

# Lymphatisches Gewebe I.

Zellen, Lymphfollikeln, Tonsillen, Lymphknoten  
Das Lymphatische Gewebe der Schleimhaut



Dr. Ildikó Bódi

Anatomisches, Histologisches und Embryologisches Institut

2019.

# Lymph, lymphatische Organe

Täglich entstehen ca. **3 Liter Flüssigkeit**, die nicht ins venöse Kreislaufsystem aufgenommen wird. Sie wird **durch den Lymphkreislauf direkt vor dem Herzen ins venöse System drainiert**.

Sowohl im Blutkreislauf, als auch in den Lymphkreislauf sind Organe eingeschaltet, die eine Filterfunktion erfüllen. Diese werden Lymphatische Organe genannt.

**Primäre** (zentrale) lymphatische Organe: Immunkompetente T- und B-Lymphozyten entstehen

**Sekundäre** (periphere) lymphatische Organe: Antigene bewirken die Aktivierung und Weiterdifferenzierung dieser Lymphozyten (Lymphozytenrezirkulation).

Lymph- und Blutkreislauf verbinden die lymphatischen Organe.

Erkrankungen im lymphatischen System weisen eine große Vielfalt auf, von den banalen (Oedema, Anasarca, Infektionen) bis zu den schwerwiegenden bzw. tödlichen (Infektionen, Autoimmunität, Immundefizienzen, Tumorentstehung und Metastatisierung) Folgen.

## Die Organisationsebenen des Immunsystems:

Zellen: angeborene und adaptive/anpassungsfähige Immunität

Gewebe: Blut- und Lymphgewebe

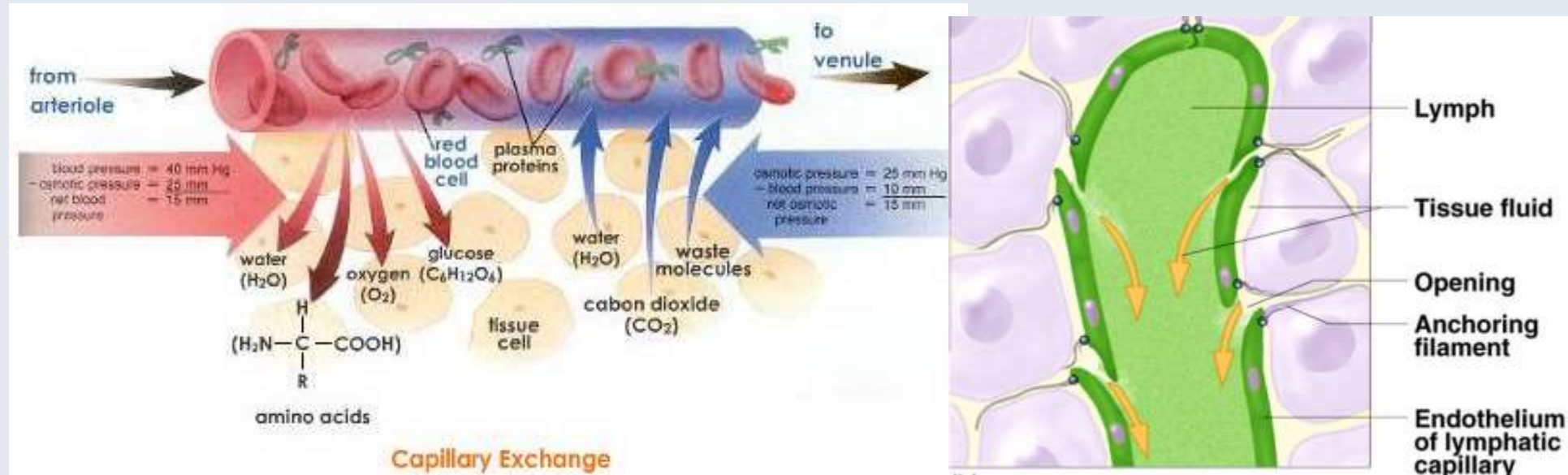
Organe: Lymphorgane

Unser Körper verliert ständig Flüssigkeit. **Durch den hydrostatischen Druck im Kapillargebiet dringt Plasma aus den Gefäßen ins umgebende Gewebe. Ein Teil dieser Flüssigkeit wird durch den kolloidosmotischen Druck (KOD) wieder zurückgeholt. Der Rest, der zurückbleibt, ist die sogenannte Lymphe (lateinisch *lympha* = klares Wasser).** Sie ist eine farblose, bis leicht gelbliche Flüssigkeit, die zu Gerinnen vermag. Sie besteht zum größten Teil aus Wasser, etwa **3 % aus Proteinen und 2 % aus Lipiden.** Diese wird **durch das Lymphsystem wieder aufgesammelt und in das Kreislaufsystem zurückgeführt.**

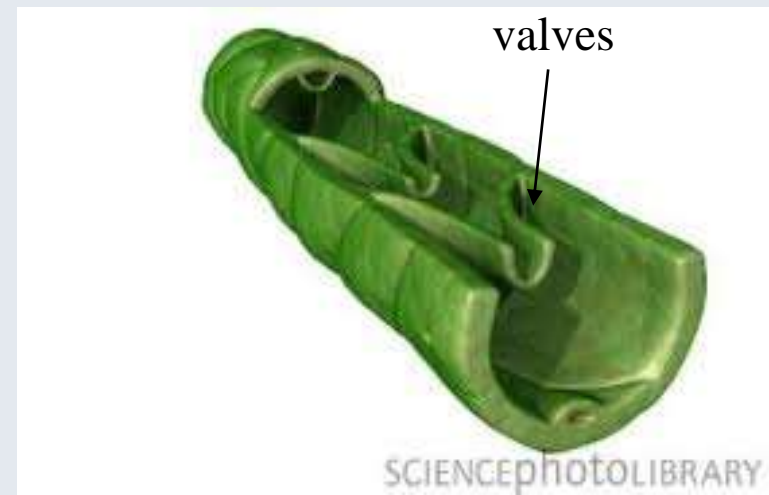
Die Bahnen des Lymphsystems beginnen blind in der Peripherie und vereinigen sich immer weiter. Die Lymphe aus den unteren Körperregionen sammelt sich in der Cisterna chyli und fließt dann über den Ductus thoracicus weiter zum **linken Venenwinkel** in das Blutgefäßsystem. Auch die Lymphe aus der linken oberen Körperhälfte mündet über den Ductus thoracicus in den Blutkreislauf. Nur die Lymphe aus der rechten oberen Region fließt über den Ductus lymphaticus dexter in den **rechten Venenwinkel**.

Auf ihrem Weg durch dieses System nimmt die Lymphe alles mit, was ihr begegnet, und kommt so mit fast allen Substanzen im Körper in Kontakt – auch mit Fremdstoffen, Tumorzellen und Krankheitserregern. Diese werden dabei in den Lymphknoten erfolgreich aus dem System herausgefiltert.

# Lymph und Lymphgefäße

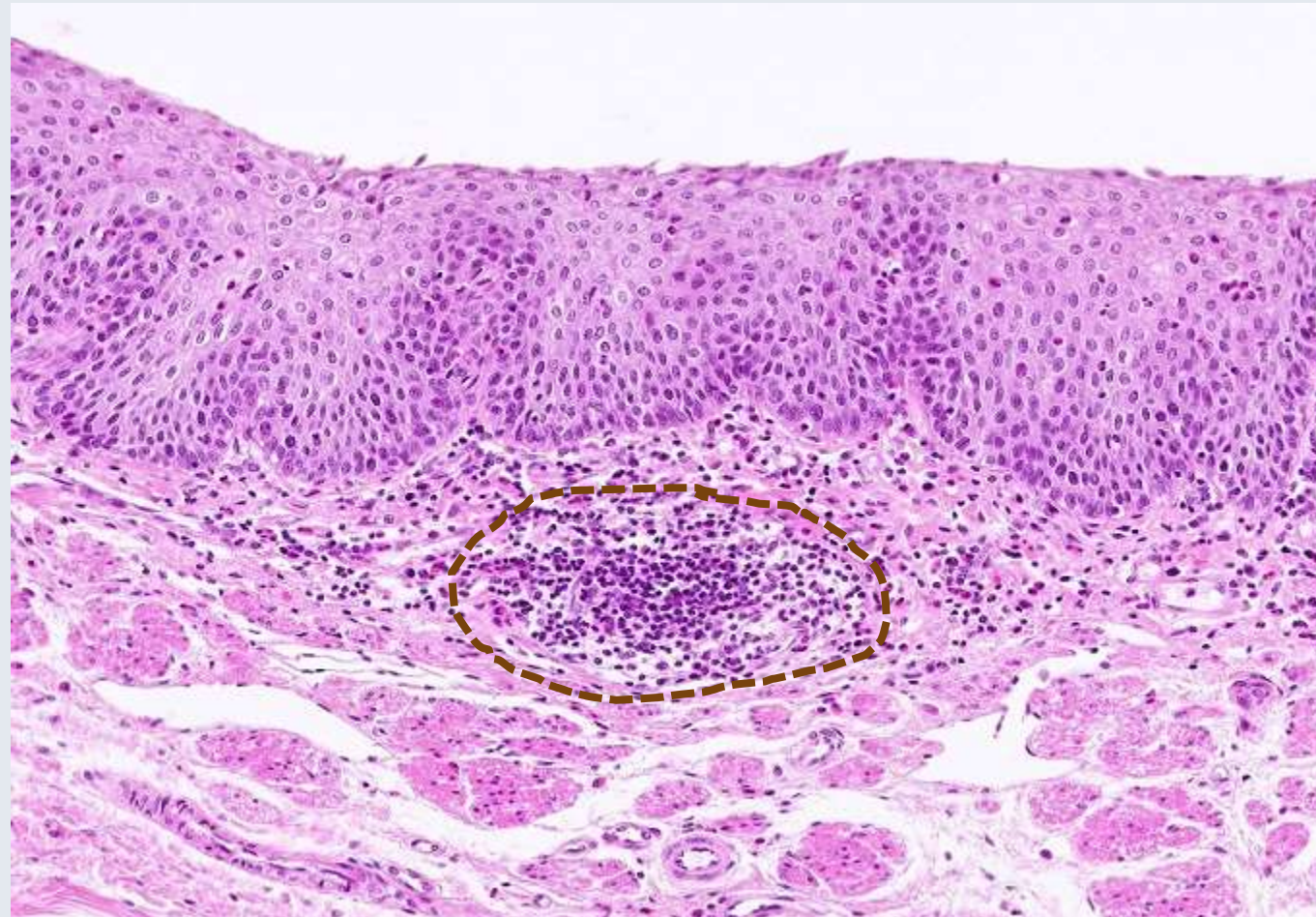


Sie besteht zum größten Teil aus Wasser, etwa **3 %** aus **Proteinen** und **2 %** aus **Lipiden**.



# diffuses lymphoides Gewebe

Die Lymphozyten können aufgrund ihrer Basophilie identifiziert werden.



# Eingeschaften von Lymphgewebe

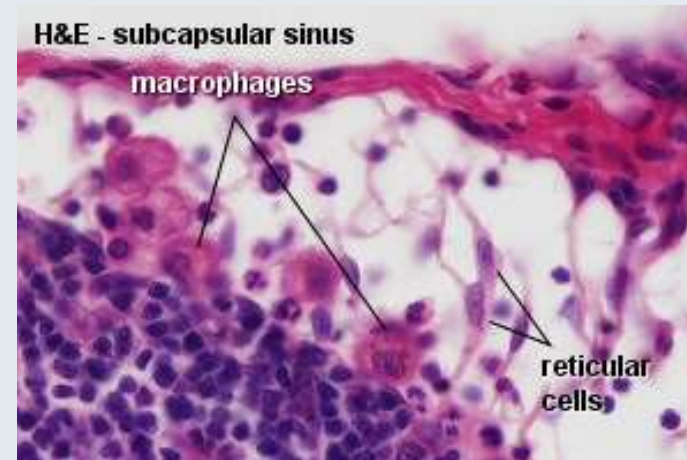
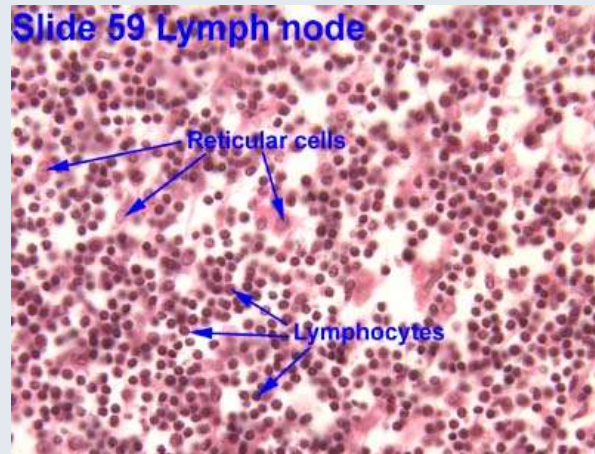
Grundsätzlich reichern sich Lymphozyten im Bindegewebe an, sie können das Epithelium durchdringen: lymphoide Infiltration.

frei oder von einer Kapsel umgeben

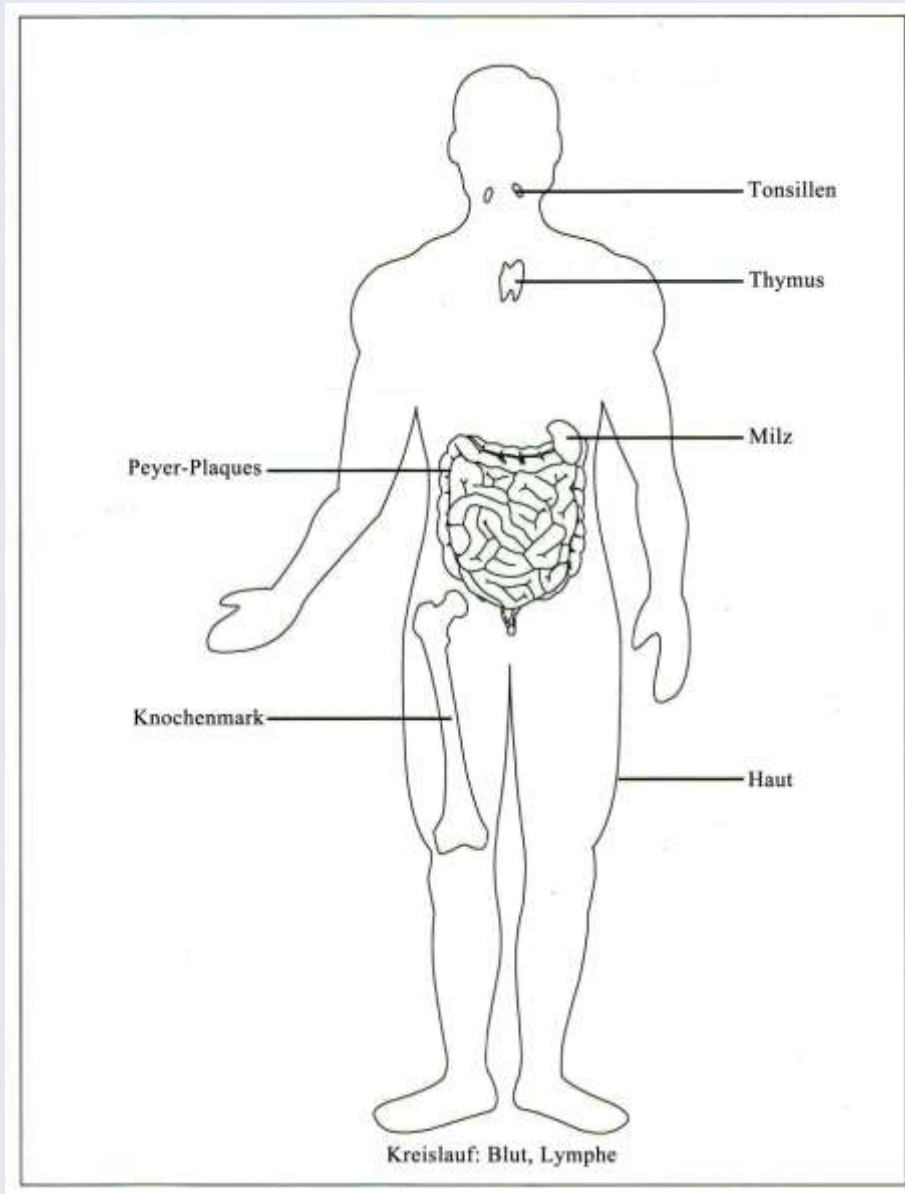
**Die Lymphozyten** färben sich dunkel auf den Präparaten, denn sie enthalten wenig Zytoplasma.

Sie befinden sich in einem retikulären Fasernetz (Koll.III.), die Fasern werden durch fibroelastischen Retikulumzellen synthetisiert. Sie besitzen langgezogene Fortsätze, die auf den Fasern liegen.

**Thymus ist eine Ausnahme, denn dort besteht das Grundskelett aus Epithelretikulum.**



# Lymphatische Organe



Falus

## Primäre lymphatische Organe:

Thymus (Bries)

Medulla ossium (Knochenmark)

## Sekundäre lymphatische Organe:

Nodi lymphatici (Lymphknoten)

Tonsillen (Mandeln) (eigentlich auch MALT)

Lien / Splen (Milz)

SALT (Skin associated lymphatic tissue)

MALT (Mucosa associated lymphatic tissue)

➔ GALT (Gastrointestinal associated lymphatic tissue)

Peyer-Plaques

Appendix vermiformis

(Wurmfortsatz)

➔ BALT (Bronchoalveolar associated lymphatic tissue)



# Die Zellen des lymphatischen Gewebes

## Die Zellen des Parenchyms:

B-Lymphozyten  
B-Immunoblasten  
Plasmazellen  
B-Gedächtniszellen

T-Lymphozyten  
T-Immunoblasten  
T-Helferzellen  
T-Suppressorzellen  
T-Killerzellen  
T-Gedächtniszellen

Granulozyten  
Makrophagen  
Natürliche Killerzellen

## Die Zellen der Stroma:

fibroblastische Retikulumzyten  
epitheliale Retikulumzellen  
Antigenpräsentierende Zellen, APZ:

## Dendritische Zellen:

Interdigitierende dendritische Zellen  
Follikuläre dendritische Zellen  
Plasmozytoide dendritische Zellen

(Makrophagen, epitheliale Retikulumzellen können auch als APZ wirken)

# Die Zellen des lymphatischen Gewebes

Lymphozyten sehen morfolologisch (licht- und elektronenmikroskopisch) identisch aus:

Expressiertes **Antigenmuster an der Zelloberfläche** bestimmt die genaue Zuordnung:  
**CD = Cluster of differentiation**

Methode: Immunzytochemie (Anwendung monoklonaler Antikörper)

z. B.: T-Killer zellen sind CD3+/CD4-/CD8+

wobei: CD3 ist ein typischer Marker der T-Zelllinie (B-Lymphozyten expressieren kein CD3!),  
CD8 ist der Marker von den Killerzellen

CD20 ein Marker für B-Lymphozyten

# Immunantwort – Immunität

**Immunantwort: Reaktion des Immunsystems sowohl auf eigene, als auch auf fremde Antigene, entweder mit Toleranz oder mit Elimination.**

## **Angeborene (unspezifische)**

- nicht antigenspezifisch
  - reagiert sofort
  - schon vor der Geburt nachweisbar
  - hat kein Gedächtnis
- Zellen: Makrophagen, Granulozyten, NK-Zellen, Zyto- und Chemokine

## **Adaptive (spezifische)**

- antigenspezifisch
- reagiert mit Latenz (4-7 Tage)
- nach der Geburt
- Gedächtniszellen entstehen
- humorales (B-Lymphozyten)  
oder zelluläre Abwehr (T-Lymphozyten)

Zellen: T- und B-Lymphozyten

# Lymphfollikel (Folliculus lymphaticus)

Im nodularen Lymphgewebe befinden sich **kugelige Strukturen, die meisten B Lymphozyten enthalten.**

(Tonsillen, Lymphgewebe von Schleimhaut)

Wenn Antigen-Träger Zellen (antigenpresentierende Zellen: dendritische Zellen, Makrophagen) in die Lymphfollikel kommen, werden sich die B Lymphozyten in der Mitte des Lymphfollikels teilen: es wird ein Keimzentrum/**Centrum Germinativum** gebildet.

Dieses Gebiet färbt sich hell, als der äußere Teil von Centrum Germinativum. Es wird nach der Immunantwort verschwinden.

**Hier befinden sich folliculäre dendritische Zellen (FDC)**, die sehr feine lange Fortsätze haben und können die Antigen Monate oder Jahre lang bewahren.

Der äußere Teil ist die Lymphozyten Krone.

Größe: von 100  $\mu\text{m}$  bis 1 mm Durchmesser

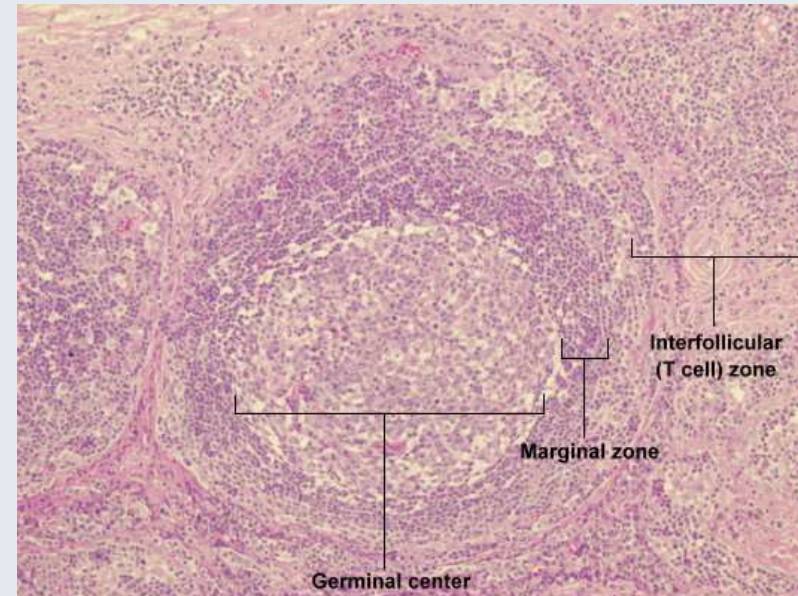
Wo: - Einzelne überall im Bgw

Lymphknoten

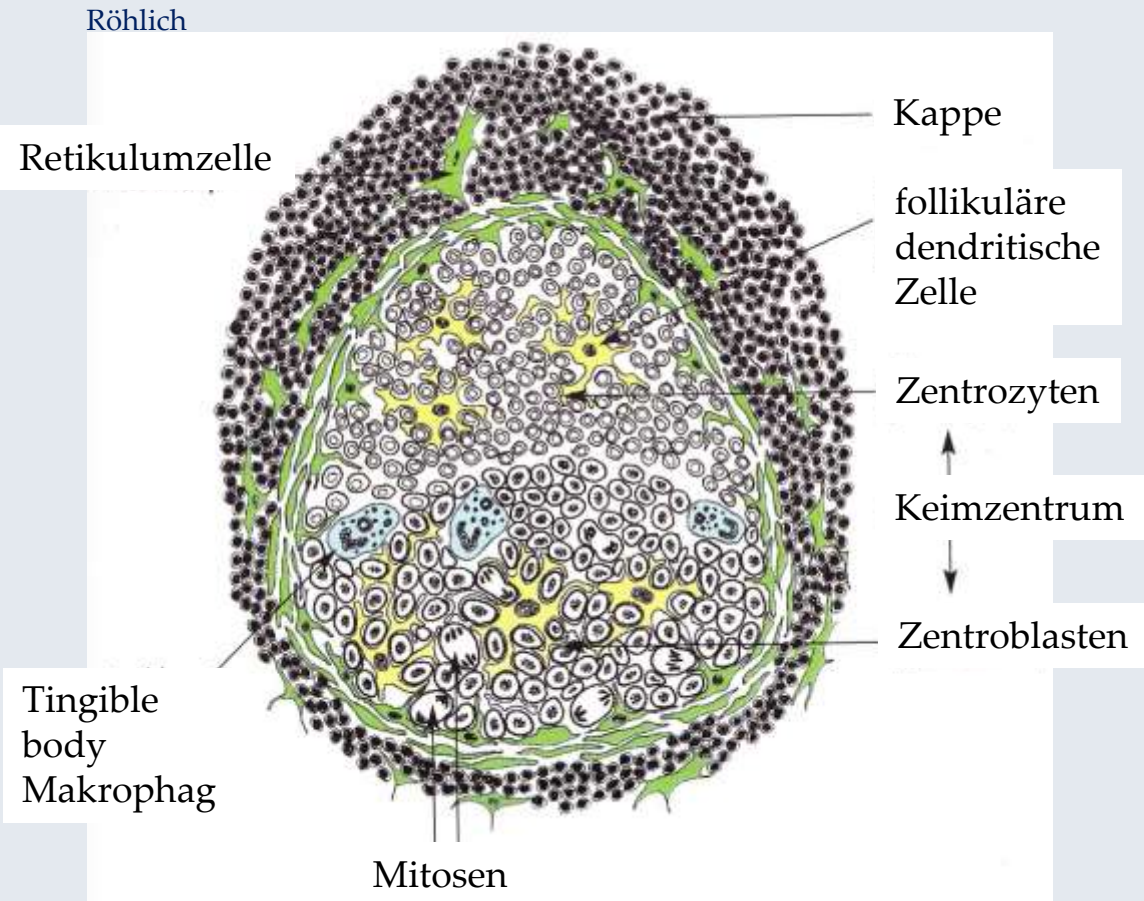
Milz

Tonsillen

**Im THYMUS KEINE!!!!**



# Lymphfollikel



Nach der Geburt sind an den meisten Stellen nur noch Sekundärfollikel vorhanden. In einigen Beschreibungen kommen auch tertiäre Follikel vor (verstorbene Follikel).

Bauplan des Lymphfollikels:

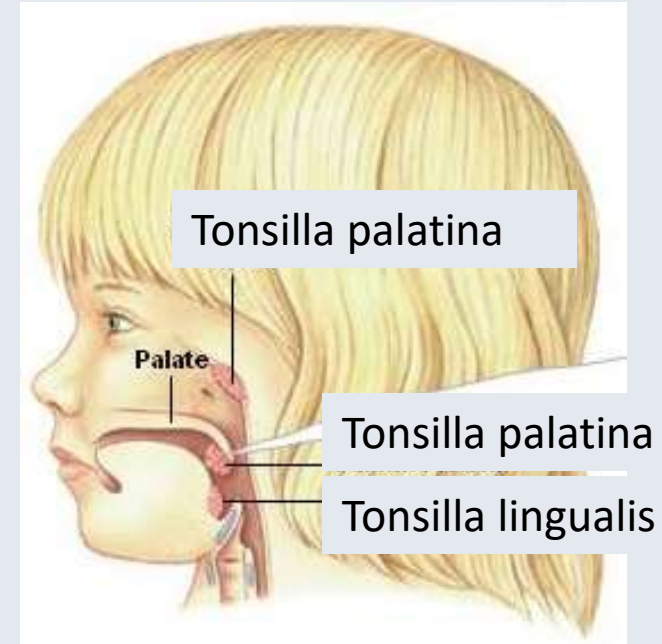
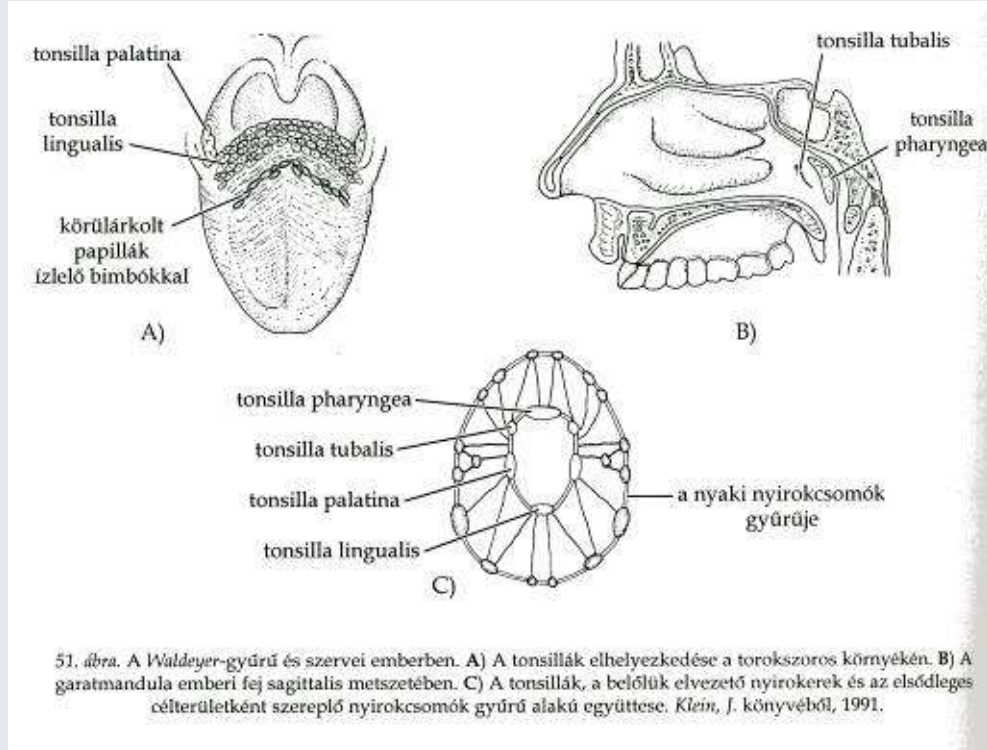
- Keimzentrum (Centrum germinativum)
- Mantelzone / Randwall
- Kappe (Krone)

Das Centrum germinativum besteht aus der dunklen Zone der Zentroblasten und der hellen Zone der Zentrozyten.

Weitere Zellen: „Tingible body“ Makrophagen, follikuläre dendritische Zellen, Th2 Helferzellen und Retikulumzellen

**B-Zell dependente Strukturen**

# Mandeln-Tonsillen



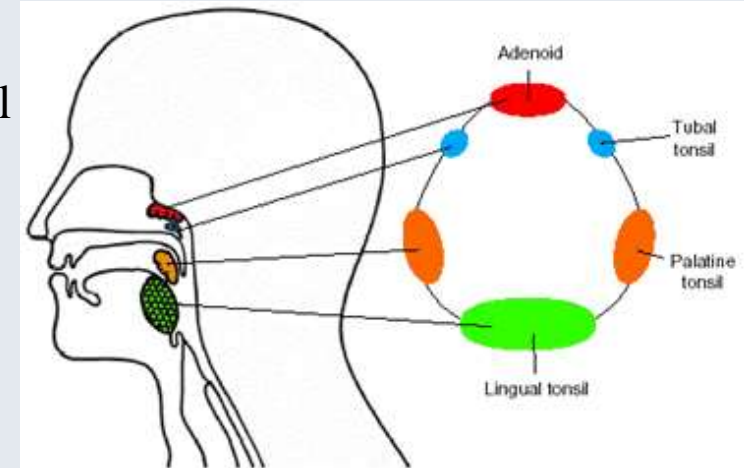
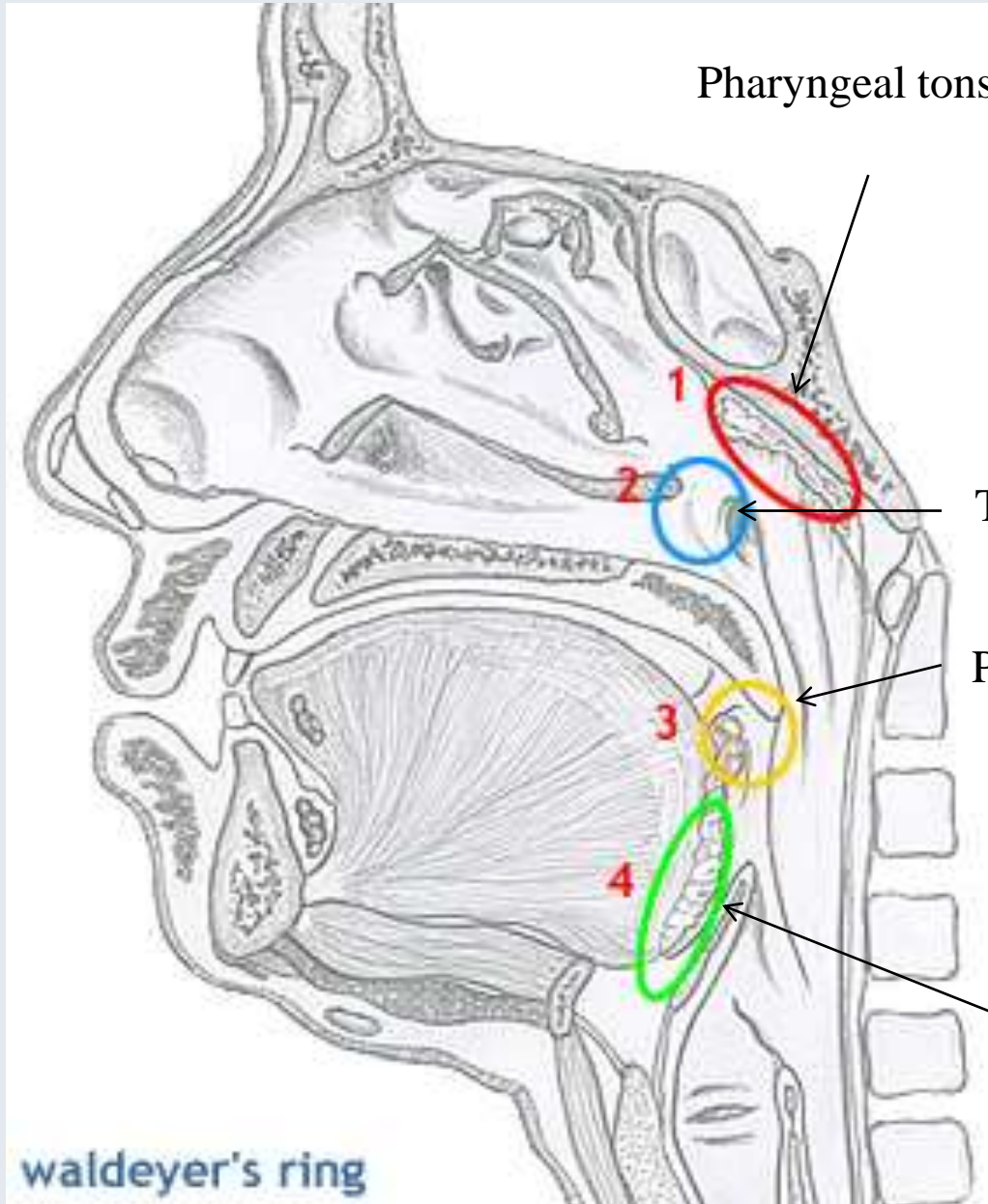
Die in die Schleimhaut eingebetteten Lymphorgane, die lokale Immunabwehr leisten.

Waldeyers Lymphring

Tonsillenepithel (ortsabhängige Struktur) und darunter liegendes lymphoretikuläres Gewebe mit Lymphknoten, ohne Sinusen

Sin sind umgeben von eingekapseltem Gewebe unter dem Epithel der Mundhöhle und des Rachens.

# MALT: Tonsillen



Waldeyer ring

Tubal tonsil

Palatine tonsil

Lingual tonsil

# Tonsillen

Schleimhaut assoziierte lymphatische Organe (MALT -System)

Waldeyerscher lymphatischer Rachenring:

Tonsilla pharyngea („Adenoid“), Tonsilla tubaria,

Tonsilla lingualis (Zungenbälge), Tonsilla palatina („Gaumenmandel“).

Oberflächenepithel typisch für ihre Lokalisation.

Unter dem Epithel: Lymphfollikel;

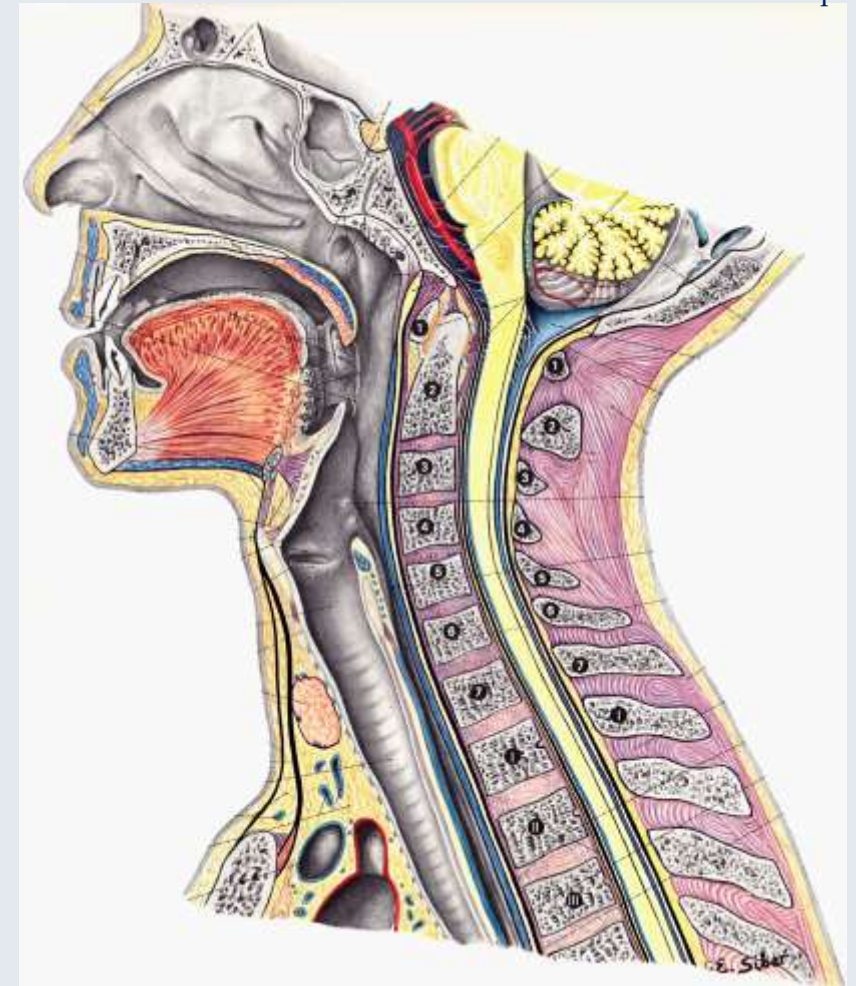
lymphozytische Infiltration des Epithels: retikuläres Epithel.

Die Follikel sind auch hier B-dependent, die para-/interfollikulären Gebiete auch hier T-dependent, wie bei den Lymphknoten.

Die Mandeln besitzen Fossulae tonsillares bzw. Krypten.

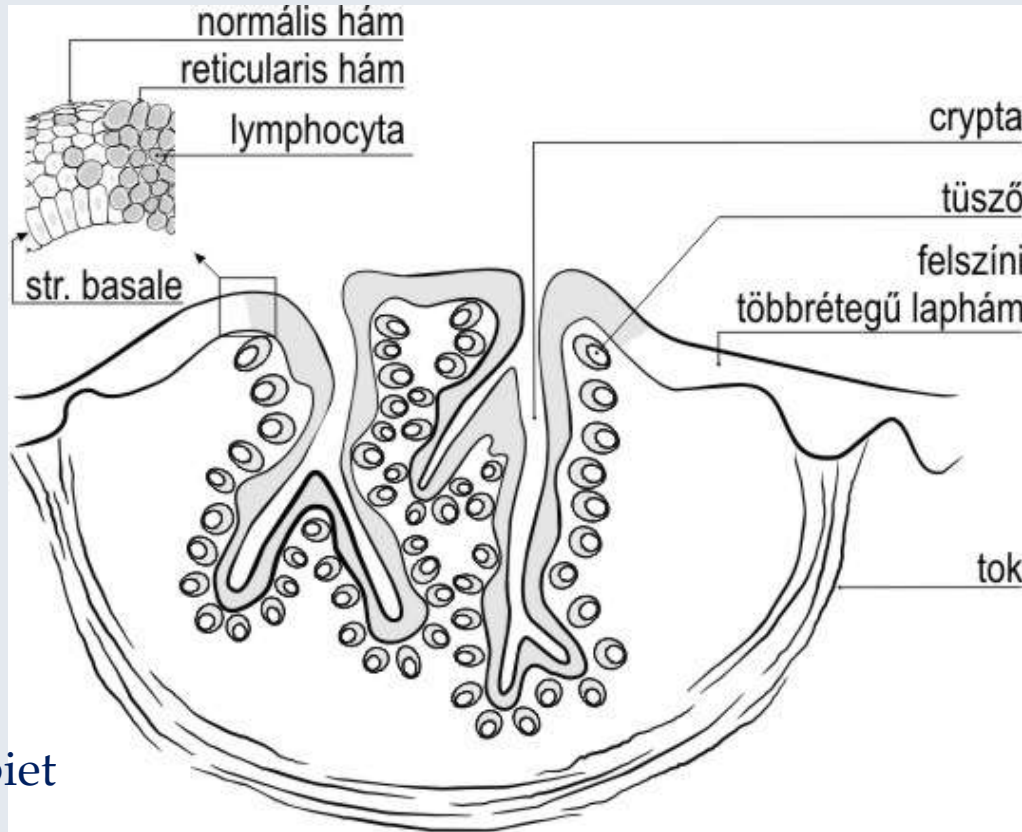
Aboral im Ileum terminale (Peyer-Plaques) und in der Appendix vermiformis spricht man über die „Darmtonsillen“.

Keine scharfe Grenze zur Umgebung, alleine die Tonsilla palatina ist mit einem Kapsel gut abgegrenzt.





# Tonsillen



Follikeln

interfollikuläres Gebiet

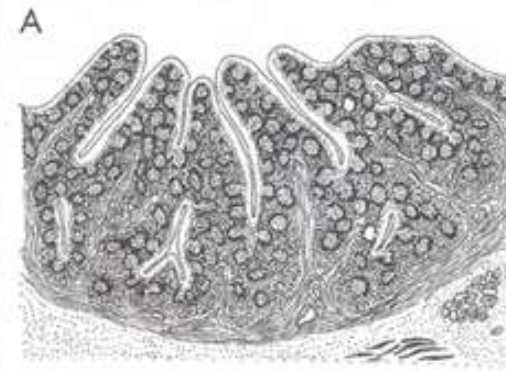
Krypten (Vertiefungen)

Lymphocyt Infiltratio (mit Makrophagen)

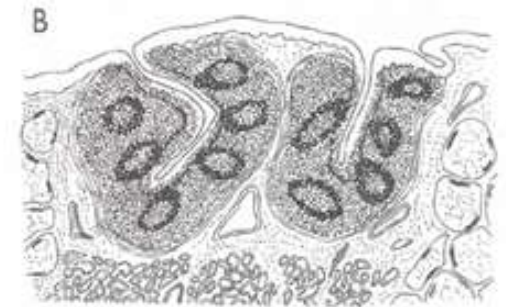
retikuläres Epithelium

discontinuierte Lamina basalis

Die Kapsel verhindert die Verbreitung der Infektion.



Tonsilla palatina



Tonsilla lingualis



Tonsilla pharyngea

## Tonsilla palatina („gesund“)

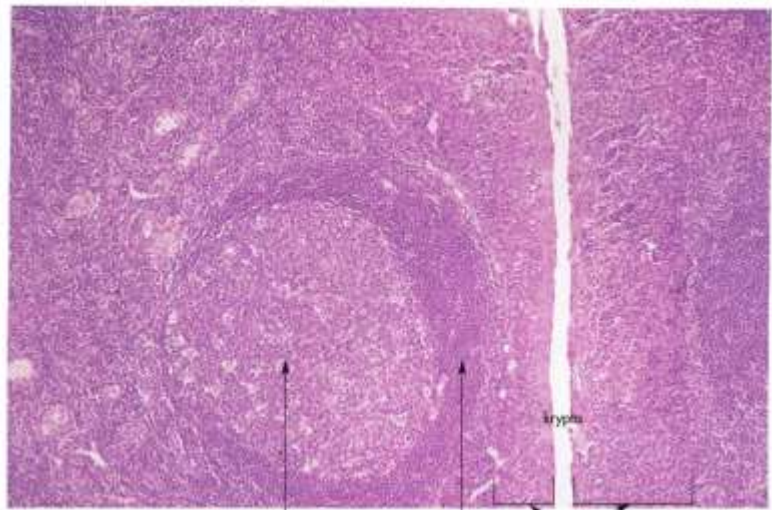


mehrschichtiges unverhorntes Plattenepithel  
tiefe Krypten  
infiltriertes Epithel  
**KAPSEL!!! (HEMI-KAPSEL)**  
**HEV**



# Tonsilla palatina

Röhlich

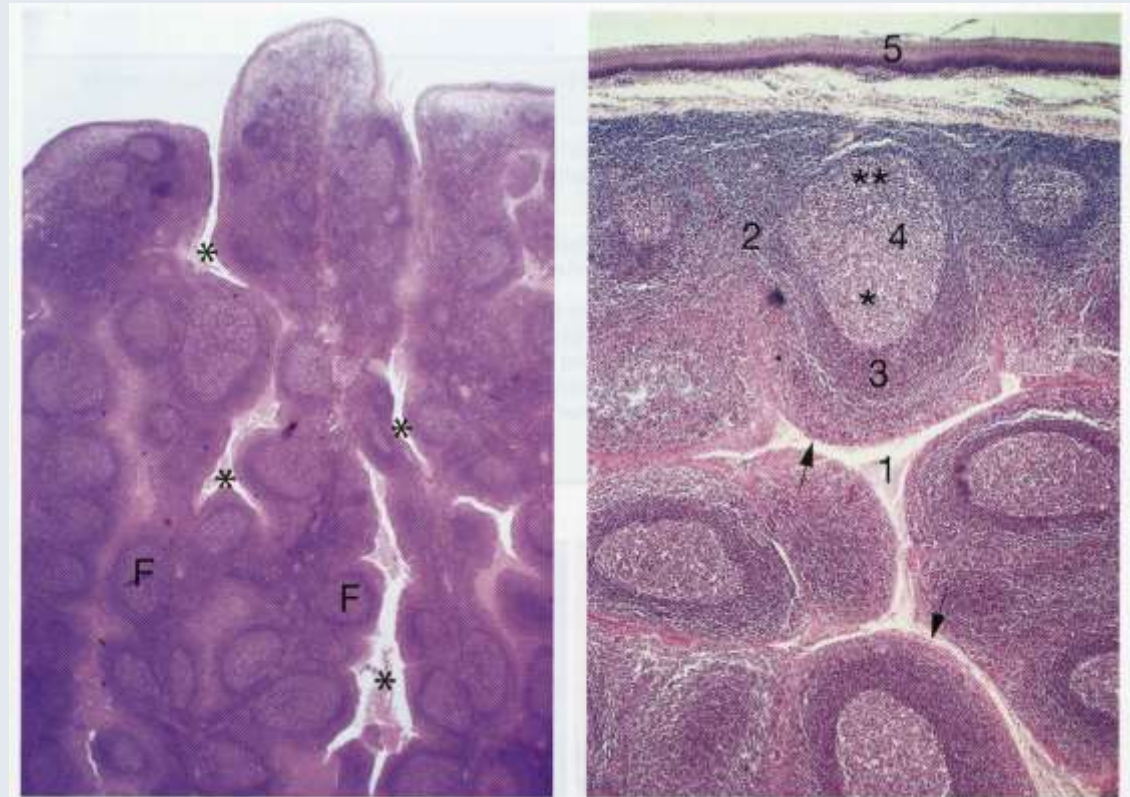


Enge, verzweigte und sehr tiefe Krypten.  
Ansammlung vom Detritus in den Krypten kann zu  
Tonsillitis follicularis führen.

Wegen ihrer Kapsel kann umschrieben entfernt werden.  
CAVE!: Variationen der Arteria carotis interna  
gut ausgebildetes Venennetz



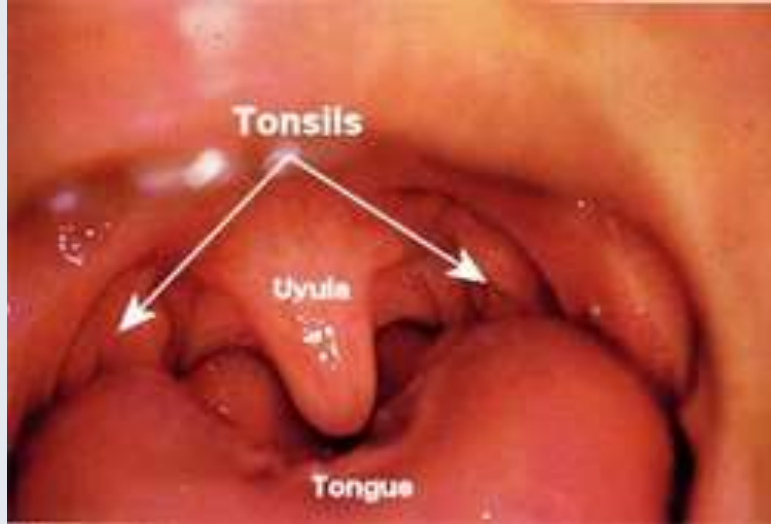
[hu.wikipedia.org](http://hu.wikipedia.org)



Welsch

# Tonsillitis, Tonsillectomia

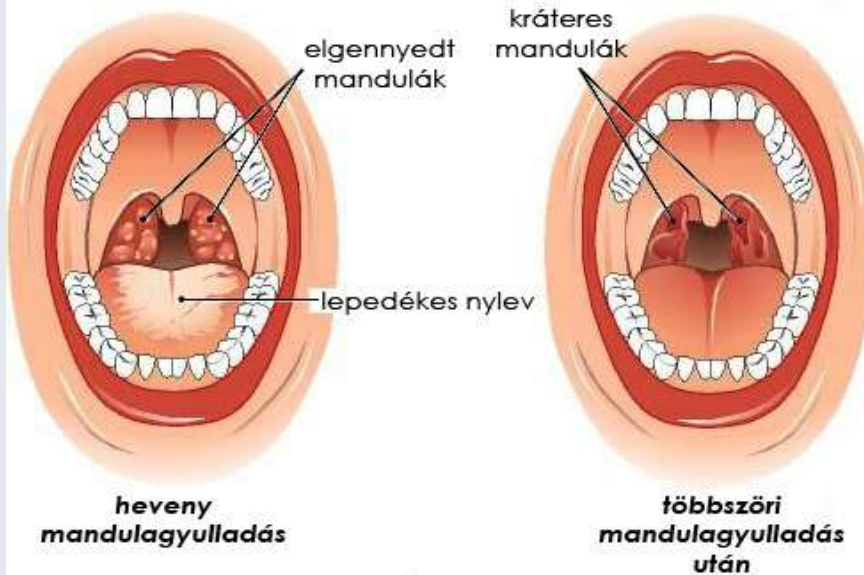
physiological



inflammed

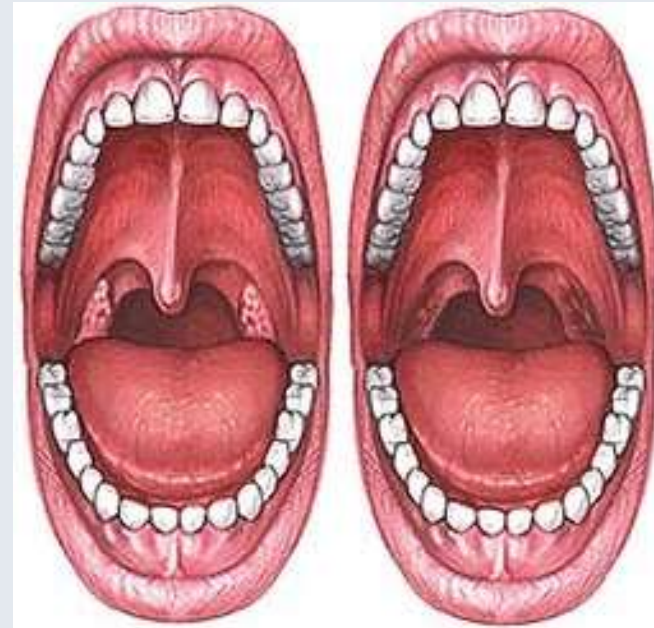


follicular tonsillitis



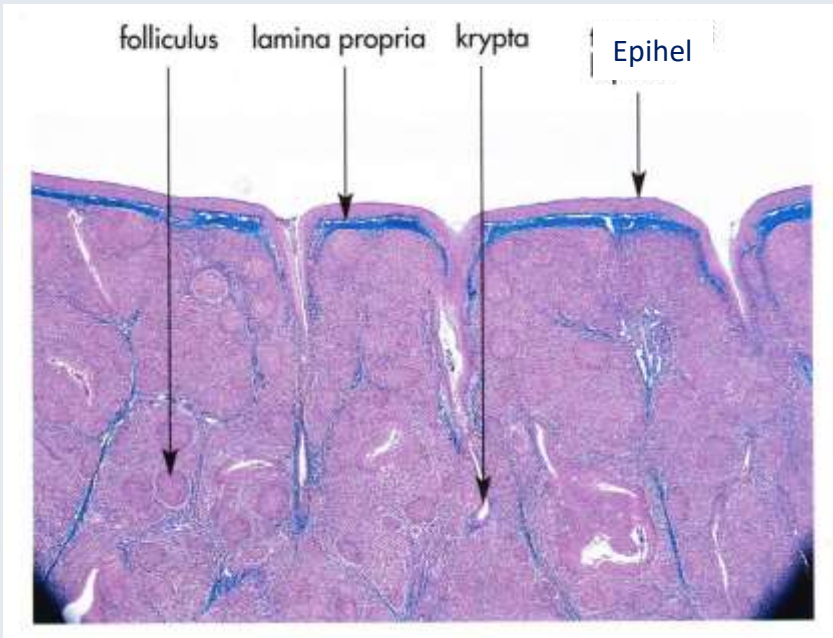
[www.nathadoktor.hu](http://www.nathadoktor.hu)

tonsillectomy



# Tonsilla lingualis

Röhlich



Welsch

Am hinteren Drittel der Zunge  
Mehrschichtiges unverhorntes Plattenepithel  
Hinten Sulcus terminalis befindet sich das Pars follicularis

Kurze und breite Krypten werden von den mukösen Gll. (linguales posteriores) durchgespült.

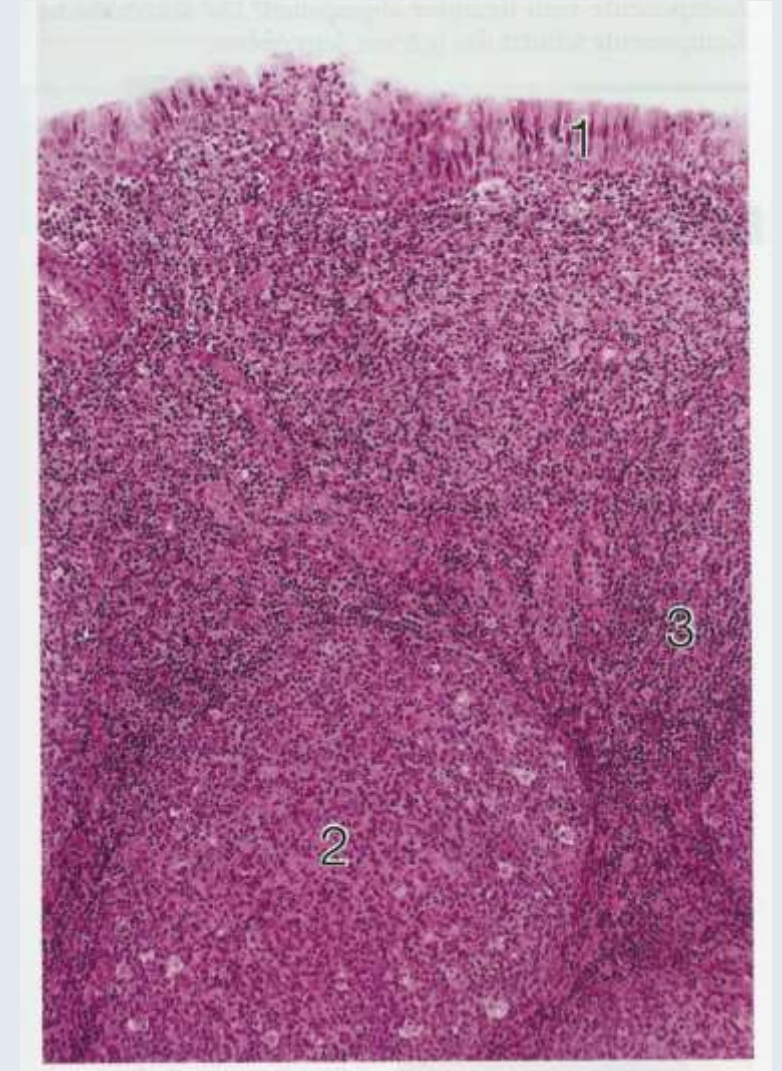
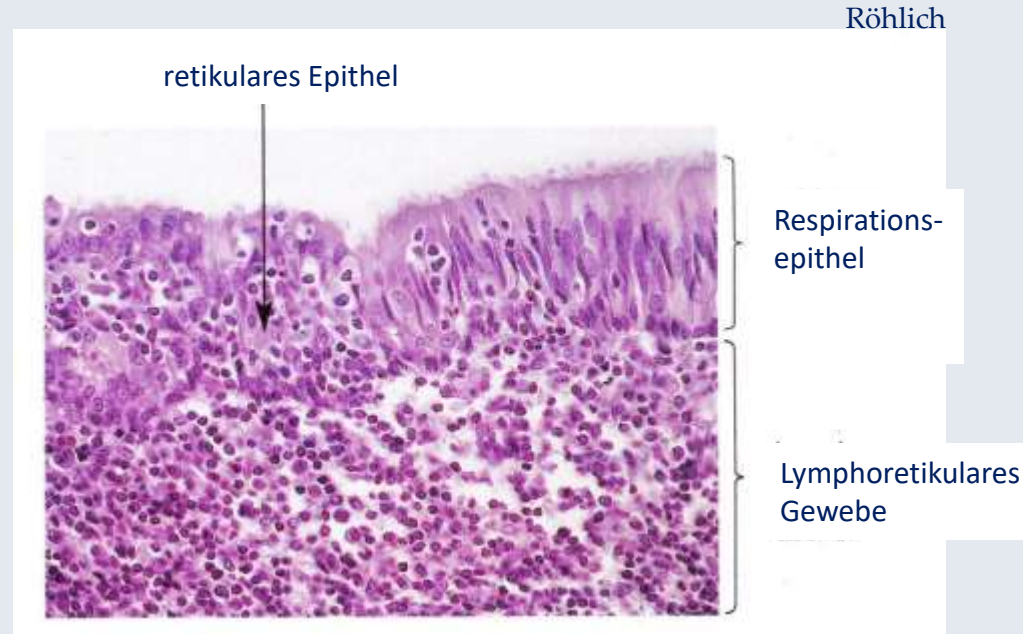


Sobotta

# Tonsilla pharyngea



me.hawkelibrary.com



Welsch

Schlafstörungen, Nasophonie usw. im Kindesalter  
„Facies adenoida“

später: persistierendes Adenoid

Kann verkleinert werden (Adenotomie)

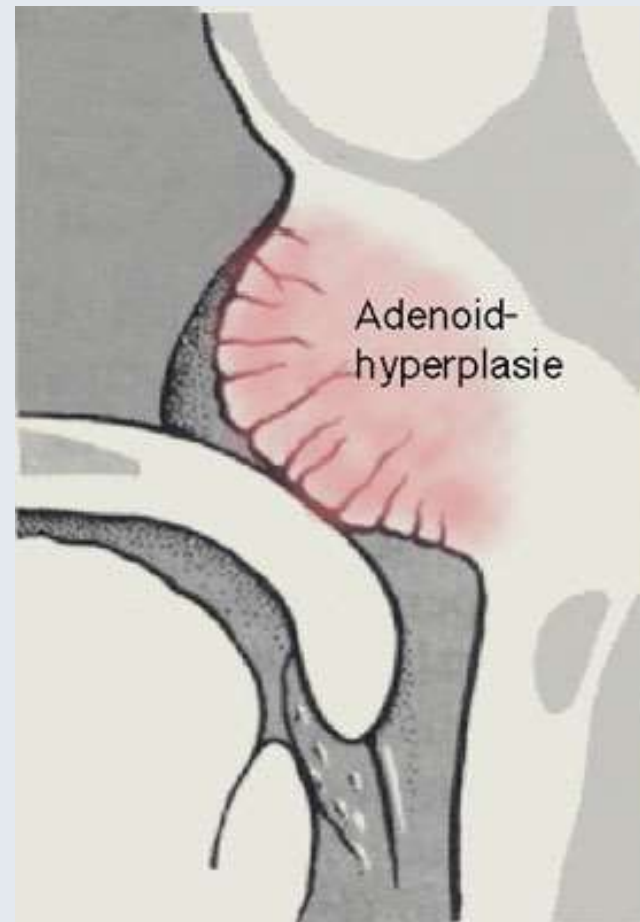
# Facies adenoidea

Rachenmandelhyperplasie

- offener Mund
- hängende Unterlippe
- sichtbare Zungenspitze



Die Facies adenoidea ist eine Blickdiagnose. Offener Mund, hängende Unterlippe und die oft sichtbare Zungenspitze, sind pathognomisch für eine vergrößerte Rachenmandel. Im Kindesalter sind adenoide Wucherungen die häufigste Ursache für eine Verlegung des Nasen-Rachenraumes. Je jünger das Kind ist, desto schwerwiegender sind die Folgen.



**Kleinkind  
zwischen 4.-7. Lebensjahr**

**Rachenmandel  
verunmöglicht Nasenatmung**

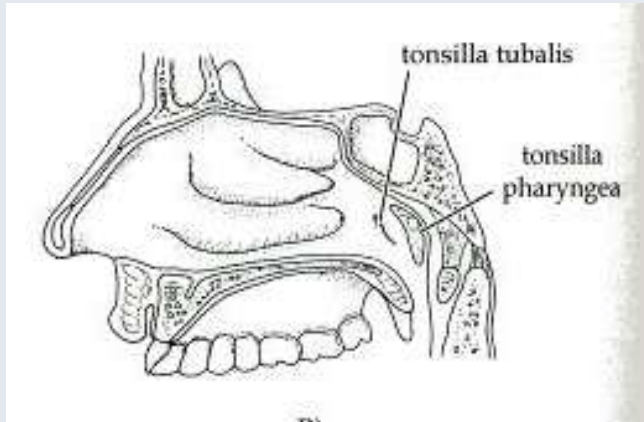
**Mundatmung**

Beim Kleinkind sind wegen des physiologischen Kehlkopfhochstandes die Platzverhältnisse im Pharynx eng. Besteht zusätzlich eine Hyperplasie der Rachenmandel, atmet das Kind nur noch durch den Mund.

Filtration, Anwärmung und Befeuchtung der Atemluft fehlen. Die Schleimhaut wird geschädigt. Infekte der oberen Luftwege treten vermehrt auf. Typisch für die Adenoidhyperplasie ist das Alter der Kinder zwischen 4 - 7 Jahren. Nach dem 7. Lebensjahr kommt es zur Rückbildung der Rachenmandel.



# Tonsilla pharyngea



unpariges Organ

hochprismatisches mehrreihiges Epithel mit Kinozilien und Becherzellen

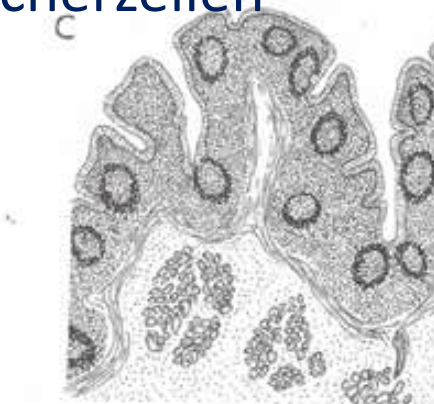
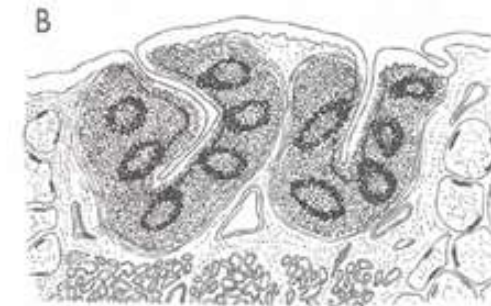
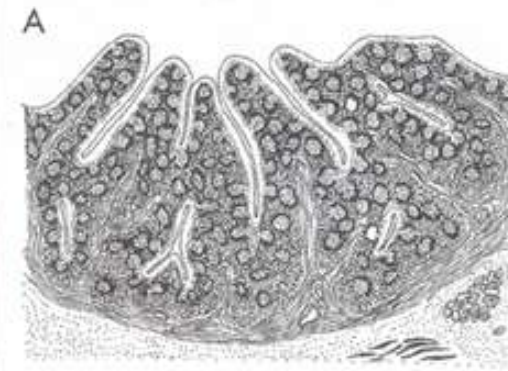
Fissuren, tiefe Krypten

Follikeln

lymphatische Infiltration

dünne KAPSEL, mit Septen

seromucöse Drüsen



# MALT: mucosa associated lymphoid tissue

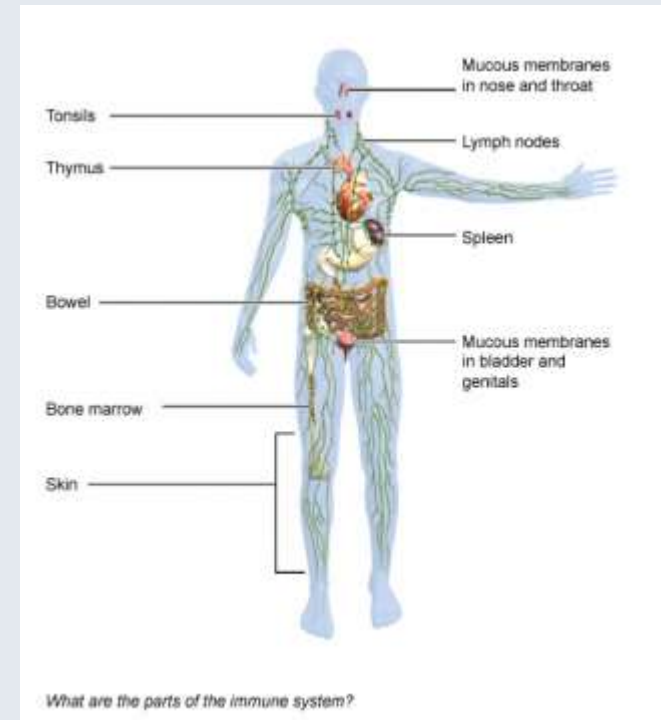
In den verschiedenen Schleimhäuten befindet sich freie Follikel mit Lymphozyten, bilden sie MALT (Schleimhaut-assoziiertes Lymphgewebe).

Einzigartige Follikel sind nicht von Bindegewebe umgeben.

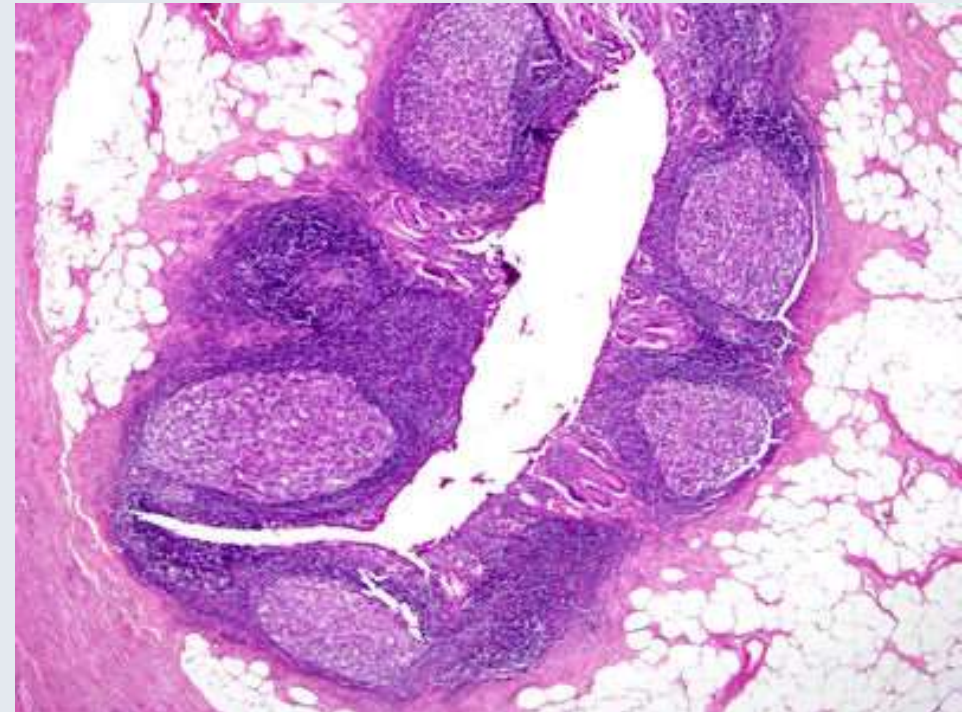
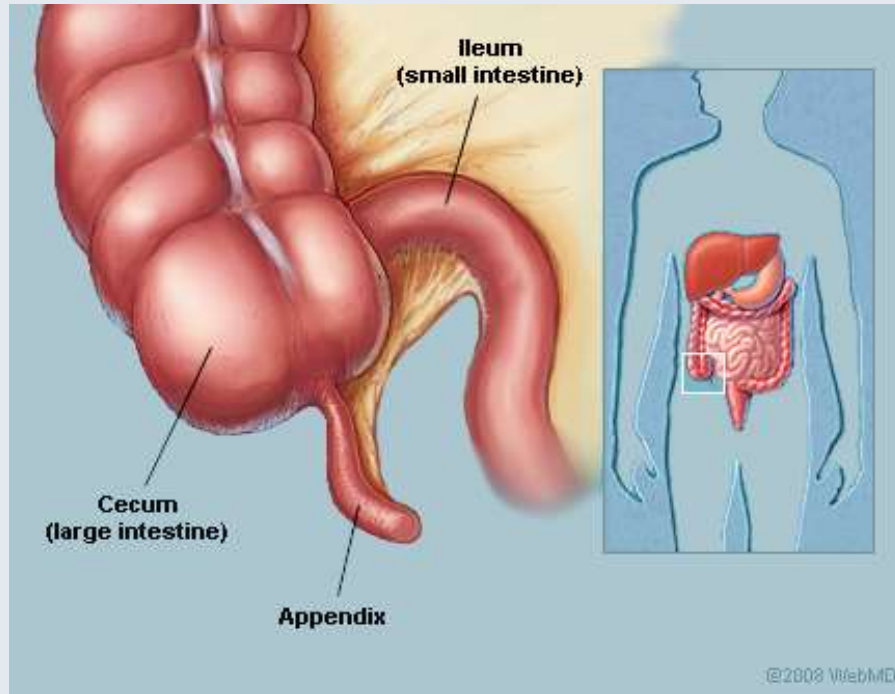
MALT befindet sich dort, wo man Antigene ausgesetzt sind (Verdauungsapparat, Atemwege, Harnwege). Viele dendritische Zellen, Lymphozyten, IgA-sezernierende Plasmazellen (APC) und Lymphknoten sind von "Schläuchen" umgeben. Lymphknoten.

An einigen Stellen bilden diese Aggregate: Mandeln, Peyer-Plaques, Appendix.

70% der Zellen des Immunsystems befindet sich in MALT!

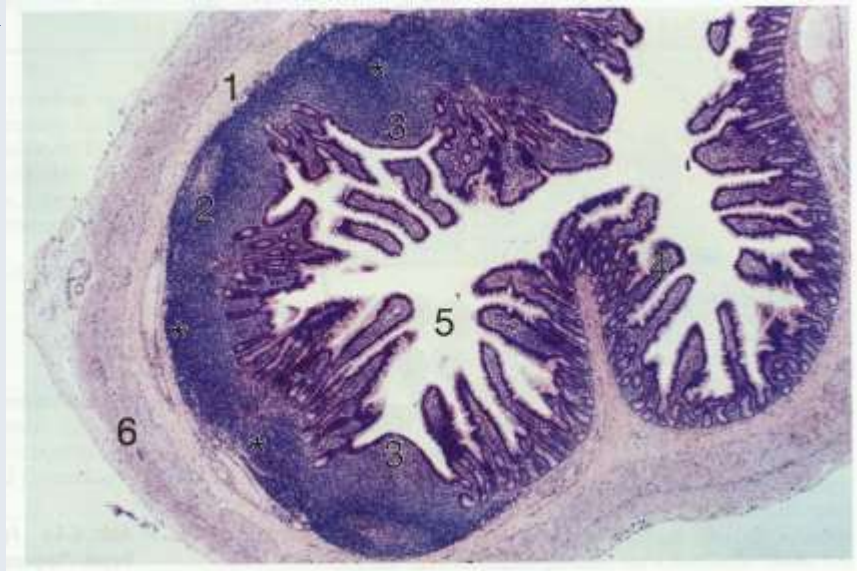


# MALT: Appendix Vermiformis



# Darmtonsillen

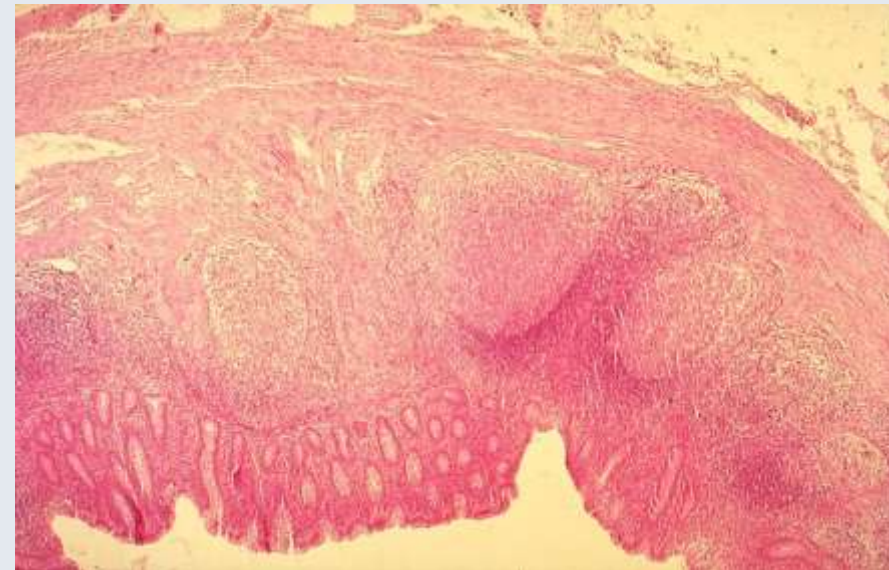
Welsch



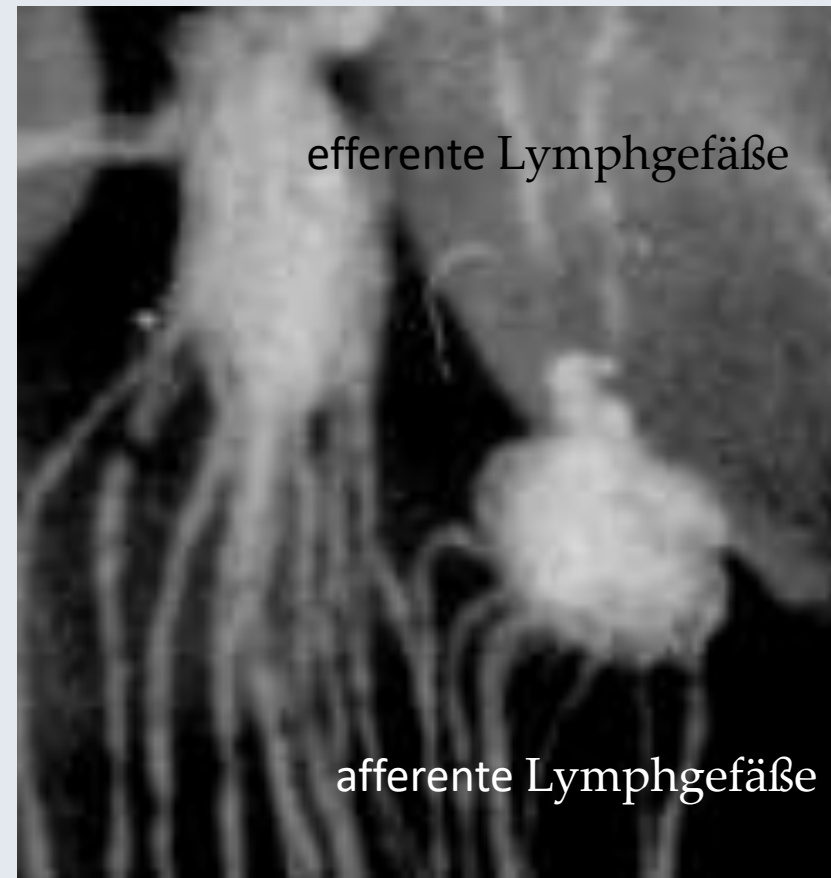
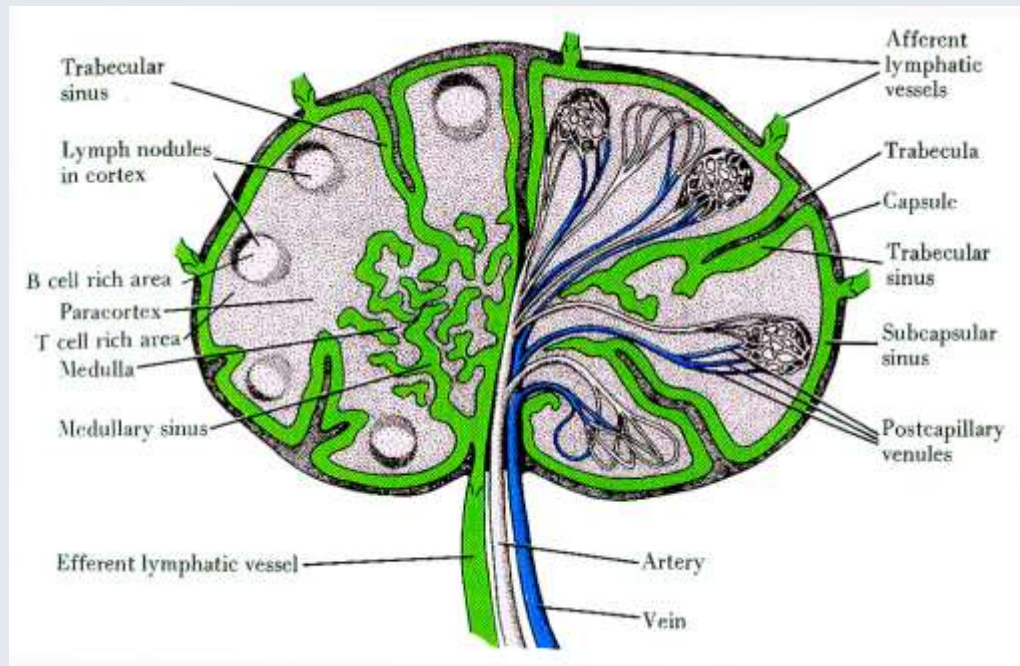
Peyer-Plaques (Folliculi lymphatici aggregati)



Appendix vermiformis (Wurmfortsatz  
kein Blinddarm!)



Die Lymphe wird durch einige Lymphknoten gefiltert, bis sie wieder in die Blutgefäße zurückfließt



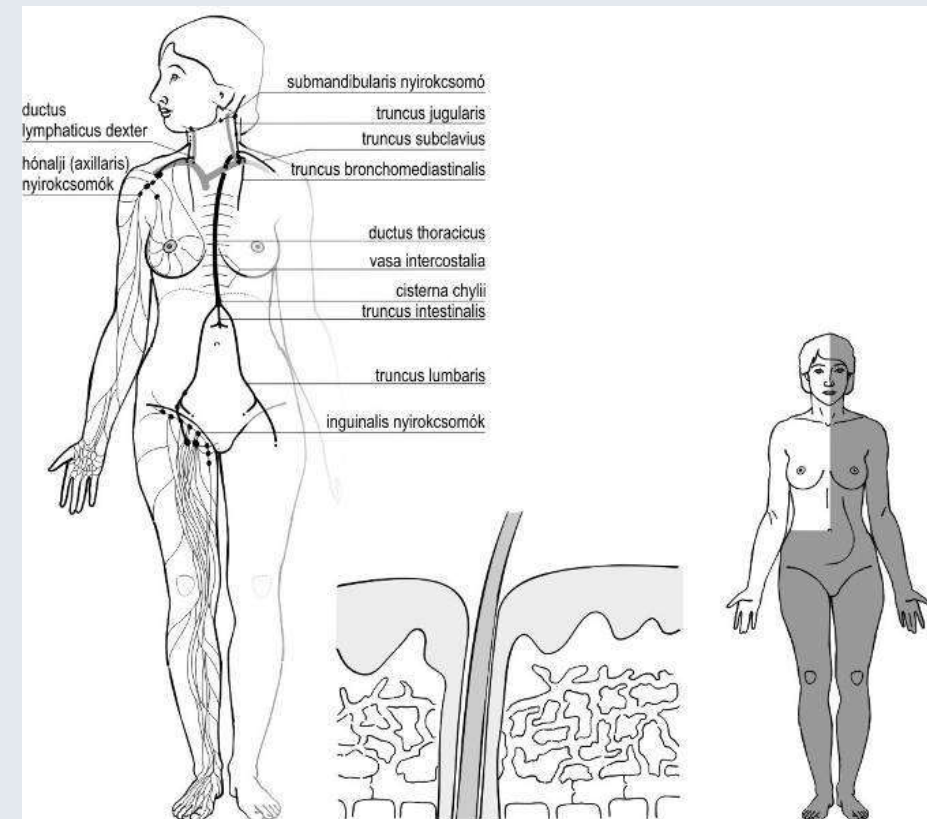
Lymphography of two femoral lymph nodes

# Lymphknoten (nodus lymphaticus)

-Immunantwort auf Antigene

-Ihre Größe liegt meist von mikroskopisch bis walnussgroß.

Sie haben eine Schutzfunktion gegen derer solches Erreger, die an der Körperoberfläche (Haut und Schleimhaut) und im Bindegewebe erscheinen.

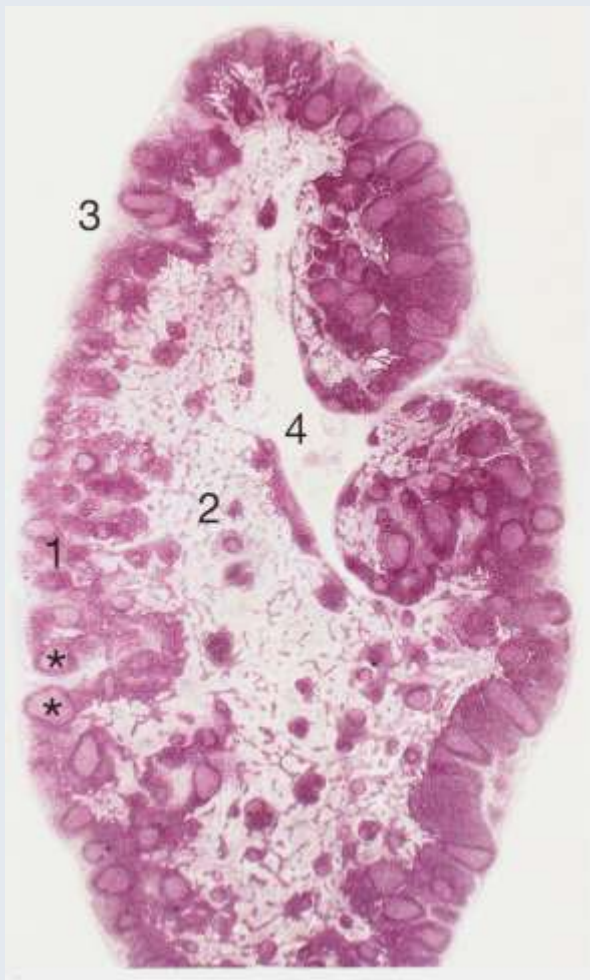


# Lymphknoten

ca. 600-700 Lymphknoten im ganzen Körper

Ihre Normalgröße variiert der Region entsprechend  
(z. B. in der Leistenregion ca. 15 mm normal, am Hals wäre es  
schon eine Lymphadenomegalie)

sekundäres lymphatisches Organ



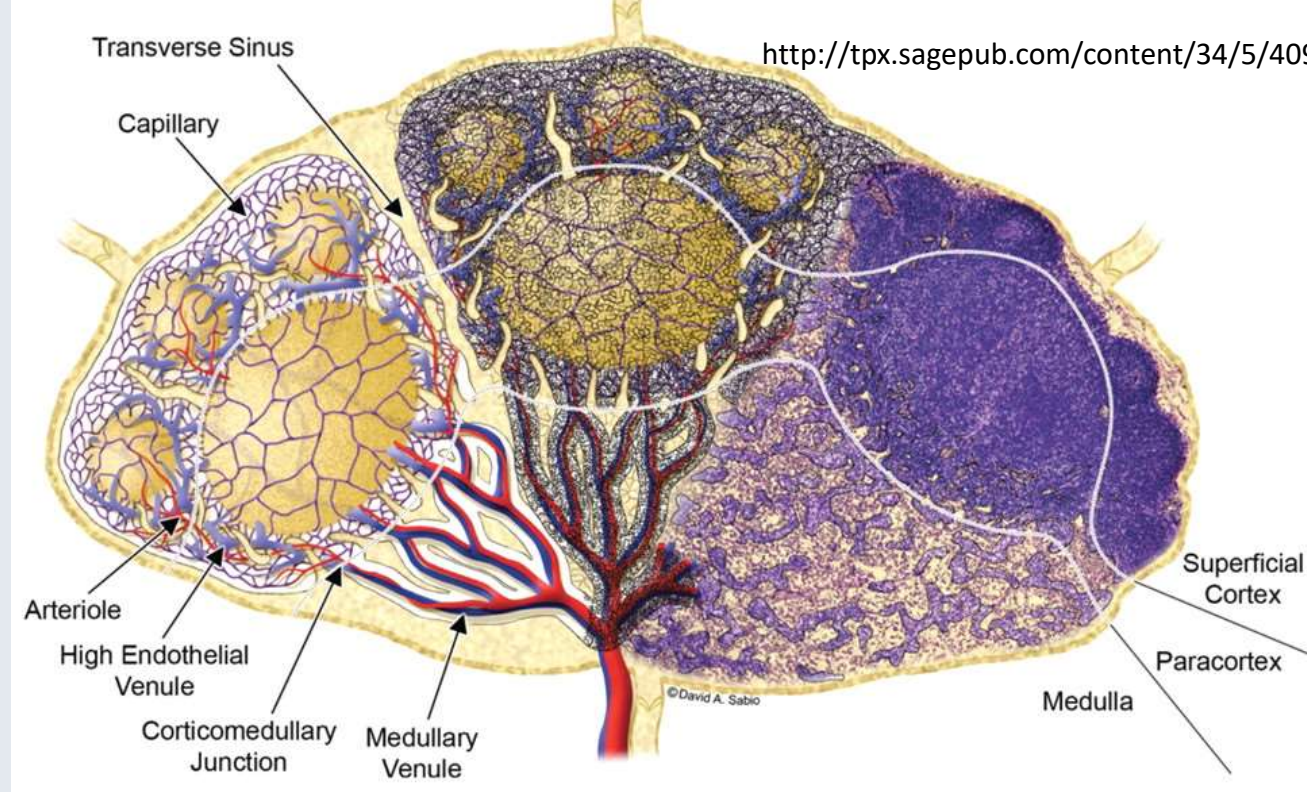
Welsch



[www.informed.hu](http://www.informed.hu)



[kullancsok.parazitak.hu](http://kullancsok.parazitak.hu)

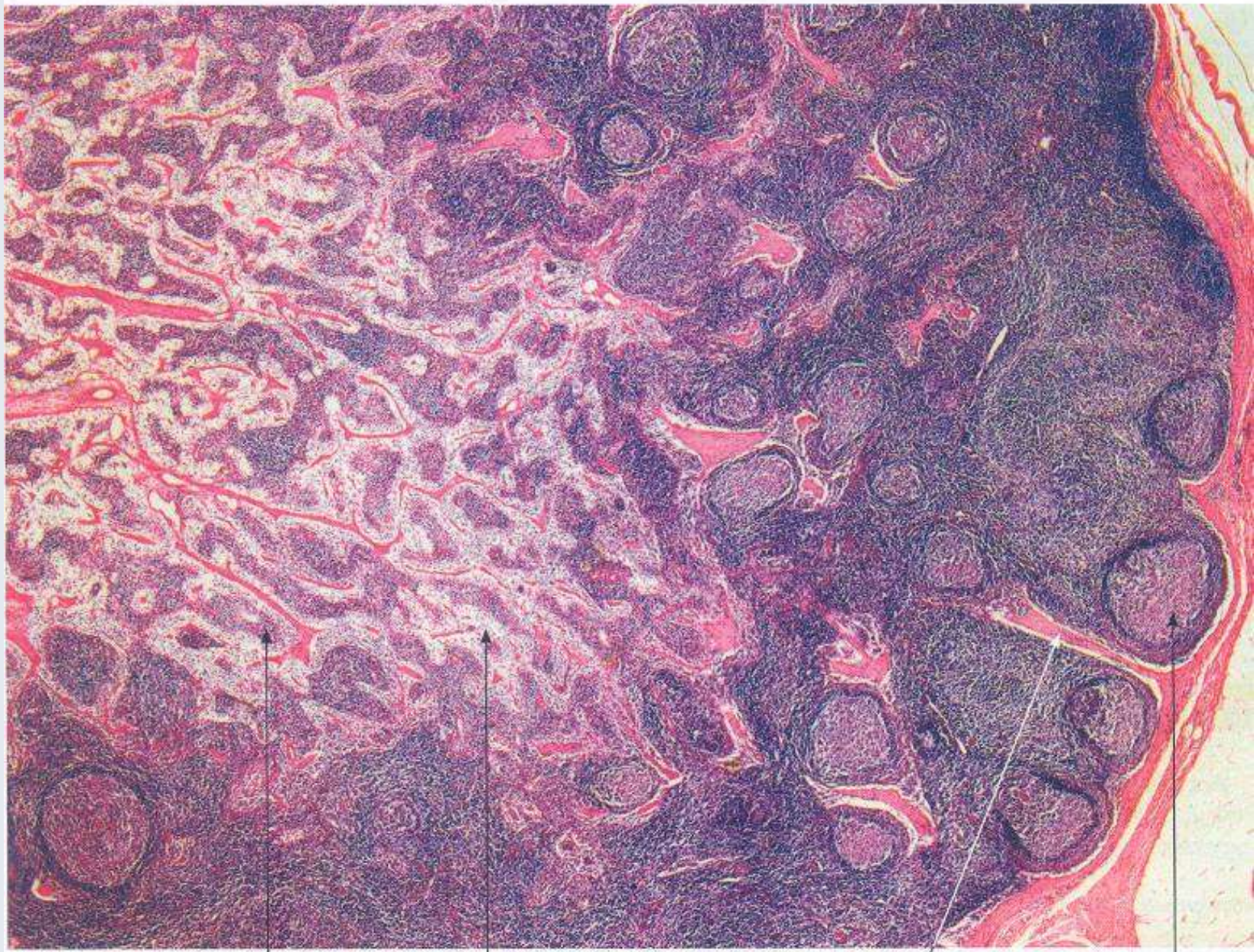


- nierenförmig, er wird von einer Kapsel aus kollagenem Bindegewebe umgeben, Ausläufer der Kapsel ragen als Trabekel radiär in das Organ hinein. Das Grundgerüst des Lymphknotens besteht aus retikulärem Bindegewebe.
- An der konvexe Seite durchbrechen zuführende Lymphgefäße – Vasa afferentia- die Kapsel
- Am Hilum auf der konkaven Seite treten einige abführende Lymphgefäße – Vasa efferentia – und Blutgefäße
- Der Weg der Lymphe durch den Lymphknoten verläuft durch Lymphsinus. Die vasa Vasa afferentia münden in einen großen Raum, den Randsinus (Marginalsinus). Von ihm aus ziehen Intermediärsinus radiär durch die Rinde und setzen sich in das Labyrinth der Marksinus fort. Diese vereinigen sich im Hilum und entlassen die Lymphe in das Vas efferens. Der Sinus ist mit Endothelzellen bedeckt.
- primäre und sekundäre Lymphknoten
- im Parenchym: Rinde (Cortex) mit Lymphfollikeln, Parakortikalzone mit T-Lymphozyten, Mark (Medulla) mit Marksträngen und Sinusen
- ihre Zellen: die Follikeln im Cortex: B-Zone, zwischen den Follikeln (Paracortex): T-Zone, interdigitierende denritische Zellen, HEV (hoch-endotheliale Venolen), Makrophagen überall, Medulla: B-Zone (Plasmazellen)



velőállomány medulla

kéregállomány cortex



velőkötég

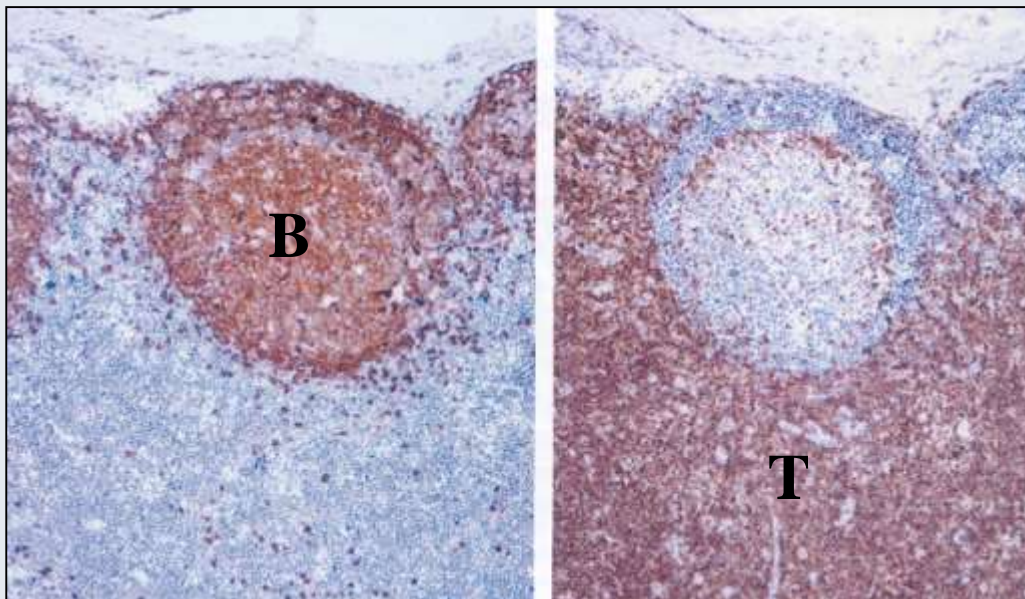
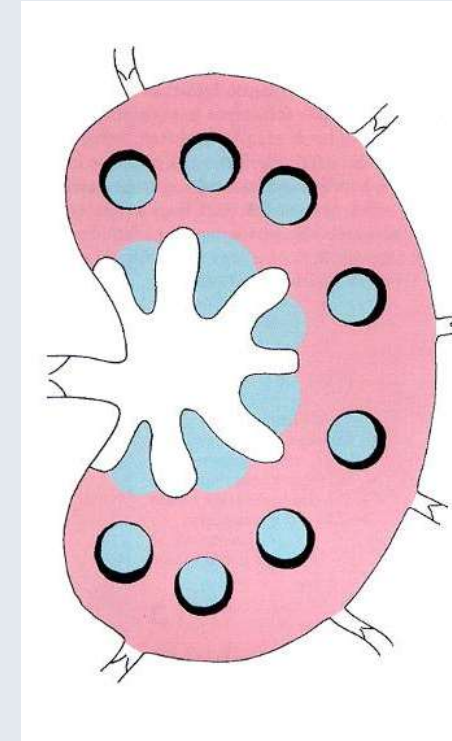
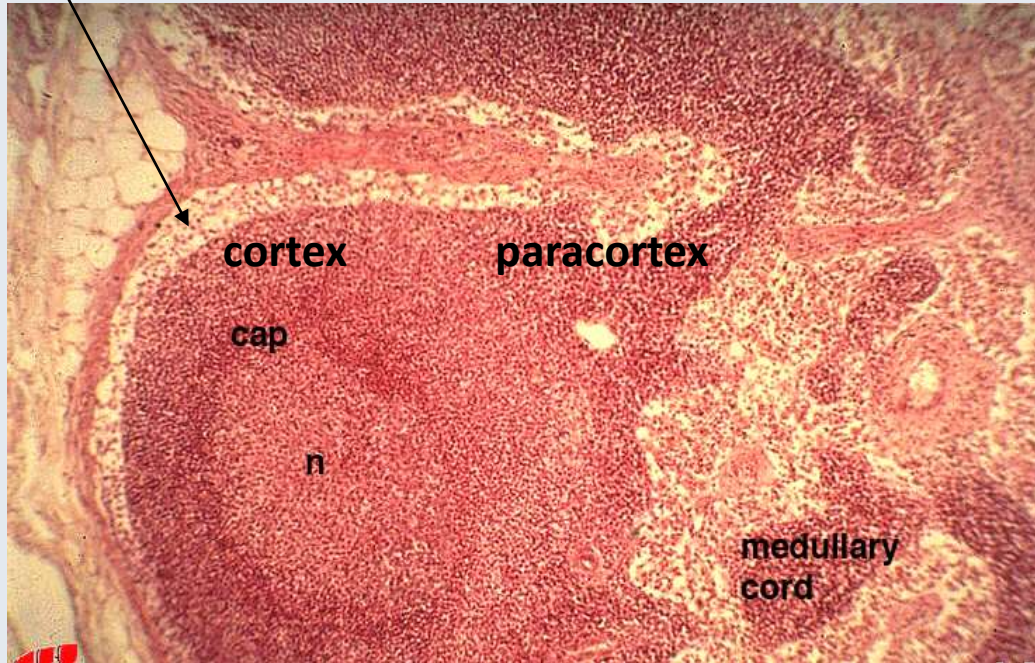
velősínus

trabecula

folliculus

# Cortex and Paracortex

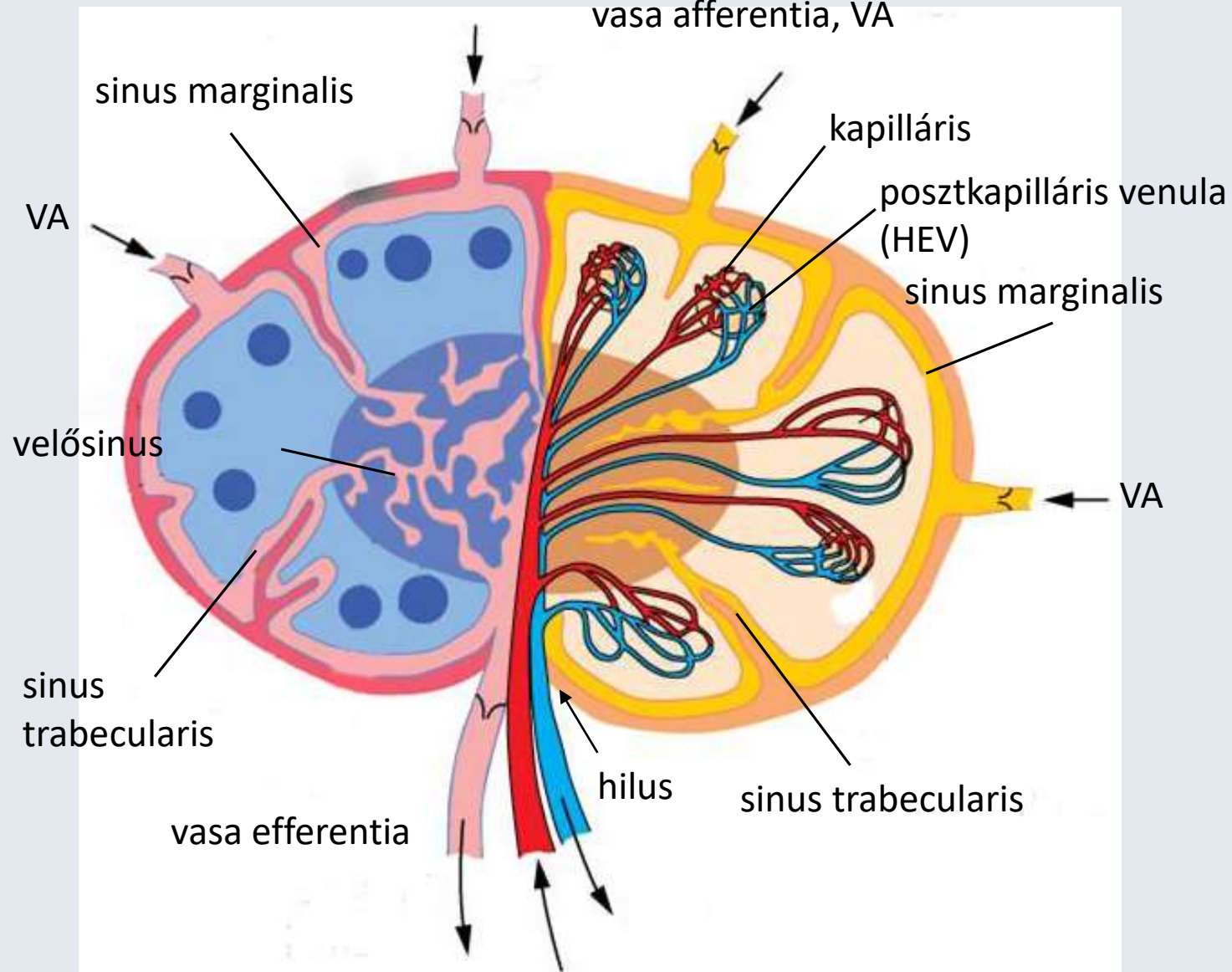
Sinus subcapsularis



**Cortex:** Follikel (B-Zone) follikuläre dendritische Zellen, follikuläre Makrofagen  
Interfollikuläre Zone (T-Zone)

**Paracortex:** T Lymphozyten, dendritische Zellen, Makrofagen, HEV

# Lymphkreislauf



Vasa afferentia



Sinus marginalis  
(subcapsularis)



Sinus trabecularis



Markstränge

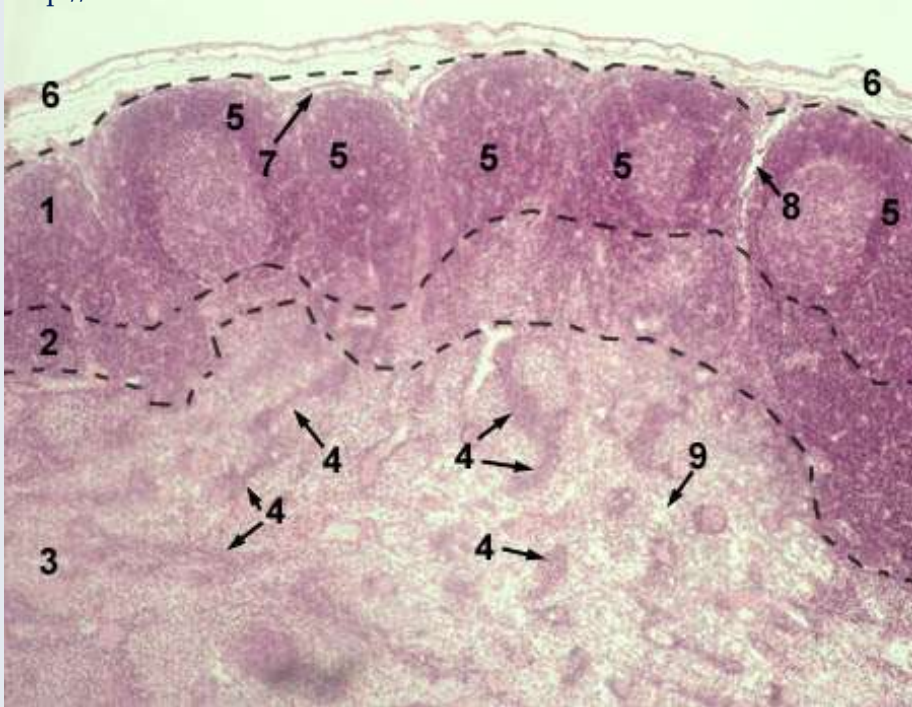


Vasa efferentia

Blutcirculation: Arterie beim Hilus → Kapilläre → postkapilläre Venolen (HEV) → Vene beim Hilum

# Lymphknoten

<http://www.histol.chuvashia.com>



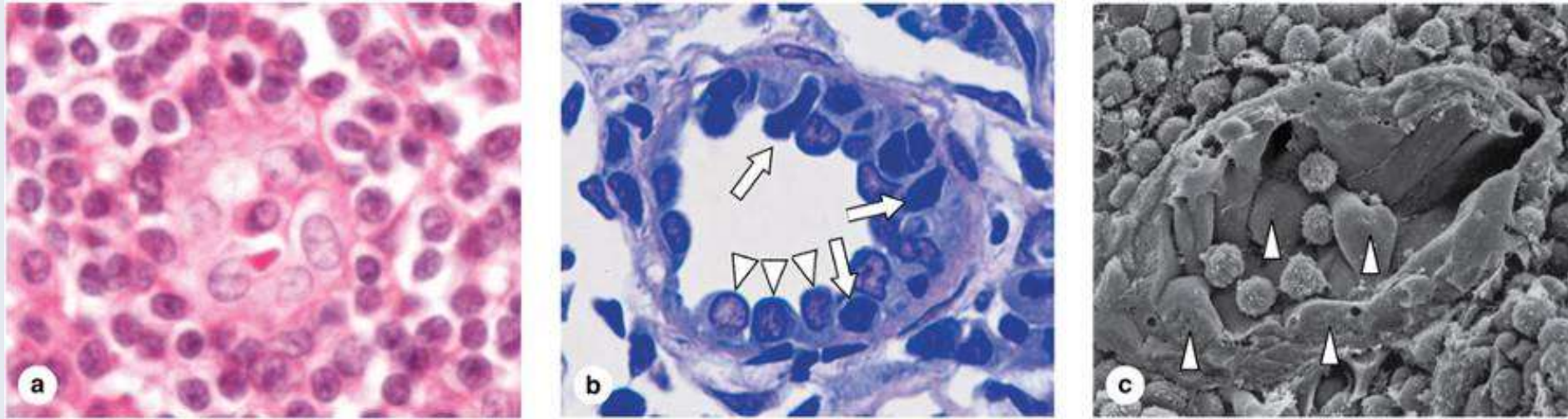
Unter der Kapsel (6) liegt die Rinde (Cortex) (1)  
darunter die Paracortex (2)  
darunter bis zum Hilus das Mark (Medulla) (3)

Die Cortex besteht aus sekundären Lymphfollikeln (5) und der Marginalzone.

Zwischen den Follikeln und in der Paracortex (parafollikuläre Region) verbinden die intermediär Sinus (8) die subcapsulären/ marginalen Sinus (7) mit den Marksinus (9).

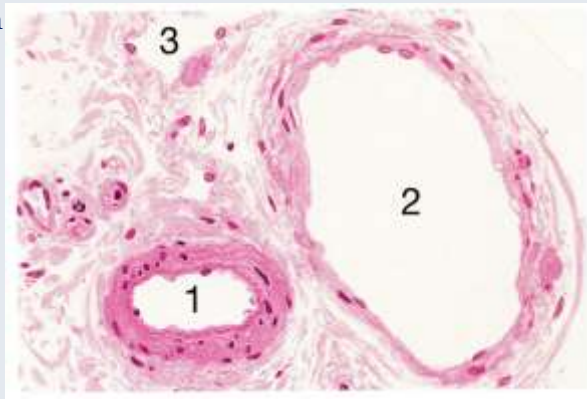
Zwischen den Marksinus ziehen die Markstränge aus Lymphozyten, Makrophagen und Retikulumzellen bestehend (4).

# High Endothelial Venule

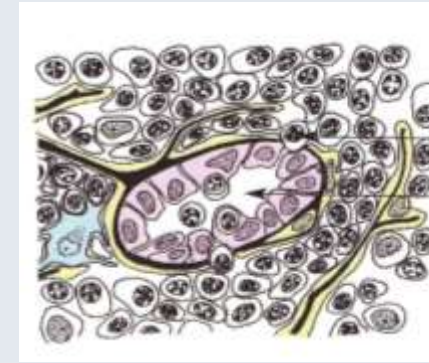


HEV – hoch-endotheliale Venolen, die meistens im Paracortex lokalisieren. Sie sind mit iso- und niedrigem hochprismatischem Endothelzellen bedeckt.

Die zirkulierende lymphozyten lassen die Blutzirkulation hier. (Homing, 15-20 000 Zellen/Sekundum!)



## Paracortex

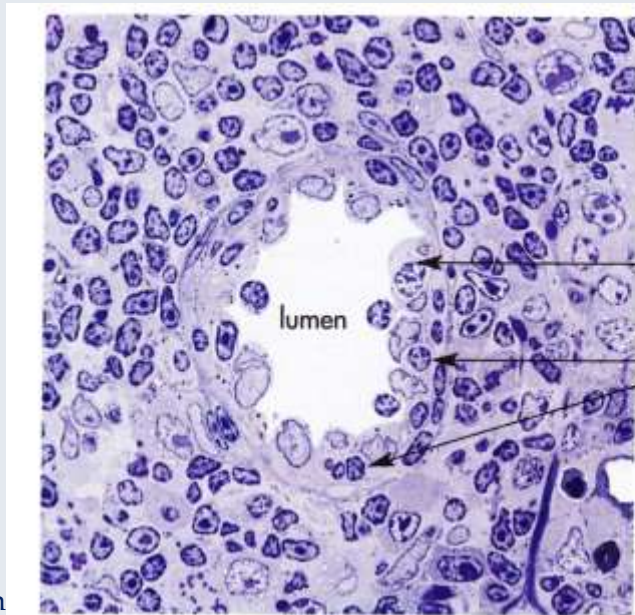


Lymphozyt durch  
die Gefäßwand  
hochendotheliale  
Venole

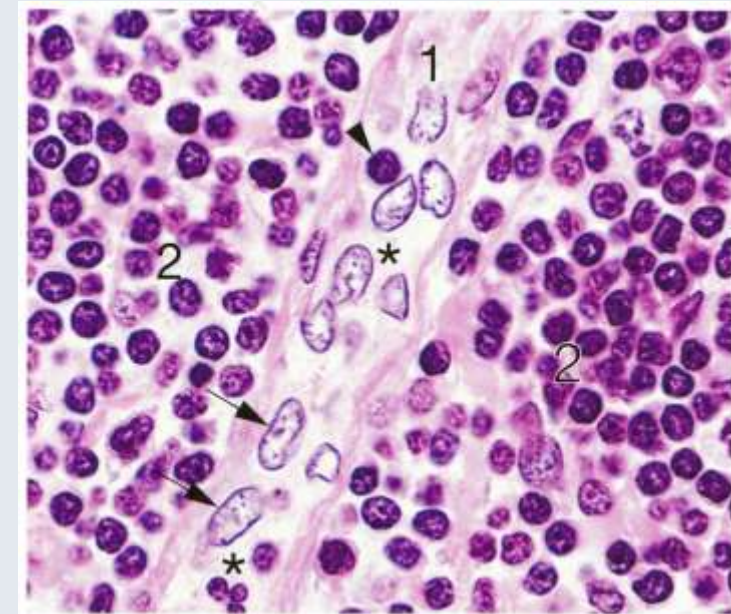
Hochendotheliale Venulen (high endothelial venule, HEV):

Statt typische, abgeplattete Endothelzellen, kubische Zellen

Hier können die Lymphozyten aus dem Blutkreislauf ins lymphatische Gewebe mit Hilfe von speziellen Adhensionsmolekülen austreten: „Homing“



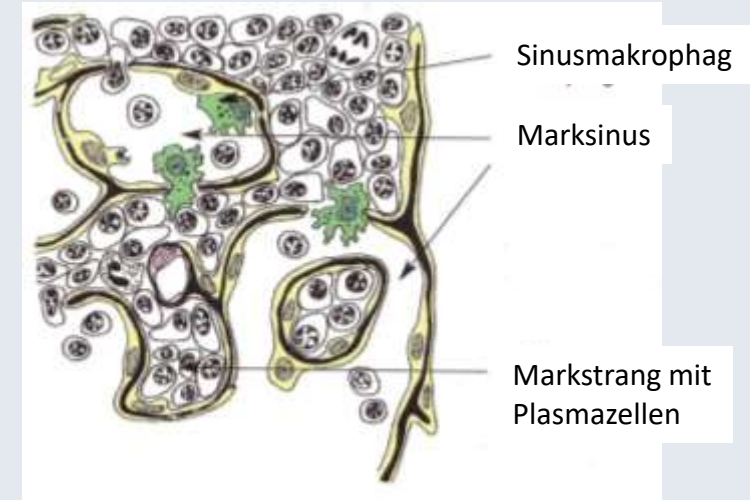
hochendotheliale  
Venole  
Lymphozyt durch  
die Gefäßwand



# Medulla

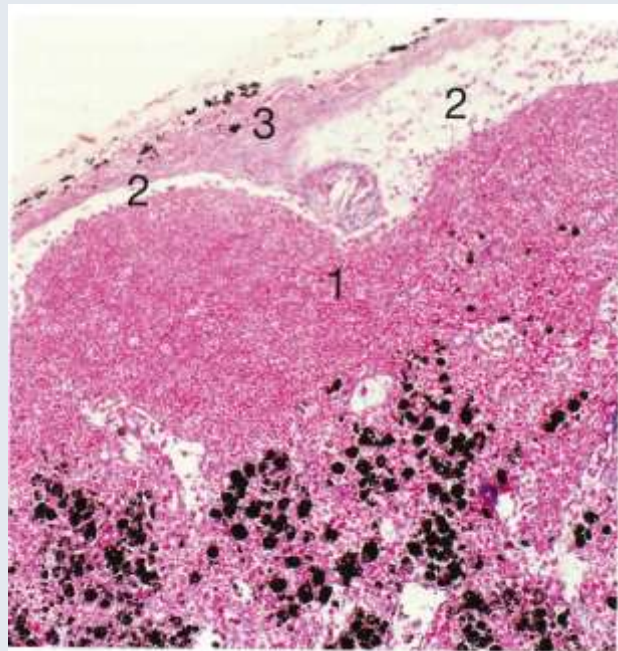
allgemeiner Bauplan:  
Markstränge, zwischen ihnen Marksinus.

B-dependente Zone mit Plasmazellen, Sinus- und  
Tingible body Makrophagen

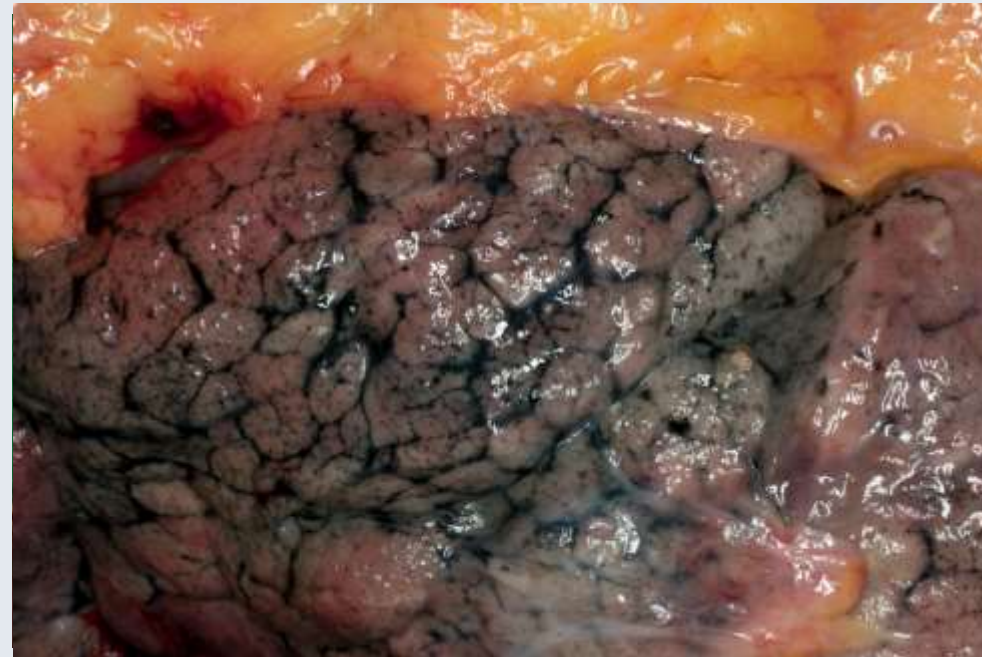


Röhlich

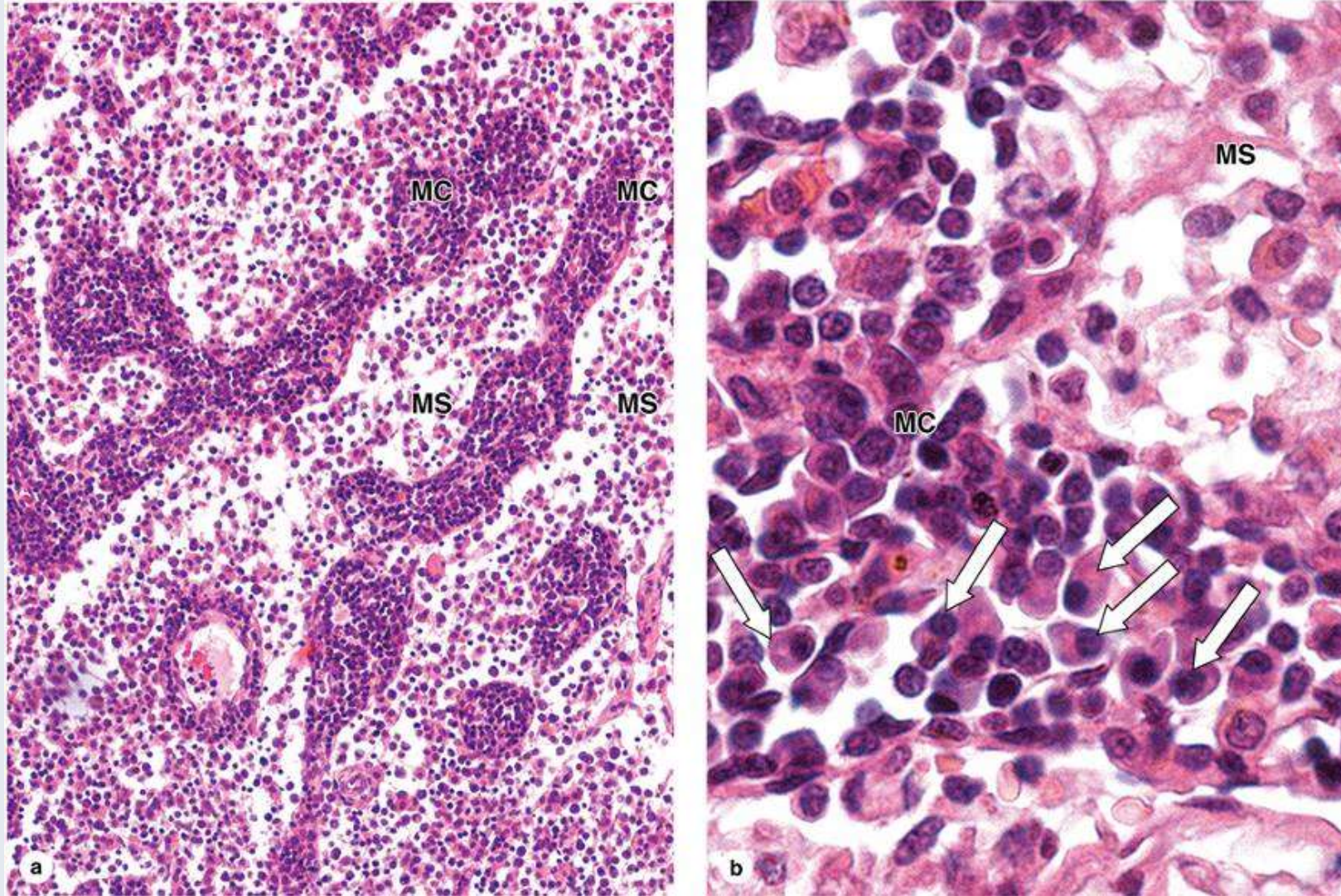
Besonders charakteristisch sind die Kohlenpartikel von den Makrophagen phagozytiert (Anthrakose). Anthrakotische Lymphknoten, welche Lymphe aus der Lunge empfangen und aufgrund der Speicherung von Kohlepartikeln in den Makrophagen schon makroskopisch schwarz erscheinen.



Welsch



# Medulla



Markstränge: B-Zellen, einige T-Zellen und Plasmazellen

Marksinusen: abgeplattete retikuläre Zellen (Sinusendothel) mit Lymphozyten, Plasmazellen und Makrophagen



# Milz

lat.: Splen oder Lien

anatomisch: im linken Oberbauch (Hypochondrium), intraperitoneal, zw. 9-11. Rippen, ca. 110-150 gr

Sie liegt **intraperitoneal**

ein sekundäres Lymphorgan

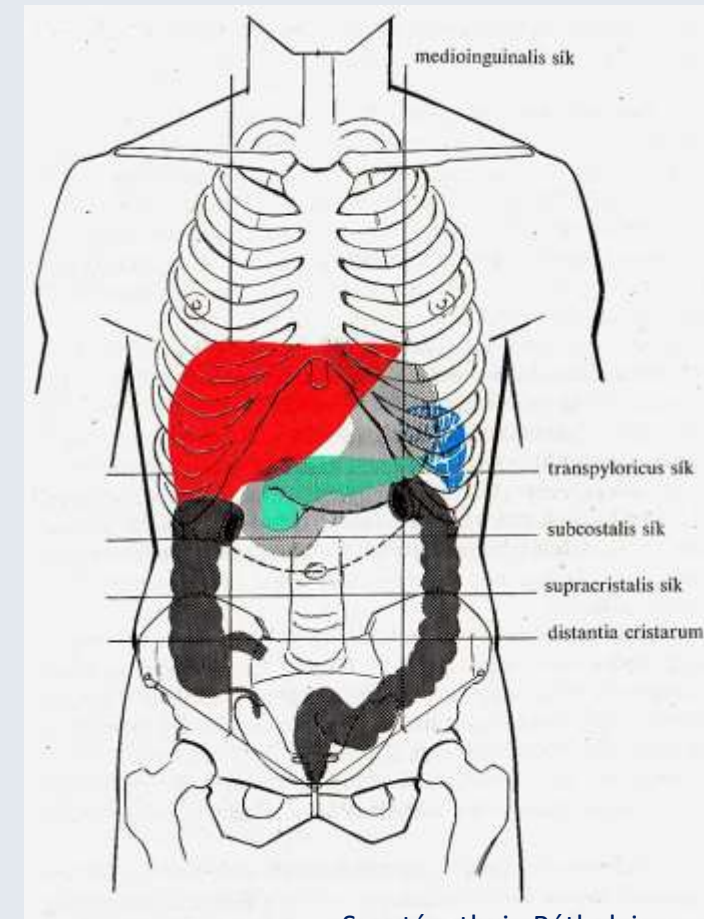
B- und T-dependente Arealen

Stroma (Retikulinfasern und Retikulumzellen) und

Parenchym (rote und weiße Pulpa)

- **sog. Filter des Blutes (veraltete Erythrozyten werden hier abgebaut und Hemoglobinkomponente zurückgewonnen)**
- Thrombozytenspeicher
- Bestandteil des Abwehrsystems  
(besonders wichtig gegen Gram $\oplus$  Bakterien)
- Blutbildung (beim Erwachsenen nicht physiologisch)

Während der pränatalen Entwicklung ist sie an der Blutbildung beteiligt.





# Milz

generelle Struktur:

bindegewebige Kapsel aus Kollagen- und elastischen Fasern,  
(bei Tieren auch glatte Muskelzellen)

**Klinische Bedeutung: primäre und sekundäre Milzruptur!!!**

aus der Kapsel ziehen Trabekel (~Septa) ins Organ, in welchen die  
Abzweigungen der A. lienalis (Aa. trabekulares), die Venen  
und die efferenten Lymphgefäße ziehen

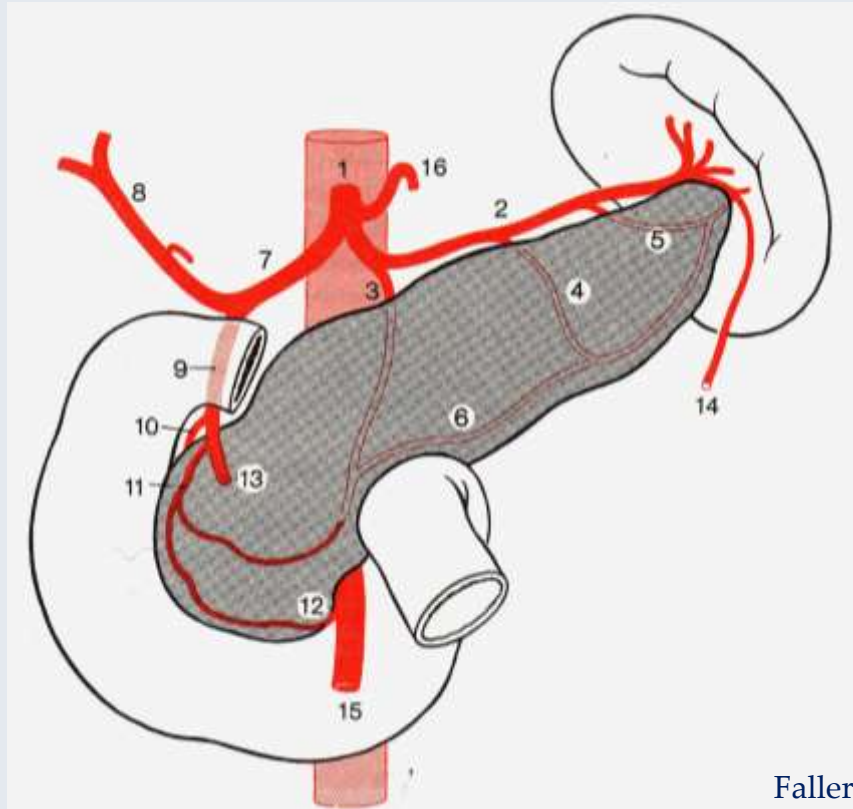
Entlang der Arterien organisiert sich die weiße Pulpa des  
Parenchyms

Die Venen entstehen aus Milzsinusen der roten Pulpa des  
Parenchyms

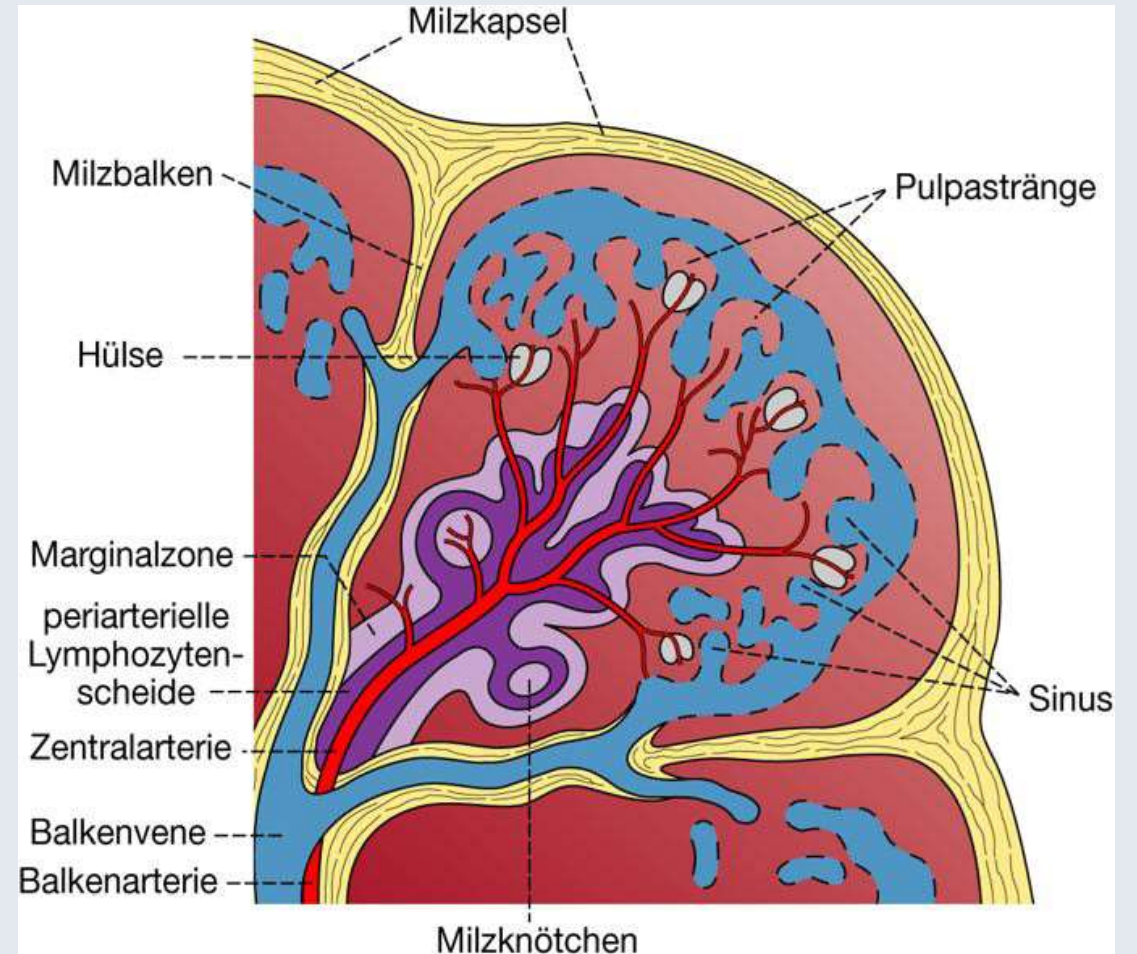


# Milz

## Blutversorgung - Gefäßsystem



aus der A. lienalis des Truncus coeliacus



Entlang der Arterien organisiert sich das Milzparenchym mit verschiedenen Strukturen  
„offener“ und „geschlossener“ Kreislauf

nicht gespültes Präparat (HE)



# Milz

Elemente der roten Pulpa können von der Schnittfläche durch Spülung entfernt werden, in dem Fall bleibt die weiße Pulpa zurück.

weiße Pulpa meistens stark basophil anfärbt wegen hoher Anzahl der Lymphozyten (**Immunorgan**)

rote Pulpa rötlich eosinophil anfärbt, wegen hoher Anzahl von Erythrozyten und Milzsinusen (voll mit Erythrozyten). (**Blutfilter** und immunologische Aufgaben)

# Milz

Struktur der weißen Pulpa:

**PALS** (periarterielle Lymphozytenscheide) um eine **A. centralis**

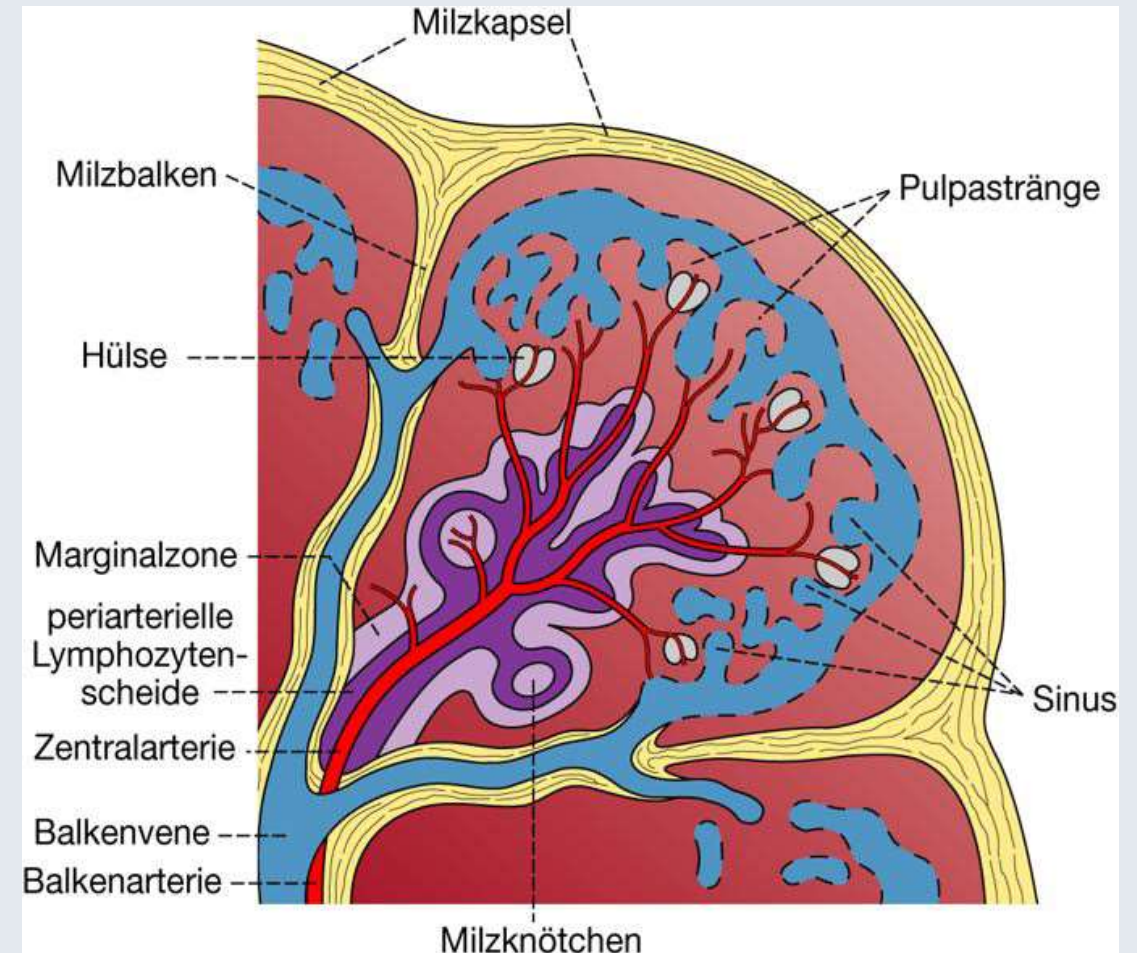
**Primärfollikel** und seltener **Malpighi-Follikel**

(Milzknötchen oder Sekundärfollikel) in seitlichem Kontakt mit der PALS evt. von einem Ast der A. centralis perforiert

PALS, Primärfollikel und Malpighi-Follikel sind von der **Zona marginalis** umgeben

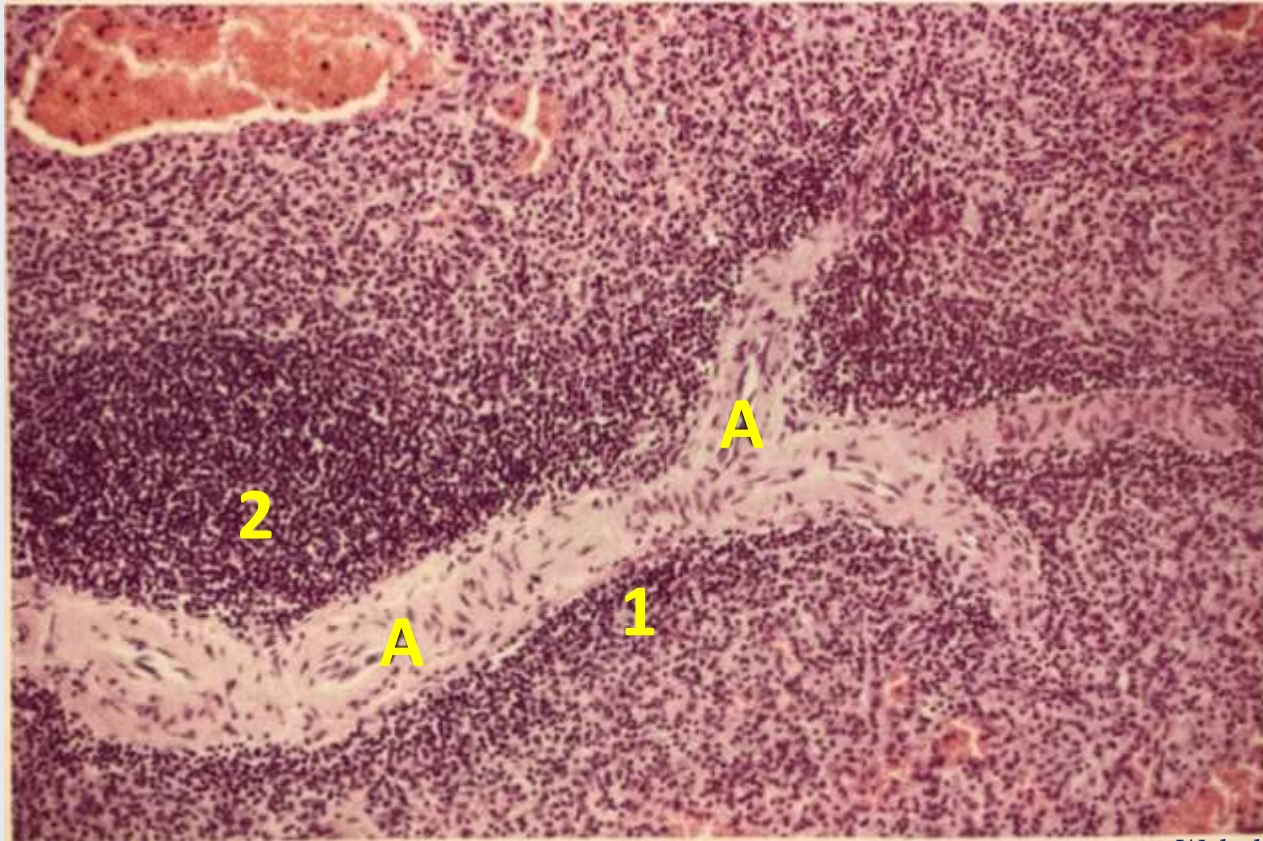
Kleinkind: viele Malpighi-Follikel

Erwachsene: meistens Primärfollikel vorhanden

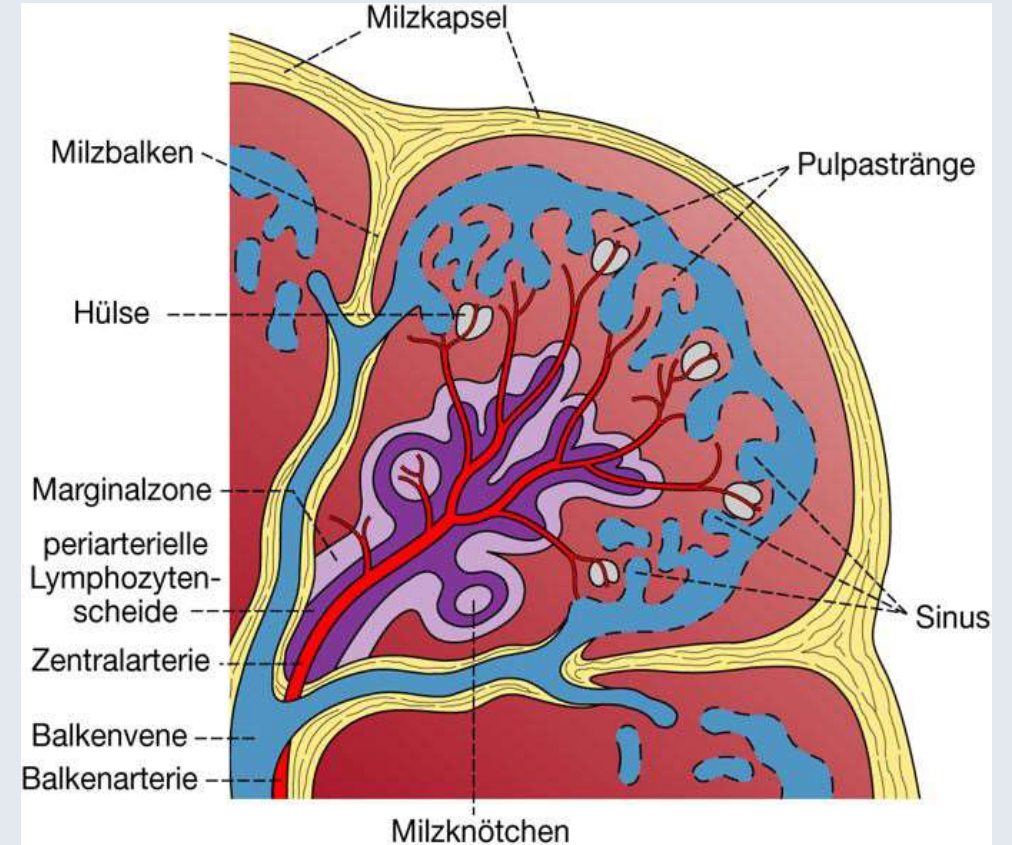


# Milz

## Längsschnitt



Welsch



- A A. centralis
- 1 PALS
- 2 Follikel

# Milz

Struktur der roten Pulpa:

Ein ziemlich dichtes Netzwerk von Retikulinfasern und Retikulumzellen, worauf die

Billrothschen Pulpastränge (Makrophagen, Plasmazellen, Granulozyten, Thrombozyten und sehr viele Erythrozyten)

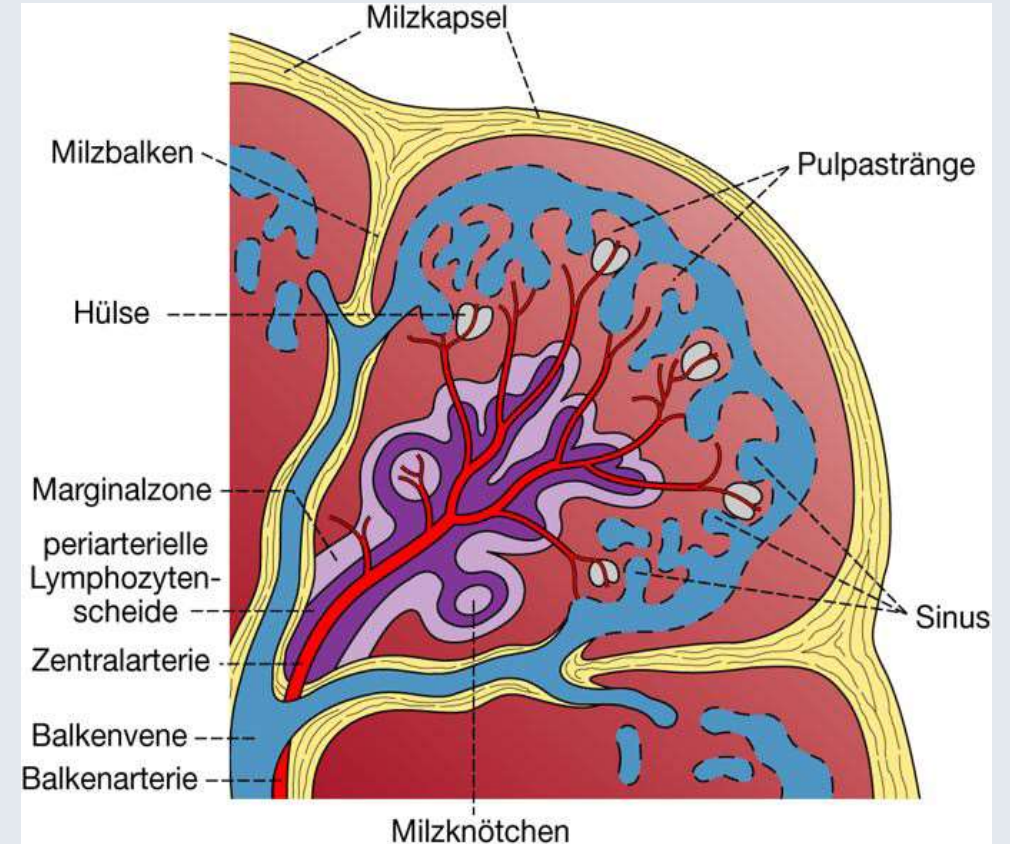
und die

Milzsinuse (ca.  $40\mu\text{m}$  im Durchmesser)

aufgebaut sind.

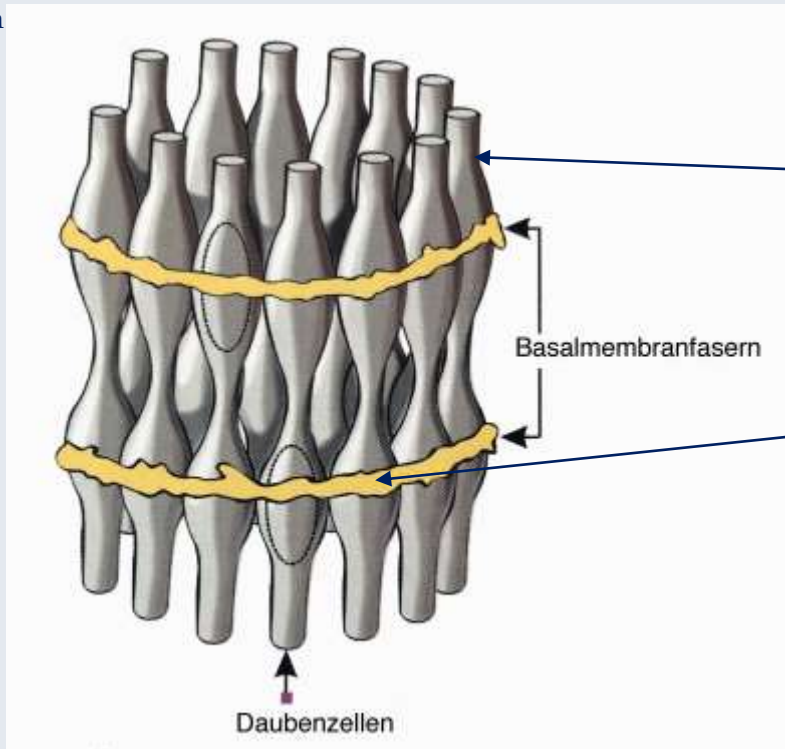
Die weiteren Abzweigungen der A. centralis verlassen die weiße Pulpa als Aa. penicilliformes (Pinselarteriolen), welche dann in Kapillare verzweigen.

Um diese bilden Makrophagen und Retikulumzellen die sog. Schweigger-Seidel Hüllen. (Hülsenkapillare)



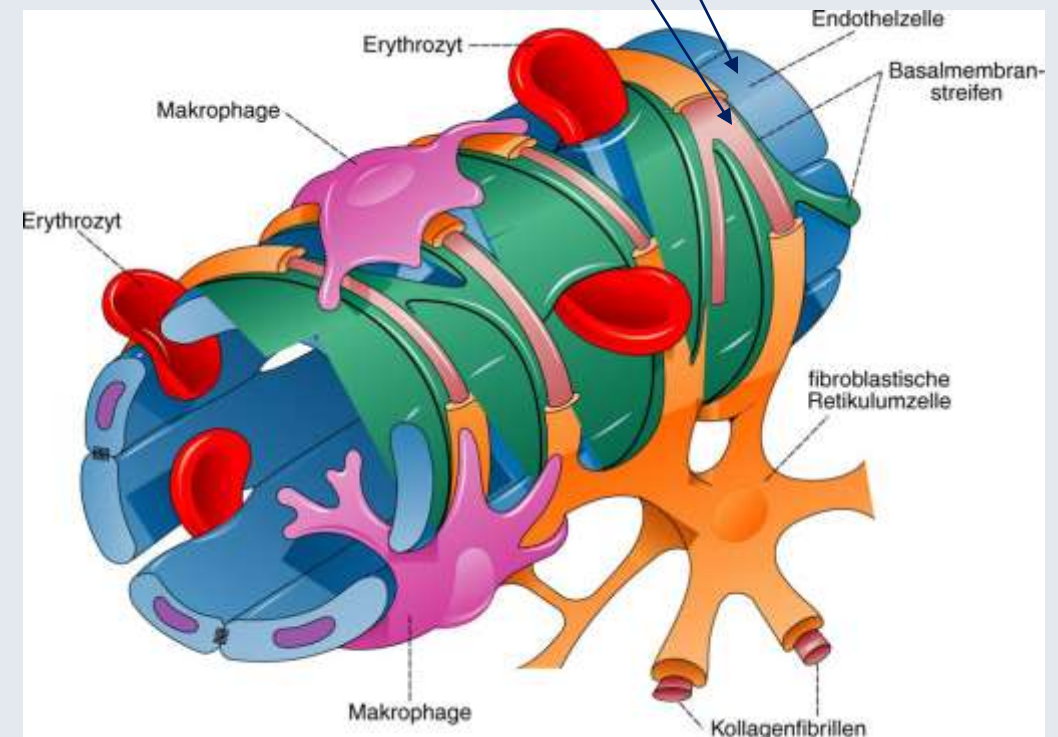
Röhlich

# Milz



**Milzsinus:** aus längsgerichteten Endothelzellen („Daubenzellen“) und Basalmembranstreifen

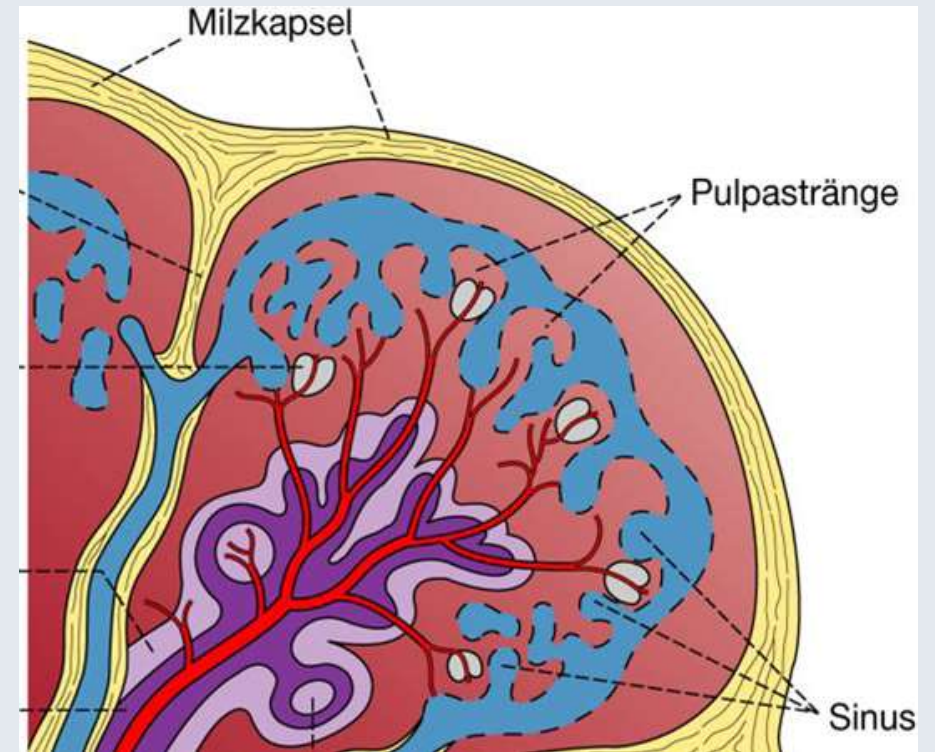
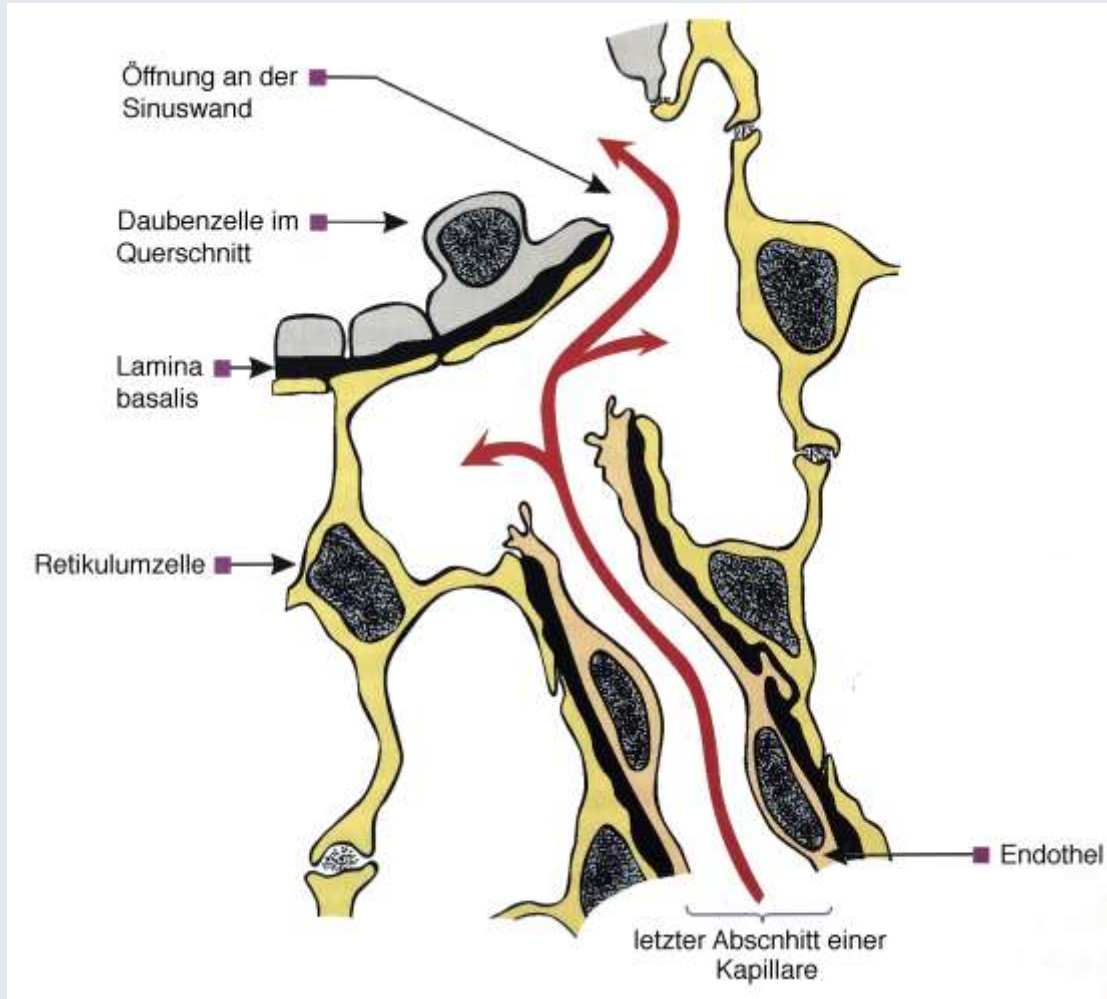
Das Fehlen der kontinuierlichen Basalmembran und die Lücken zwischen den Endothelzellen ermöglichen den Durchtritt von Erythrozyten meistens aus der roten Pulpa in den Sinus





# Milz

Röhlich



offener Kreislauf: Kapillare der roten Pulpa öffnen sich zwischen die Pulpastränge. Das Blut strömt praktisch in das Parenchym frei raus.

(ca. 80% des Blutes)

geschlossener Kreislauf: Kapillare münden in die Milzsinuse (ca. 20% des Blutes)

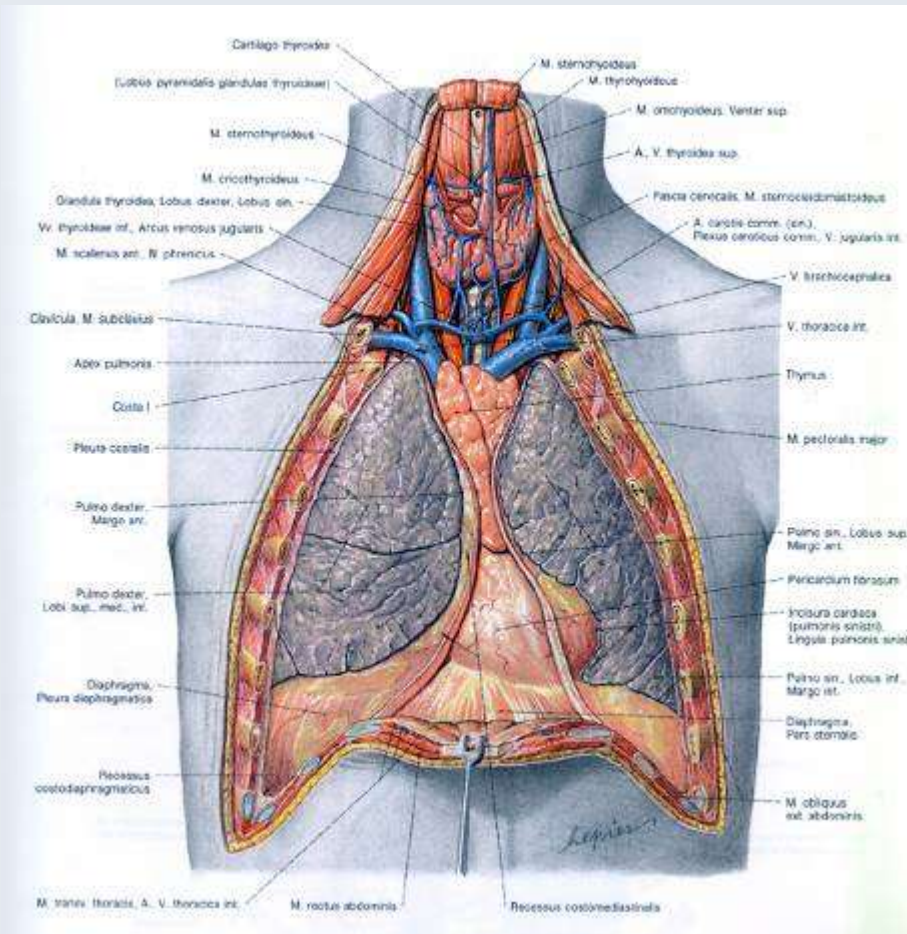
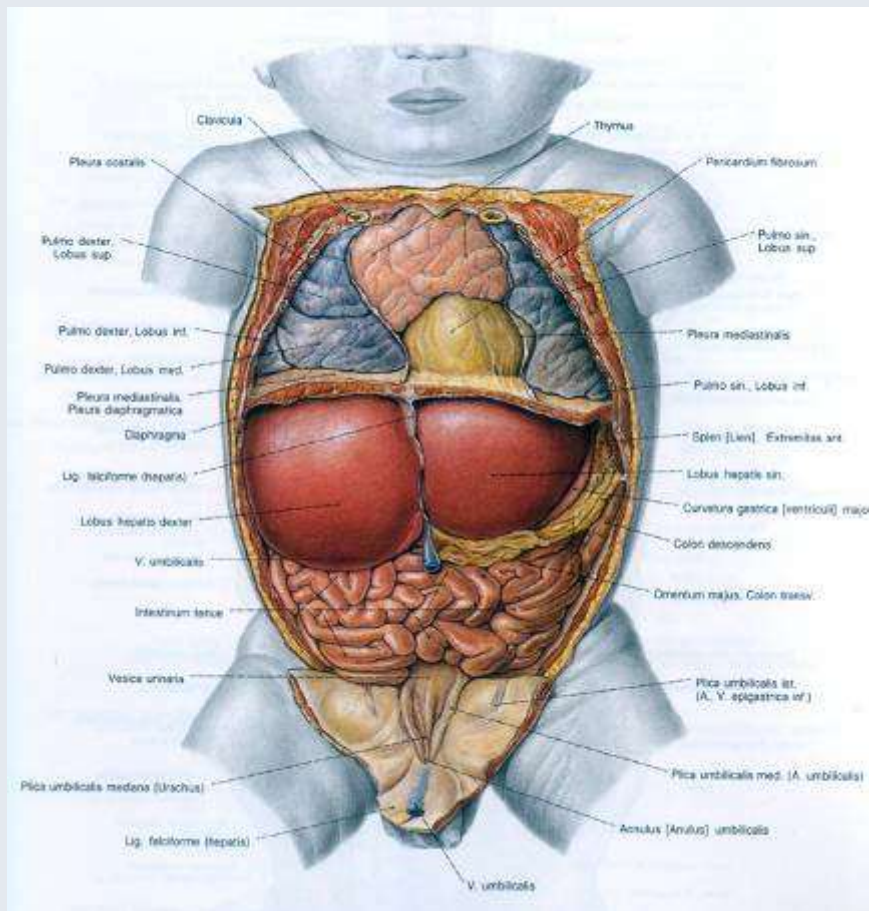
# Splenektomie

Bei schweren Milzverletzungen oder auch bei bestimmten Bluterkrankungen ist manchmal eine **Entfernung der Milz**(Splenektomie) erforderlich. Nach einer Splenektomie ist das **Risiko für Infektionen** lebenslang erhöht. Das gilt v.a. für Infektionen mit Bakterien, die durch Kapselpolysaccharide geschützt sind, aber in der Milz durch spezielle B-Lymphozyten normalerweise schnell erkannt und gebunden werden (wie [Pneumokokken](#) oder [Meningokokken](#)).



# Thymus

- hinter dem Sternum, in Mediastinum supracardiacum
- T-Lymphozytenreifungsstelle
- seine Größe nimmt mit dem Alter ab
- Lobuli, Makrophagen, dendritische Zellen, epitheliale Retikulumzellen

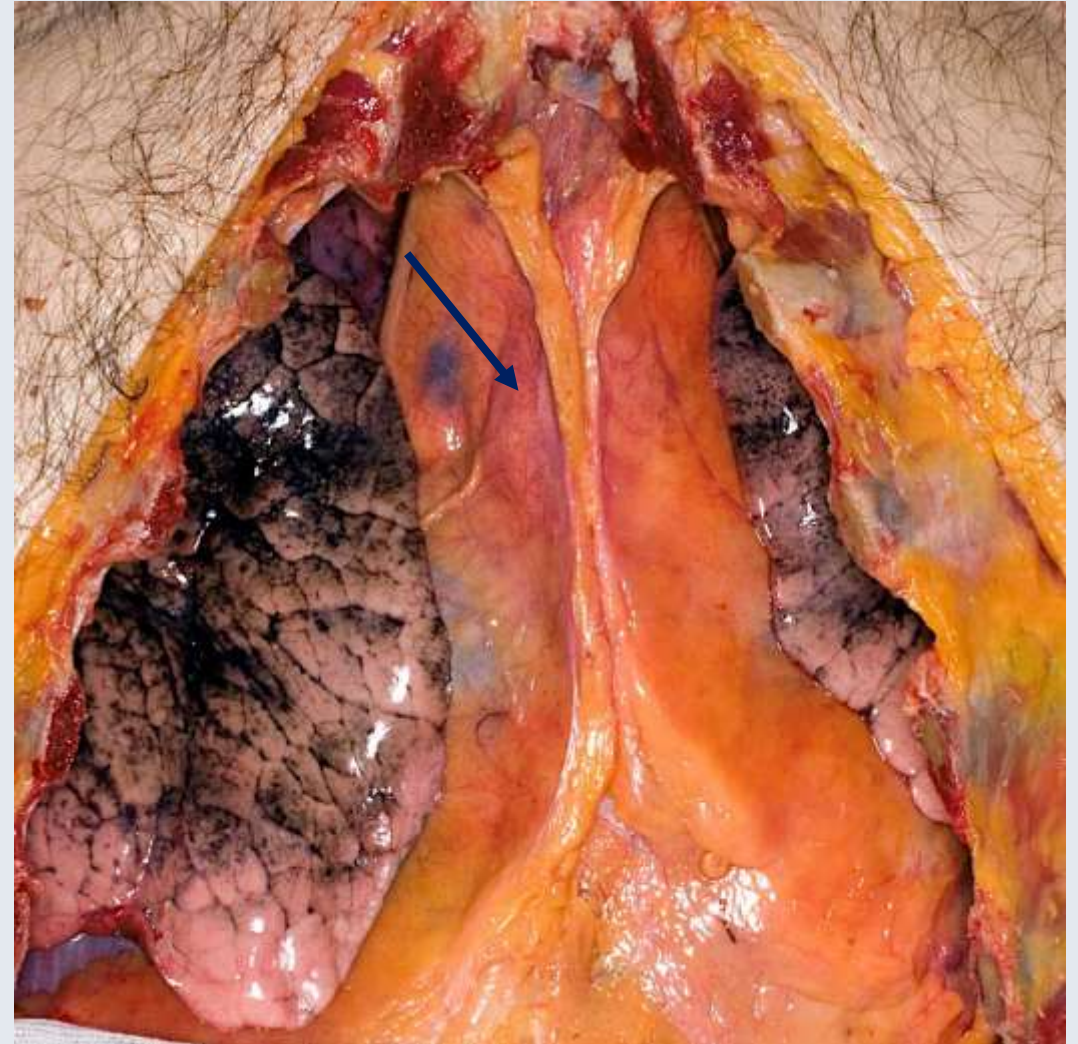


**Arterien:** A. thoracica interna, A. pericardiophrenica, A. thyroidea sup. et. inf.  
**Venen:** V. brachiocephalica  
**Nur efferente Lymphgefäße!!!** Nodi lymphatici mediastinales anteriores  
**Vegetative Innervierung:** N. vagus, sympatische Innervierung

# Thymus (Bries)



Galajda - Patonay



Thymus adiposus (Corpus adiposum retrosternale) beim Erwachsenen

# Thymus (Bries)

## Primäres lymphatisches Organ

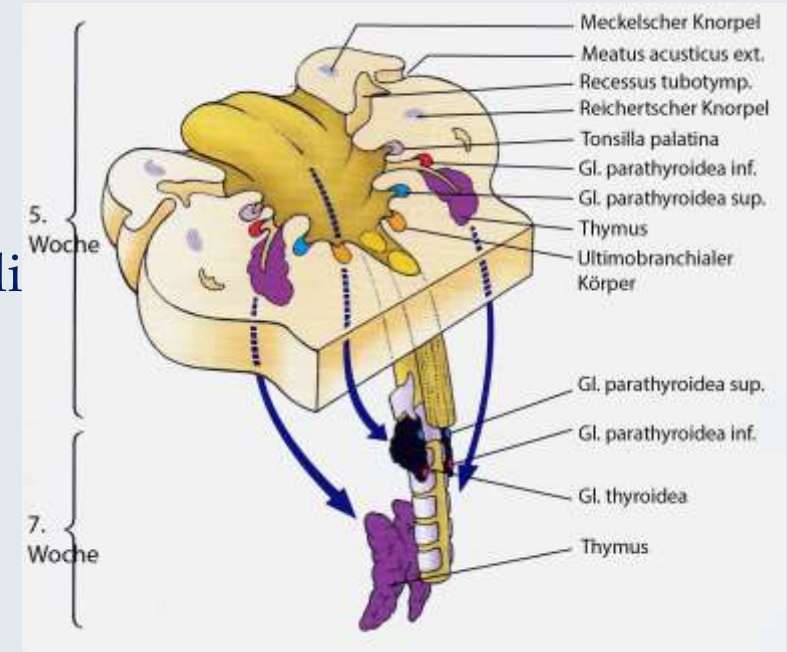
am meisten entwickelt während der Pubertät (ca. 30-40 gr)  
vom Bgw.-Kapsel umgeben; Bgw.-Septa drängen in die Lobi bzw. Lobuli ein

Grundgerüst: speziell hier aus Endoderm (3. Schlundtasche)  
entstandene epitheliale Zellen, daher **lymphoepitheliales Organ!**

anfänglich: Thymus epithelialis (nur noch epitheliale Zellen vor der  
Einwanderung der lymphoiden T-Progenitorzellen)

ab dem Erwachsenenalter: Thymus adiposus (Involution vom Thymus)

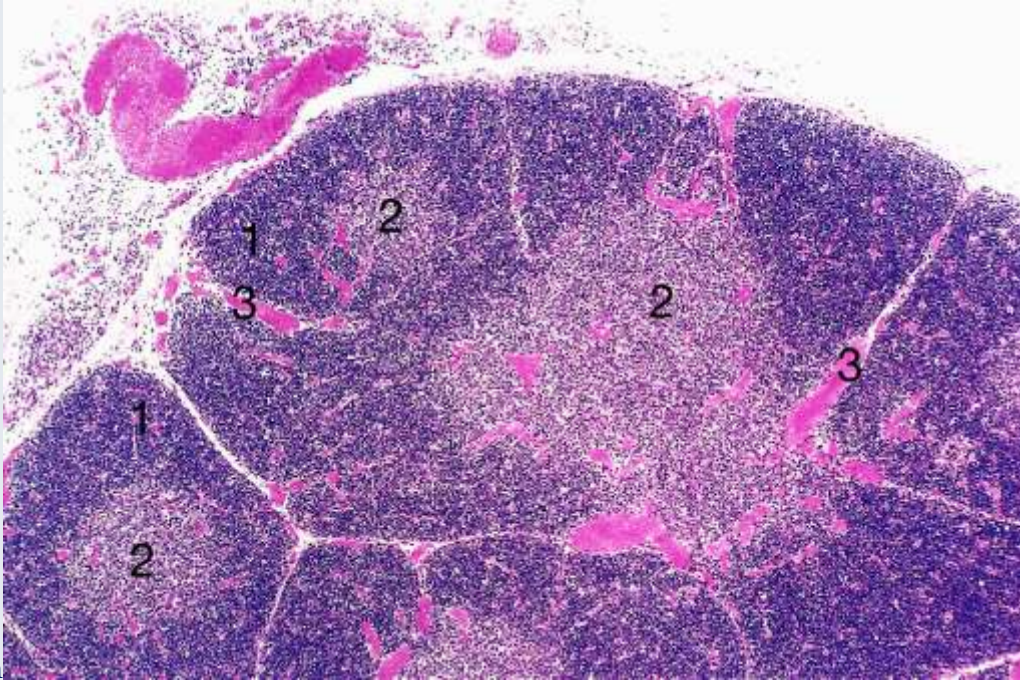
anatomisch: direkt hinter dem Manubrium sterni im sog. Mediastinum  
supracardiacum (Corpus adiposum retrosternale)



Larsen's

# Thymus (Bries)

Ausschnitt mit mehreren Lobuli (HE)

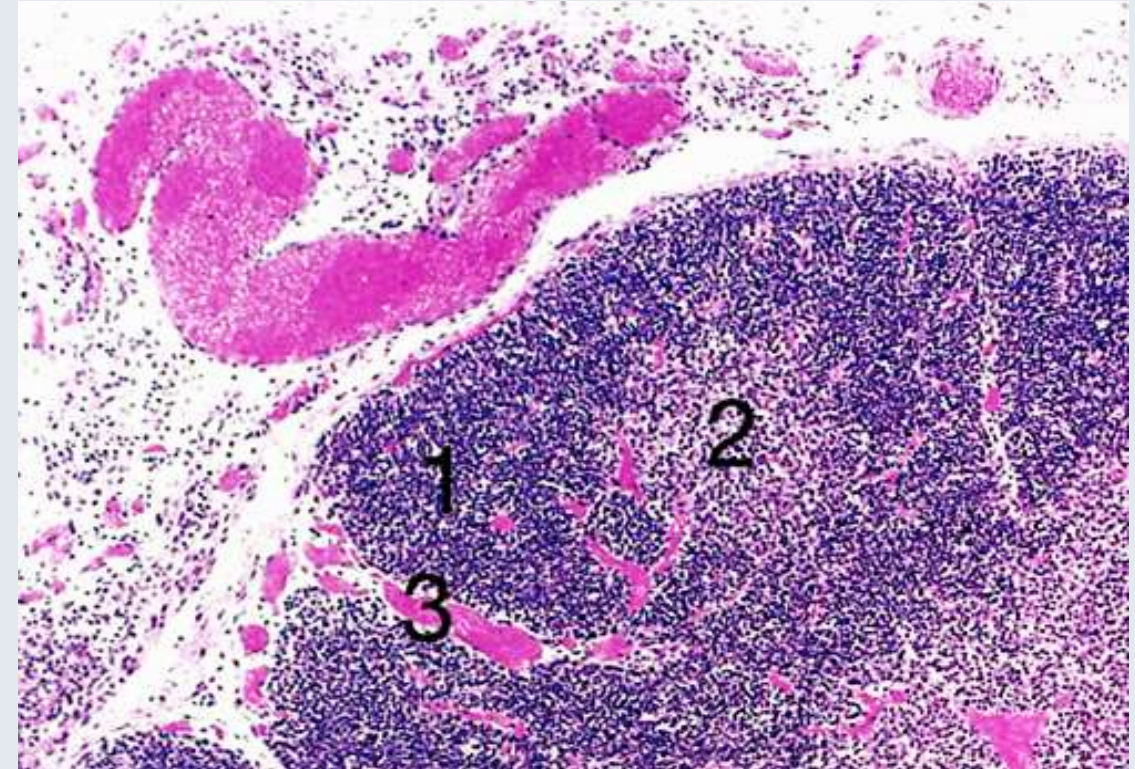


Septa (3.) drängen bis zur Cortex-Medulla Grenze

**Lobuli – KEIN Follikel!!!**

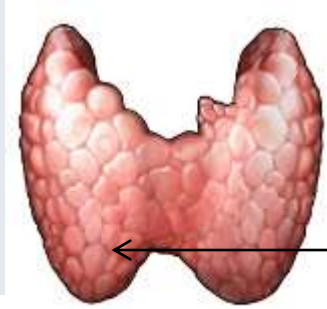
- Cortex (1.) (=Rinde)

- Medulla (2.) (=Mark)



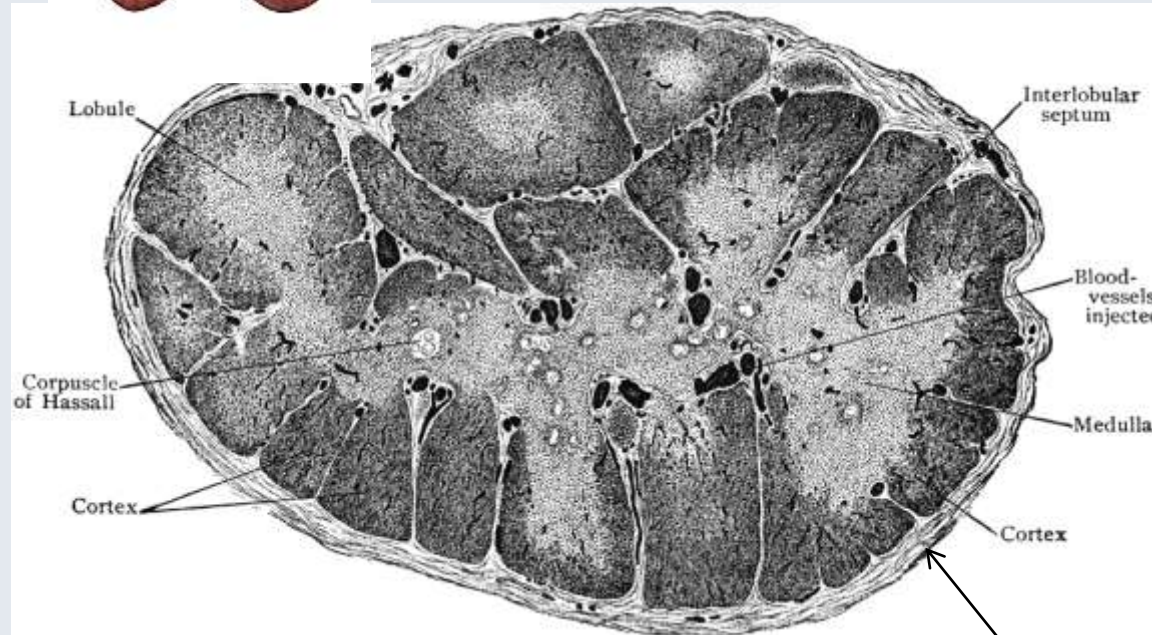
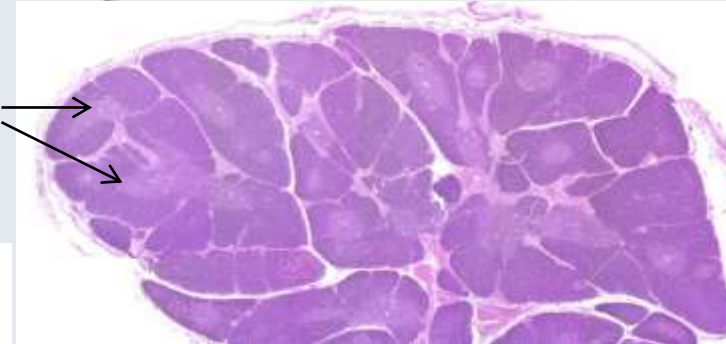
Außen befindet sich die Kapsel mit großen Gefäßen und efferenten Lymphgefäßen, welche mit den Septa interlobularia in die Lobuli eindringen

# Histologie von Thymus

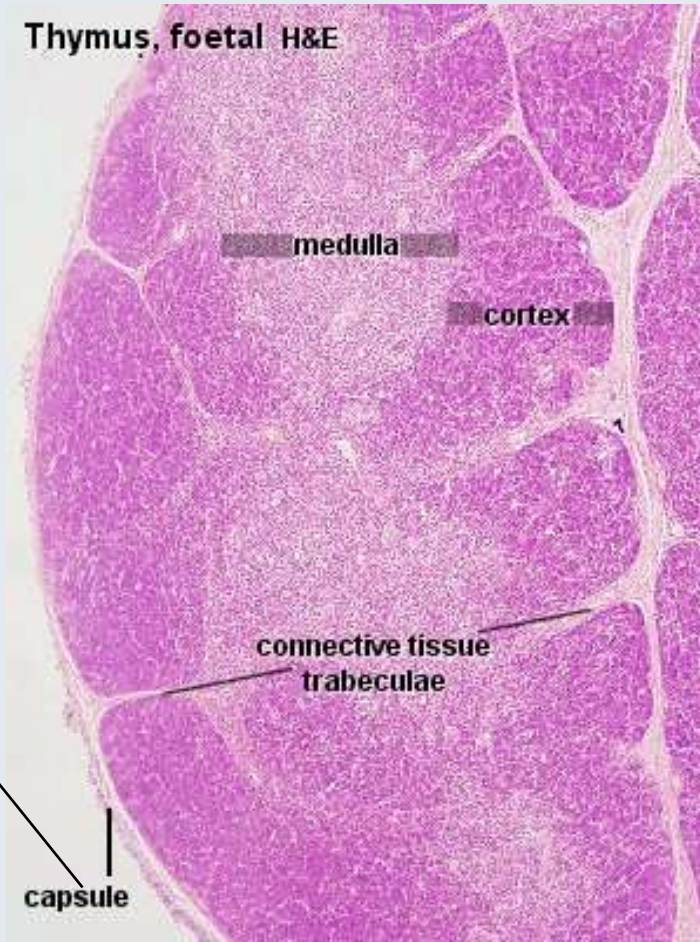


2 Lappe/Lobus

Pseudo-lobului



Thymus, foetal H&E

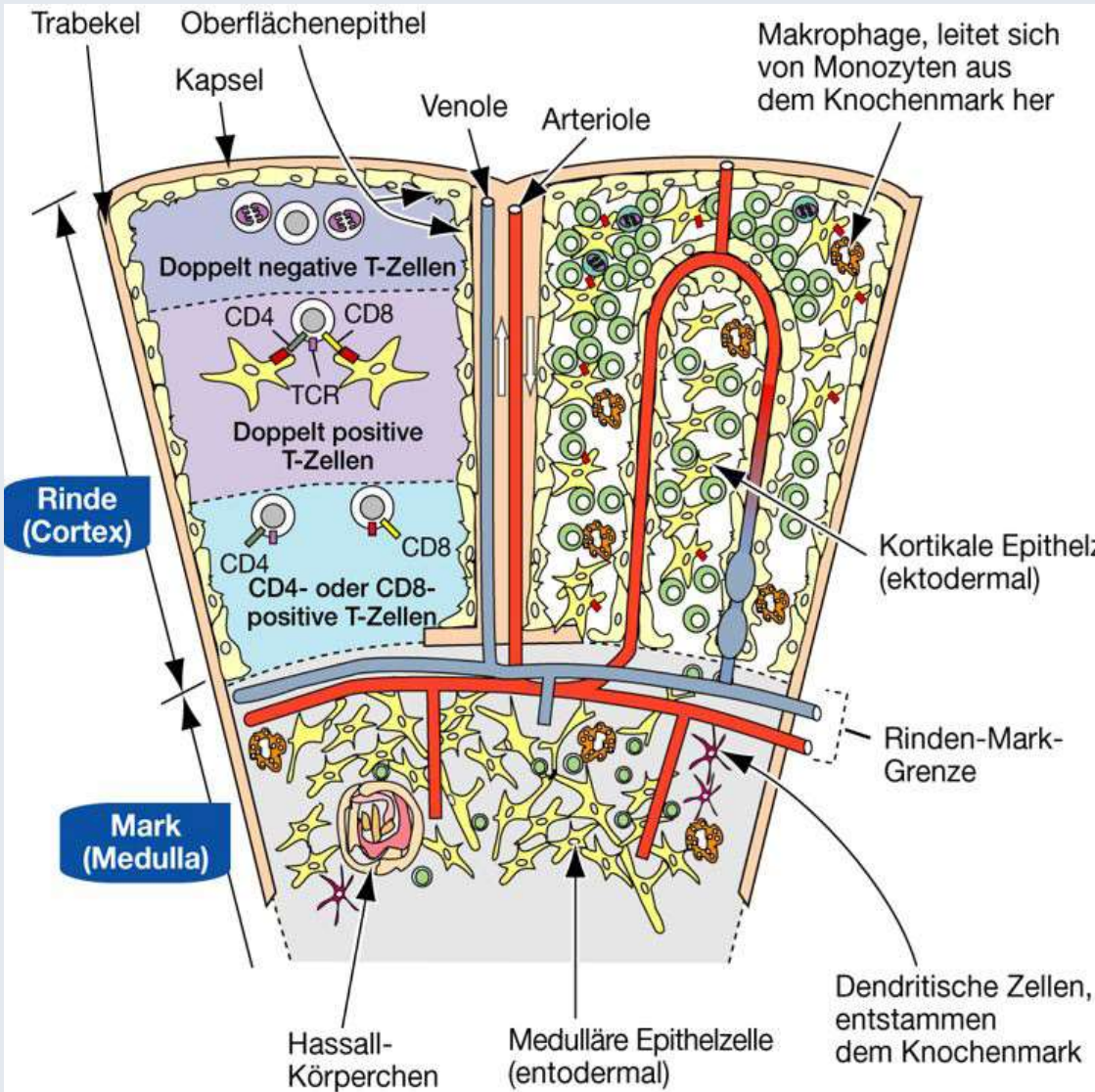


**Kapsel:** Bindegewebe (Kollagen-, elastische Fasern, Plasma und Mastzellen) Blutgefäße, Septa interlobularia dringen in Lobus ein und bilden die Pseudolobuli.

Es befindet sich die dunklere gefärbte, äußere Rinde (**Cortex**) und der hellere Mark (Medulla).

# Thymus (Bries)

Welsch



## Stroma - Epithelzellen:

a) an der Oberfläche des Thymus; wird die Blut-Thymus Schranke entlang der Gefäße gebildet (Desmosomen, Zonulae occludens - selektiv durchlässig für makromolekuläre Komplexe: Immuntoleranz)

b) kortikale Epithelzellen (aus Ekto- oder Endoderm?)  
 „Nurse-cells“  
 MHC II Expression  
 Antigenpräsentation

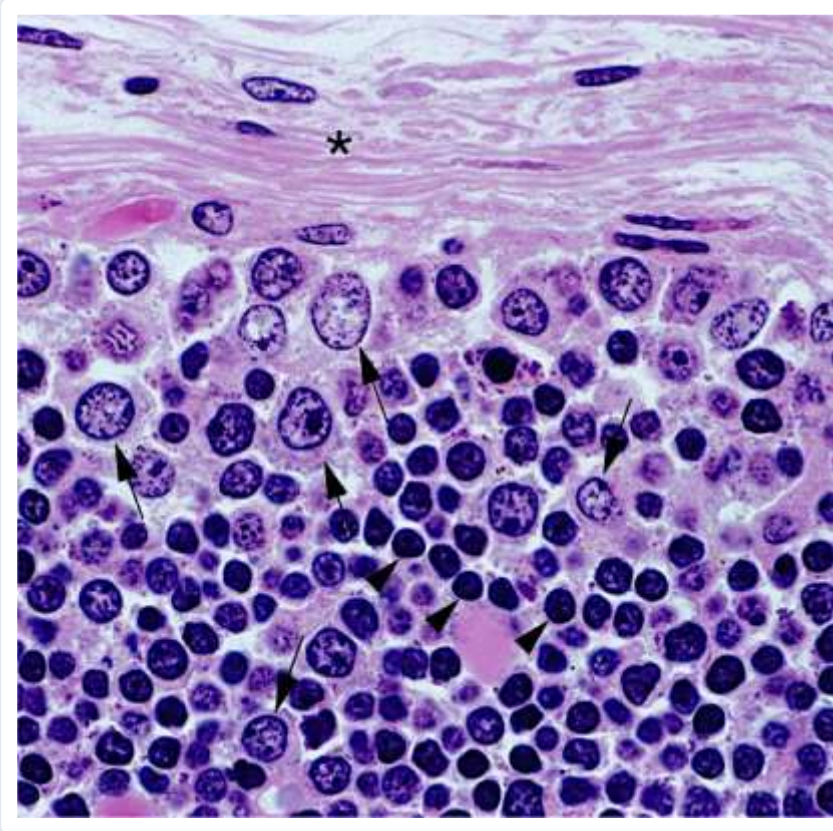
c) medulläre Epithelzellen (aus Endoderm)  
 Hassall-Körperchen mit zentraler Keratinisation  
 negative Selektion: dendritische Zellen, B-Lymphozyte

Makrophagen.



# Thymus (Bries)

Welsch

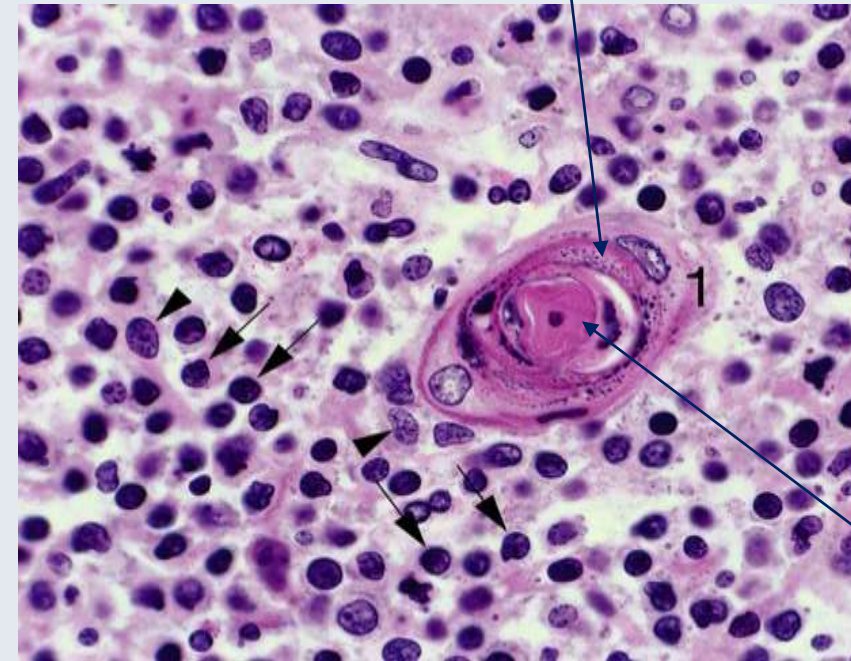


\* Kapsel

→ Kortikale epitheliale Retikulumzellen

▶ Lymphozyten (Thymozyten)

Keratohyalin Granülen



Welsch

Keratin

1 Hassall-Körperchen

▶ Medulläre epitheliale Retikulumzellen

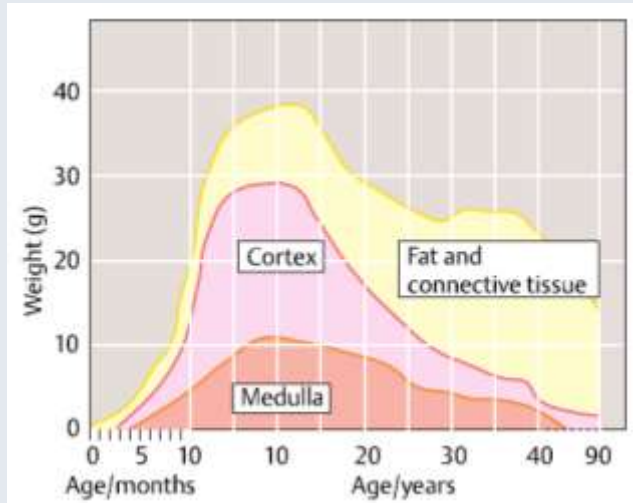
→ Lymphozyten (Thymozyten)

## Funktion des Thymus

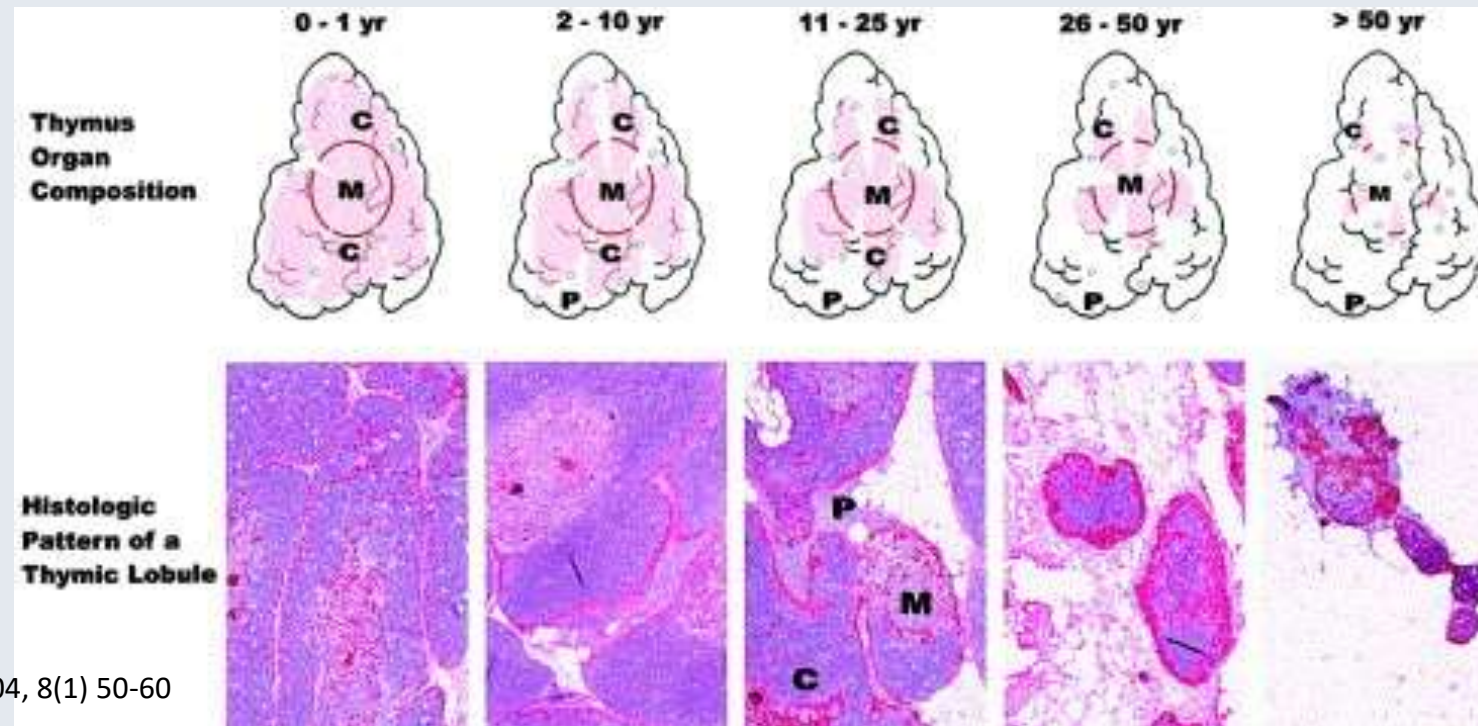
Die aus dem Knochenmark kommenden T-Lymphozyten verweilen zunächst in der Rindenregion des Thymus. Hier **differenzieren** sich die eingewanderten **T-Lymphozyten** (Thymozyten) zu **reifen T-Zellen**, und bilden den T-Zell-Rezeptor (TZR) aus.

Im Mark werden die T-Zellen auf Selbsttoleranz und Immunkompetenz geprüft. Ersteres erfolgt durch die auf den Thymusepithelzellen befindlichen MHC-Klasse-I und -II-Molekülen. Bindet ein Thymozyt diese Moleküle mit seinem TZR mit niedriger Affinität, wird er vermehrt ([positive Selektion](#)). Die Lymphozyten, die mit hoher Affinität mit ihrem TZR an körpereigene Antigen-MHC-Komplexe binden, werden hingegen eliminiert ([negative Selektion](#)).

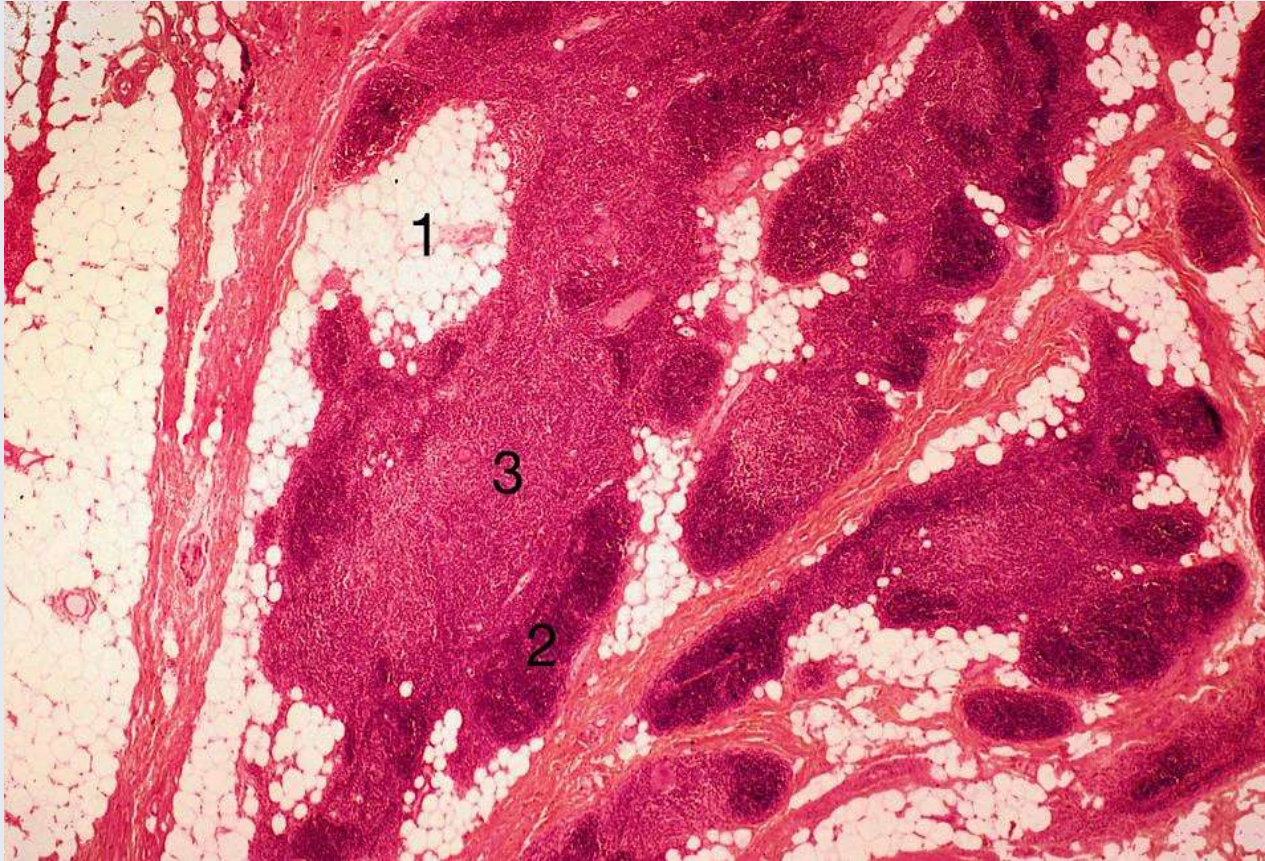
# Thymusinvolution



Nach der Pubertät bildet sich der Thymus zurück (**Thymusinvolution**). Die Rückbildung betrifft vor allem die Rinde, weniger das Mark. An die Stelle des atrophierten Gewebes tritt Fettgewebe (retrosternaler Thymusfettkörper). Der Thymus wird nicht ganz abgebaut; es bleiben stets Reste von funktionstüchtigem Thymusgewebe.



# Thymus (Bries)



Welsch

Involution ist für Erwachsenenalter charakteristisch, welche mit deutlicher Vermehrung von Fettgewebe deutlicher Vermehrung der Hassall-Zellen Verminderung des Parenchyms einhergeht.

Stressinvolution: ähnliche histologische Veränderungen, aber reversibel

# Angewendete Literatur

Szentagothai J, Réthelyi M: Funkcionális anatómia, Medicina, 1989

Sobotta: Atlas des Menschen

Sobotta: Atlas of Human Anatomy

<http://viamedici.thieme.de>

Vorlesung von Dr. Krisztina H.-Minkó und Dr. Gábor Baksa

Welsch: Lehrbuch Histologie

Lüllmann-Rauch: Taschenlehrbuch Histologie