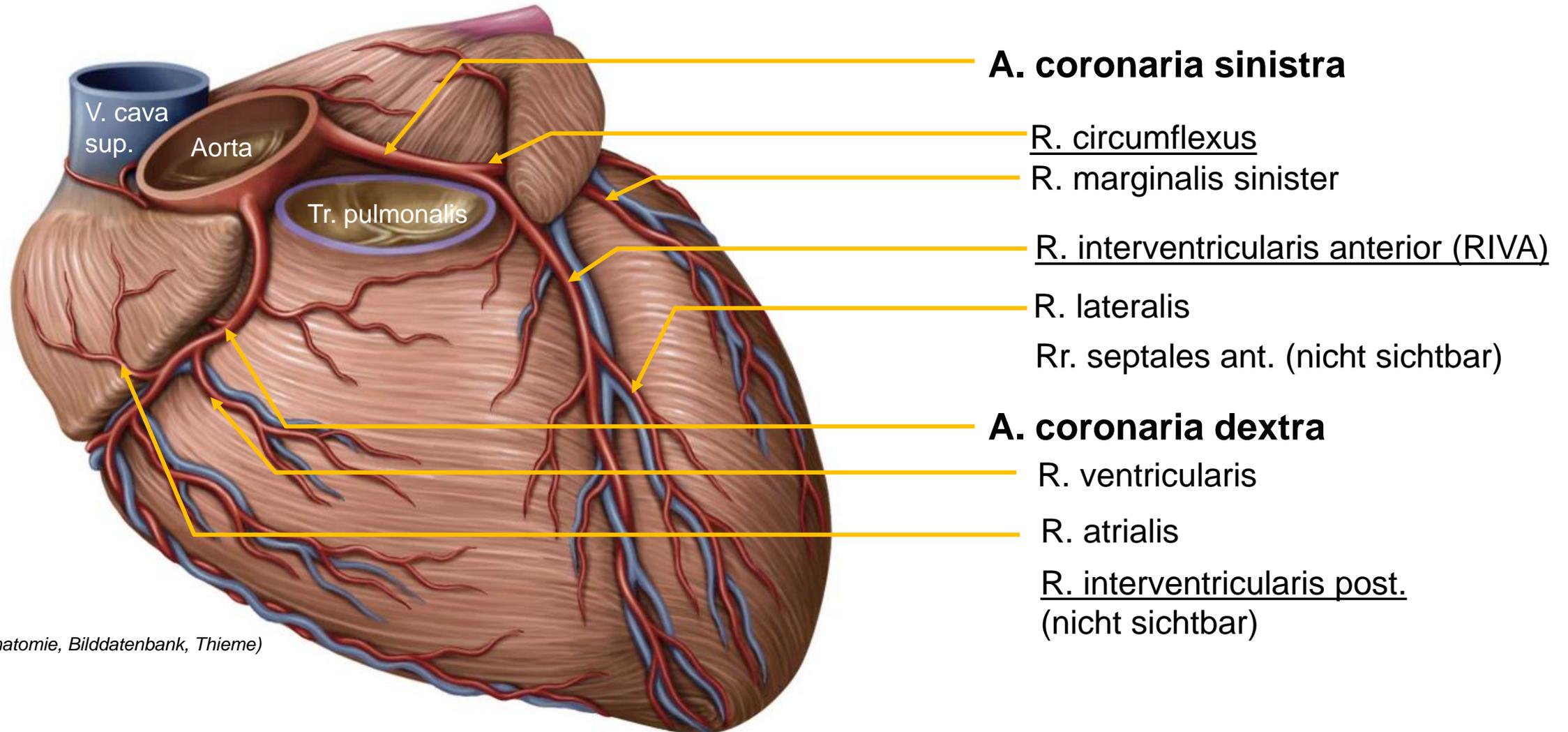
- ca. 500 Ganglien
- im epikardialen Fett
- v.a. im Bereich der Vorhöfe
- Multipolar, parasymphatisch

# Herzgefäße - Koronararterien



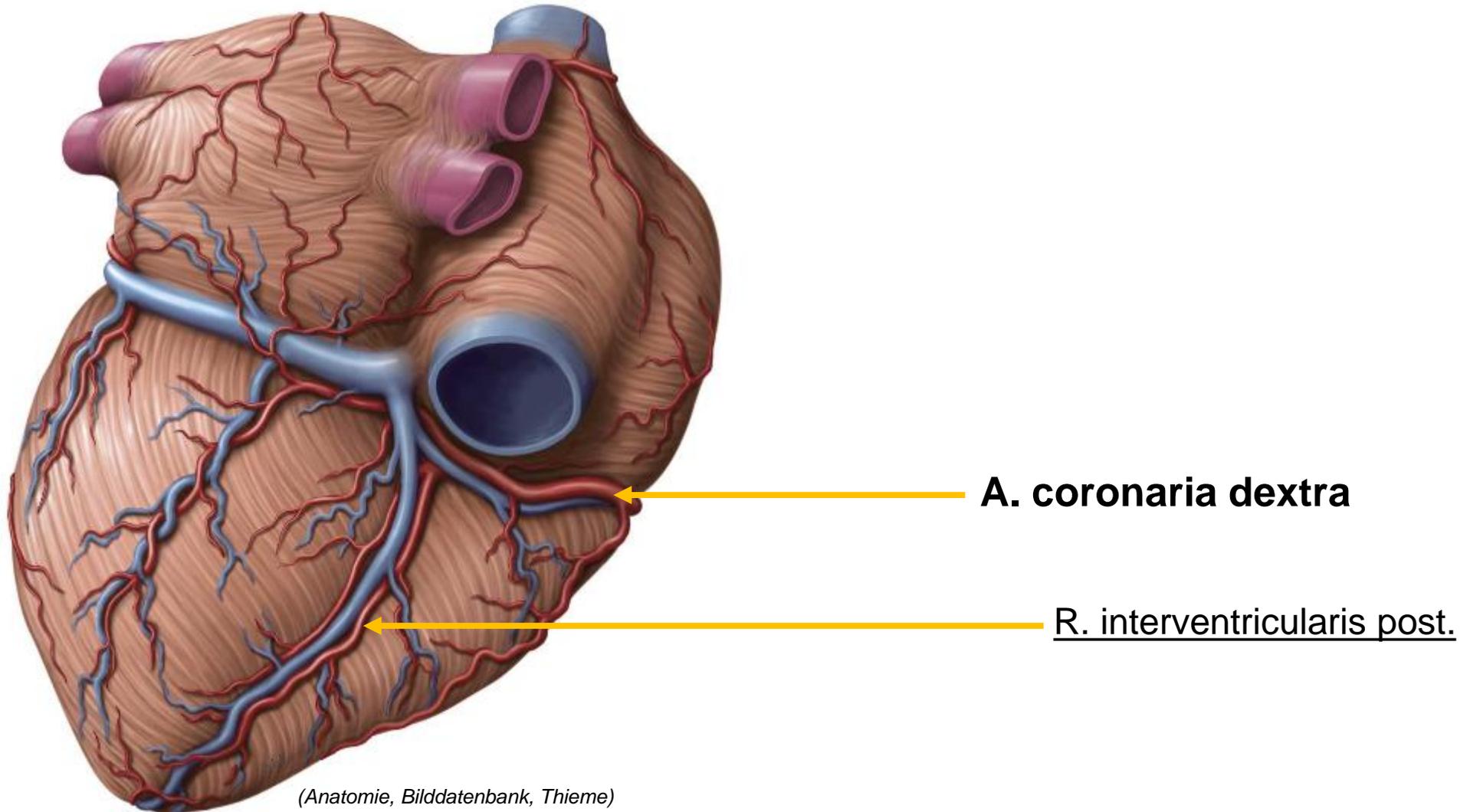
- Die Herzkranzarterien sind Gefäße vom **terminalen** Typ, d.h. es bestehen im Normalfall keine Anastomosen!
- Durchblutung des Herzens während der Diastole
- Arterieller Blutfluss von epikardial nach endokardial (“letzte Wiese”)

# Herzgefäße - Koronararterien

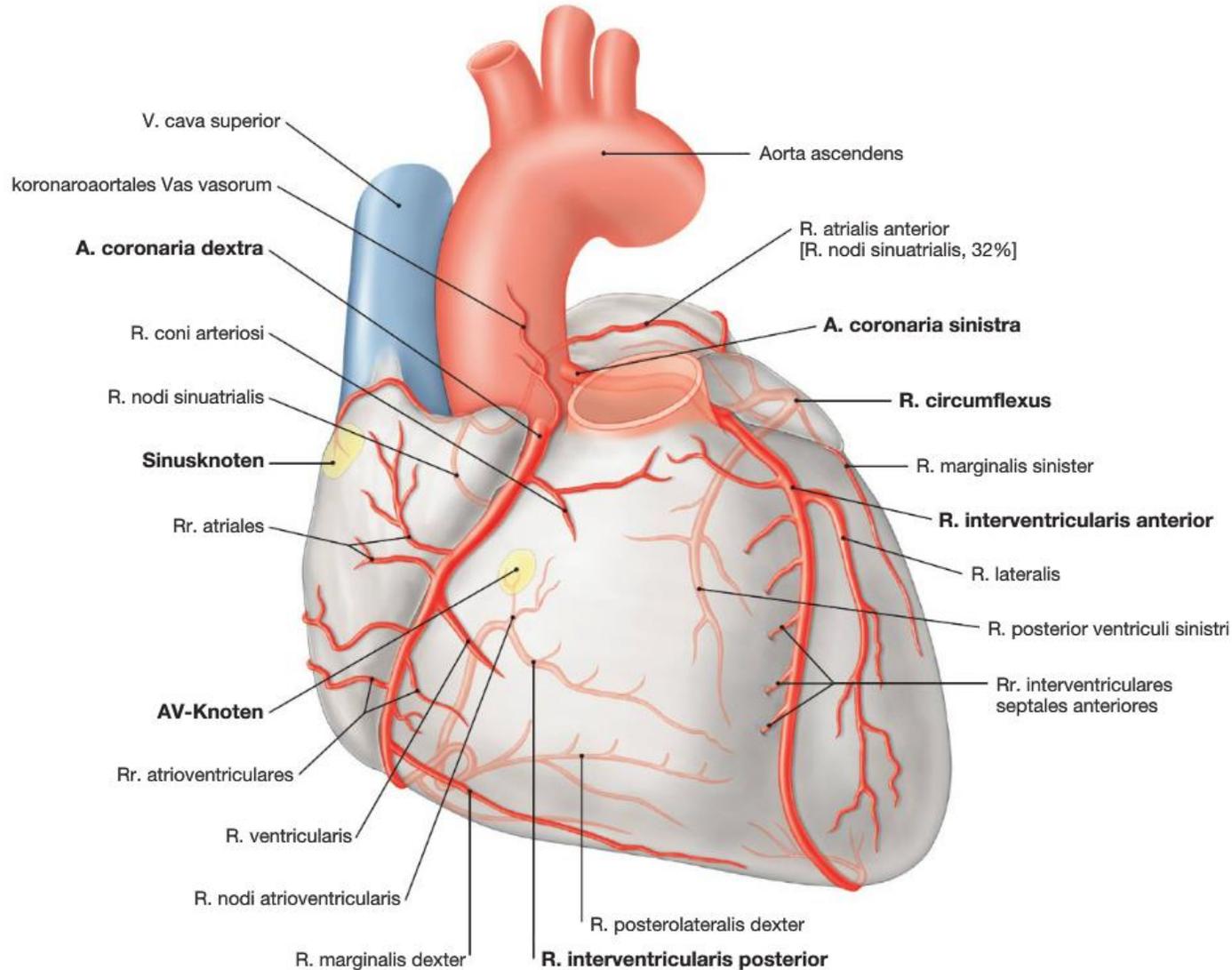


(Anatomie, Bilddatenbank, Thieme)

# Herzgefäße - Koronararterien



# Koronararterien - Versorgungsgebiete



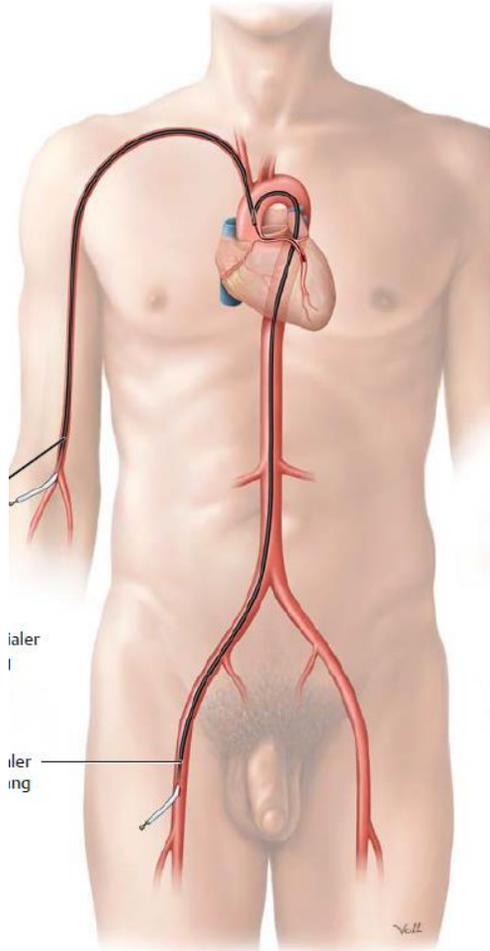
## A. coronaria sinistra

Grosser Teil des li. Vorhofs  
Grosser Teil der li. Kammer  
Vorderer Teil der Kammerscheidewand  
Teil der Vorderwand der re. Kammer

## A. coronaria dextra

Grosser Teil des re. Vorhofs  
Grosser Teil der re. Kammer  
Hinterer Teil der Kammerscheidewand  
Teil der Hinterwand der li. Kammer  
Sinus Knoten }  
AV Knoten } In der Regel  
His-Bündel }

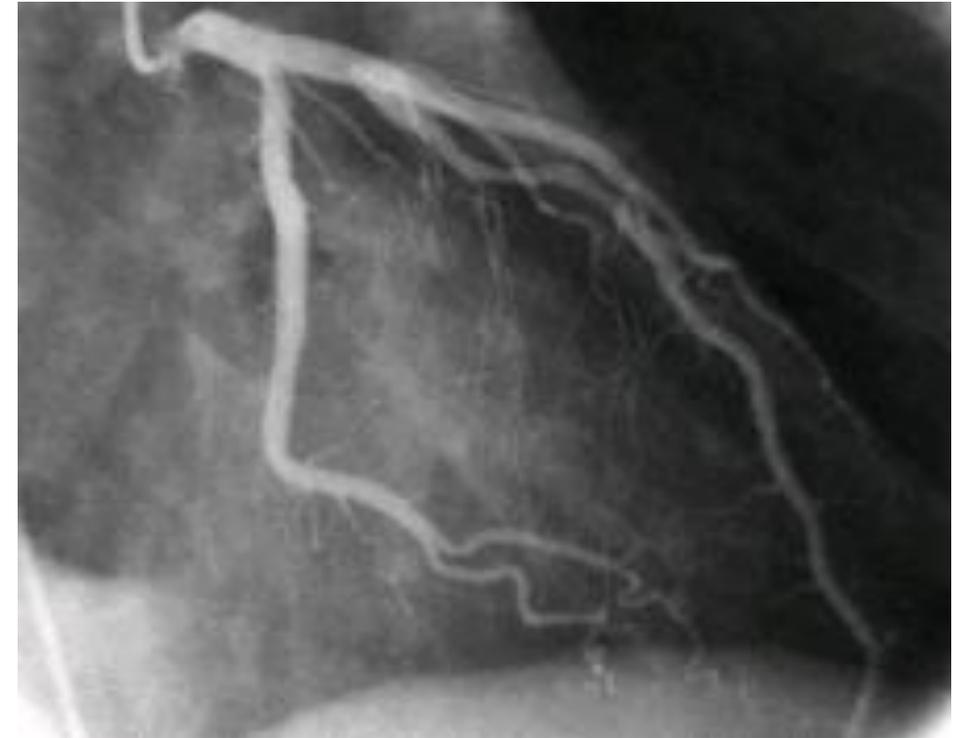
# Koronarangiographie



(Prometheus, Thieme)



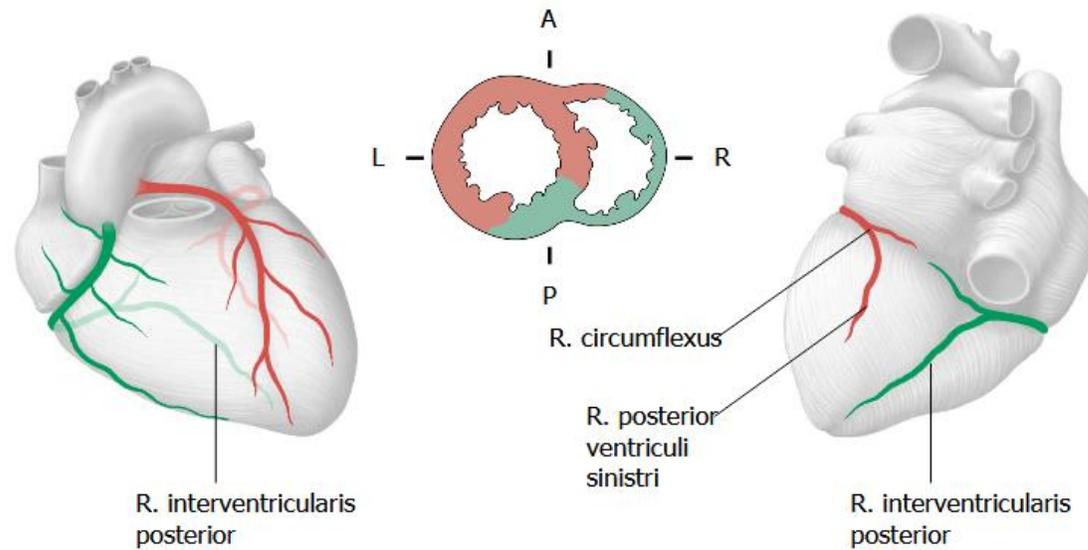
**A. coronaria dextra**



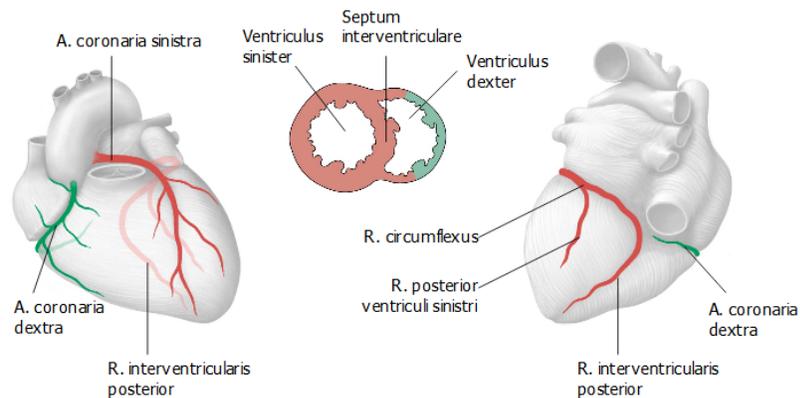
**A. coronaria sinistra**

Röntgendarstellung mit wasserlöslichem Kontrastmittel

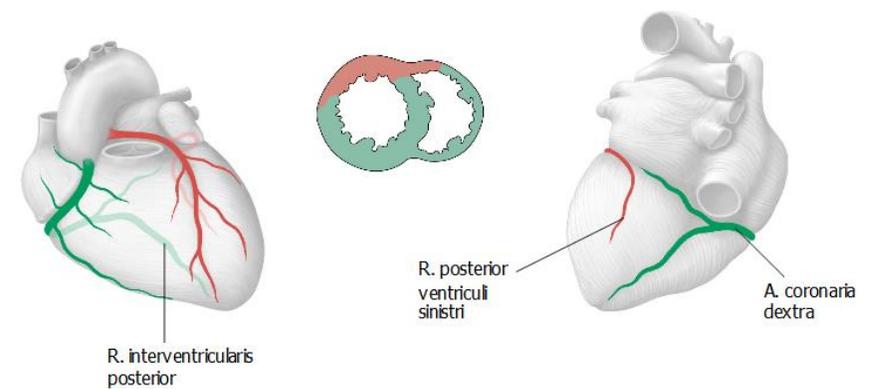
# Varianten - Versorgungstypen



(Ausgeglichener Typ: ~70%)

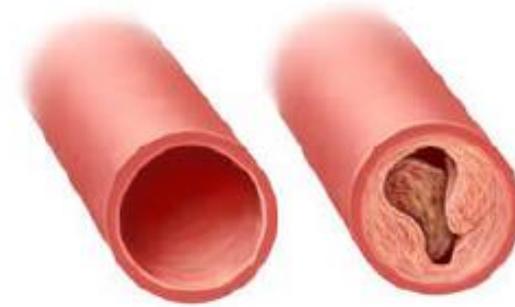
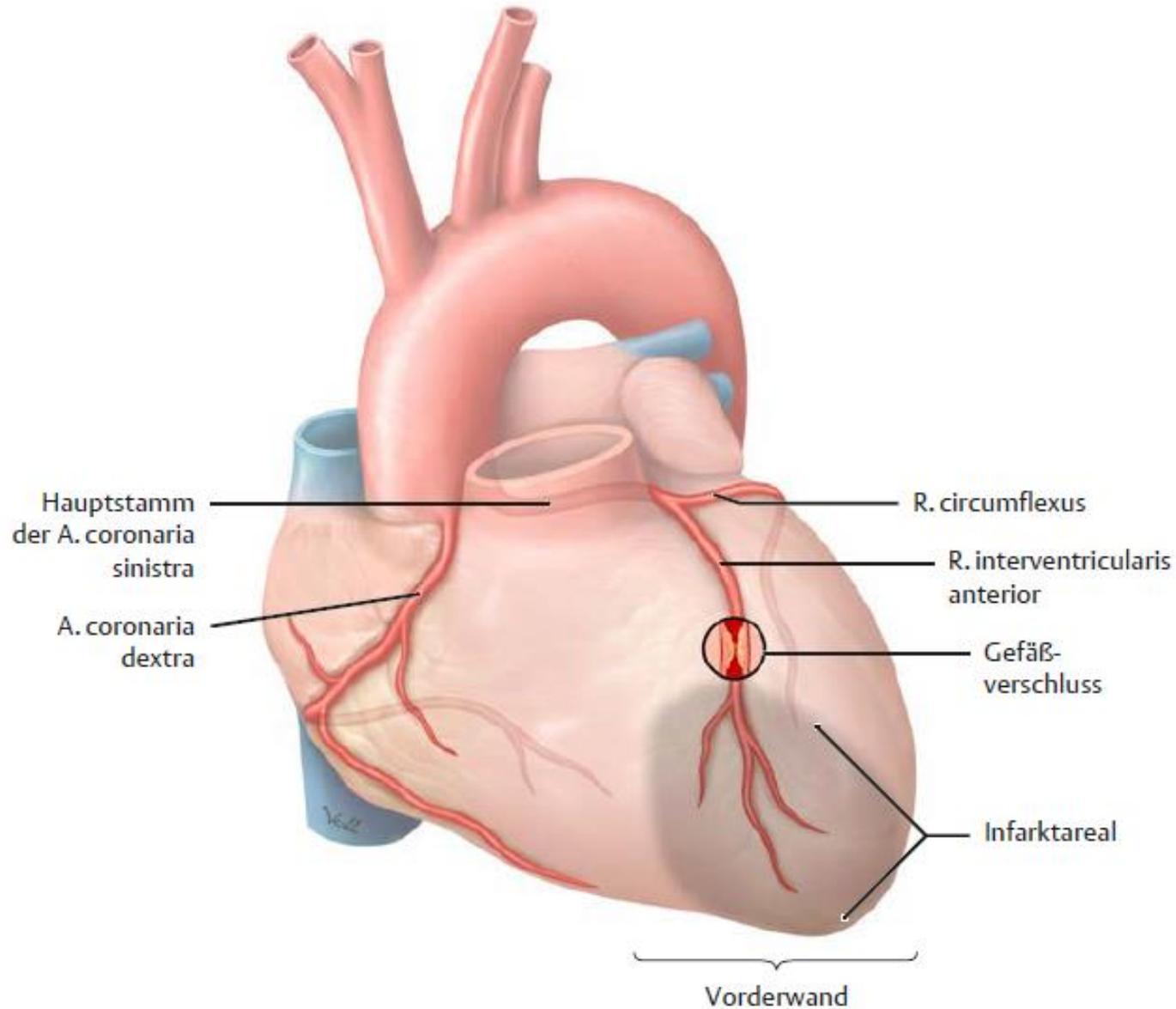


(Linksversorgungstyp: ~15%)

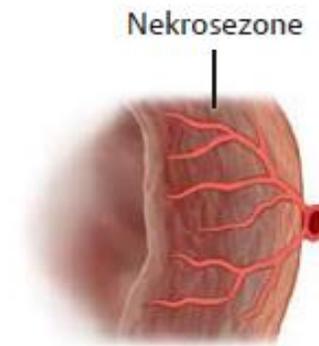


(Rechtsversorgungstyp: ~15%)

# Koronare Herzkrankheit (KHK) / Infarkt

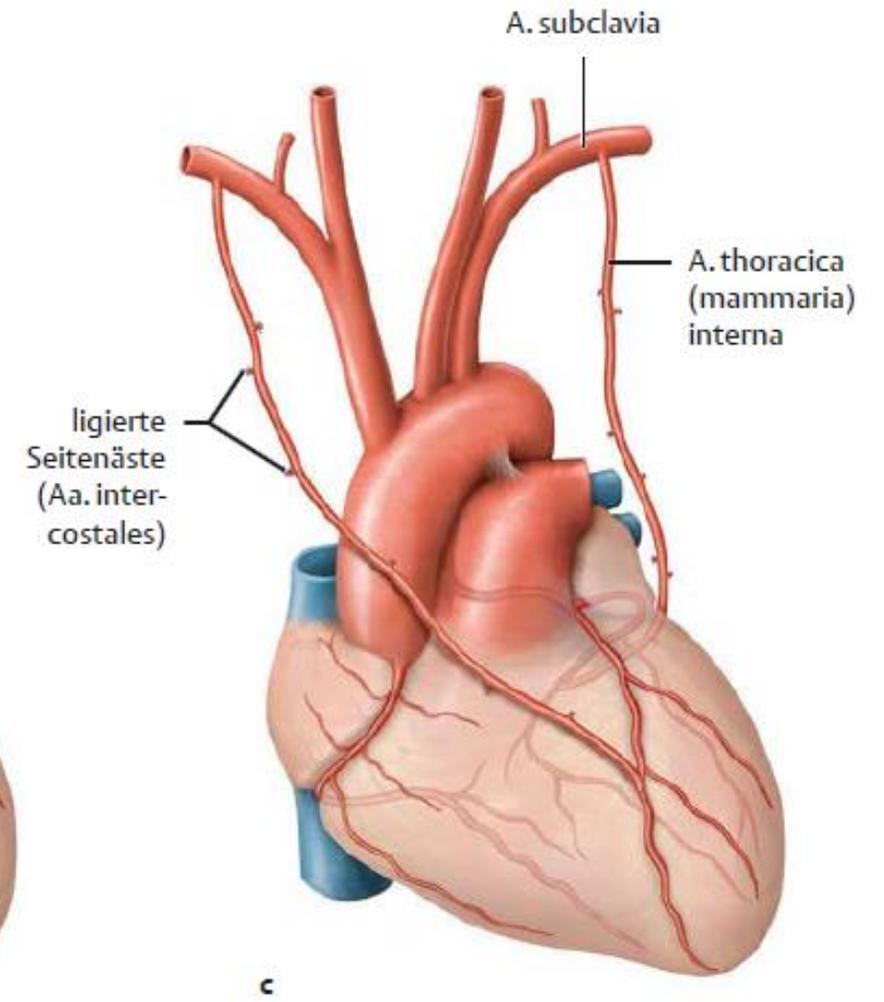
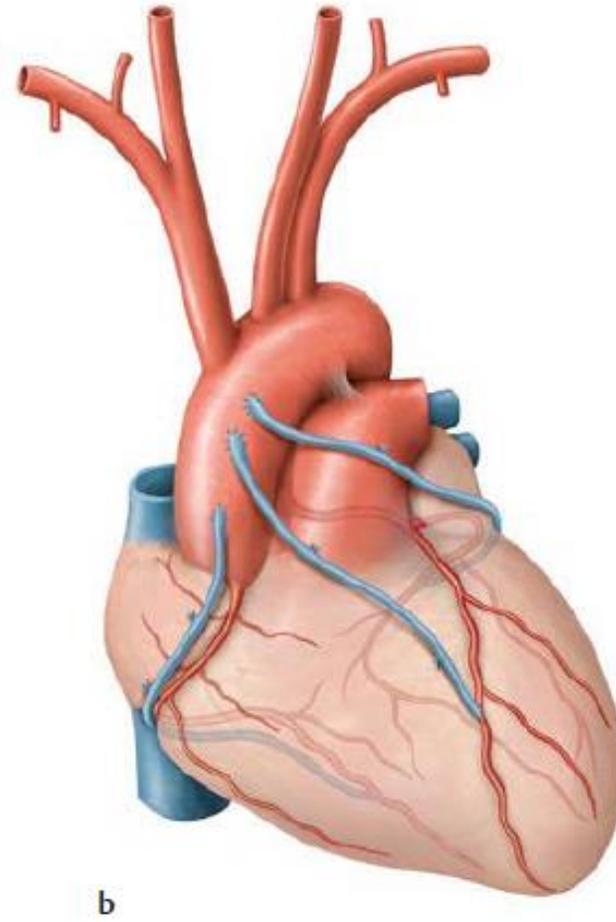
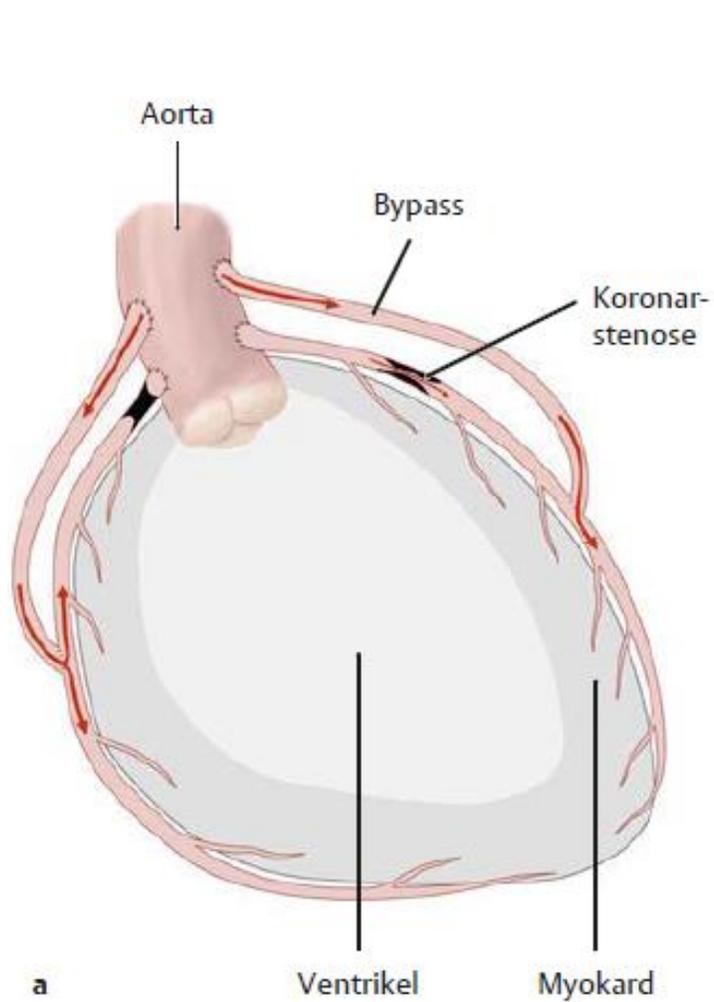


Vergleich eines gesunden mit einem arteriosklerotisch veränderten Koronargefäß

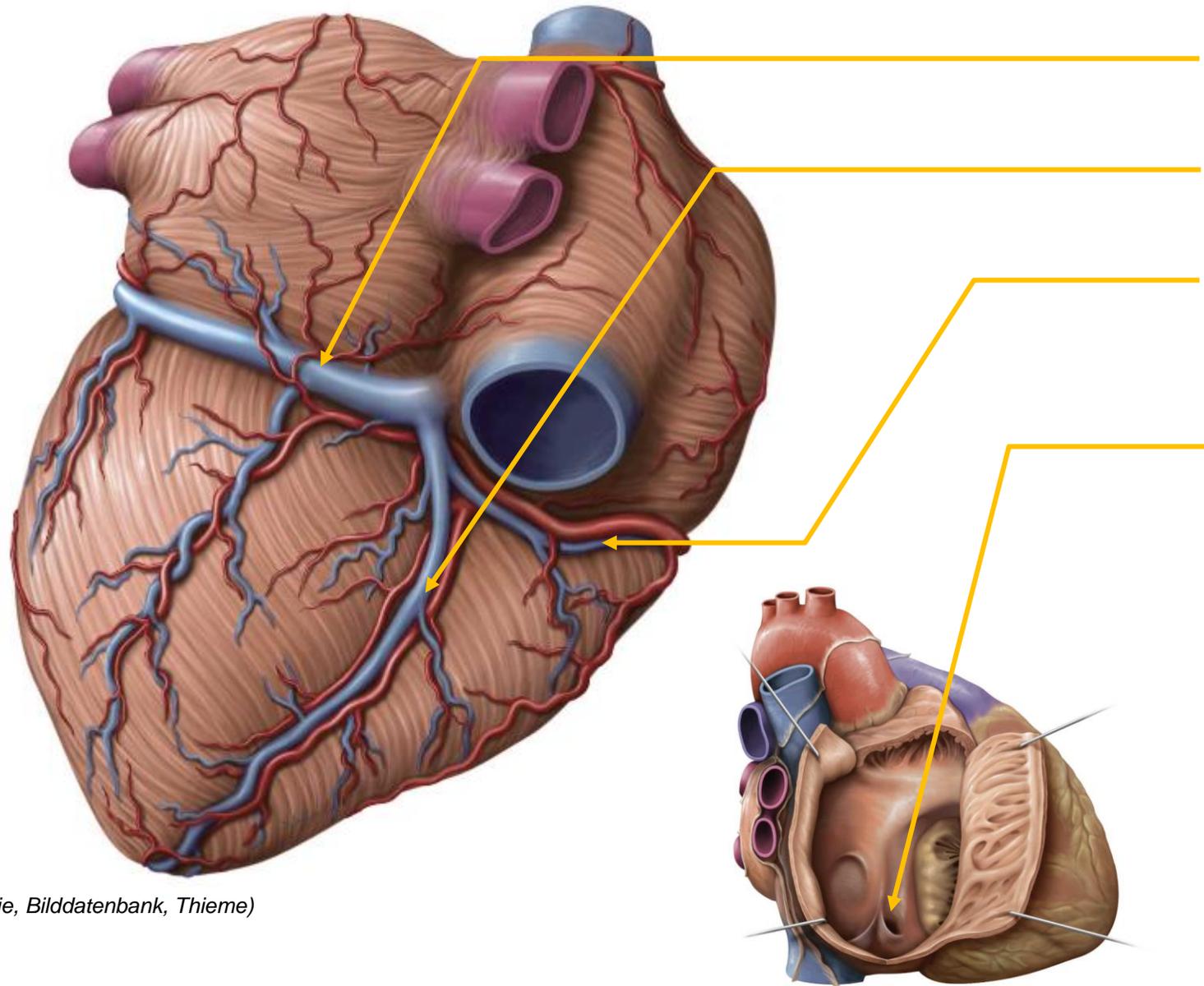


Querschnitt durch das Infarktareal (Nekrosezone)

# Koronare Herzkrankheit - Bypass



# Herzvenen



V. cardiaca magna

V. cardiaca media

V. cardiaca parva

Sinus coronarius

↓  $\frac{2}{3}$

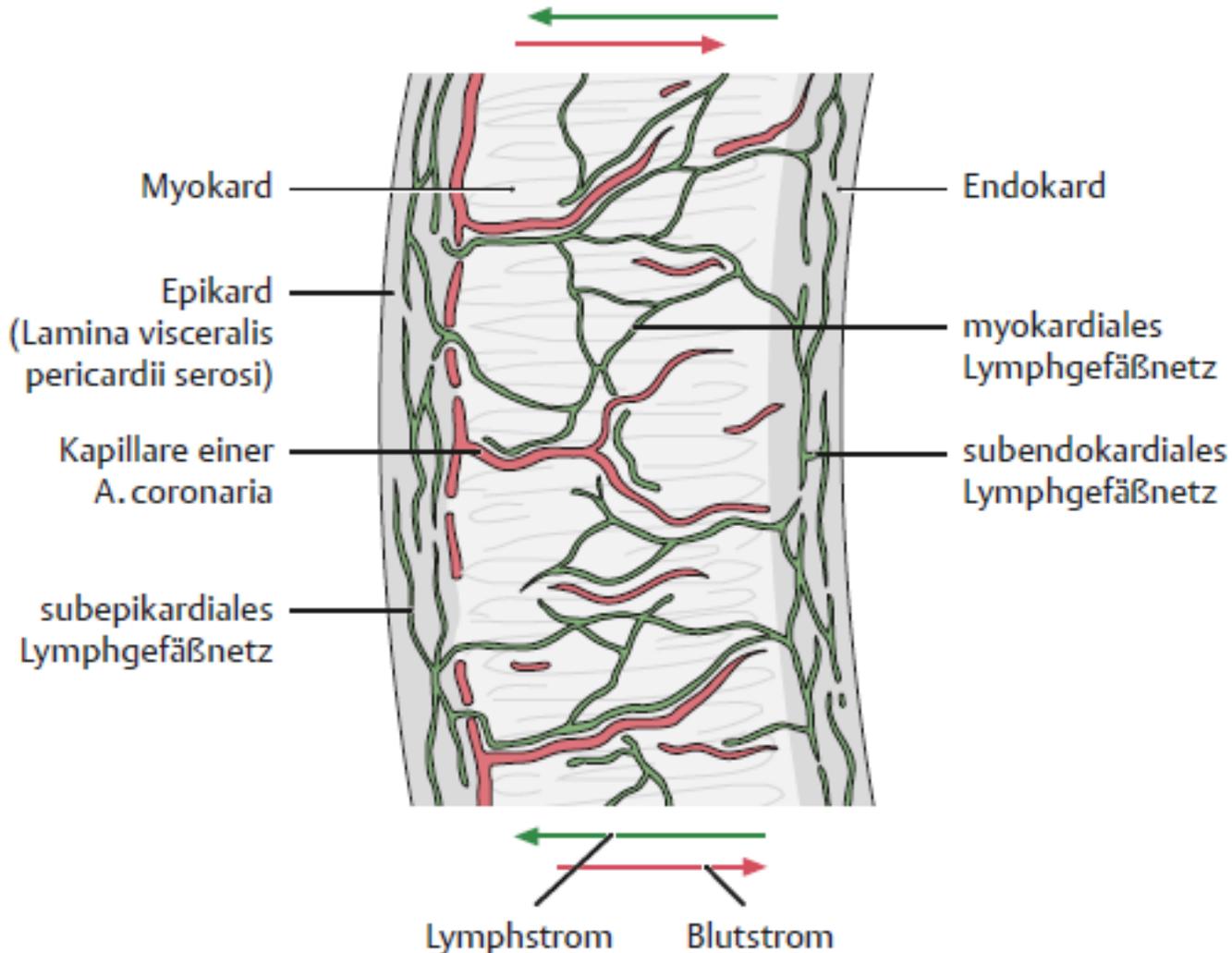
Rechter Vorhof

↑  $\frac{1}{3}$

Transmurale Venen  
& Endomurale Venen  
(Thebesius)

(Anatomie, Bilddatenbank, Thieme)

# Lymphabfluss aus der Herzwand

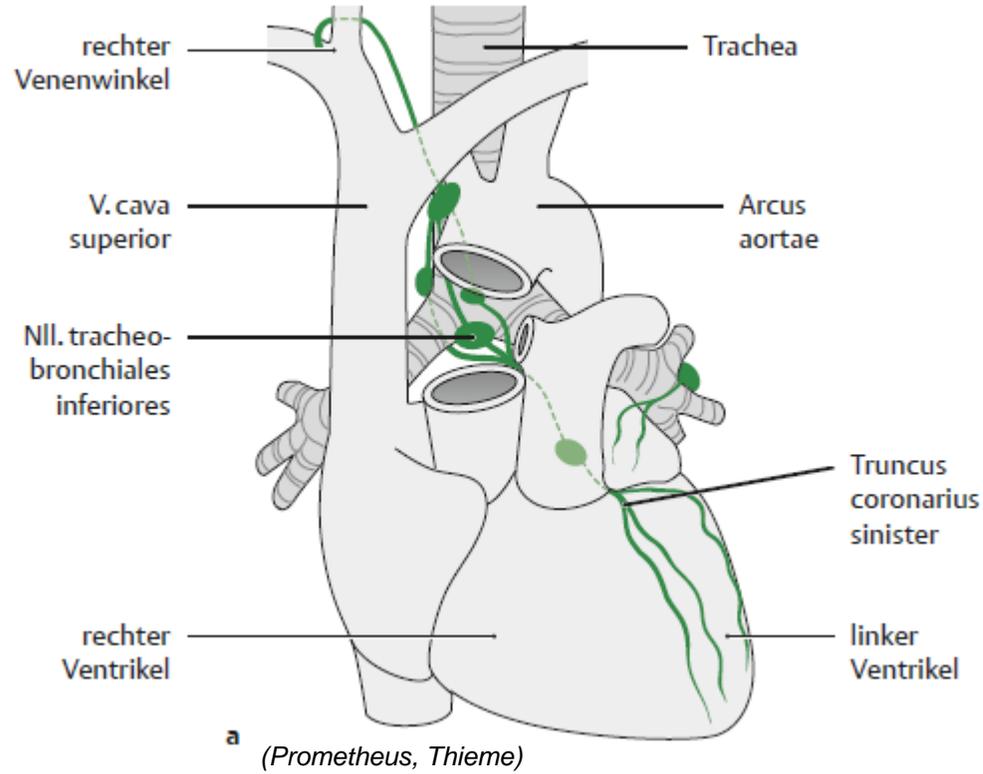


Lymph- (**grün**) und arterieller Blutfluss (**rot**) in der Herzwand

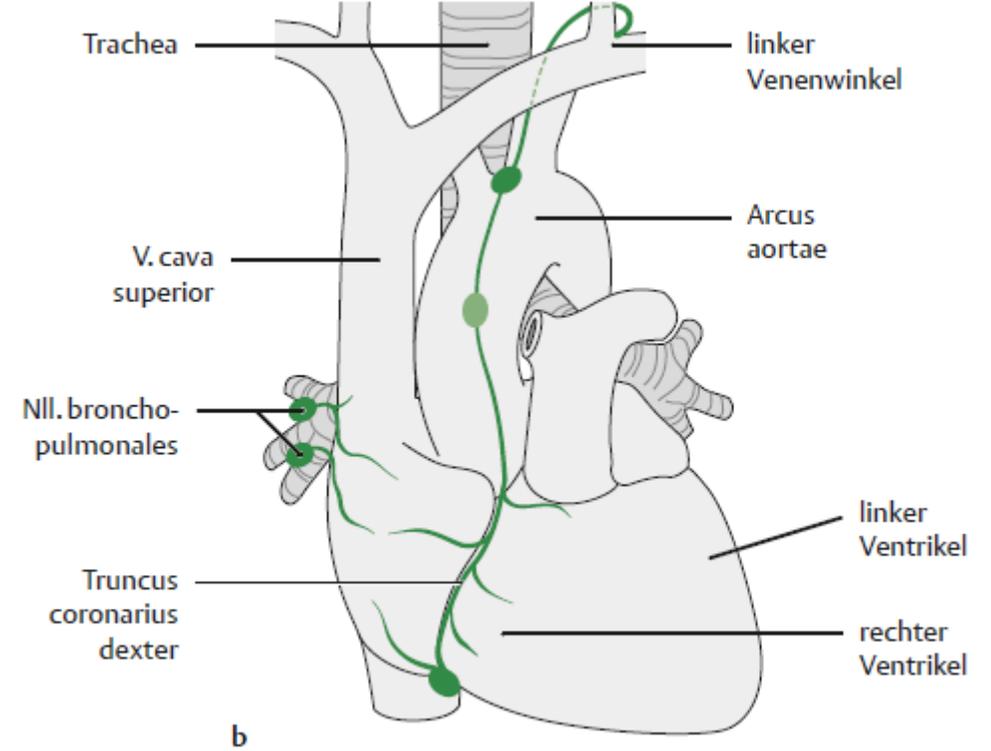
Drei miteinander kommunizierende **lymphatische** Geflechte

- 1) Subendokardiales Geflecht
- 2) Myokardiales Geflecht
- 3) Subepikardiales Geflecht

# Lymphabfluss „über Kreuz“

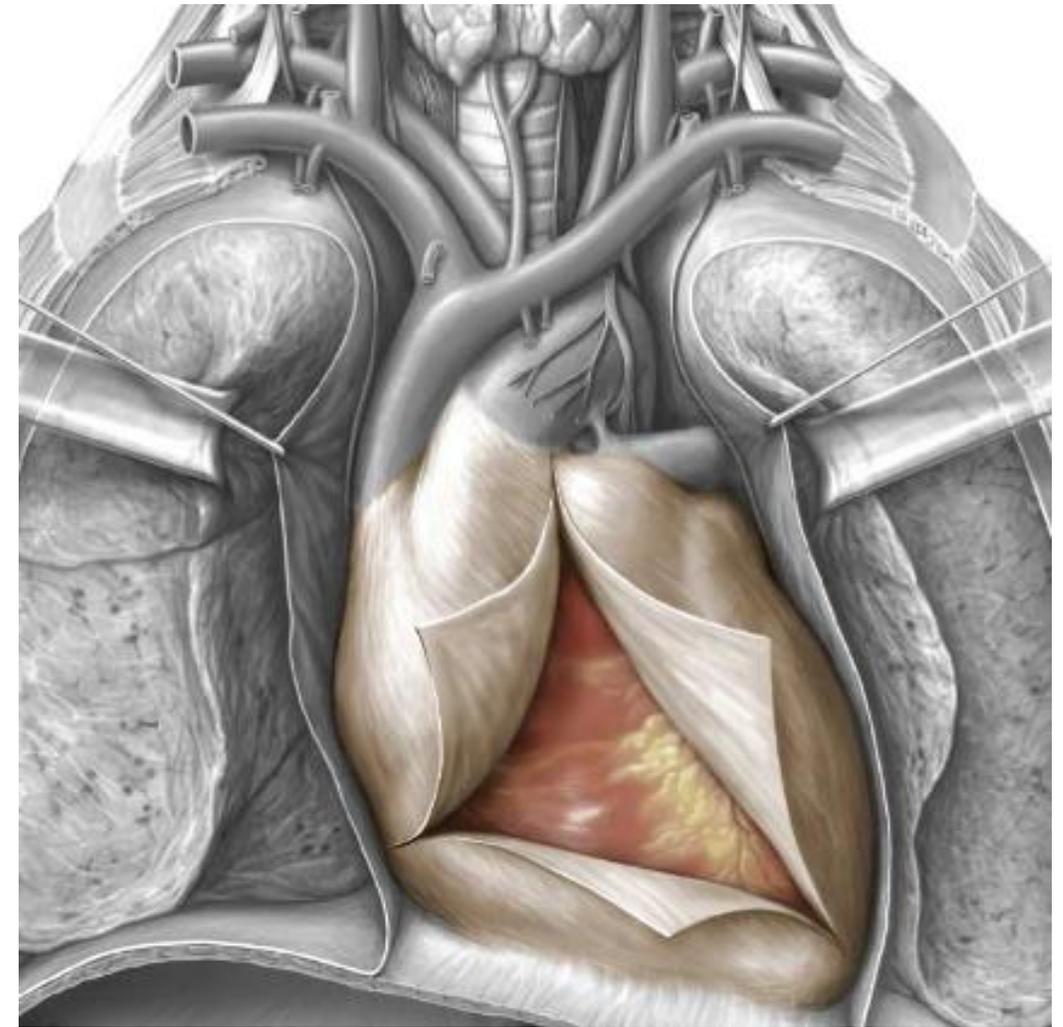
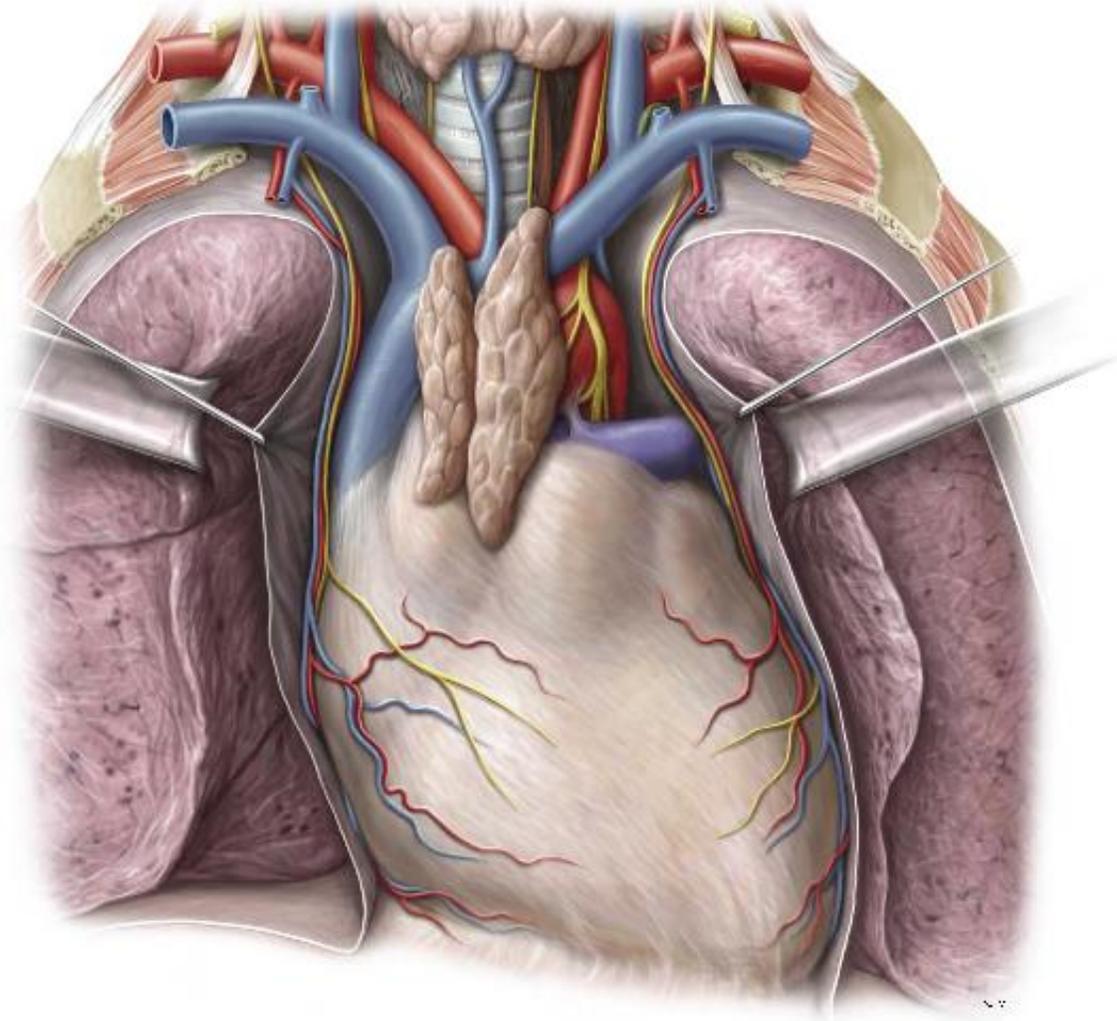


Linkes Territorium  
„Truncus coronarius sinister“  
Rechter Venenwinkel



Rechtes Territorium  
„Truncus coronarius dexter“  
Linker Venenwinkel

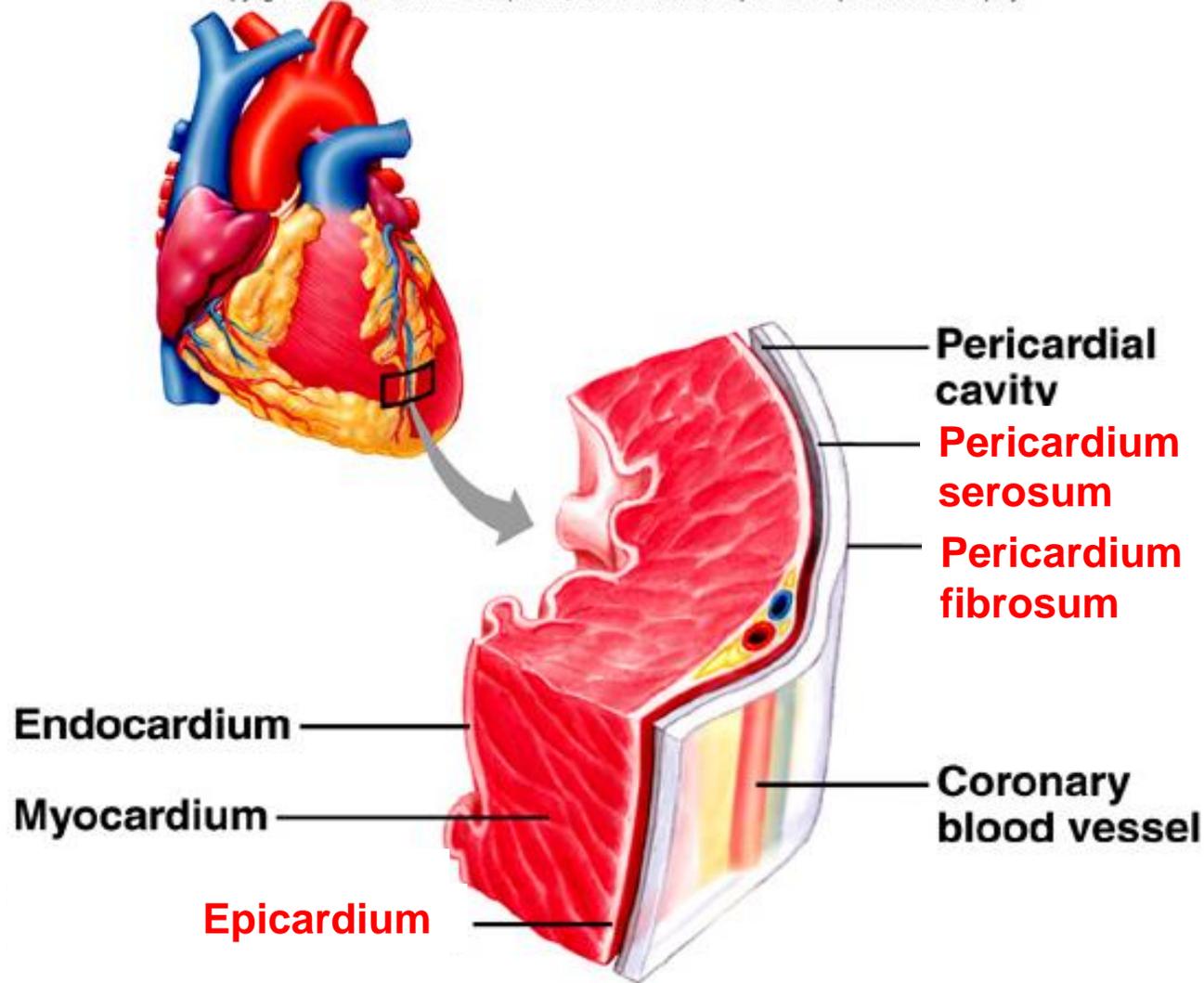
# Perikard (Herzbeutel)



(Anatomie, Bilddatenbank, Thieme)

# Perikard (Herzbeutel)

Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.



## Zwei Anteile:

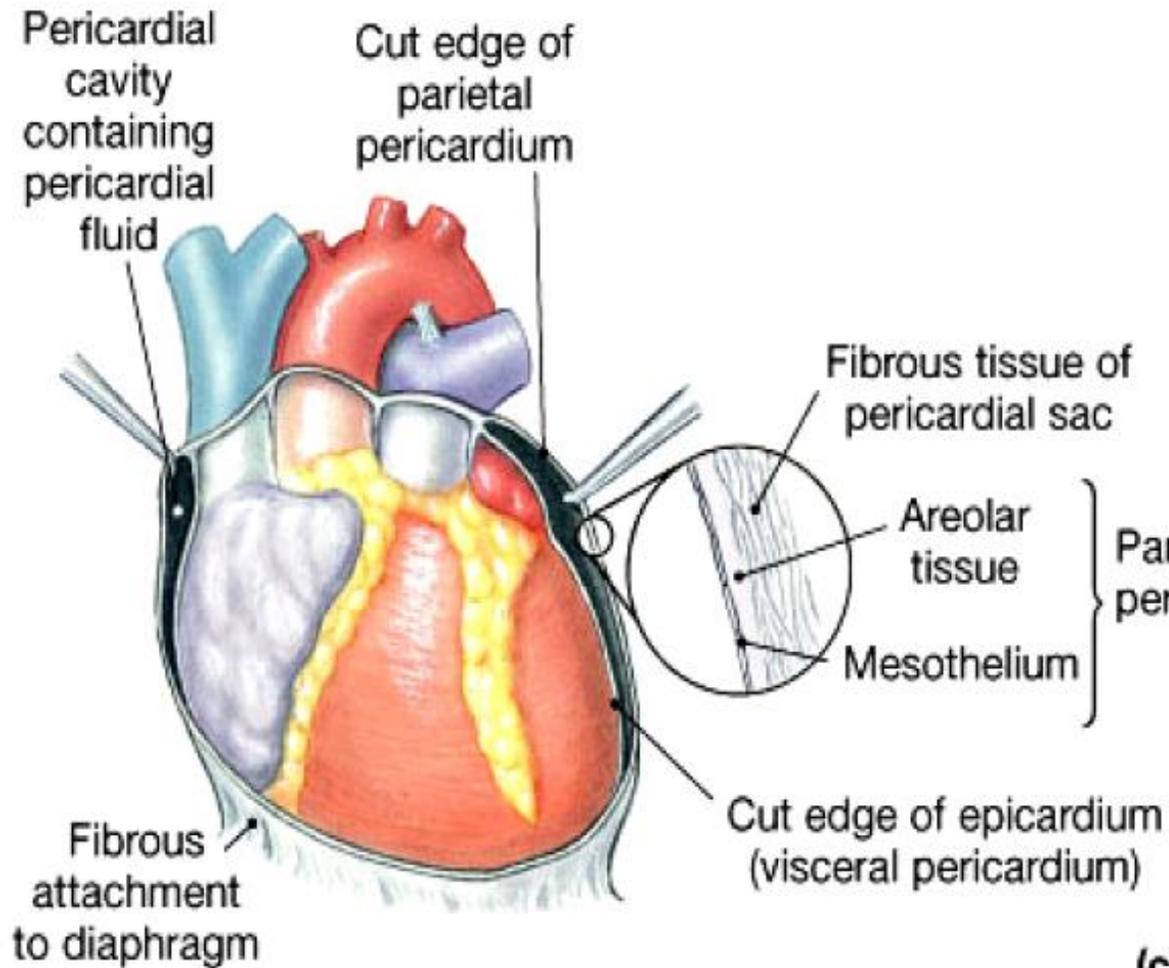
*Pericardium fibrosum*

*Pericardium serosum*

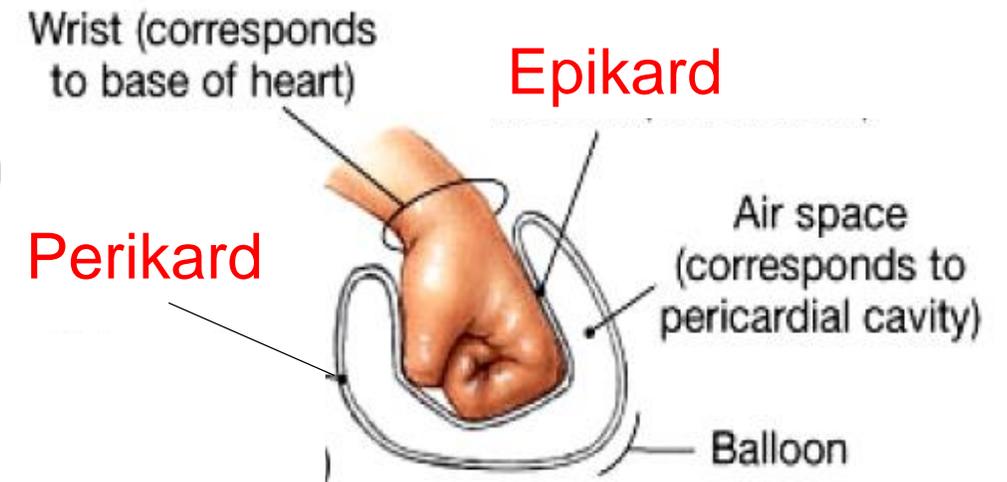
## Kennzeichen:

- Straffes kollagenenes Bindegewebe
- Umhüllt das Herz
- Fassungsvermögen ~1000 ml
- Kapillärer Spalt (mit seröser Flüssigkeit) zwischen Peri- und Epikard
- Gleitlager für Herzaktion
- Hemmt Überdehnung des Herzens

# Perikard (Herzbeutel)

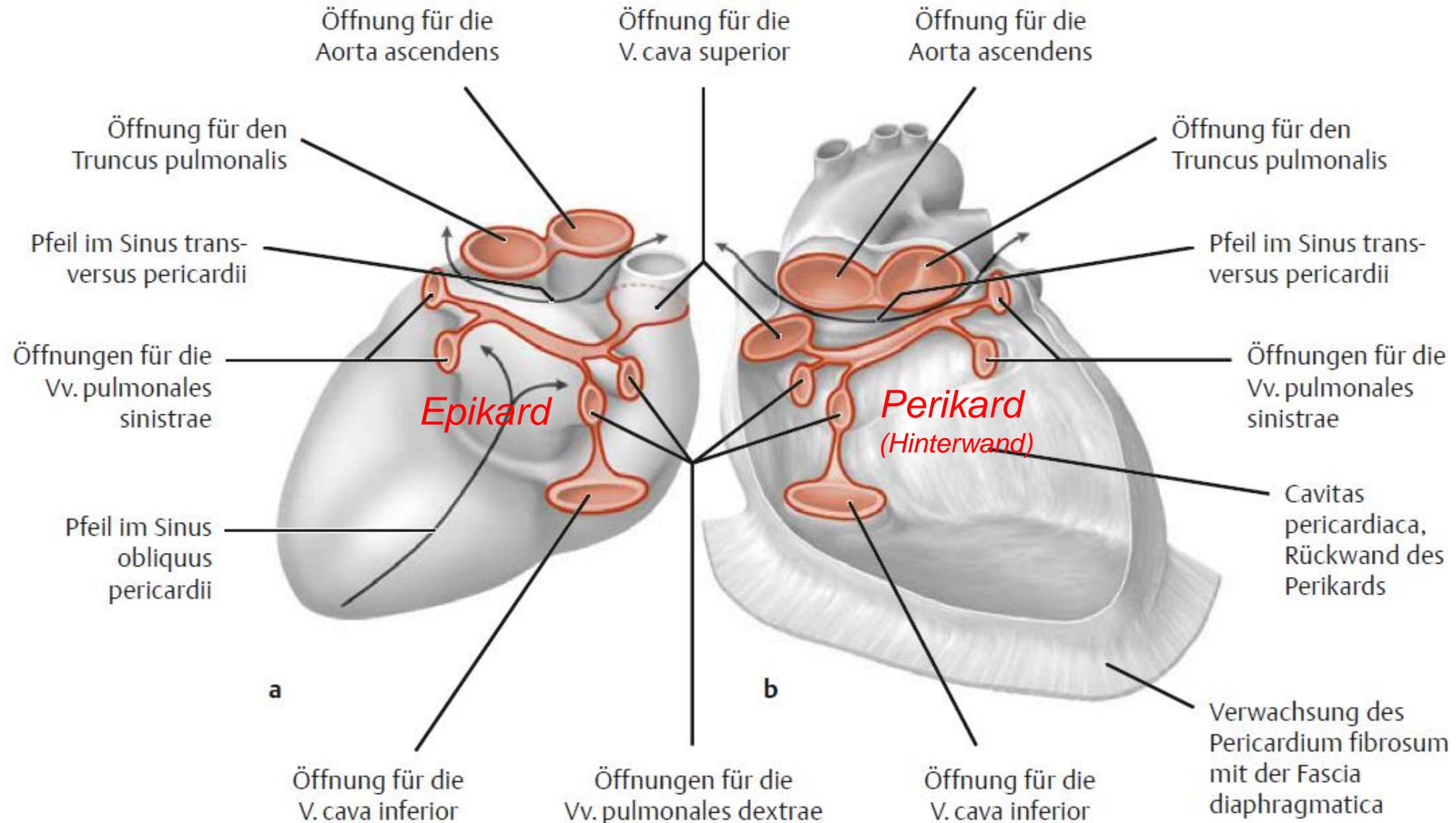


«Einstülpung des Herzens in einen serösen Beutel»

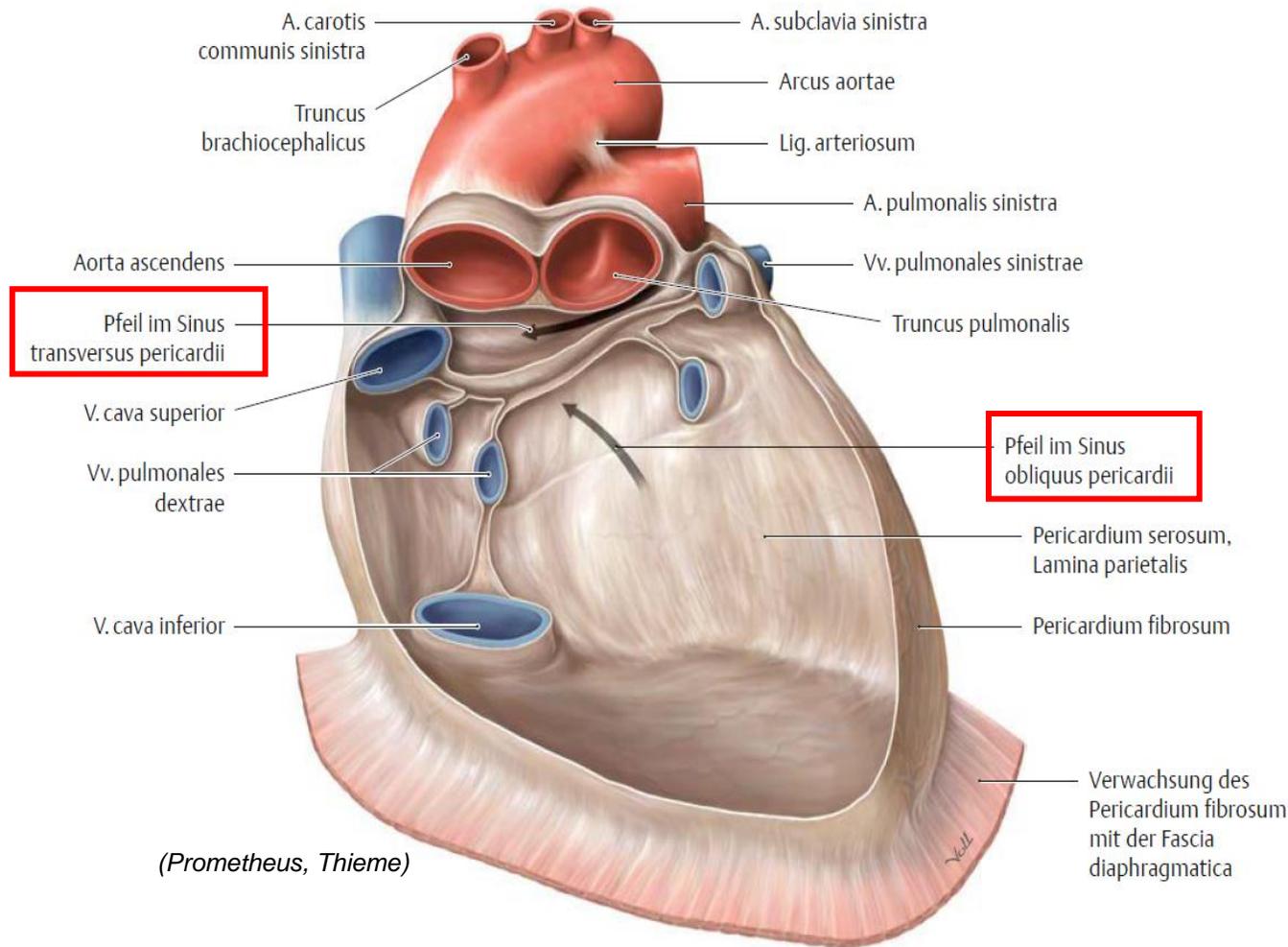


Perikard und Epikard gehen im Bereich der Gefäße ineinander über

# Umschlagslinien Perikard auf Epikard



# Umschlagslinien Perikard auf Epikard



## Zwei Sinus

### Sinus transversus

trennt arterielle und  
venöse Gefäße

### Sinus obliquus

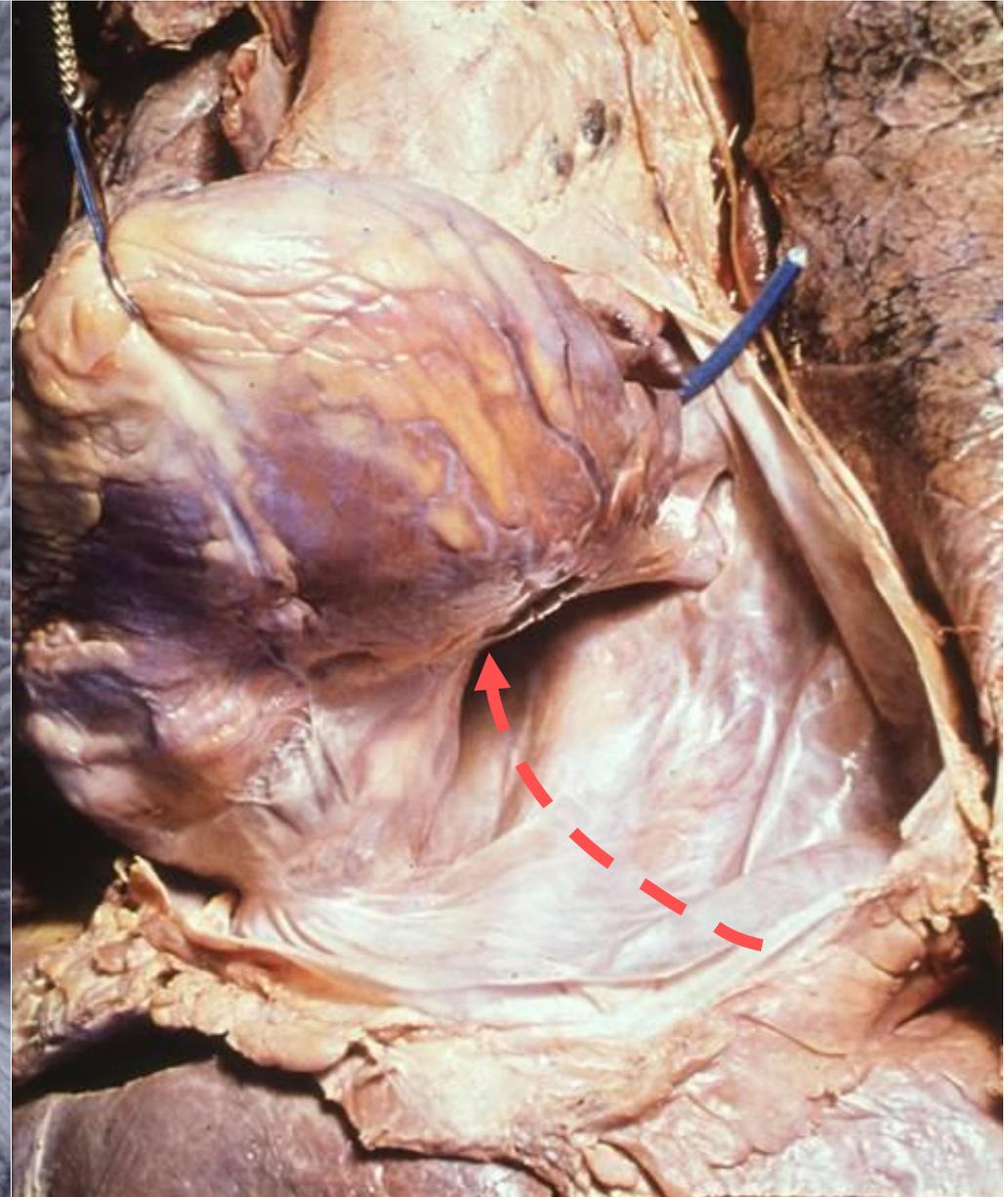
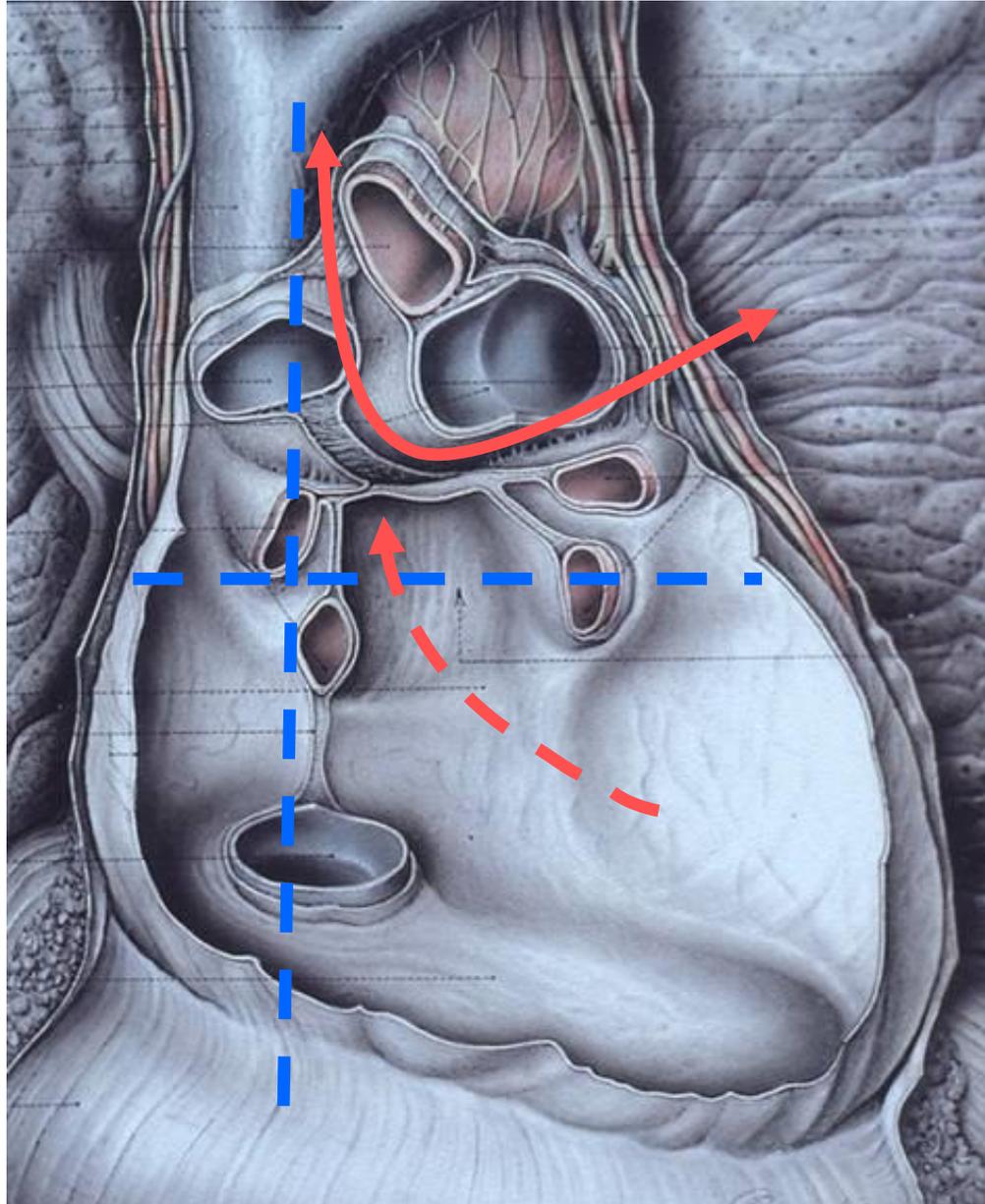
hinter linken Vorhof

## Umschlag bei Gefäßen

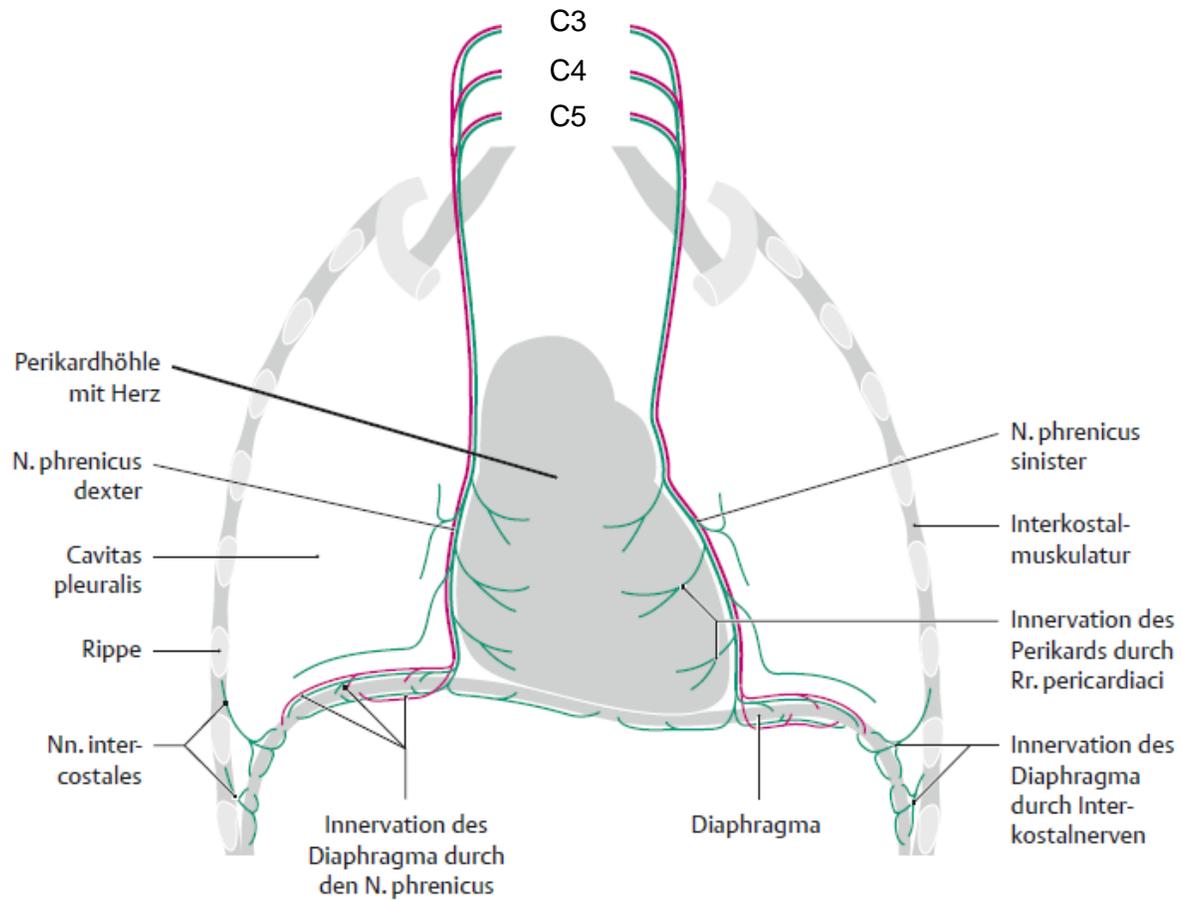
Lange Fortsetzung (~3 cm);  
bei arteriellen Gefäße  
Grenze Aorta ascendens /  
Aortenbogen

Kurze Fortsetzung bei venösen  
Gefäßen

# Umschlagsfalten des Perikards



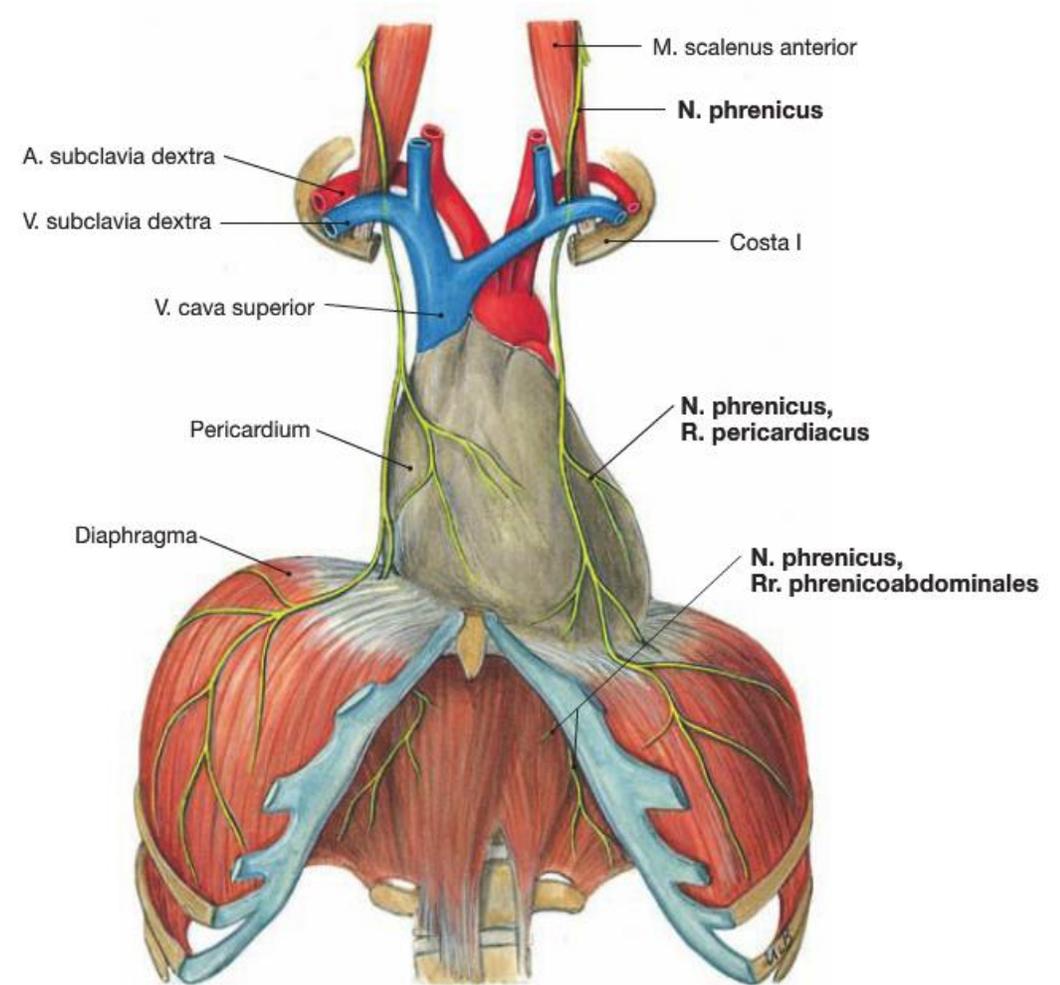
# Perikard – Innervation



(Prometheus, Thieme)

— efferente Fasern

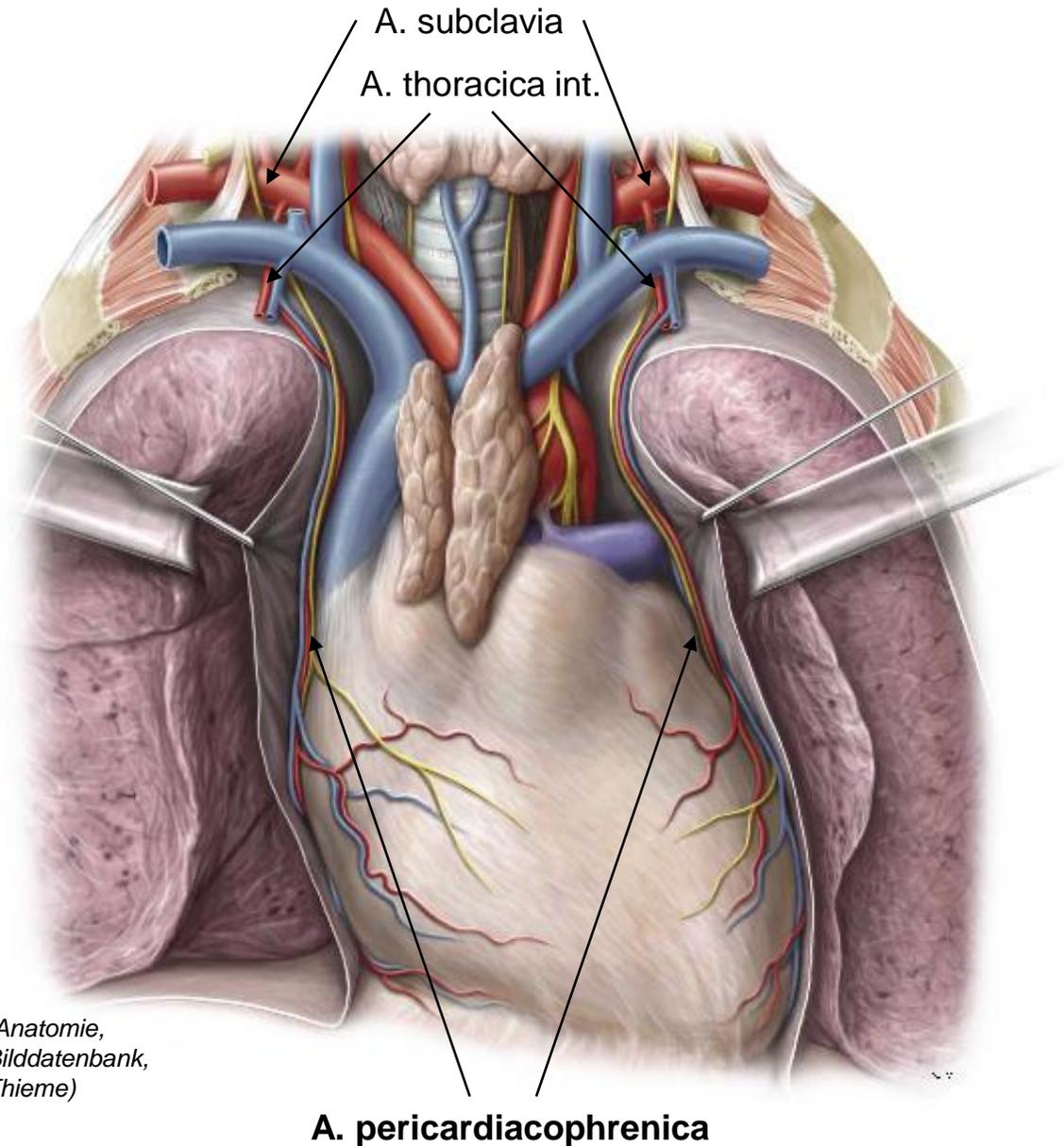
— afferente Fasern



(Sobotta, Elsevier)

**N. phrenicus:** Spinalnerv (C3-5), Perikard / Pleura (sensibel); Zwerchfell (sensibel und motorisch)

# Perikard – Gefäßversorgung



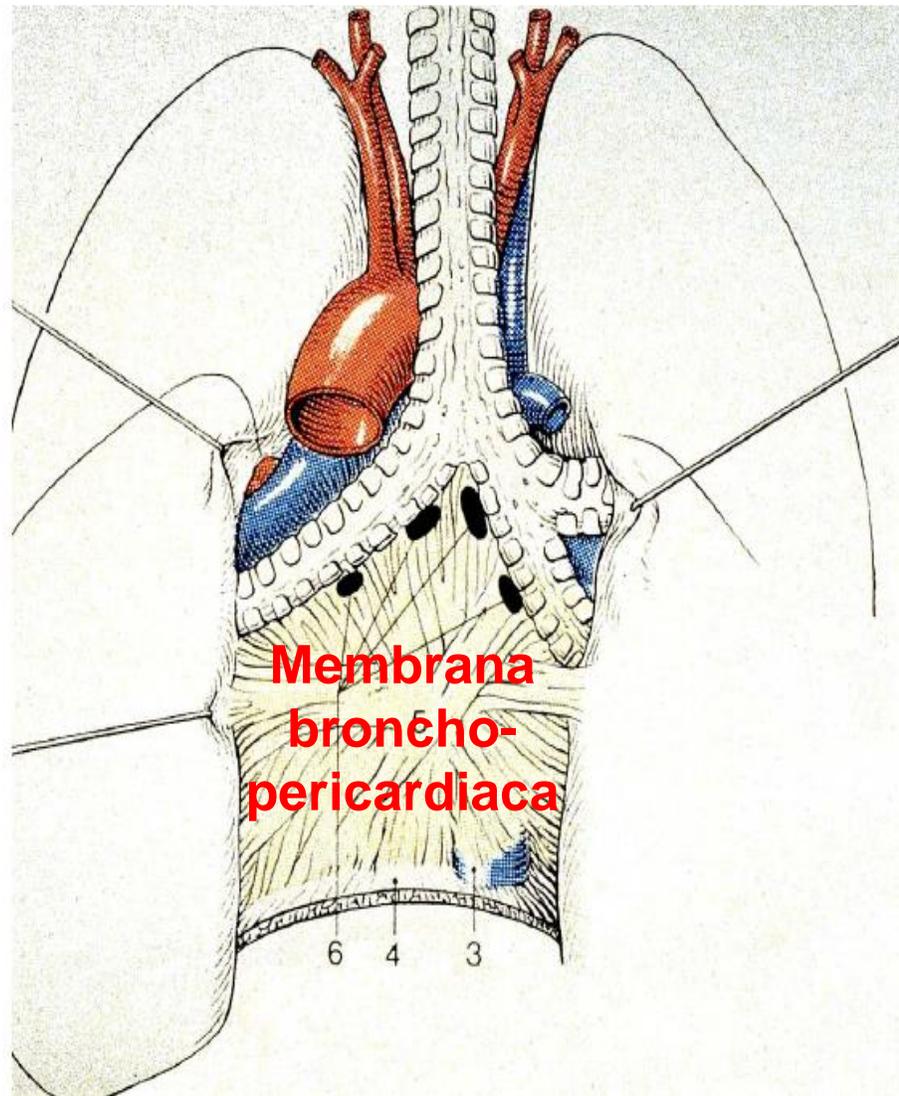
## A. thoracica interna (aus A. subclavia)

A. pericardiacophrenica } von lateral  
A. musculophrenica }

## Aorta

Aa. bronchiales } von dorsal  
Rr. oesophagales }  
Aa. coronariae } von kranial

# Perikard – Verbindungen zur Umgebung



Nach dorsal:

Membrana bronchopericardica

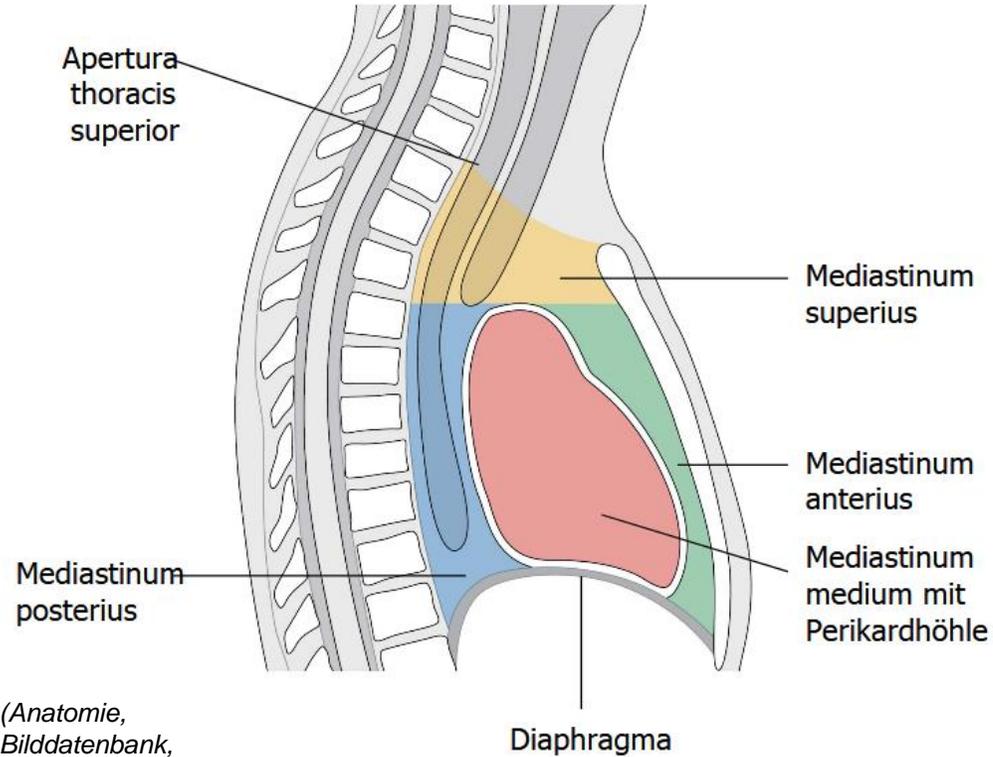
Nach ventral:

Lig. sternopericardiacum

Nach caudal:

Lig. phrenicopericardiacum  
Verwachsung mit Zwerchfell  
(Centrum tendineum)

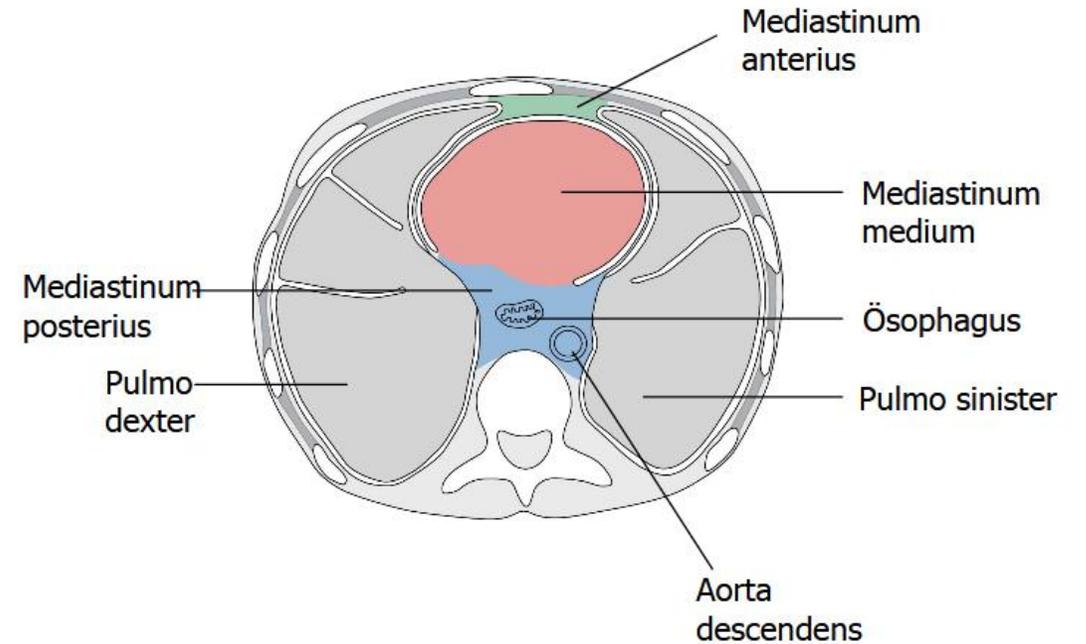
# Mittelfellraum - Mediastinum



(Anatomie,  
Bildatenbank,  
Thieme)

Oberes Mediastinum

Unteres Mediastinum



Unteres Mediastinum

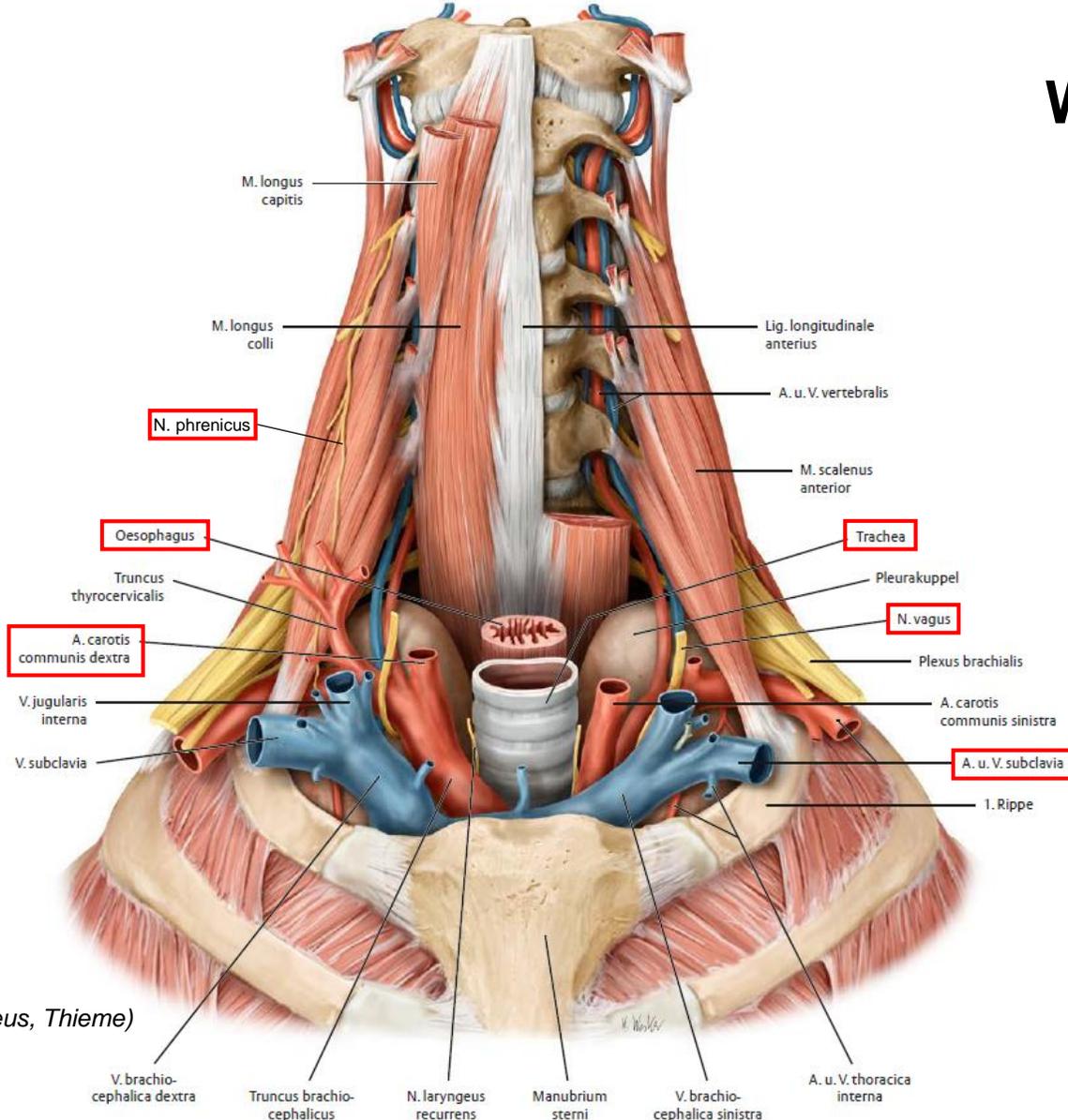
Vorderes Mediastinum

Mittleres Mediastinum

Hinteres Mediastinum

# Apertura thoracis superior

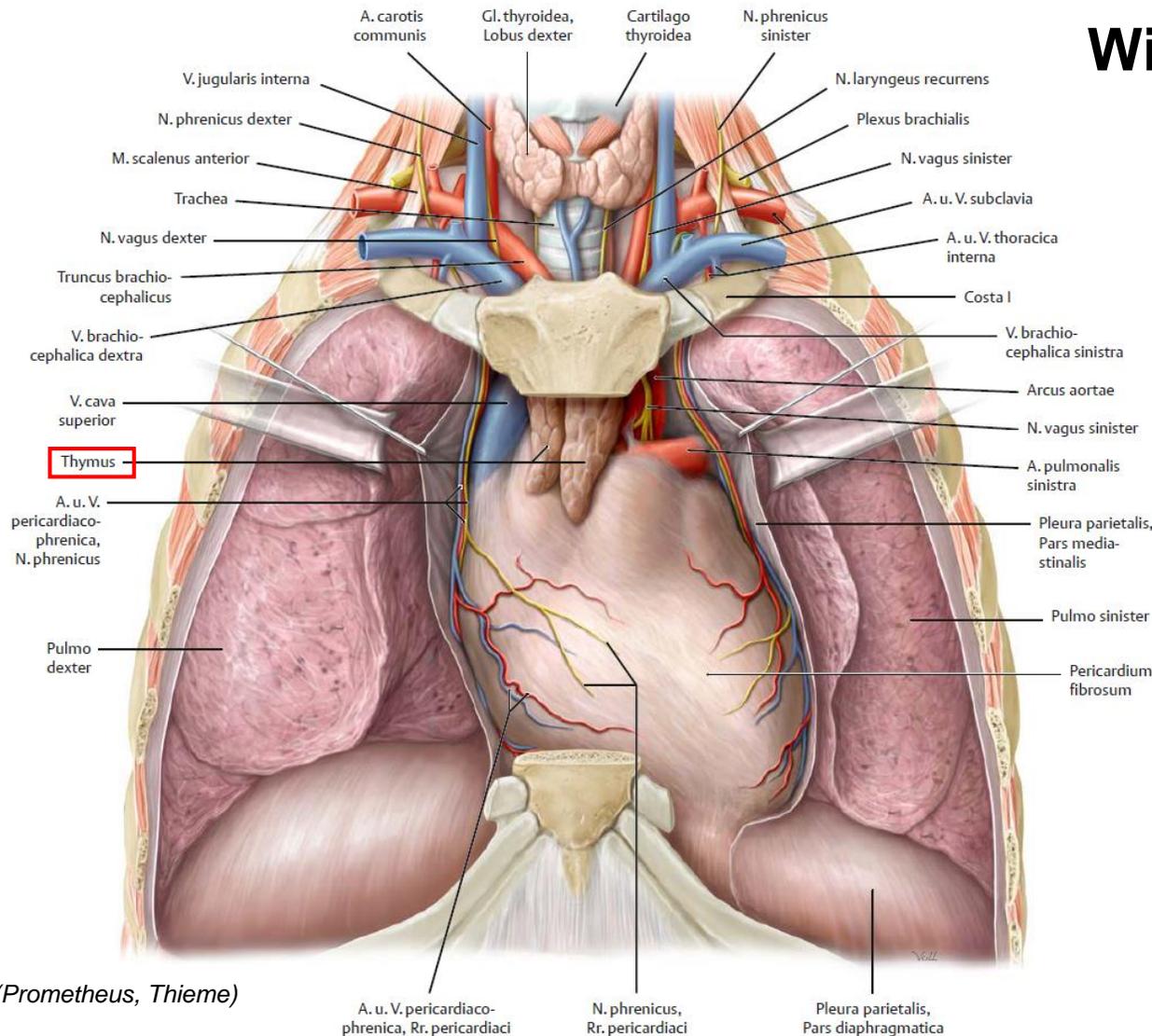
## Wichtige Strukturen



- A. und V. subclavia
- A. carotis communis
- N. vagus
- N. phrenicus
- Trachea (Luftröhre)
- Oesophagus (Speiseröhre)
- Tr. sympathicus

# Mediastinum superius

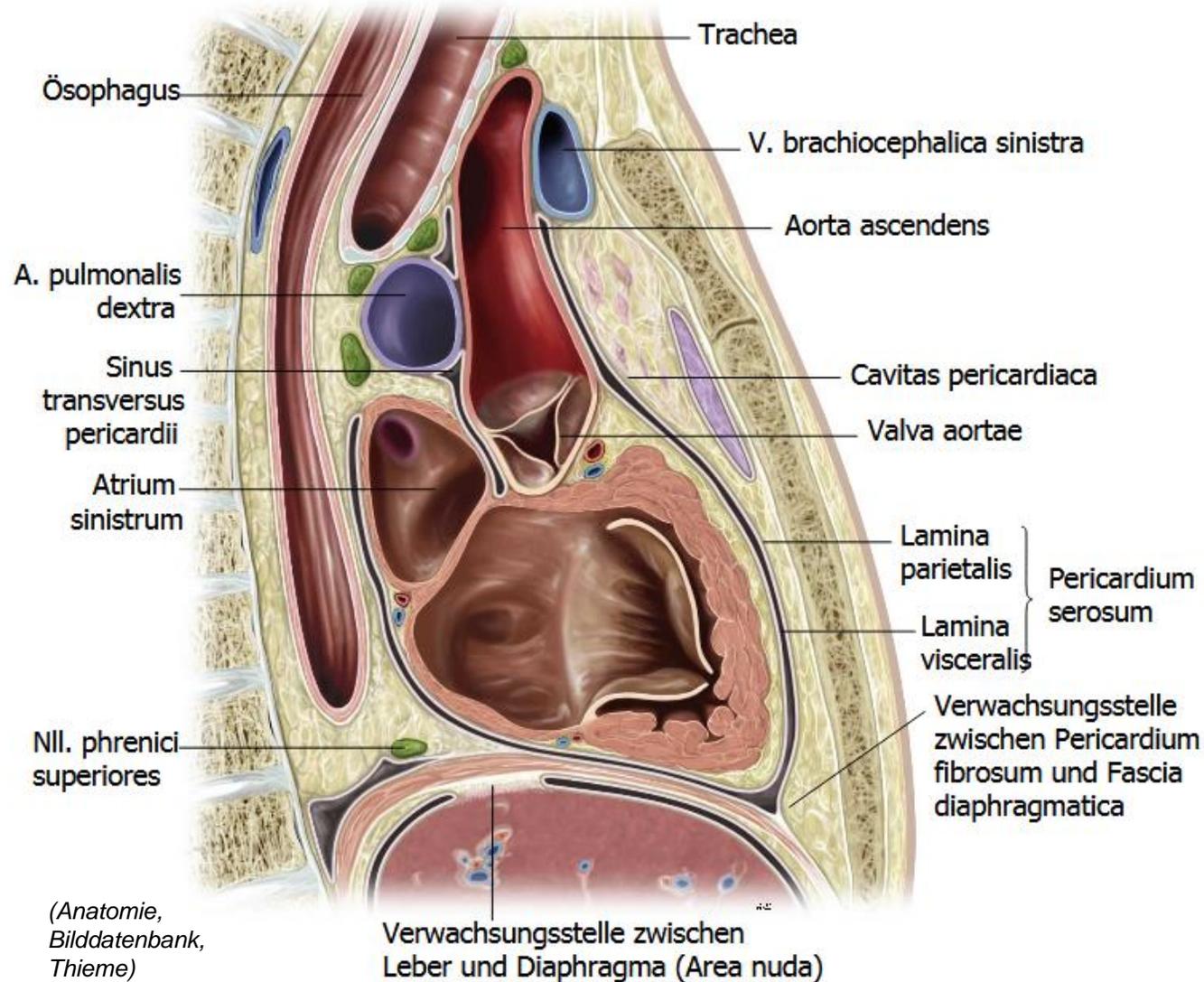
## Wichtige Strukturen



(Prometheus, Thieme)

- Thymus
- Vv. brachiocephalica
- V. cava superior
- Arcus aortae mit Abgängen
- Trachea & Oesophagus
- N. phrenicus und N. vagus
- Tr. sympathicus
- Ductus thoracicus

# Mediastinum anterius und medius



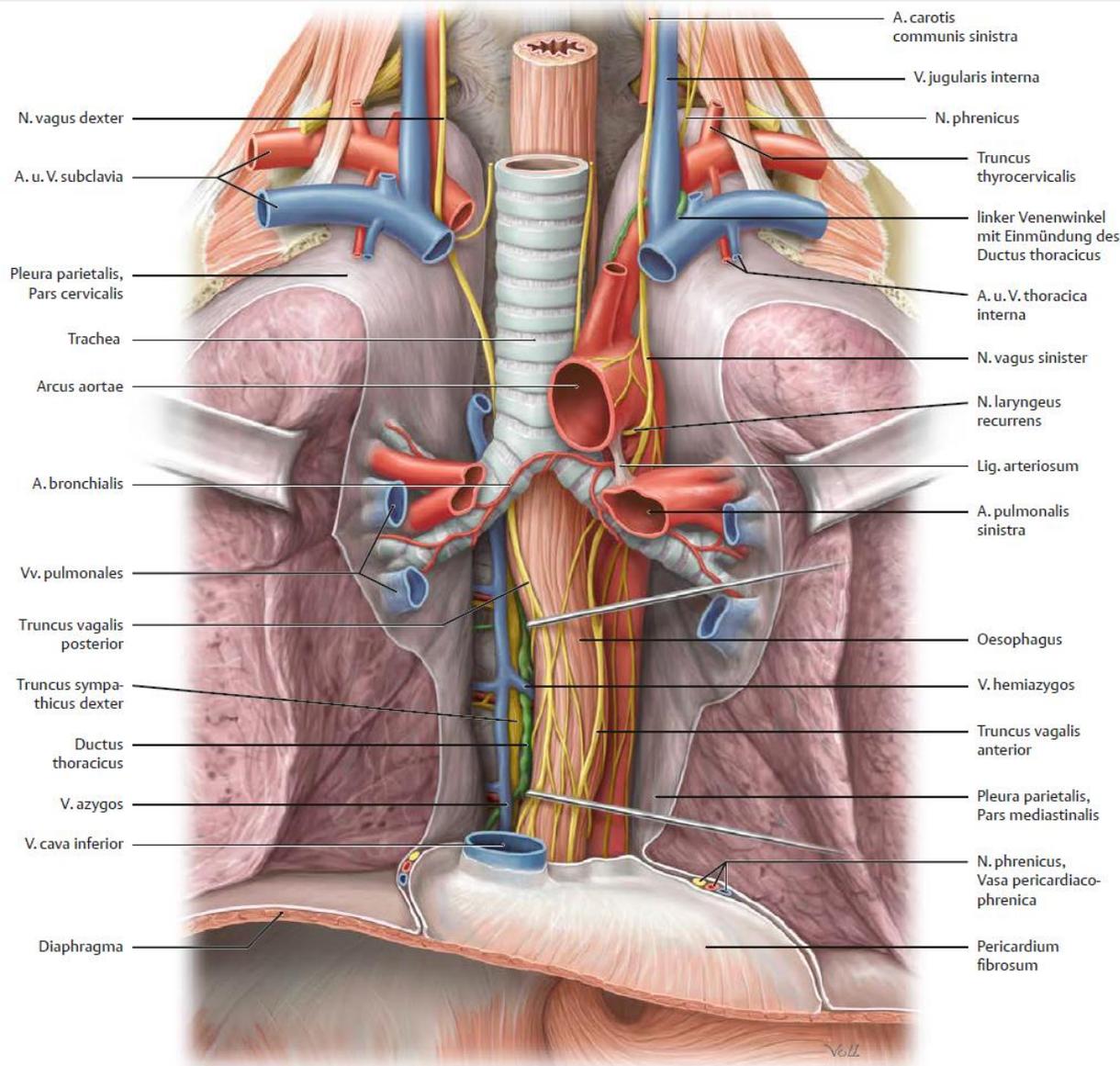
## Mediastinum anterius

Schmal (etwas Fettgewebe)

## Mediastinum medius

- Herzbeutel mit Herz
- N. phrenicus
- A. und V. pericardiacophrenica

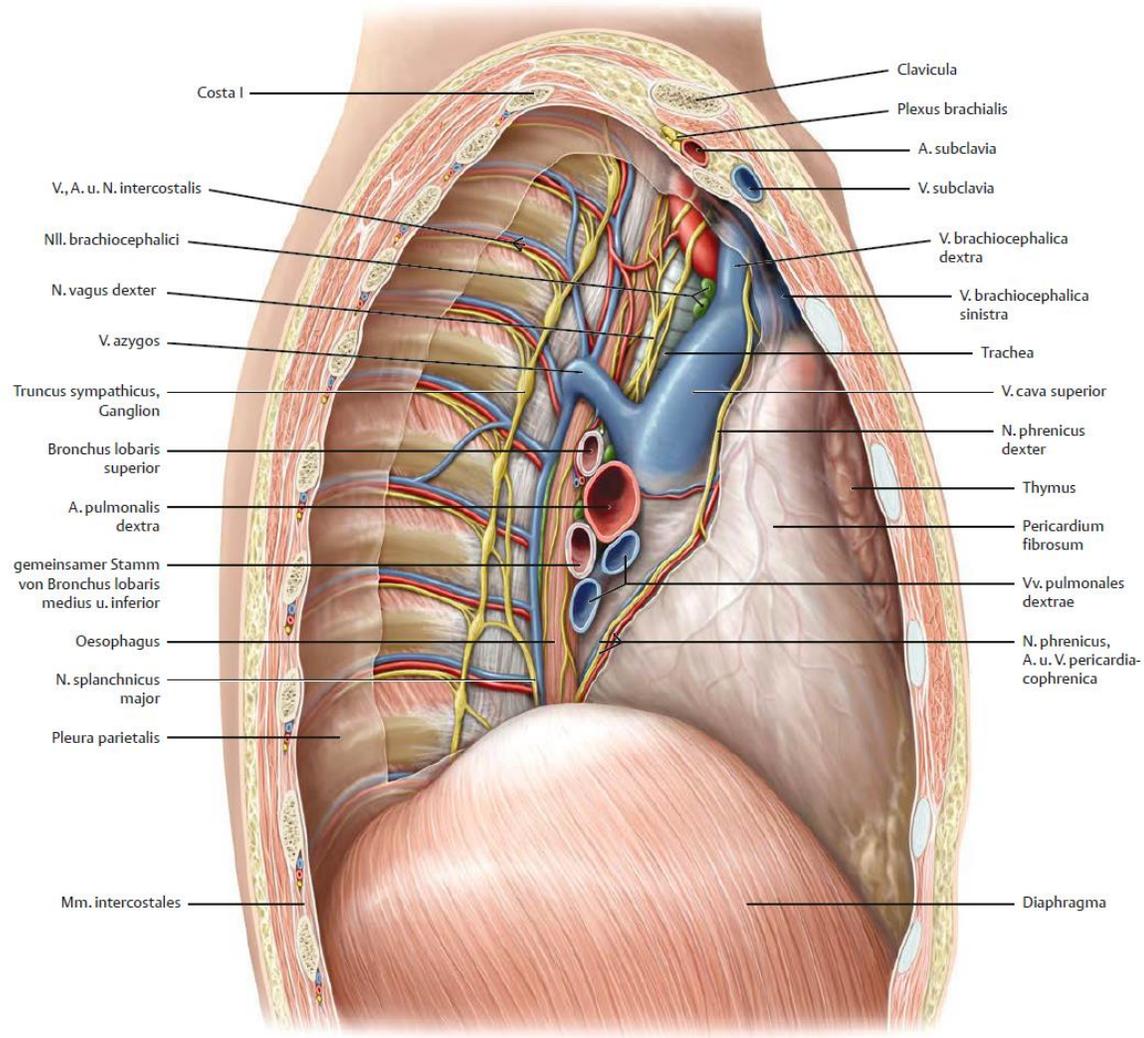
# Mediastinum posterius



## Wichtige Strukturen

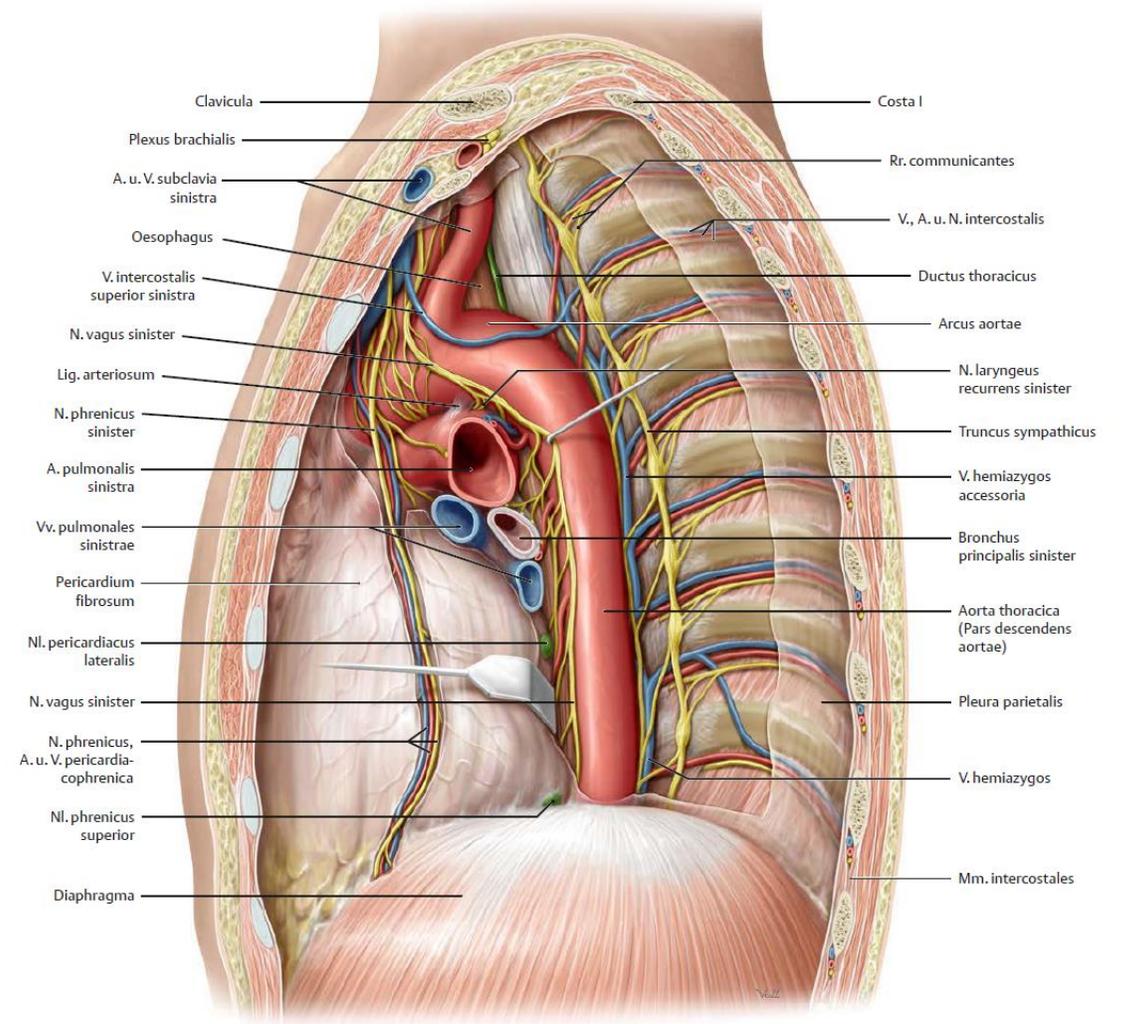
- Oesophagus
- Aorta thoracica
- V. azygos & V. hemiazygos
- N. vagus
- Tr. sympathicus
- Ductus thoracicus

# Mediastinum



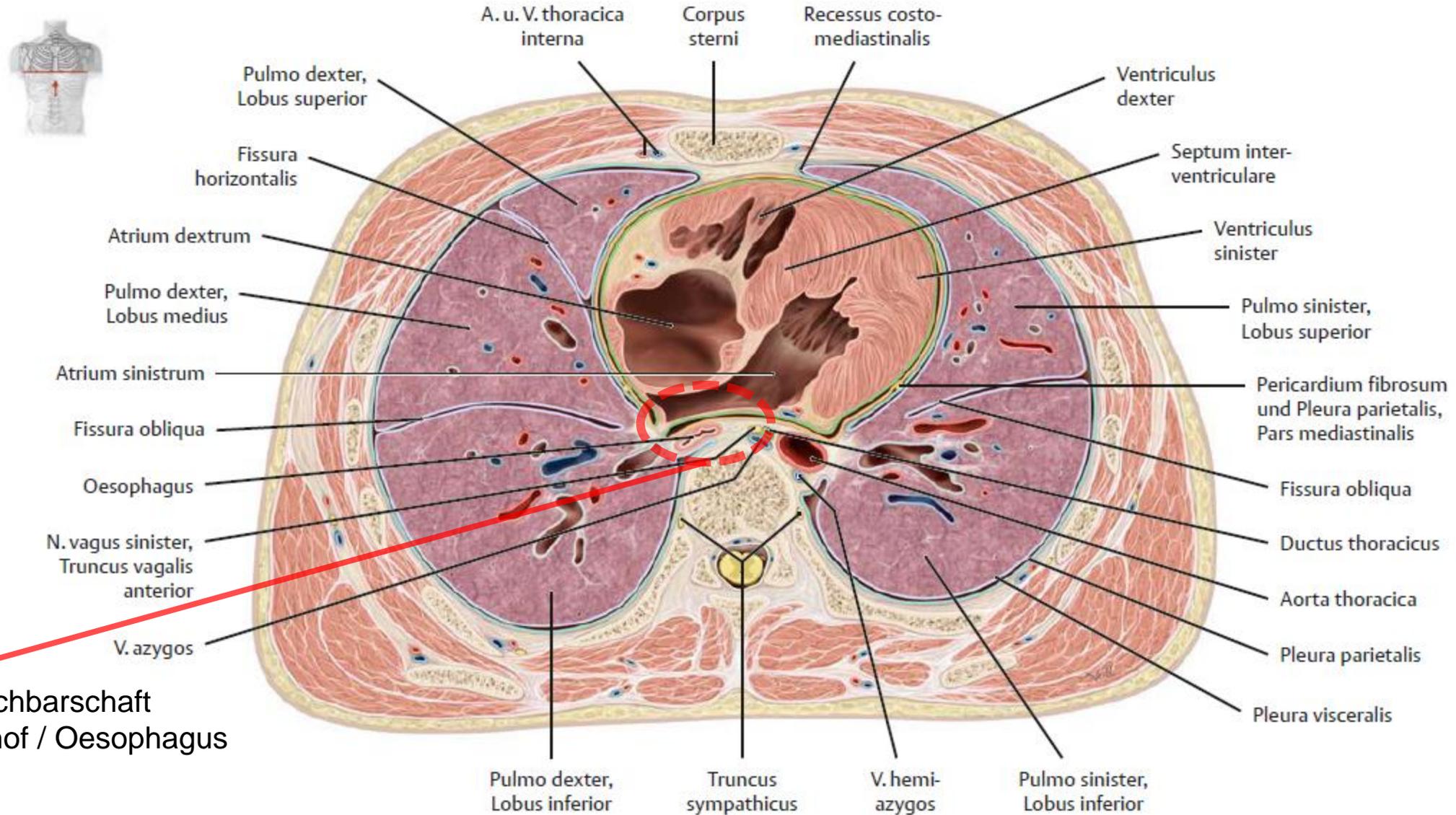
(Prometheus, Thieme)

Ansicht von rechts

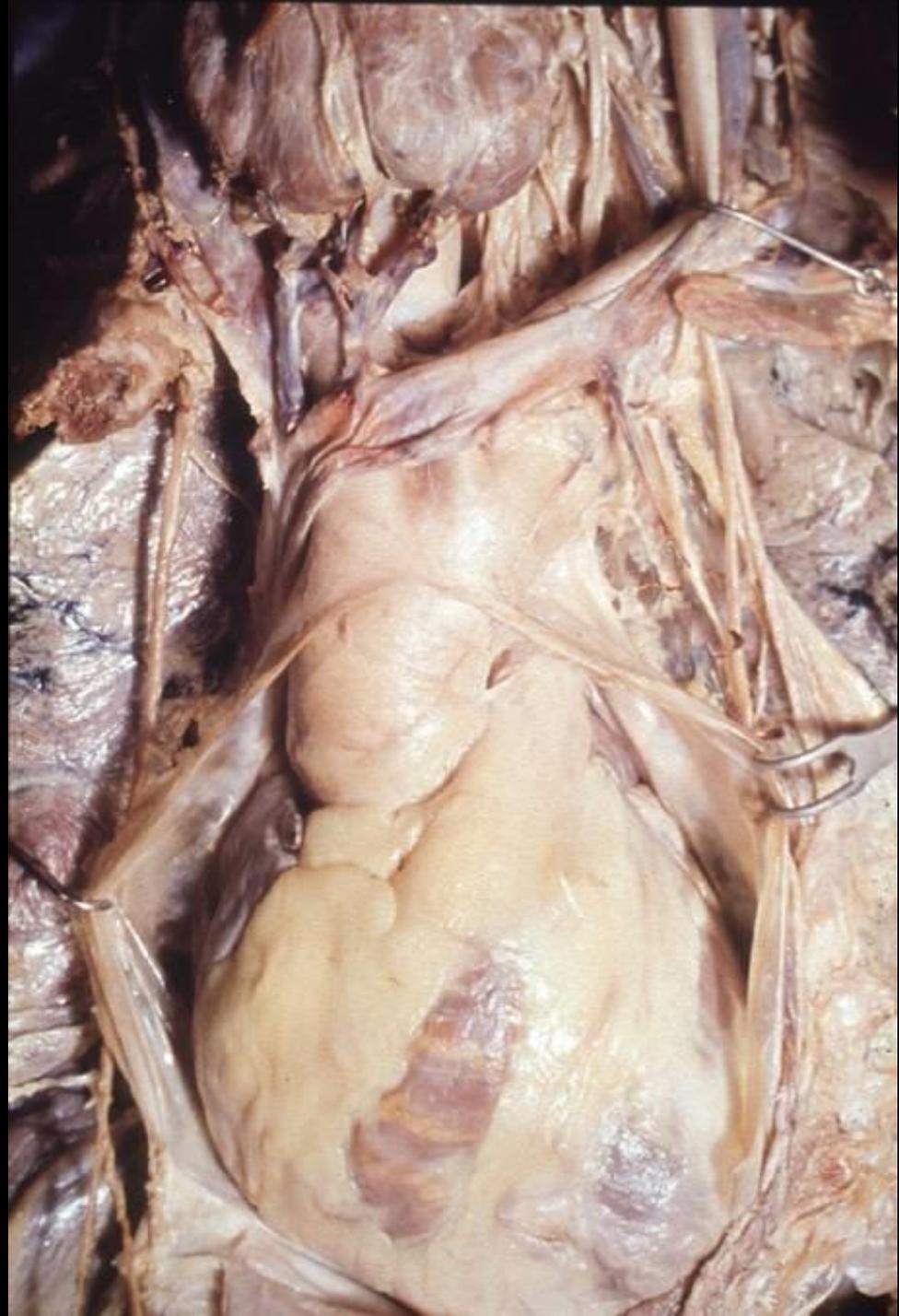


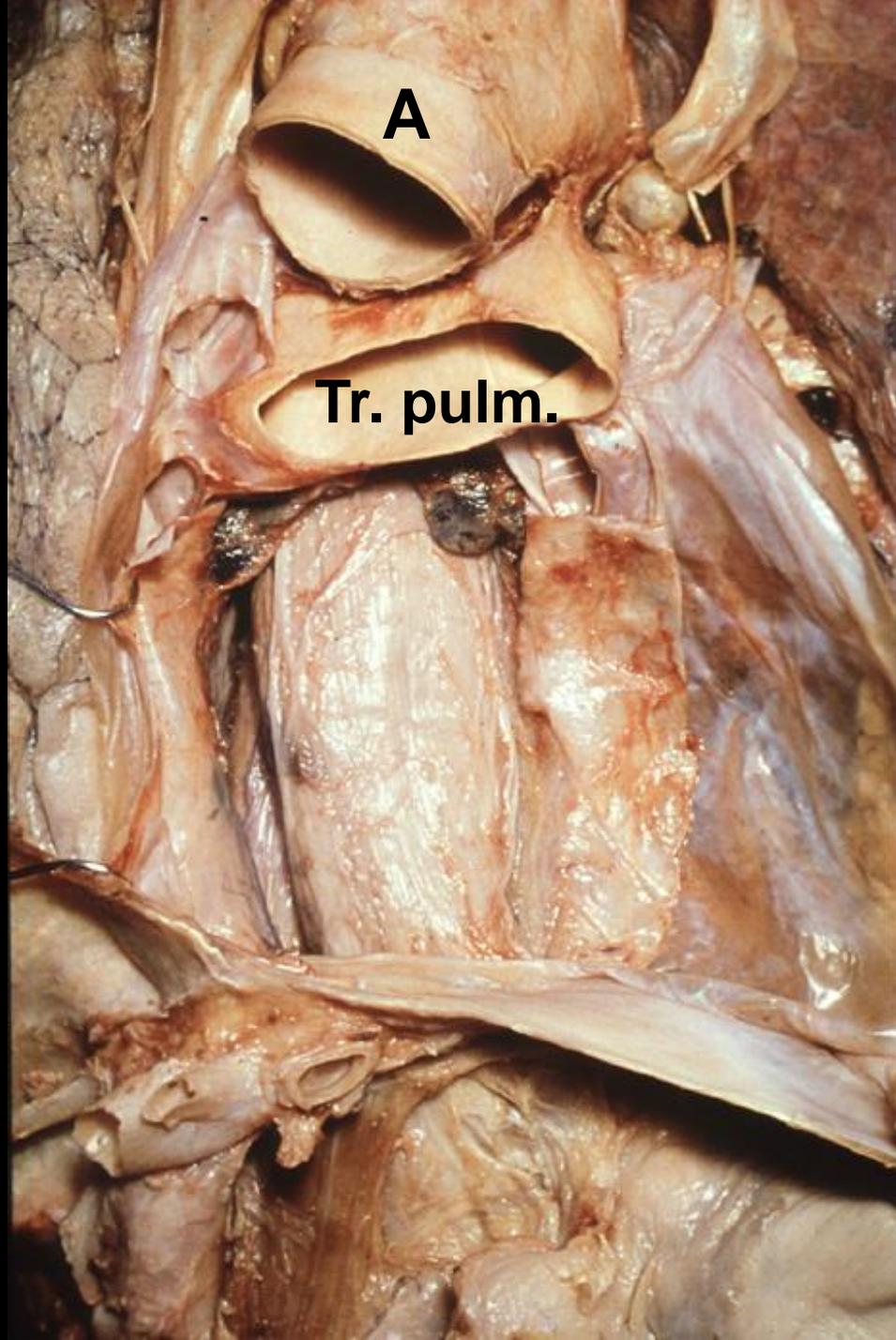
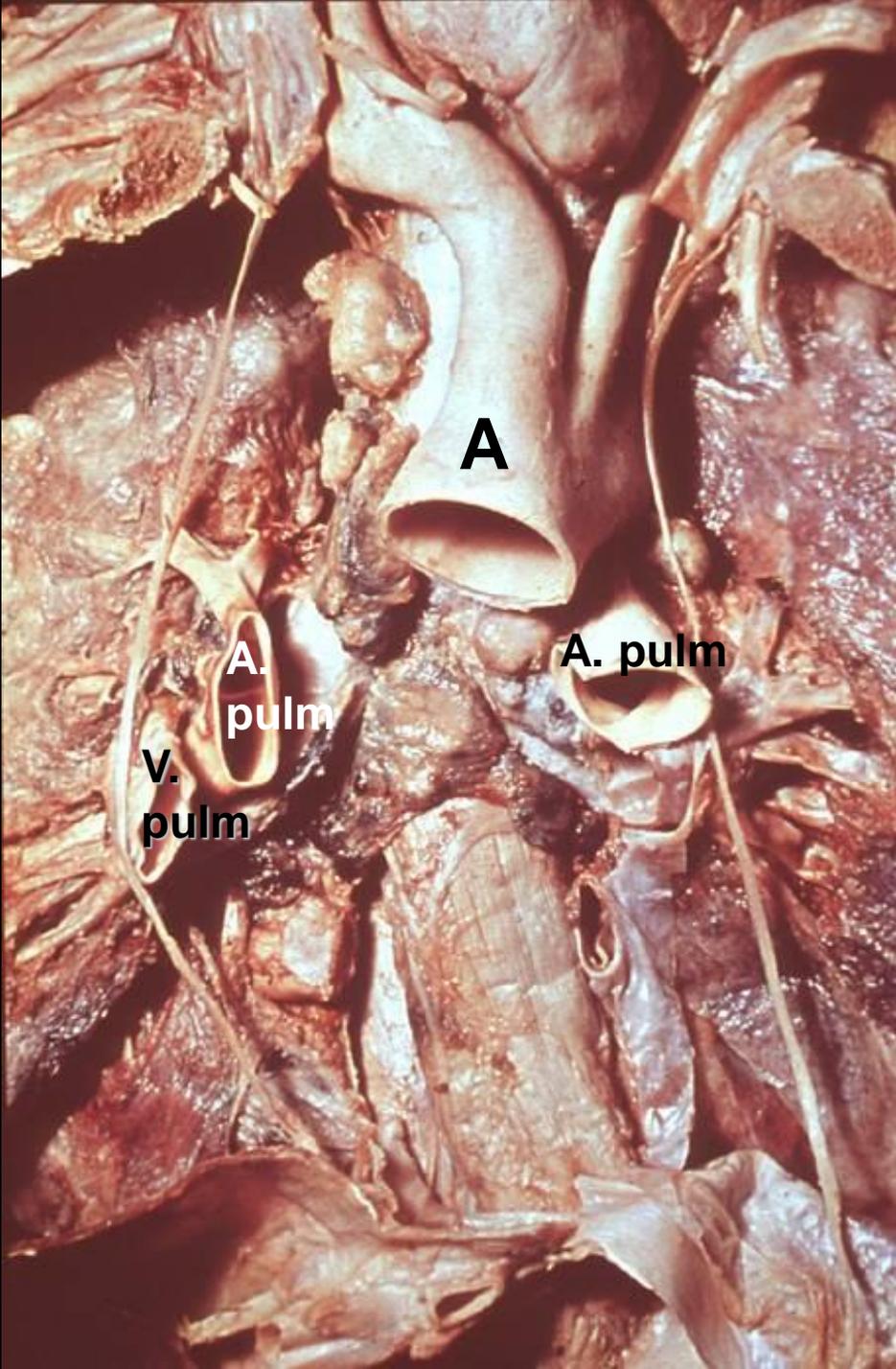
Ansicht von links

# Mediastinum - Horizontalschnitt



Beachte:  
Direkte Nachbarschaft  
Linker Vorhof / Oesophagus





# Überblick

## 1) Herz und grosse Gefässe

Herz und Thorax allgemein  
Herzlage, -grösse, -gewicht  
Gliederung Gefässsystem,  
grosse Gefässstämme (Aorta, Vena cava  
sup. et inf., Azygossystem),  
Besonderheiten

## 2) Herzstruktur / Herzklappen

Äussere Form (Basis, Apex, Facies)  
Aussenrelief (Sulci), Myoarchitektonik  
Abgang/Einmündung der grossen Gefässe  
Räume (Vorhöfe, Kammern, Septen)  
Herzklappen (Funktion, Aufbau), Herzskelett  
Auskultation, Perkussion, Bildgebung

## 3) Herzwand

Bauprinzip (Endo, Myokard, Epikard)  
Histologie (Kennzeichen, Sarkomer)  
Myoendokrine Zellen (ANP)

## 4) Gefässe: Arterien / Venen

Grundprinzip, Aufbau, Schichtung (inkl. allg. Histo  
glatte Muskulatur), elastische vs. muskuläre Arterien,  
Vasa und nervi vasorum, Venenklappen,  
Stammvenen vs. periphere Venen

## 5) Gefässe: Arteriolen, Kapillaren, Venulen

Anordnung, Aufbau, Dimensionen, Kapillartypen  
(geschlossen, gefenstert, offen), Endothelien,  
Perizyten, Venulen

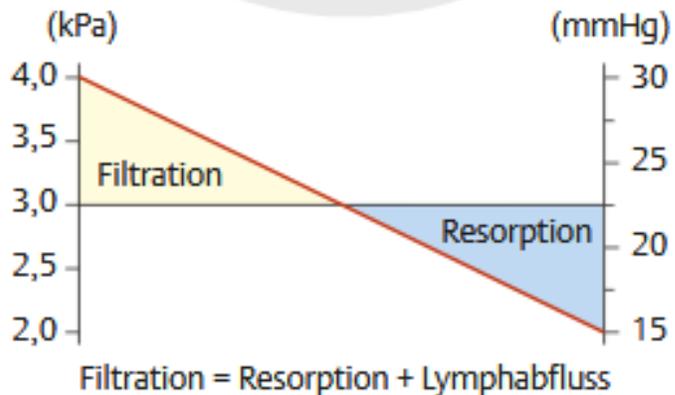
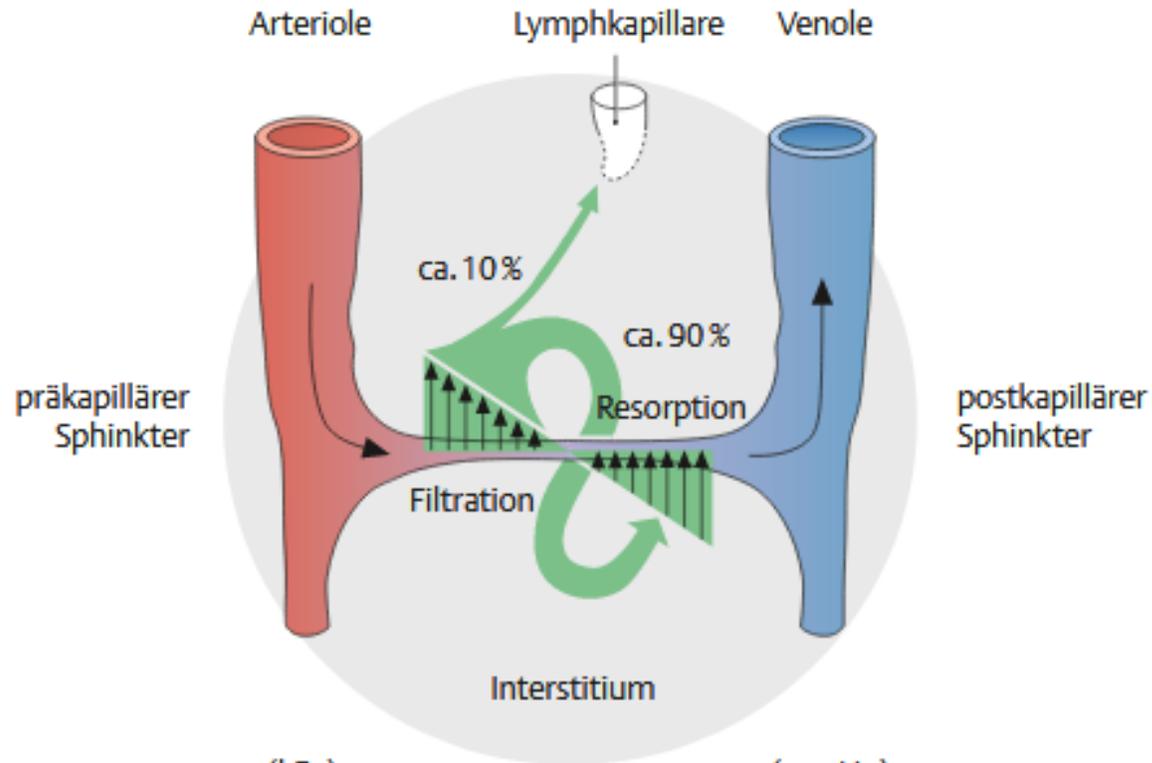
## 6) Herz: Reizbildung/leitung, Innervation, Durchblutung, Lage im Thorax

Erregungsbildung / -leitung (Sinus-, AV-Knoten,  
etc.), Plexus cardiacus (Sympathicus,  
Parasympathicus), Koronararterien, Herzvenen,  
Herzbeutel (Aufbau, Umschlagslinien), Mediastium  
(Einteilung, Inhalt), Topographie

## 7) Lymphgefässe

Anordnung, Aufbau und grosse Lymphgefässstämme

# Lympe und Lymphgefäße



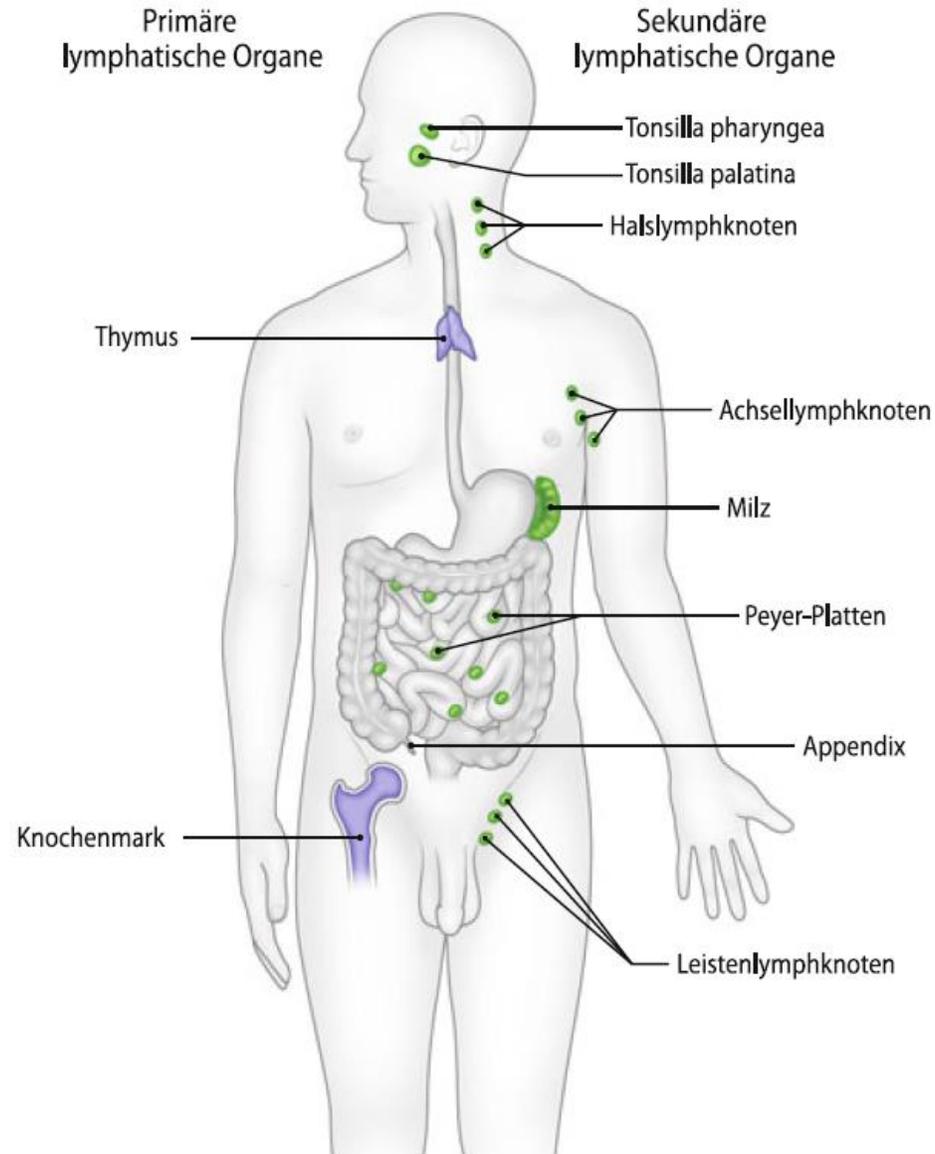
## Lympe

- Lateinisch: *lympa* «Quellwasser»
- Klare Flüssigkeit
- Lymphozyten und Antigene
- Keine Thrombozyten und Erythrozyten
- Funktion:
  - Immunabwehr
  - Abtransport Nahrungslipide
  - Abtransport Gewebeflüssigkeit (~10%)

## Lymphgefäße

- Blind im Gewebe beginnend
- Parallel zum venösen System
- Teil des lymphatischen Systems

# Lymphatisches System



## Primäre lymphatische Organe

- Bildungsorte der Lymphozyten
  - Knochenmark (B - Lymphozyten)
  - Thymus (T - Lymphozyten)

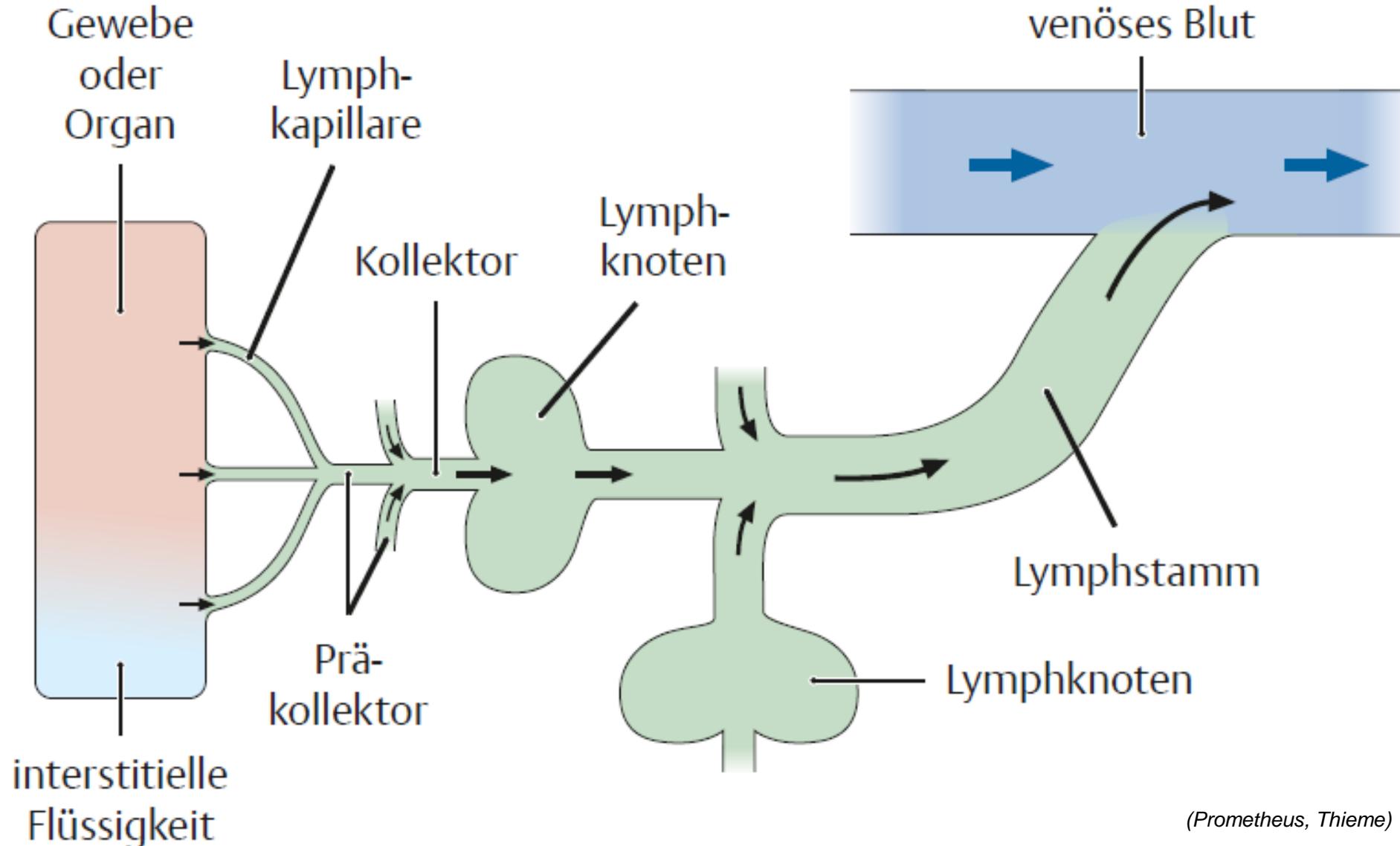
## Sekundäre lymphatische Organe

- «Siedlungsgebiete» von Lymphozyten
  - Tonsillen (Zunge, Rachen, Gaumen)
  - Milz
  - Peyer-Plaques (Darm)
  - Lymphknoten

## Lymphgefäße

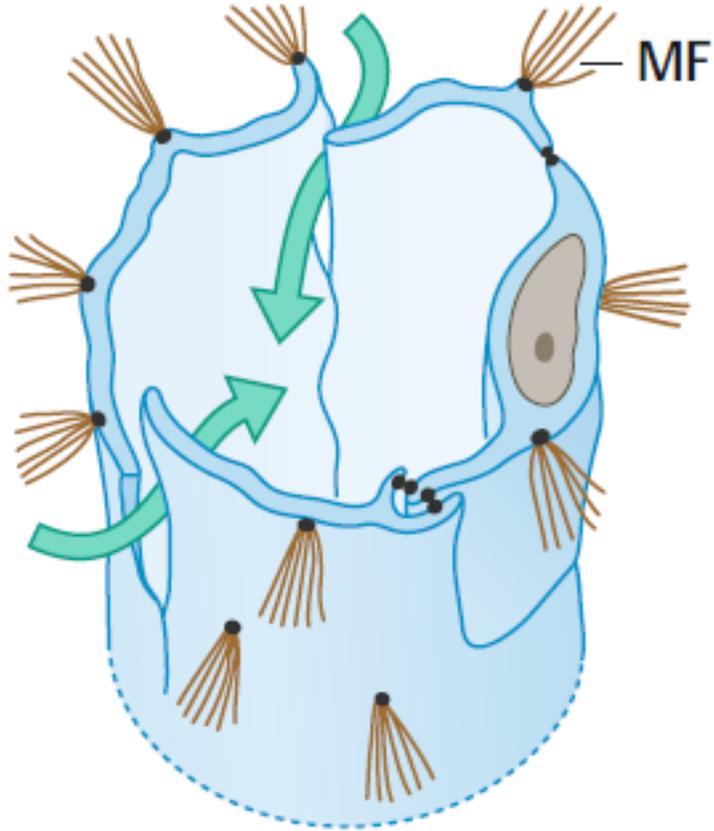
- Zahlreich in fast allen Organen  
(ausser: Knorpel, Knochen, Zahn, Nierenmark, Epithel, Plazenta, ZNS: -> *keine bzw. kaum*)

# Lymphgefäßssystem – Organisation



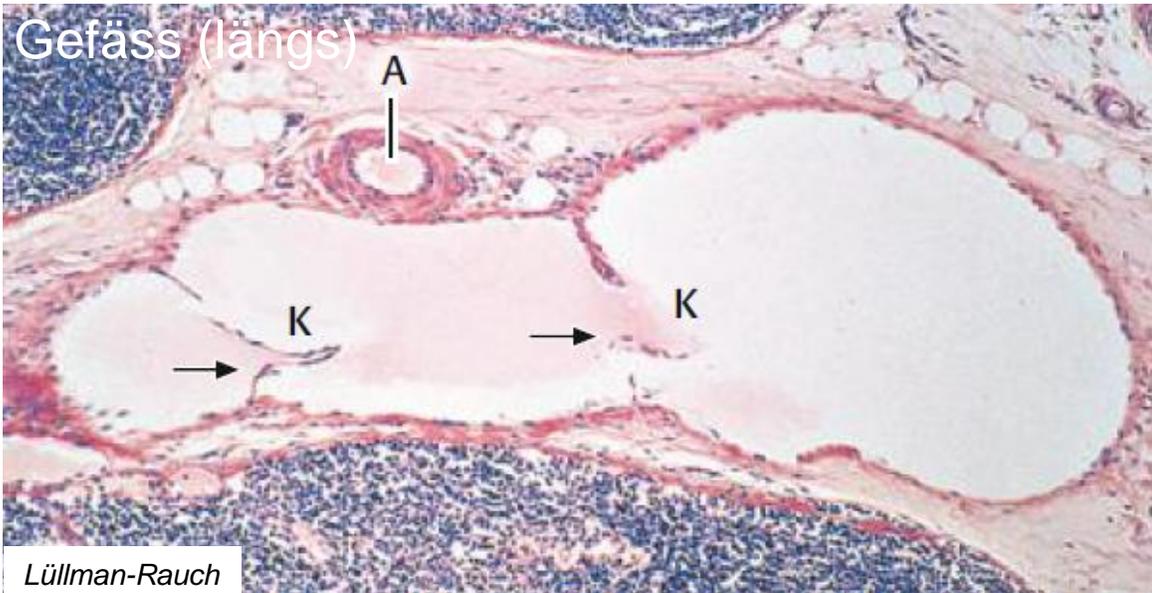
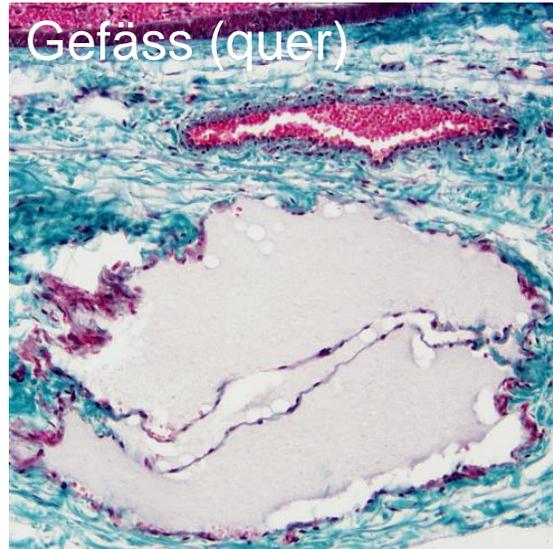
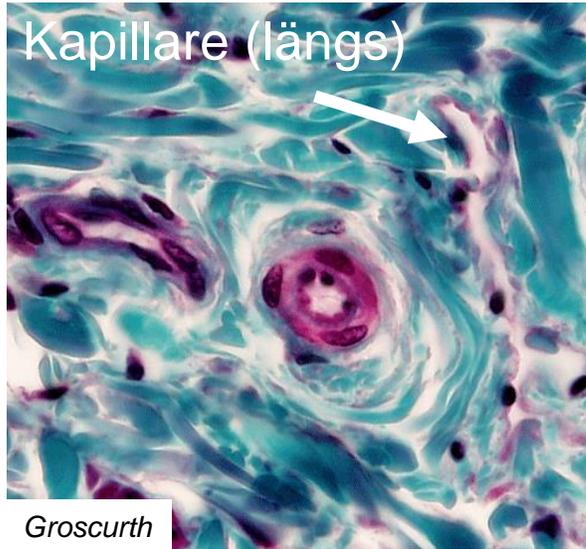
# Lymphgefäßssystem – Organisation

## Lymphkapillaren



- Blind im Gewebe beginnend
- Weiter als Blutkapillaren (D: bis 100  $\mu\text{m}$ )
- Hohe Permeabilität
- Aufbau:
  - Diskontinuierliches Endothel
  - Rudimentäre oder keine Basalmembran
  - Wenige Zell-Zell Verbindungen
  - Verankerung via Mikrofibrillen (MF)

# Lymphgefäßssystem – Organisation



## Lymphkapillaren

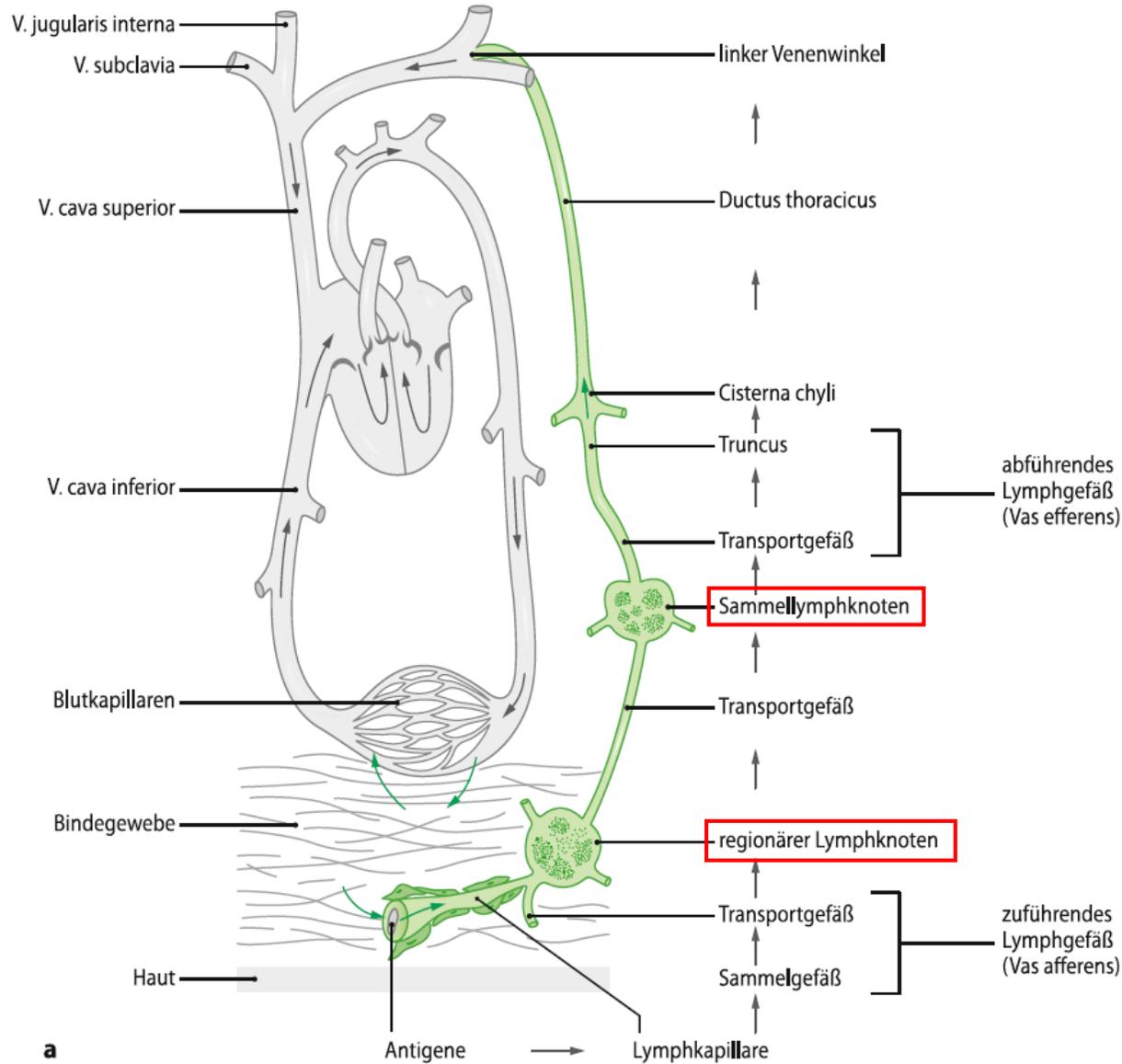
## Lymphgefäße

- Kollektoren & Transportgefäße
- Aufbau:
  - Endothel
  - Bindegewebige Gefäßwand
  - Kaum glatte Muskelzellen
  - Klappen

## Lymphstämme / Lymphgänge

- Trunci & Ductus
- Aufbau:
  - Endothel
  - Wand wie grosse Venen
  - aber vergleichsweise dünn

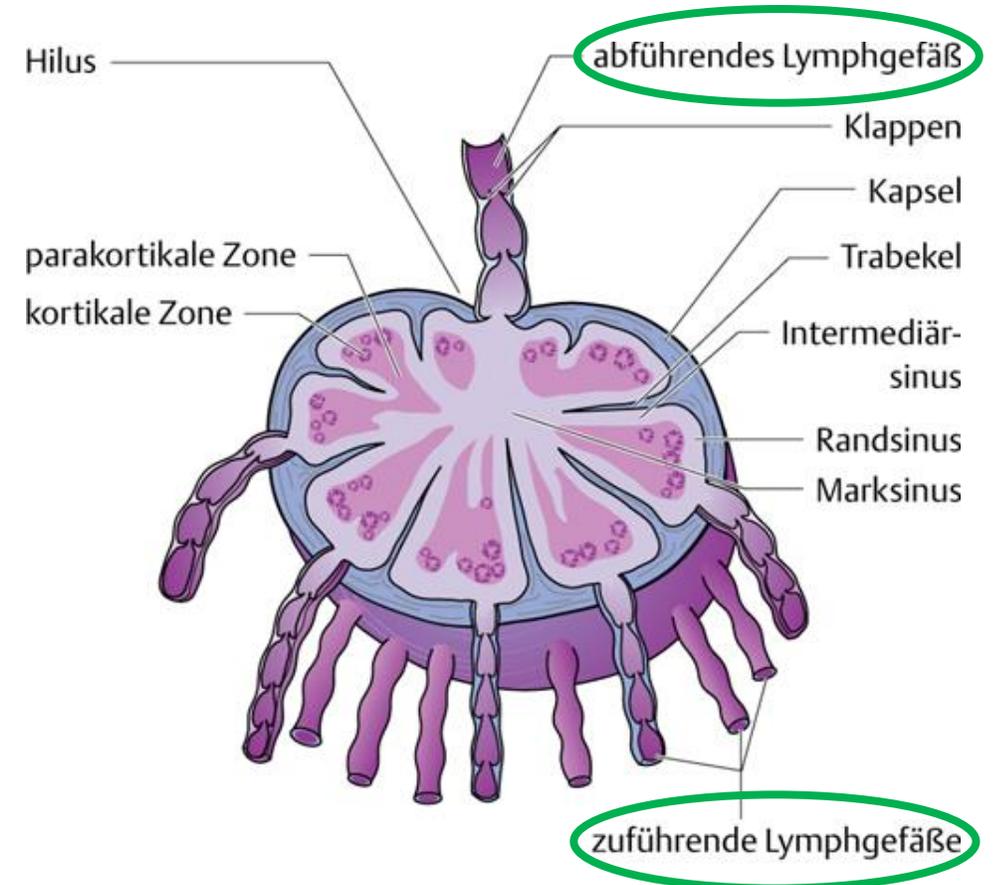
# Lymphgefäßssystem – Organisation



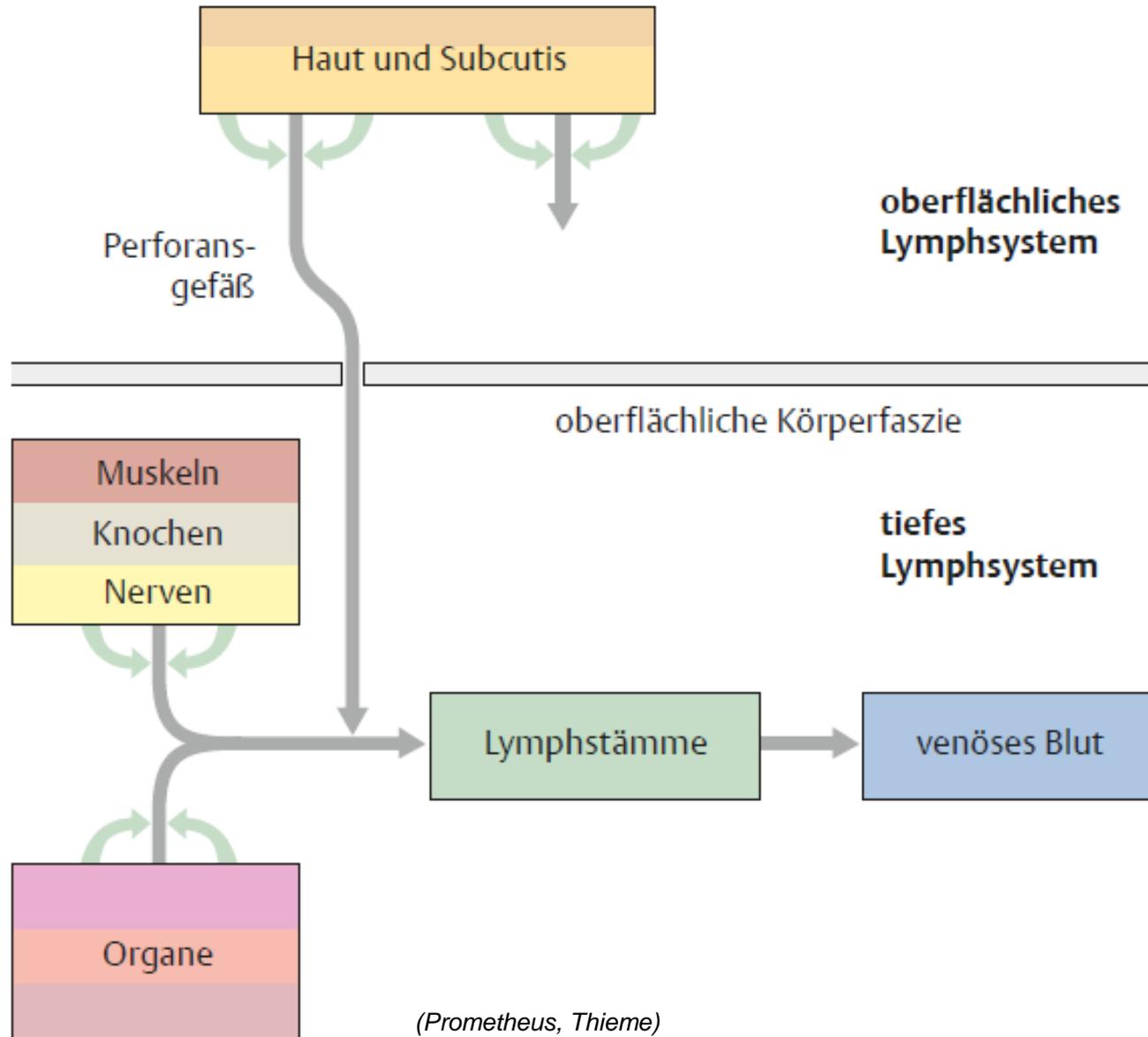
**a**  
(Zilles & Tillmann; Springer)

## Lymphknoten

Zwischengeschaltete «Filterstationen»



# Lymphgefäße – Zwei verbundene Systeme



**Oberflächliches System**  
(subkutan)

**Tiefes System**  
(subfaszial)

## Verbindungen

vor allem im Bereich:

- Kopf (Unterrand)
- Hals
- Achselhöhle
- Leistenbeuge

→ *Viele Lymphknoten*

# Die vier grossen Lymphabflussgebiete der Körperwand

## I. Kopf

- Lnn. occipitales
- Lnn. submentalis
- Lnn. submandibularis

## I. Hals / Nacken

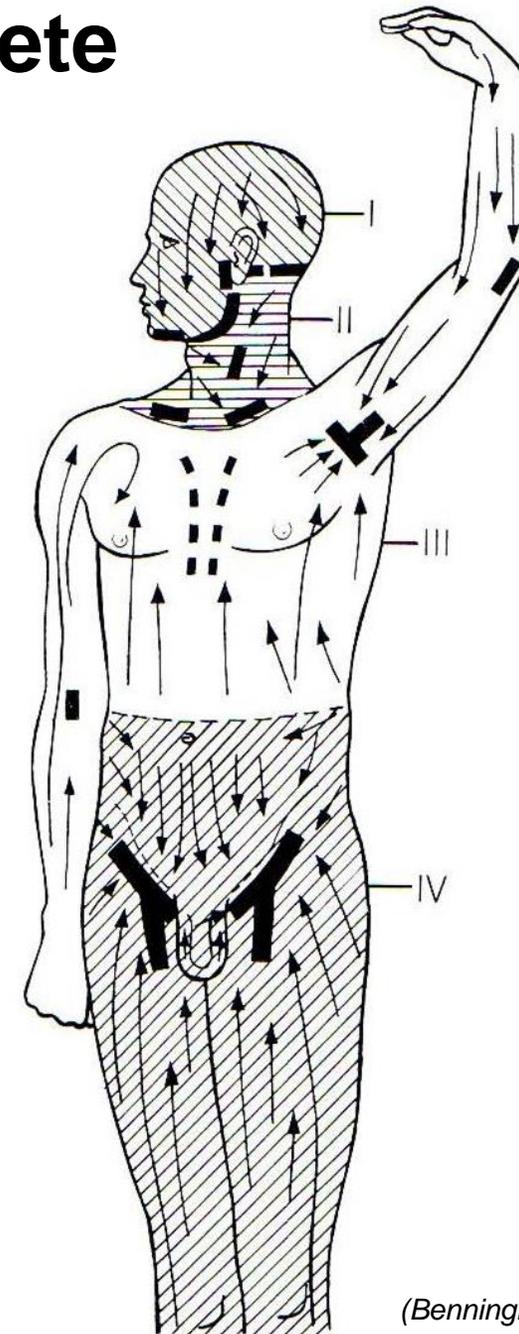
- Lnn. cervicales sup.
- Lnn. cervicales inf.

## III. Obere Körperhälfte

- Lnn. cubitales
- Lnn. axillares
- Lnn. pectorales

## VI. Untere Körperhälfte

- Lnn. popliteales
- Lnn. inguinales



(Benninghoff, Elsevier)

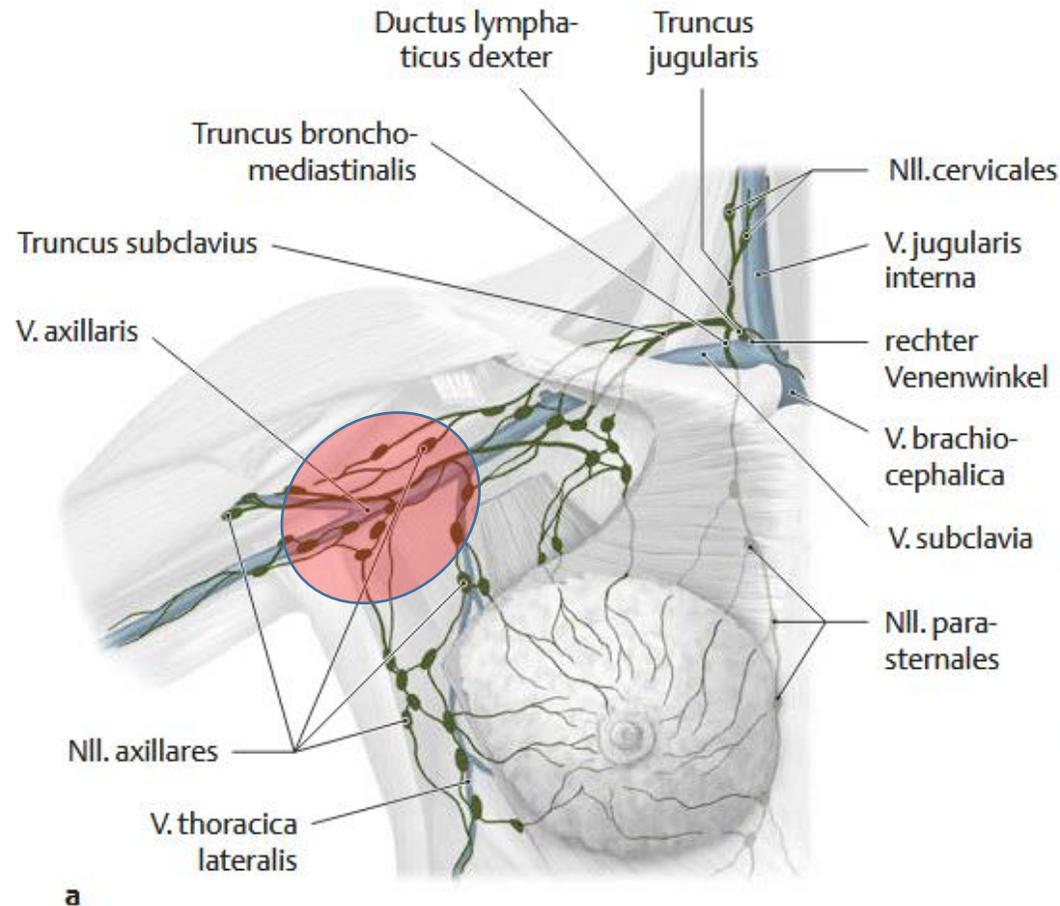
Abkürzungen (Plural):

Lymphonodi - Lnn.

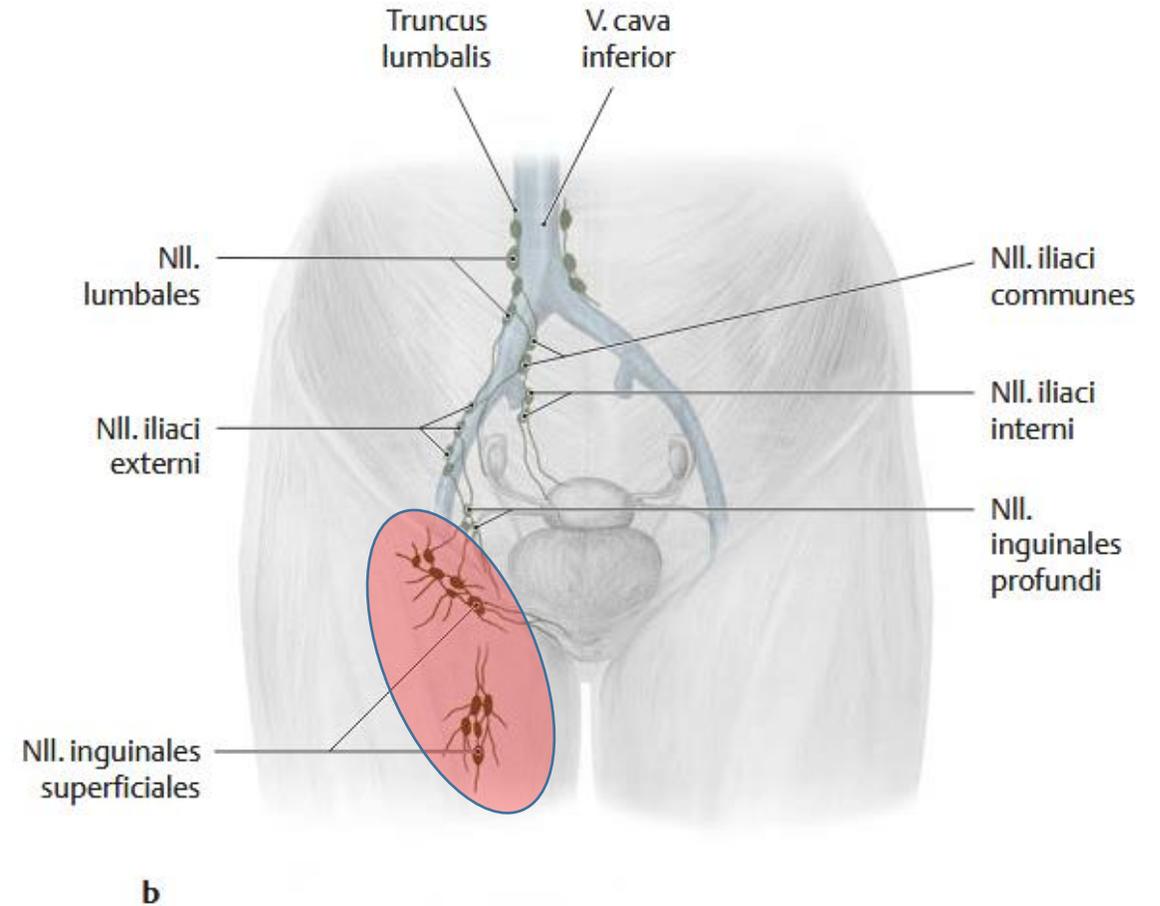
Nodi lymphoidei - Nll.

# Wichtige oberflächliche Lymphabflussstationen

z.B. axillar

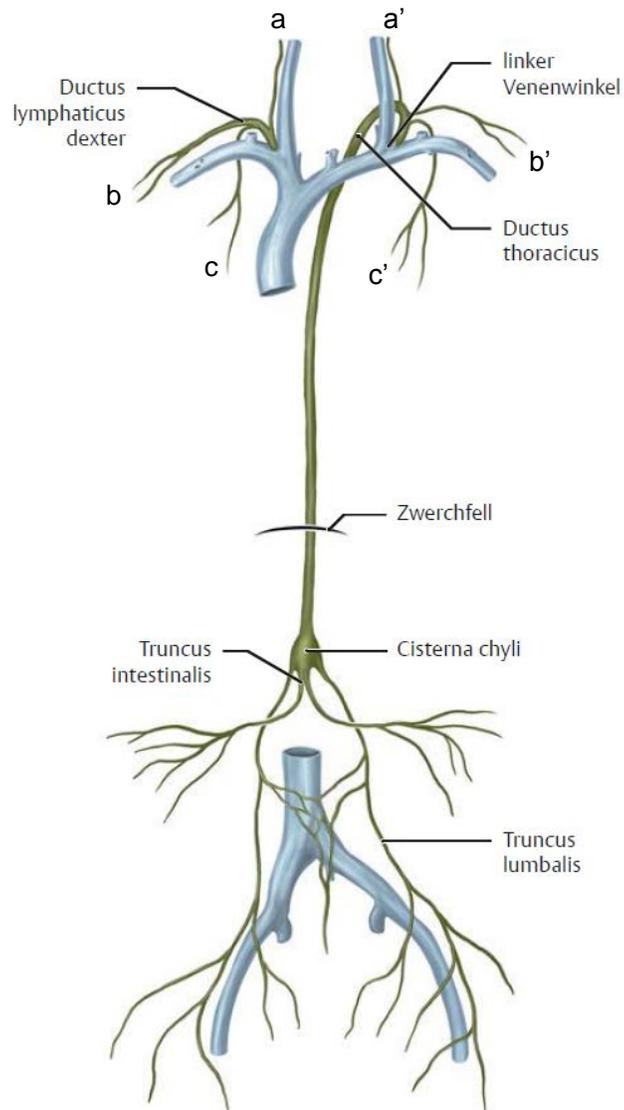


z.B. inguinal



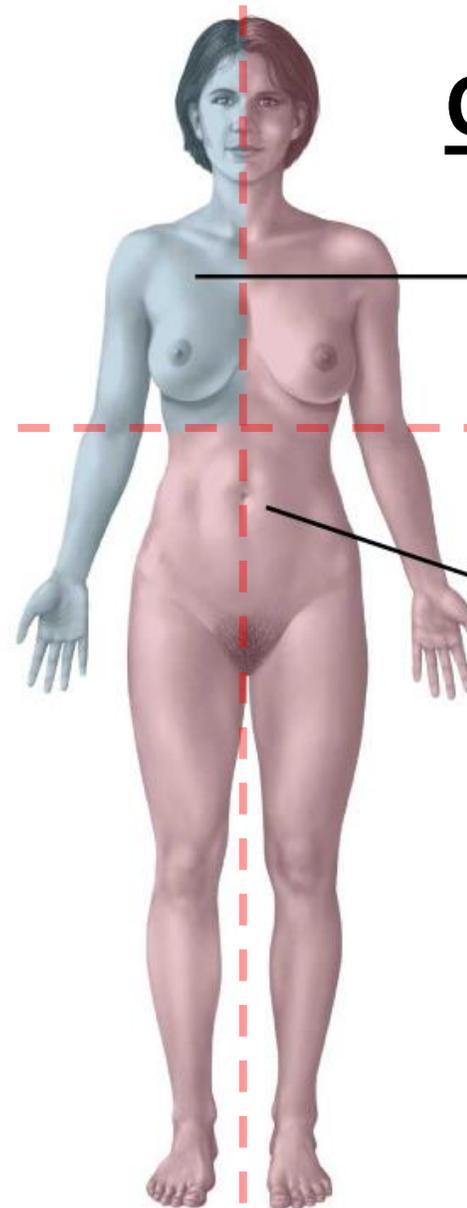
Klinische Untersuchung – Abtastung (Palpation)

# Tiefe Lymphabflusswege (Ductus & Trunci)



(Prometheus, Thieme)

## Quadrantenregel



### **Ductus lymphaticus dexter**

Truncus jugularis dexter (a)

Truncus subclavius dexter (b)

Truncus bronchiomediastinalis dexter (c)

### **Ductus thoracicus**

Truncus jugularis sinister (a')

Truncus subclavius sinister (b')

Truncus bronchiomediastinalis sinister (c')

+

Cisterna chyli

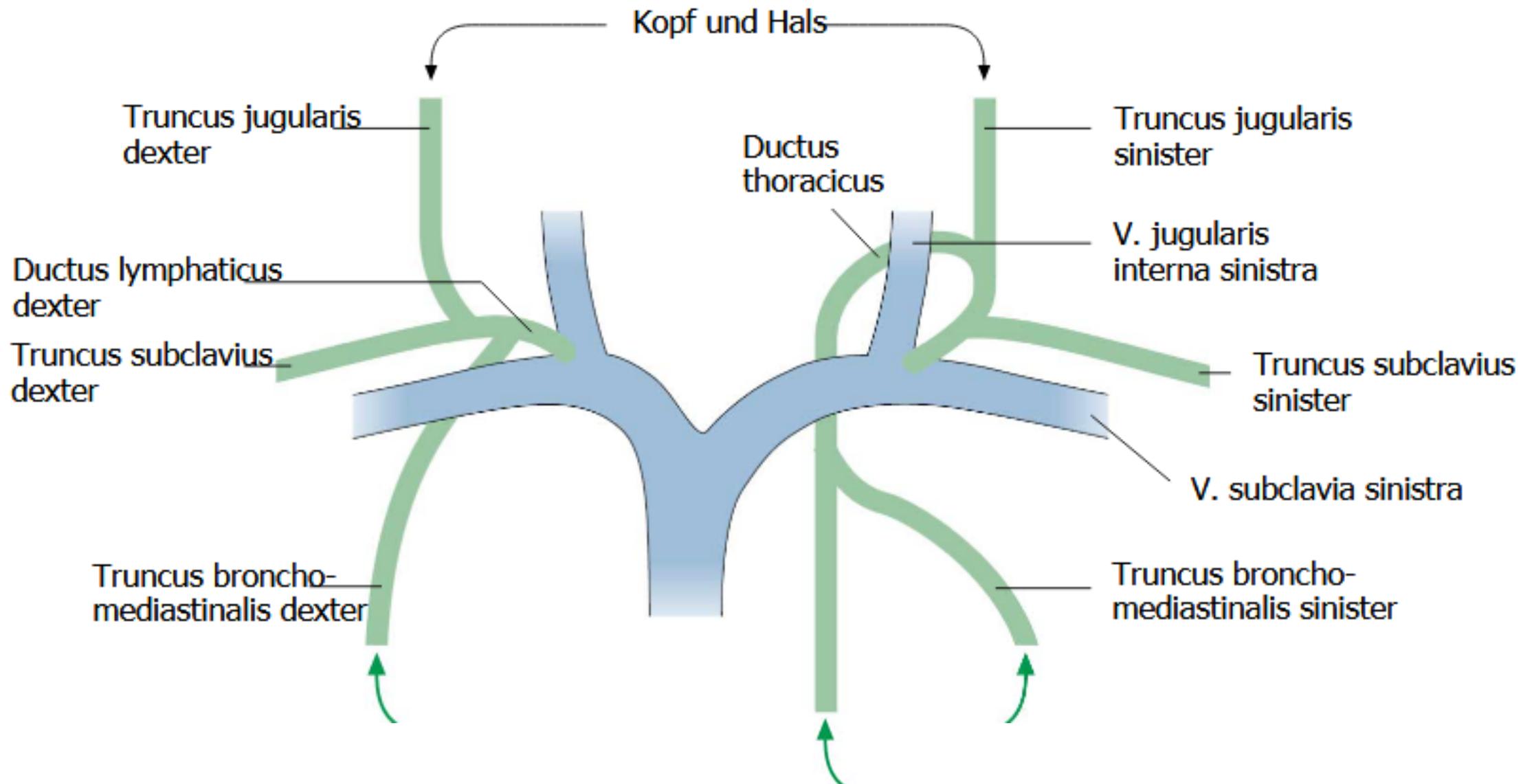
- Trunci lumbales

- Trunci intestinales

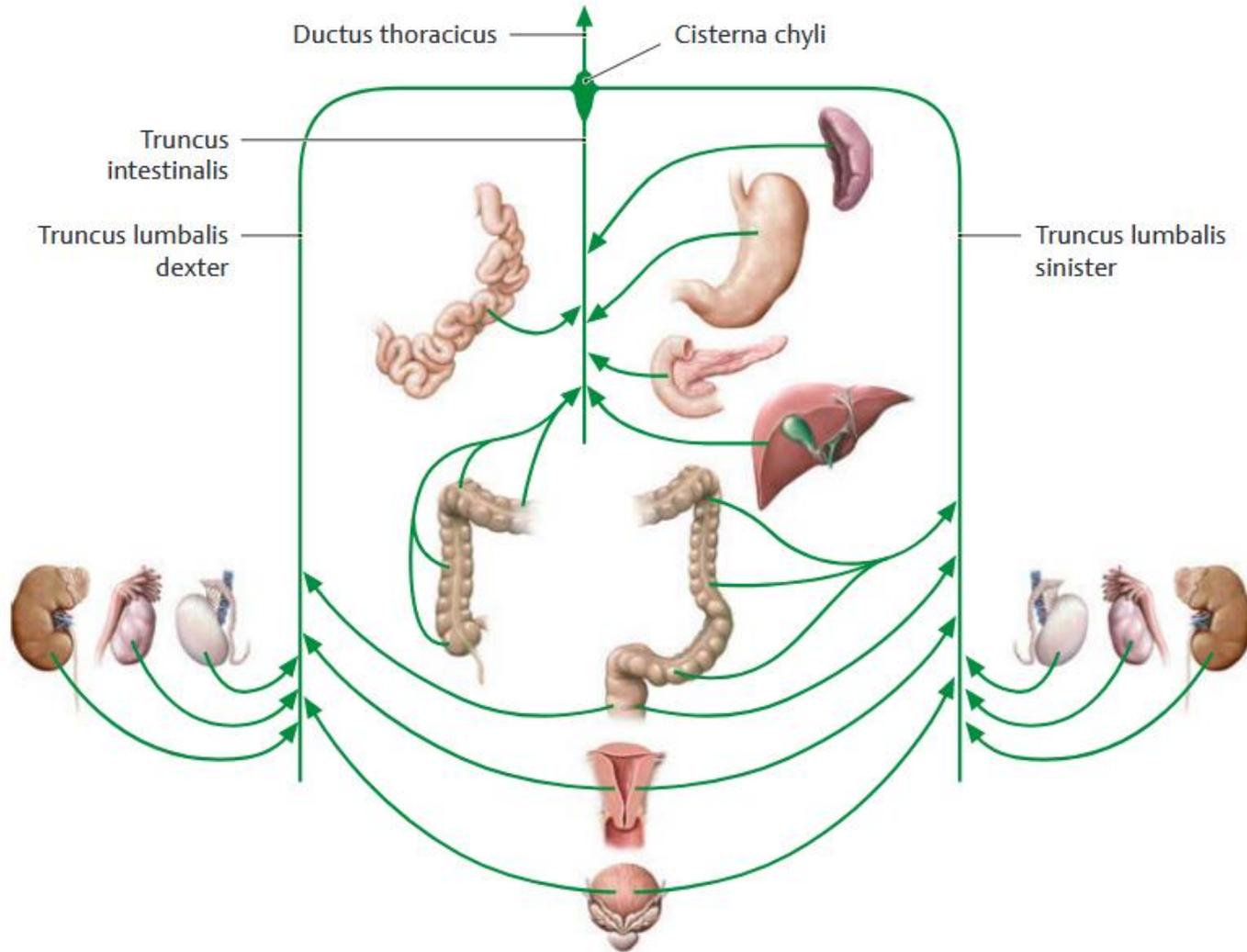
(Aufnahme von Nahrungsfetten

Chylomikronen – «Milchbrustgang»)

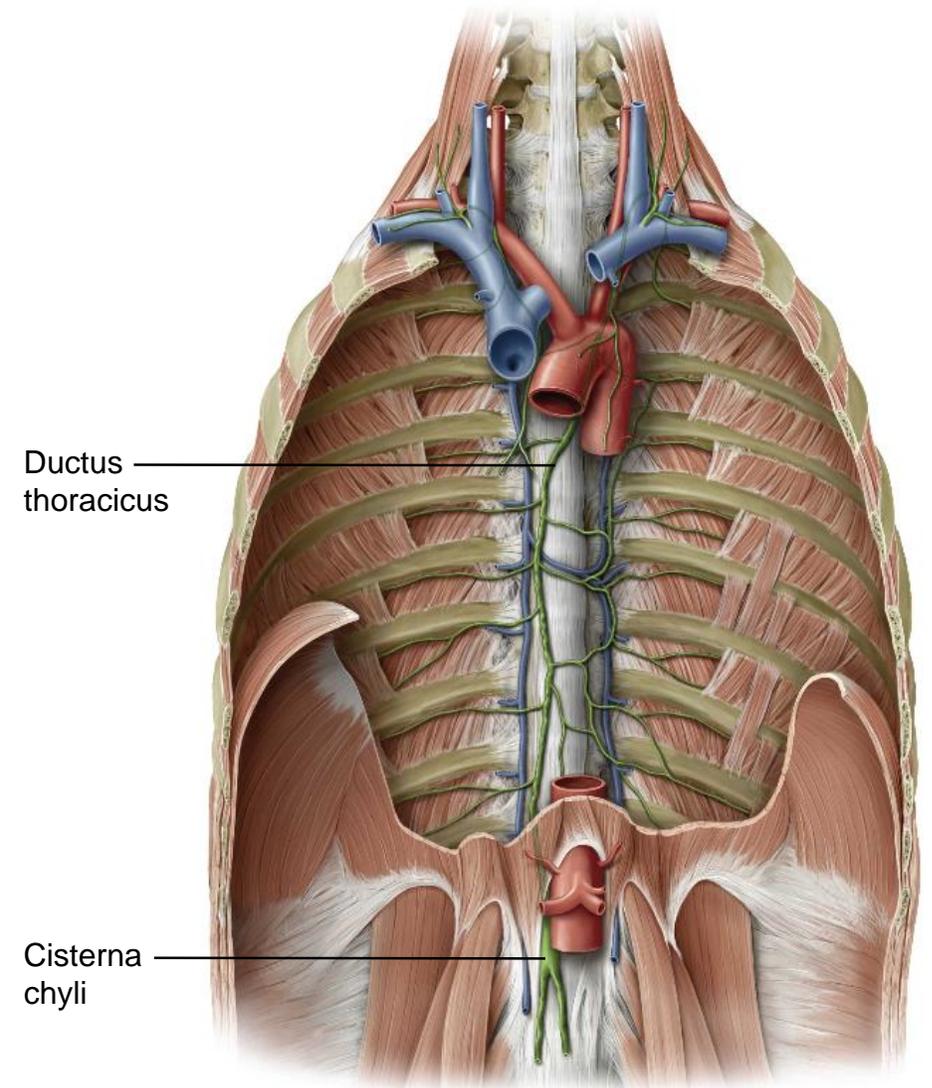
# Einmündungen in rechten und linken Venenwinkel



# Cisterna chyli und Ductus thoracicus



(Prometheus, Thieme)



(Thieme Bilddatenbank)