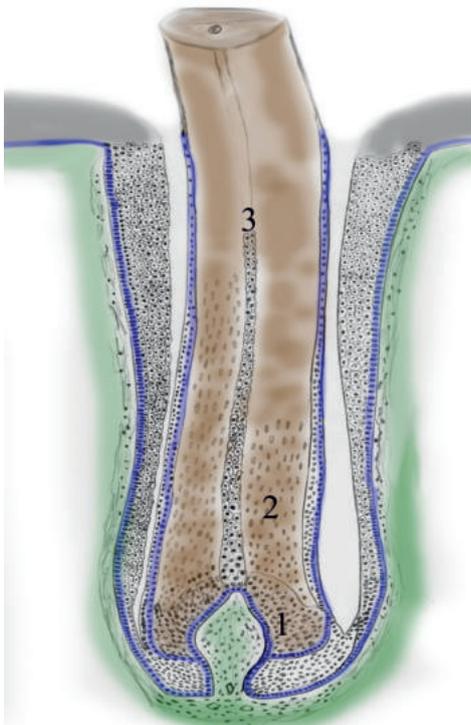


## Evolution des Bindegewebes

In einem mehrzelligen Organismus (Metazoa) ermöglicht die Existenz einer extrazellulären Matrix den Zusammenhalt und die Kommunikation der Zellen. Aus den Metazoa entwickelten sich, unter Beteiligung der extrazellulären Matrix, echte Gewebetiere (Eumetazoa). Bei der Entwicklung der Eumetazoa wird zwischen den zweikeimblättrigen (diploblastische Eumetazoa) und denen mit drei Keimblättern (triploblastische) unterschieden. Zu den diploblastischen Tieren zählen: Hohltiere und Nesseltiere (Korallen, Quallen, Seeanemonen u. a.). Obwohl sie nur über Ento- und Ektoderm verfügen, besitzen einige Spezies eine Matrix mit bindegewebigen Makromolekülen wie beispielsweise Laminin, Kollagen IV und Fibronektin. Beim triploblastischen Bau bildet sich während der Gastrulation als drittes Keimblatt das Mesoderm. Beim Menschen entsteht es ab der dritten Entwicklungswoche. Aus Zellen des Mesoderms, bestimmten Anteilen des Ektoderms (Neuralleiste) sowie aus Zellen der Region der Prächordalplatte des Entoderms geht das Mesenchym (griechisch, das Mittenhineingegossene) hervor. Die pluripotenten Zellen des Mesenchyms sind der Ursprung für zahlreiche Gewebe. Neben den Bindegewebszellen gehen weitere Vorläuferzellen aus dem Mesenchym hervor: der Myoblast für die Entwicklung der Muskelarten, der Chondroblast als Vorläufer für alle Knorpelarten, der Osteoblast für die Knochenarten sowie die Vorläuferzelle der Hämatopoese. Außerdem gehen die Niere und Nebenniere aus dem Mesenchym hervor. Mesenchym ist ein histologischer Begriff zur Beschreibung eines Gewebes, welches aus mesenchymalen Zellen verschiedenen Ursprungs besteht.

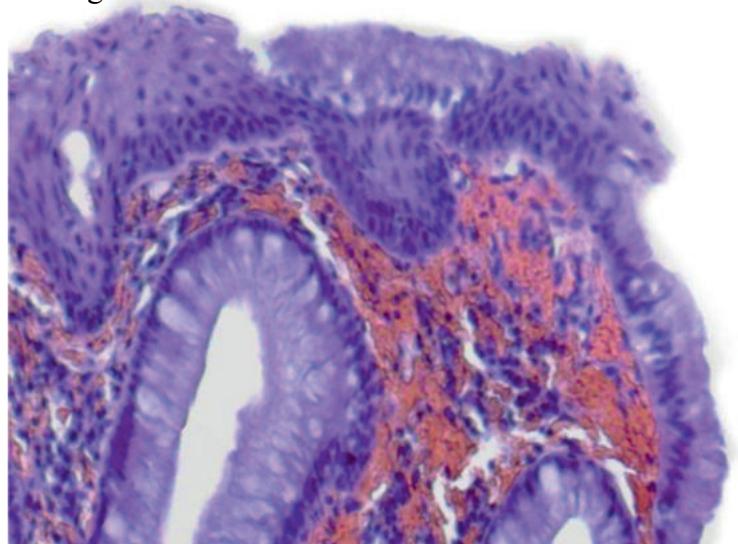
Die wichtigste Funktion des Bindegewebes findet sich in seiner Benennung wieder. Es trennt und verbindet die am Bau eines Organs beteiligten Gewebe und sorgt für Trennung und Verbindung der Organe im Organismus. Dass es dabei um mehr als die strukturgebende Funktion geht, sollen die unten stehenden Abbildungen verdeutlichen.

In der Zeichnung ist das Stratum basale blau koloriert. Nach der Absenkung differenzieren sich die Basalzellen zu den Pigmentzellen (1), den Zellen des Haarmarks (2) und der Haarhaut (3). Die Differenzierung steht unter dem Einfluss des Bindegewebes. Auch an der Morphologie der Haare wirkt es mit: Haupthaar, Barthaar oder Nasenhaar - jedes hat seine Besonderheit.



Differenzierung der Basalzellen im Haarbalg unter Mitwirkung des Bindegewebes.

Das Foto zeigt den Übergang des hochprismatischen Epithels des Rektums in das mehrschichtige Plattenepithel der Haut. Das Bindegewebe ist an der Differenzierung der Epithelzellen beteiligt.



Der Ausschnitt vom Rektum des Menschen ist mit HE gefärbt.

Lockeres BGW (als Füllgewebe zwischen anderen Geweben)

Gallertiges BGW (Nabelschnur, Zahnpulpa)

Retikuläres BGW (lymphatische Organe, Knochenmark)

Straffes BGW

geflechtartiges: Organkapseln

parallelfaseriges: Sehnen und Bänder

Elastisches BGW (elastische Bänder)

Fettgewebe (Baufett und Depotfett)

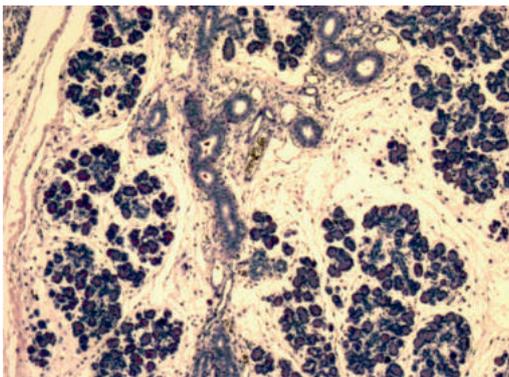
Zellreiches Bindegewebe (spinozelluläres)

## Lockeres Bindegewebe

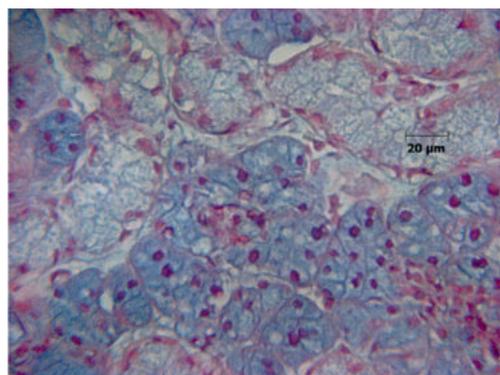
Das lockere Bindegewebe stellt die Verbindung zwischen den verschiedenen Geweben des Organismus her. Stützen, Füllen, Übertragung von Informationen, Speichern von Wasser und Makromolekülen sind Aufgaben dieses Gewebes. Es fungiert als Transportmedium zwischen dem Gefäßsystem und den anderen Geweben. Das Bindegewebe ermöglicht, dass sich täglich acht bis zehn Liter Wasser durch den Körper eines Erwachsenen bewegen. Wasser ist das Lösungsmittel der Biologie und chemischer Reaktionspartner bei Hydratation und Dehydratation.

Das lockere Bindegewebe bietet den Zellen des Immunsystems einen Ort zum Aufenthalt, ermöglicht deren Bewegung, Funktion und Differenzierung. Gefäße und Nerven werden von ihm in die Umgebung eingebettet. Es gliedert durch Septen, Trabekel, Netze und andere strukturelle Elemente Organe. Durch das Bindegewebe entsteht die Läppchengliederung der Leber oder die Gliederung eines Organs in Mark und Rinde. In Hohlorganen wie Trachea, Ureter oder Darm ermöglicht es die Verschiebung des Epithelgewebes und die funktionelle Anpassung des Lumens.

Das lockere Bindegewebe trennt einerseits die einzelnen Gewebearten und verschafft den darin enthaltenen Zellen einen Raum zur Realisierung ihrer speziellen Aufgaben. Andererseits verbindet es die Gewebe und schafft die Grundlage für ihr Zusammenwirken bei der Funktion eines Organs und des Organismus in seiner Gesamtheit.



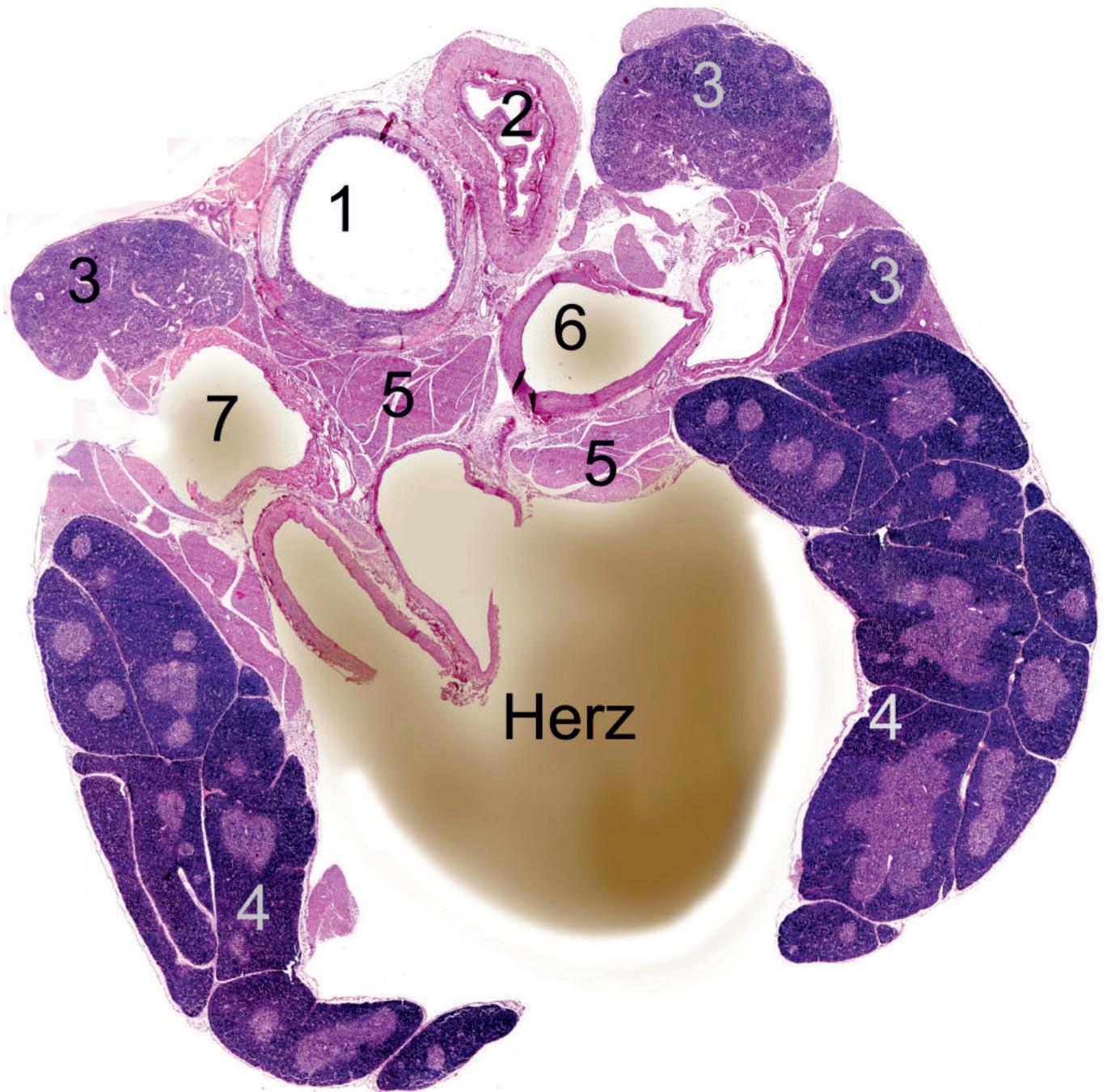
Unterkieferdrüse eines Rattenembryos nach PAS-Reaktion und Hämalaun.



Unterkieferdrüse einer adulten Ratte mit Kernechtrot und Alzianblau gefärbt.

Bei der Entwicklung der Unterkieferdrüse wachsen zuerst die serösen Zellen in das Bindegewebe ein. Die mukösen Drüsenzellen entwickeln sich später. Der Platz für sie wird vom Bindegewebe freigehalten.

Das Bindegewebe trennt und verbindet die abgebildeten Organe im Mediastinum der Ratte. Die Lage des Herzens ist angedeutet. Durch die Paraffineinbettung ist die Topographie des Thymus verändert. Das Präparat ist mit HE gefärbt.



- 1 Luftröhre
- 2 Speiseröhre
- 3 Lymphknoten
- 4 Thymus
- 5 braunes Fettgewebe
- 6 Aorta
- 7 obere Hohlvene

# Bindegewebsfärbungen

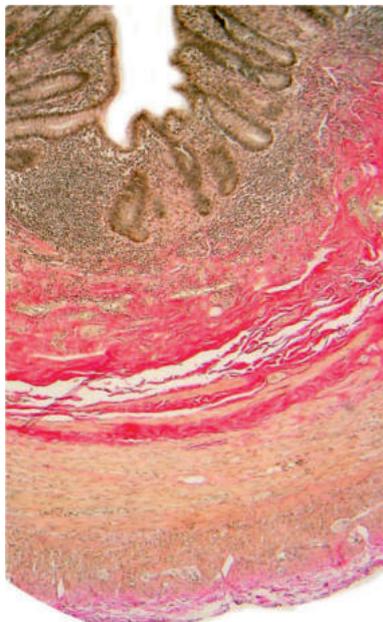
Trichromfärbungen erleichtern das Erkennen histologischer Strukturen. Je nach Farbstoff zeigen sich die kollagenen Fasern in den nachstehenden Abbildungen intensiv grün, rot oder blau.



Bei der Goldner Färbung werden die kollagenen Fasern durch Lichtgrün verdeutlicht. Zu sehen ist ein Präparat der Rattenzunge.



Bei der Weigert van Gieson Färbung sind die kollagenen Fasern vom Säurefuchsin intensiv rot gefärbt. Zu sehen ist ein Präparat der Zunge des Menschen.

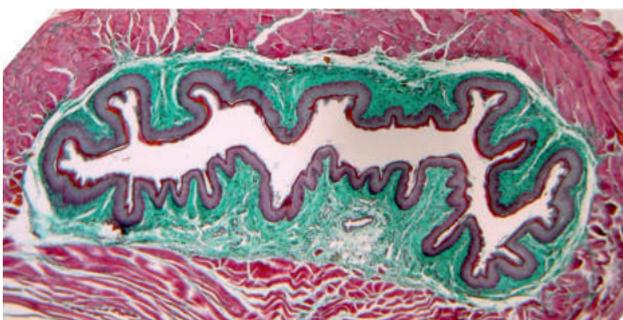


Schnitt durch den Dickdarm des Menschen. Die Kollagenfasern sind vom Säurefuchsin der Weigert van Gieson-Färbung intensiv rot.

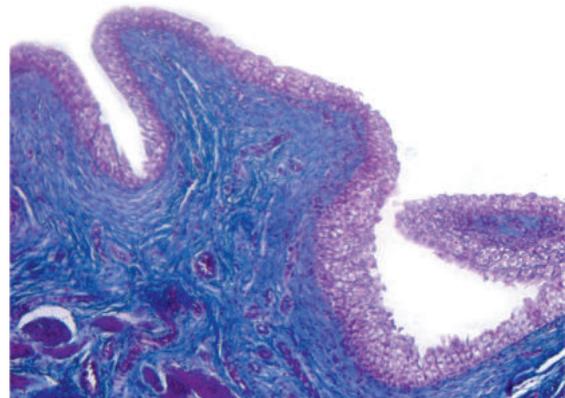


1. Luftröhre
2. Schilddrüse
3. Nebenschilddrüse
4. Speiseröhre
5. Halswendermuskel

Bei der AZAN-Färbung färbt Anilinblau die Kollagenfasern. Azokarmin färbt die Kerne und Orange-G das Plasma.



Speiseröhre der Ratte nach Goldner gefärbt.



Harnblase der Ratte nach AZAN gefärbt.

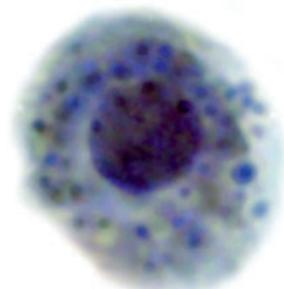
In allen Arten des Bindegewebes sind Zellen, Fasern und Grundsubstanz enthalten. Entsprechend der Funktion des jeweiligen Gewebes verteilen sich diese drei Bestandteile entsprechend. Jeder Bestandteil kann dominant sein.

## Zelluläre Bestandteile

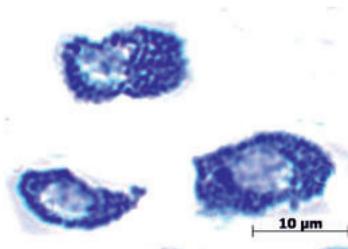
Histologisch werden fixe und mobile Bindegewebszellen unterschieden. Zu den ortsfestigen Zellen zählen Fibrozyten, Fibroblasten, Retikulumzellen und Mastzellen. Die Mastzelle hat innerhalb des Bindegewebes die geringste Ortsbindung. Zu den mobilen Zellen gehören Makrophagen, Granulozyten, Lymphozyten und Plasmazellen, die sich auch in anderen Geweben aufhalten können.

### Mastzellen

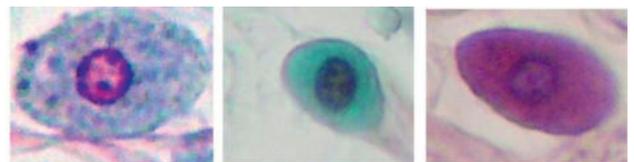
Mastzellen entnehmen ihrer Umgebung Antikörper vom IgE Typ und inserieren diese auf ihrer Zellmembran. So ausgerüstet können sie Antigene bzw. Allergene erkennen. Kommt es durch das Binden dieser Stoffe zu einer Aktivierung, so degranuliert die Mastzelle und setzt eine Vielzahl von Botenstoffen frei. Wichtige Inhaltsstoffe der Granula sind Histamin, Heparin, Chymase, Tryptase, Kathepsin und saure Hydrolase. Sie alle helfen bei der anstehenden Entzündungsreaktion. Nach der Aktivierung werden weitere Mediatoren synthetisiert und abgegeben: Prostaglandin D<sub>2</sub>, Leukopterin, Komplementprotein 4 sowie Zytokine (TNF und Interleukine: IL-3,-4,-5,-6,-8,-10,-13,-16).



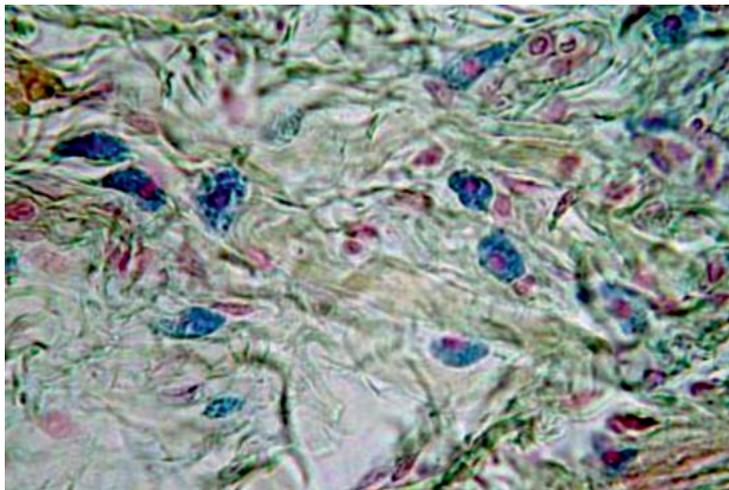
Mastzelle mit Hämalaun und Methylenblau gefärbt.



Mit Methylenblau gefärbte Mastzellen.

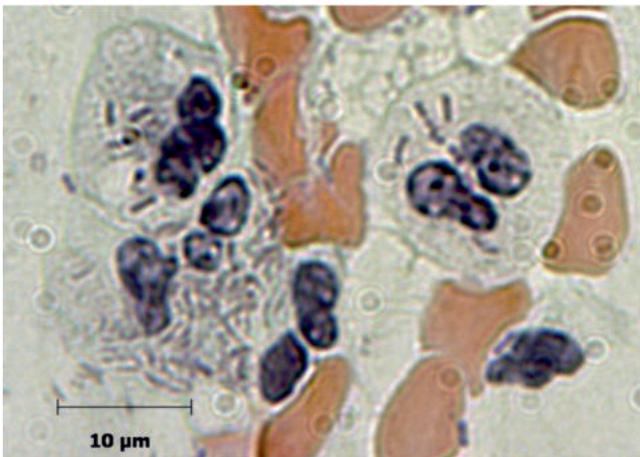
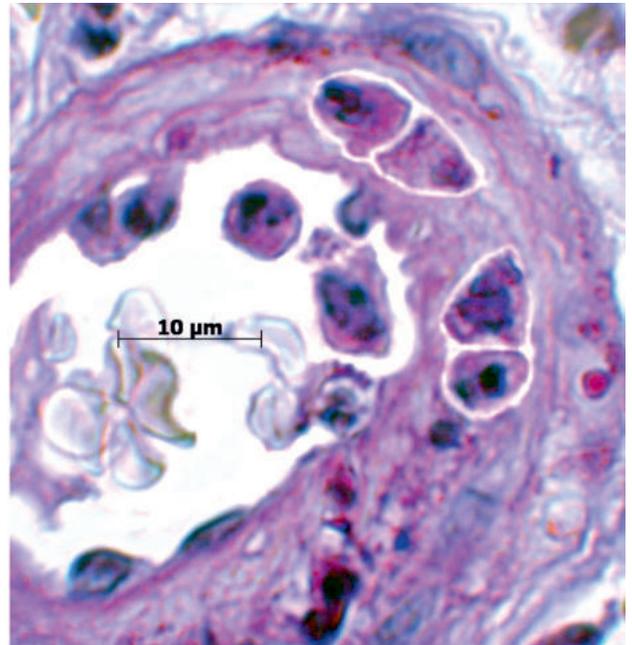
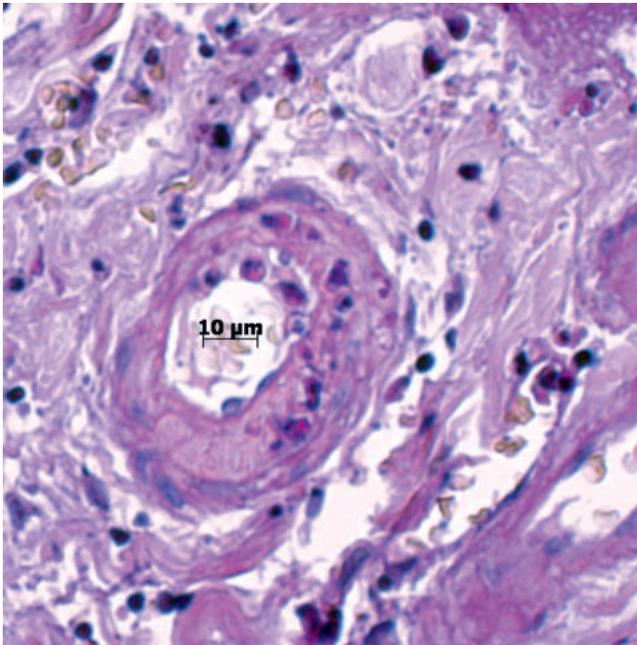


Nicht bei jeder Färbung ist die Granula sichtbar. Von links nach rechts: Alzianblau und Kernechtrot, Goldner, HE.



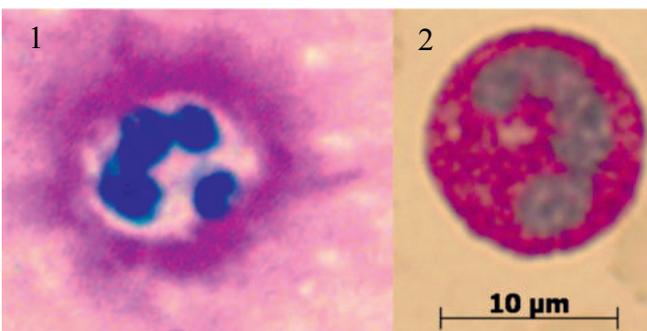
Entzündeter Bereich in der Haut des Menschen mit Mastzellvermehrung. Das Präparat ist mit Kernechtrot und Alzianblau gefärbt.

Der segmentierte Zellkern erleichtert der Zelle die Diapedese. In der Aufnahme ist eine Arteriole in der Gallenblase des Menschen zu sehen, die von Granulozyten passiert wird. Die Mastzelle unterstützt die Migration. Ihre freigesetzten Botenstoffe erhöhen die Durchlässigkeit der Arteriole und locken die Granulozyten mit Chemotaxis. Die ausgeführte PAS-Reaktion lässt die Granula der Leukozyten pink aussehen. Die Kerne sind mit Hämalaun Gill gefärbt.



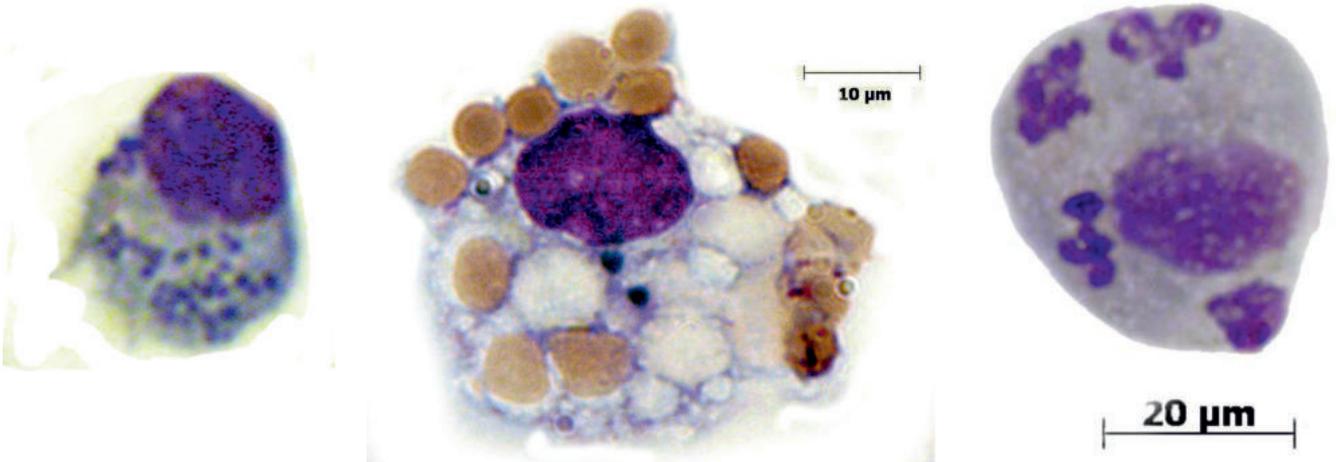
Das nach Goldner gefärbte Präparat zeigt phagozytierte Bakterien in Granulozyten.

Penetration eines Granulozyten in die Intima einer Arteriole. Vier Granulozyten liegen bereits unterhalb des Endothels. Das Präparat ist nach Elastika van Gieson gefärbt.

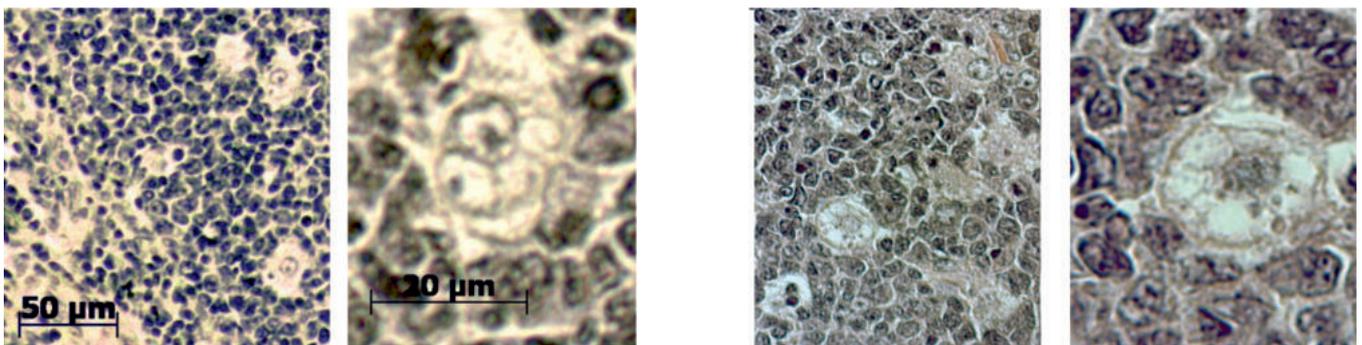


Die Aufnahmen zeigen je einen Granulozyten im Sputum (1) und im Blut (2). Die Zelle aus dem Blut ist nicht aktiviert. Ihre Granula ist durch die PAS-Reaktion intensiv pink. Die aktivierte Zelle (1) ist degranuliert, weil eine chronische Entzündung besteht. Die mit der Granula freigesetzte Elastase schädigt auch körpereigene Zellen und unterhält die chronische Entzündung. Deshalb wird die Elastase durch alpha 1-Antitrypsin inaktiviert.

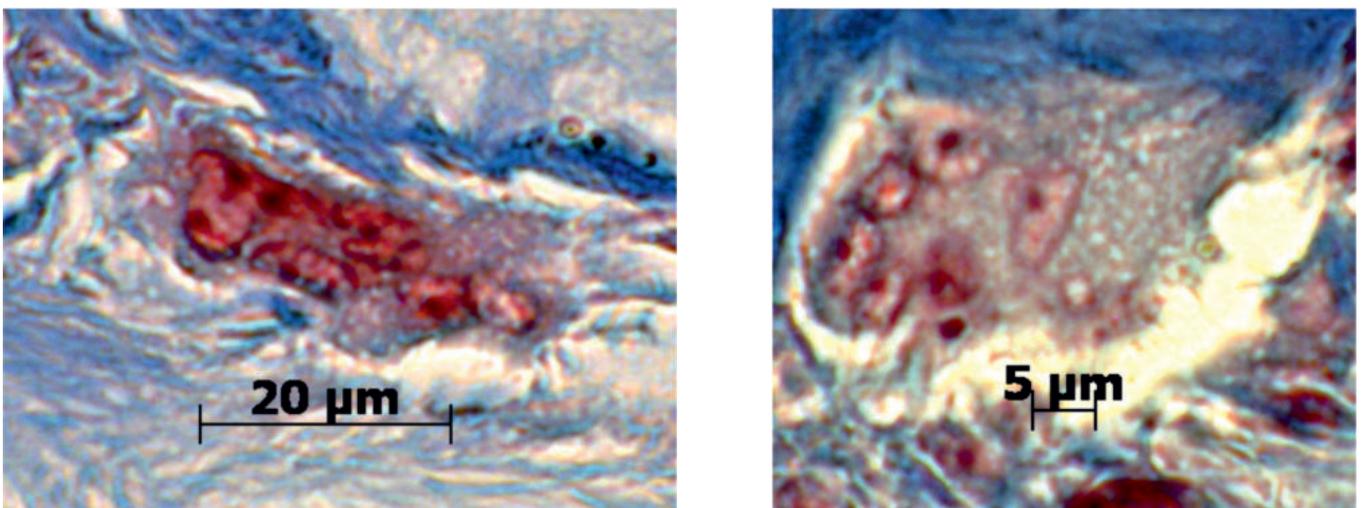
Makrophagen sind aus dem Blut eingewanderte Monozyten und werden im Bindegewebe mit Histiocyt benannt. Erst wenn sie phagozytiert haben, werden sie als Phagen oder Makrophagen bezeichnet.



Makrophagen aus zytologischen Präparaten mit unterschiedlichem Phagozytosematerial. Die Zelle links hat Meningokokken aufgenommen, in der mittigen Position ist ein Erythrophage zu sehen und der verbleibende Makrophage hat Granulozyten gefressen.

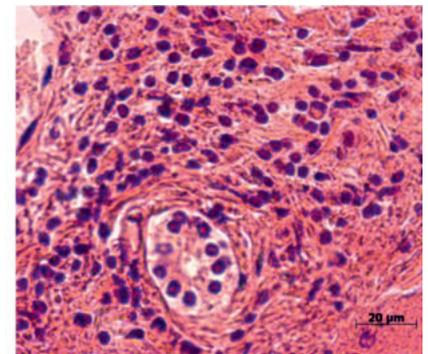
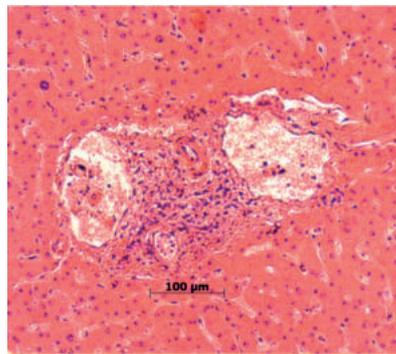
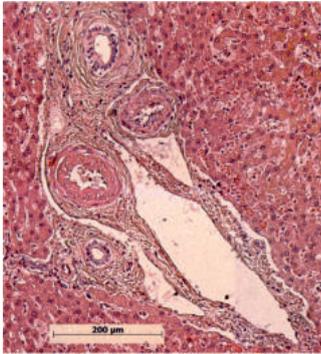


Makrophagen in der Tonsille des Menschen nach Weigert van Gieson gefärbt.

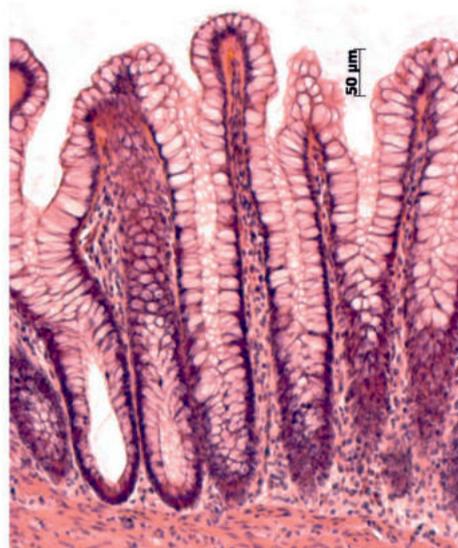
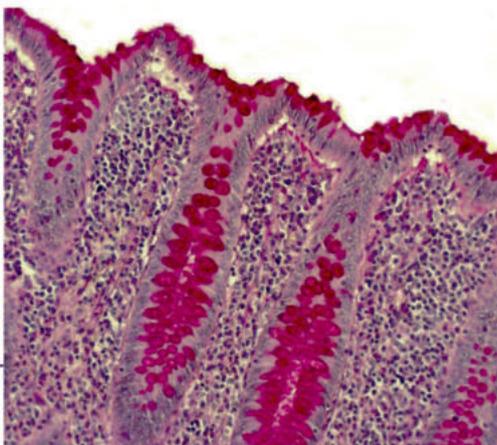


Makrophagen können zu einer vielkernigen Zelle verschmelzen. Das AZAN gefärbte Präparat wurde aus einem Gichtknoten gefertigt. Gut differenzierbar sind die Kernkörperchen und das mit vielen Einschlüssen versehene Zytoplasma. Um eine vielkernige Zelle zu bilden, benötigen die Makrophagen die Aktivierung und Instruierung durch Mastzellen und T-Lymphozyten.

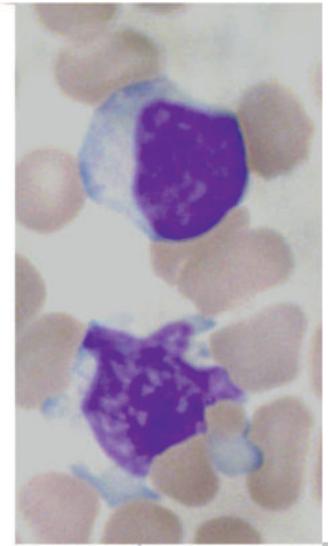
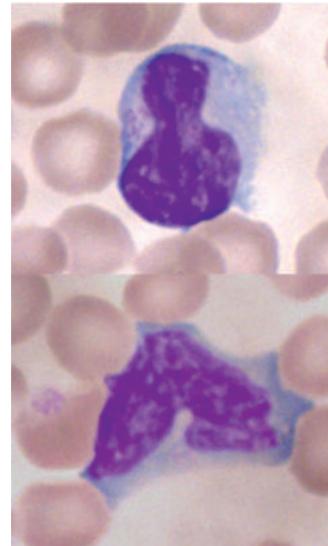
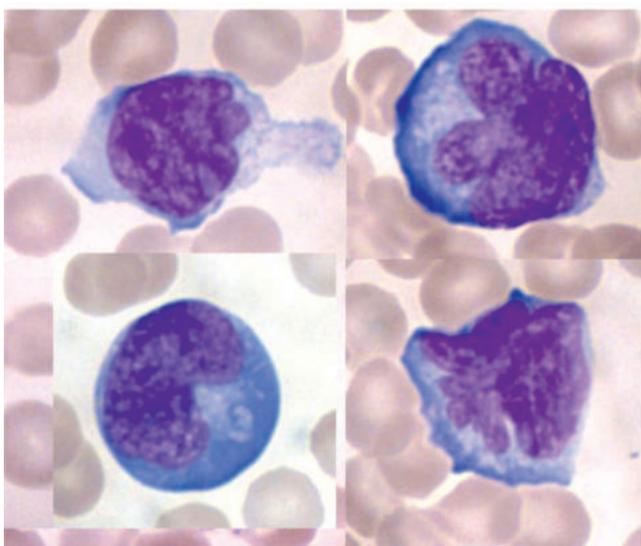
Zu den Aufgaben der Lymphozyten gehört, den Körper zu durchwandern und dabei nach Nichtkörperzellen zu suchen. Die Körperzellen selbst werden auf das Einhalten der Immuntoleranz kontrolliert. Deshalb ist stets eine funktionell notwendige Zahl dieser Zellen im Gewebe anzutreffen.



Die Aufnahmen zeigen mit HE gefärbte Periportalfelder des Menschen. In dem links stehenden Foto lagern nur wenige Lymphozyten im Bindegewebe. In der rechten Abbildung befinden sich zu viele Lymphozyten im Bindegewebe des Lebertrias.

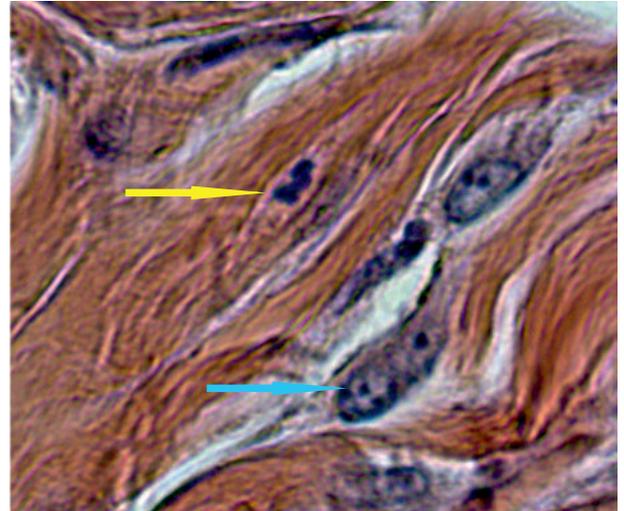
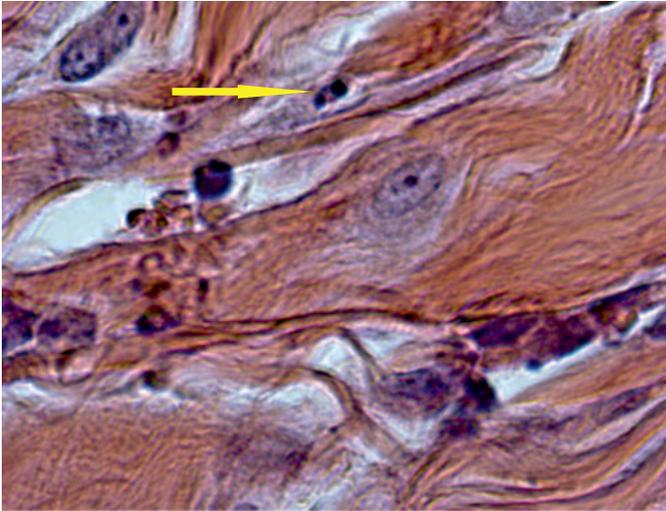


In der linken Abbildung ist eine deutliche Lymphozyteninfiltration zu sehen. Die Kerne sind mit Hämalaun Gill gefärbt und der Schleim ist durch die PAS-Reaktion pink. In der rechten Aufnahme wurde die HE-Färbung durchgeführt. Die Lymphozyten sind in einer normalen Anzahl in der Mukosa des Dickdarms vorhanden.

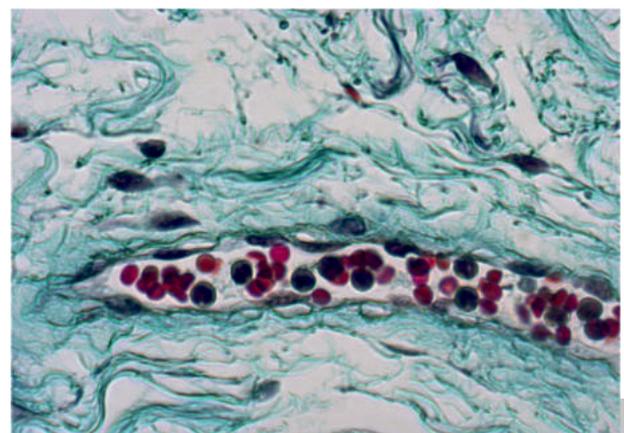
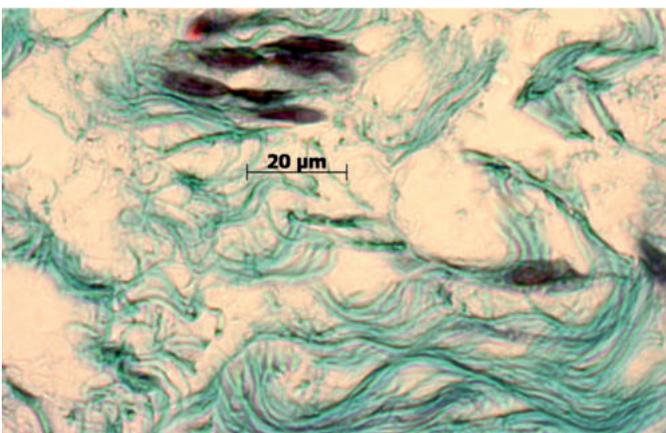
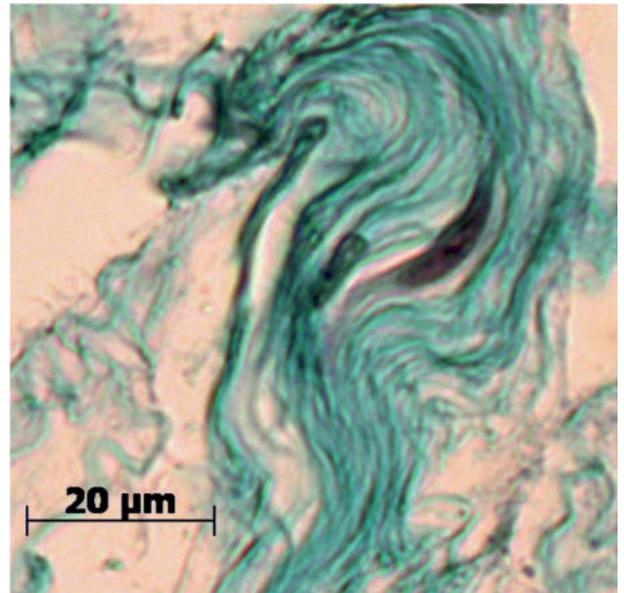
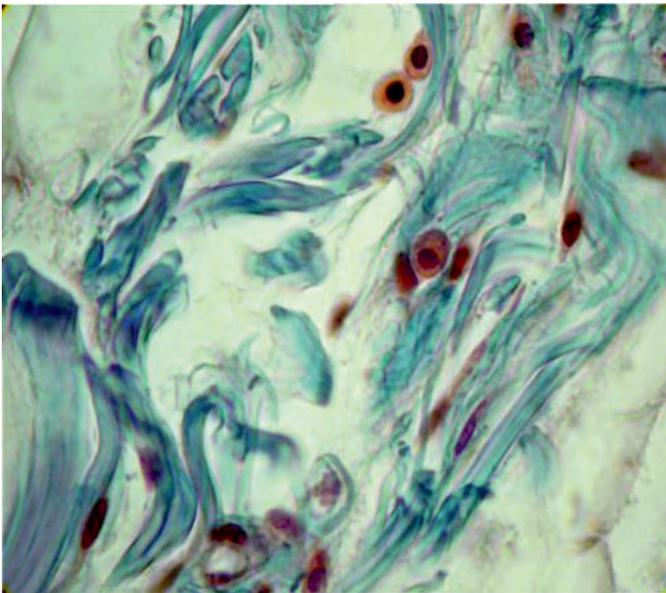


Nach May-Grünwald/Giemsa gefärbte aktivierte Lymphozyten im humanen Blut.

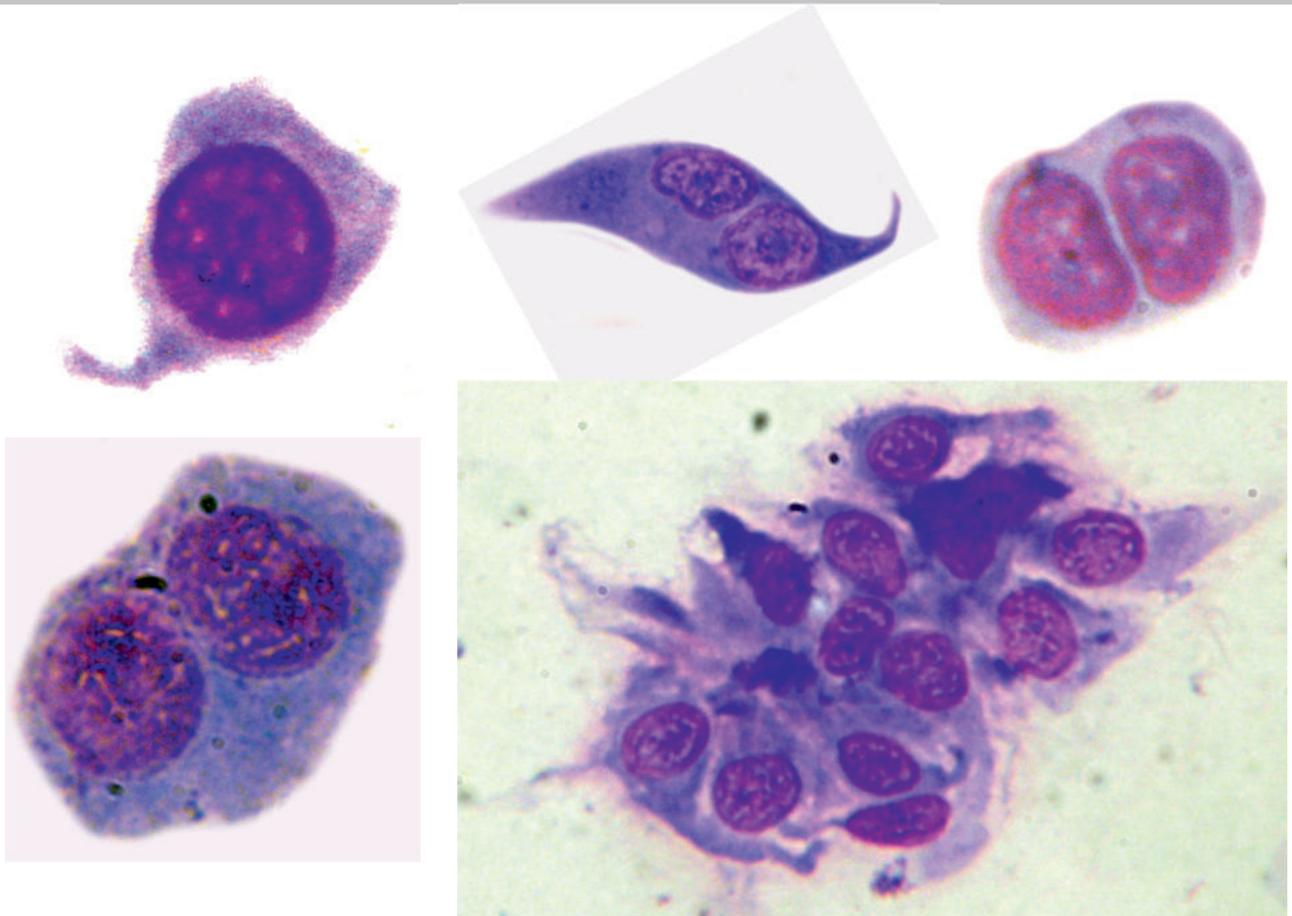
Der mitosefähige Fibroblast besitzt ein Euchromatin mit Kernkörperchen. Die Kernmembran ist deutlich sichtbar, der Kern ist oval und hat keine spitz zulaufenden Enden. Fibrozyten zeigen ein dichtes Heterochromatin. Der Kern erscheint deshalb kräftig gefärbt und hat eine charakteristische Spindelform. Die Kernmembran ist nur schwer zu erkennen und Kernkörperchen fehlen vollständig.



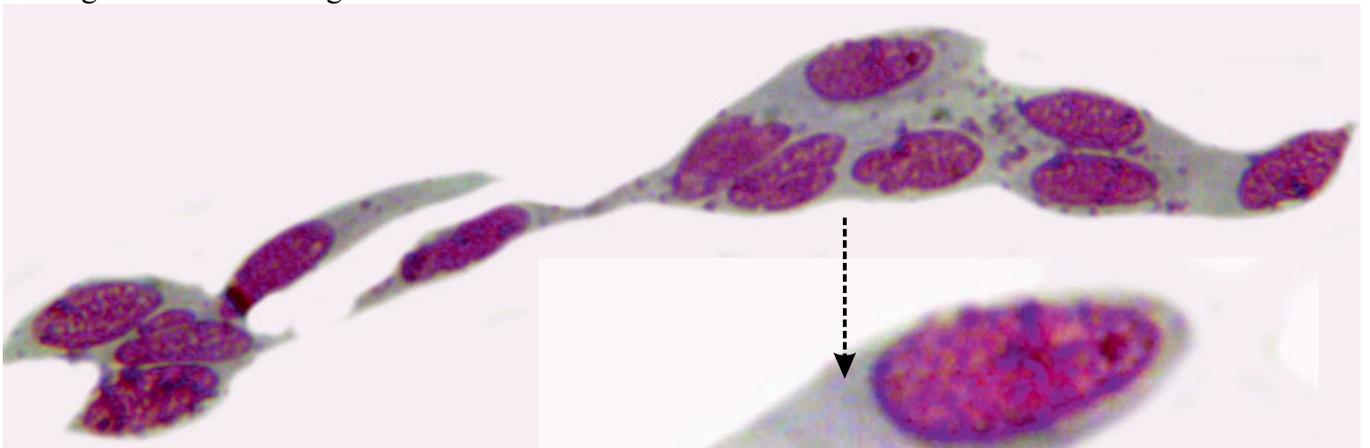
Fibroblasten in der Haut des Menschen nach HE gefärbt. Die gelben Pfeile kennzeichnen Granulozyten. In der rechten Abbildung befindet sich ein Fibroblast in der Teilung (blauer Pfeil).



Nach Goldner gefärbte Fibrozyten und Kollagenfasern in der Haut des Menschen. Oben links befinden sich in der Nachbarschaft Mastzellen.

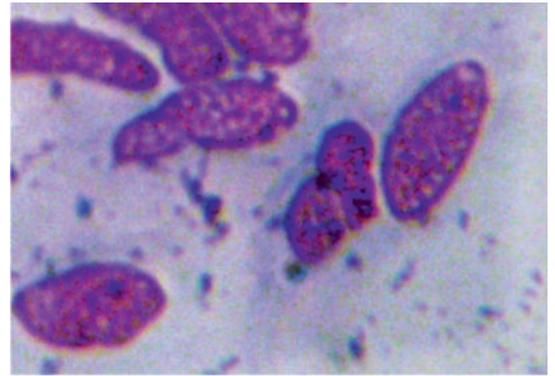
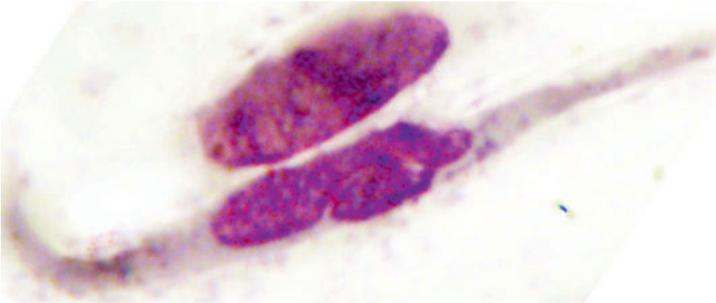


Bei der Wundheilung sind rund- und ovalkernige Myofibrozyten obligat: Die Zellkerne sind von großer Gestalt mit lockerem Chromatin und darin eingebetteten Kernkörperchen. Zum Zweck der Regeneration teilen sich die Zellen rege. Das Zytoplasma ist basophil und häufig an einem Zellpol spitz ausgezogen. Im Zuge der Wundheilung differenzieren sich die Zellen zu Fibroblasten.

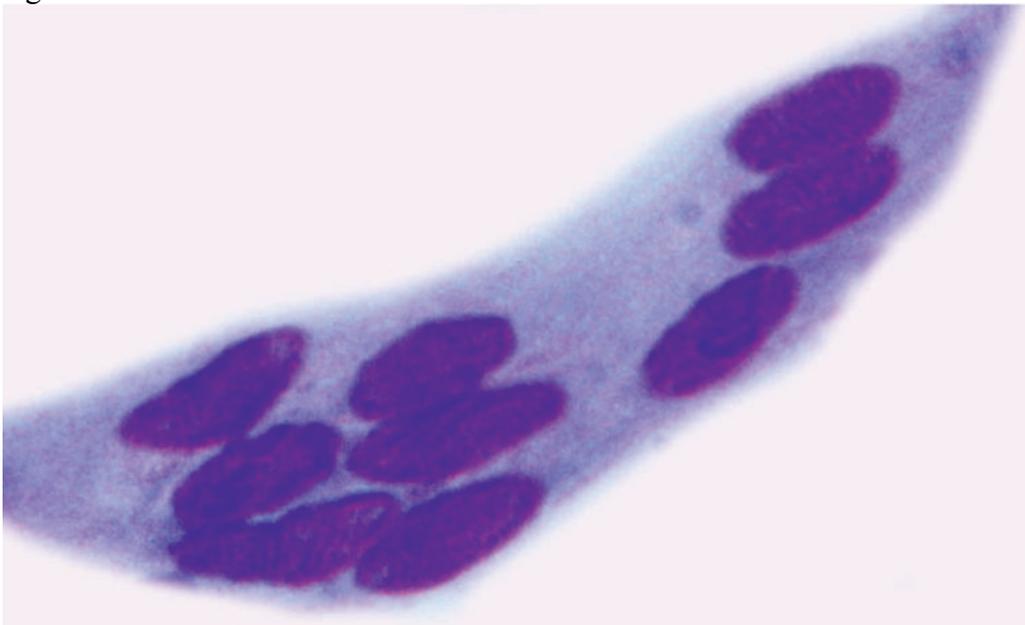


Je reifer die Fibroblasten sind, desto spindelförmiger ist ihr Zellkern. In dem lockeren Chromatin können Kernkörperchen enthalten sein. Die spindelartigen Kerne teilen sich mitotisch in Tochterzellen. Das Zytoplasma ist neutrophil und zu beiden Seiten spitz ausgezogen.

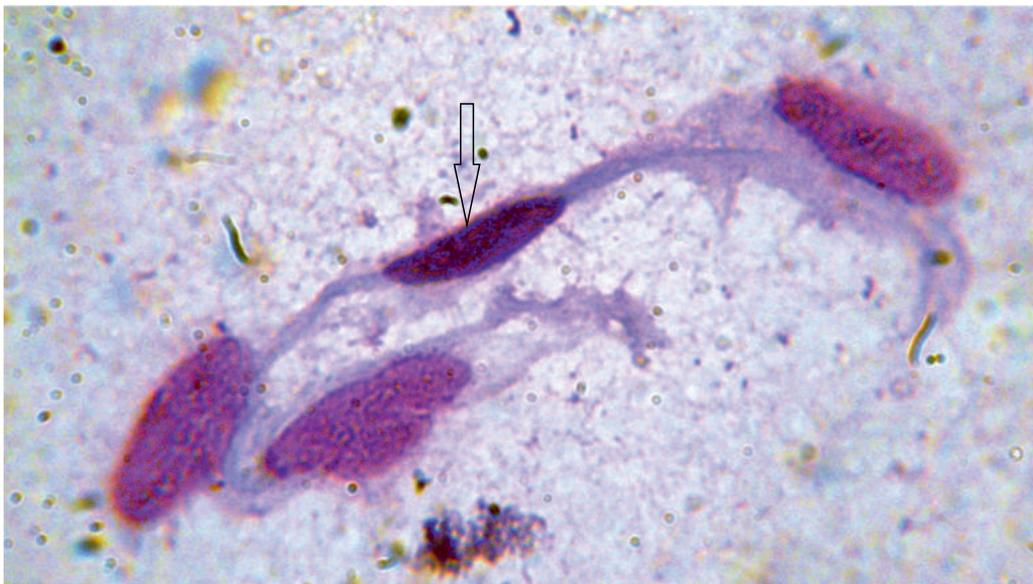
Die Präparate sind vom menschlichen Gewebe erstellt und nach May-Grünwald/Giemsa gefärbt.



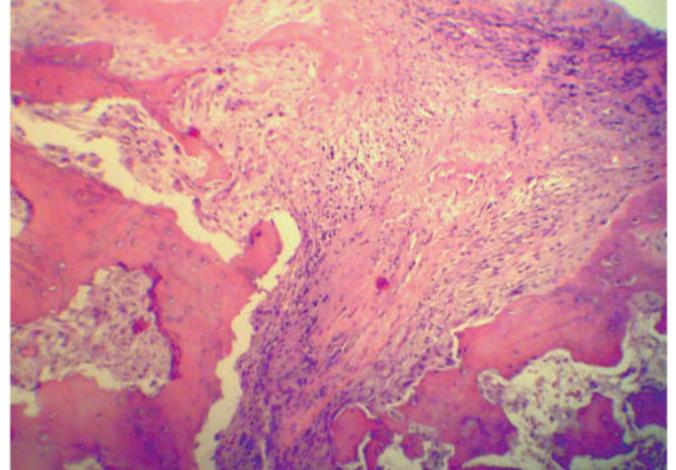
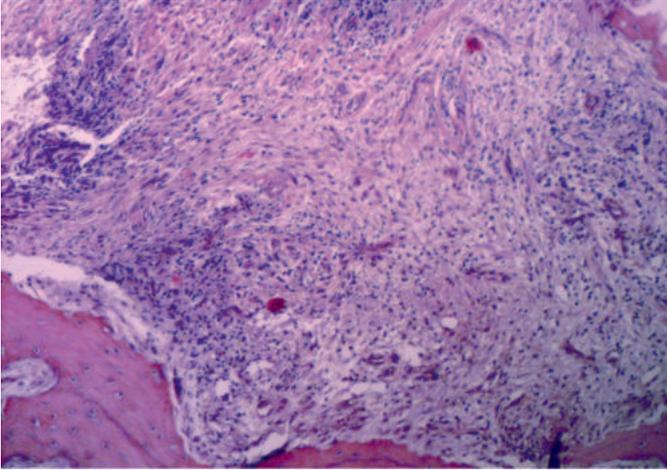
Fibroblasten des Menschen nach May-Grünwald/Giemsa gefärbt. Zwei Zellen befinden sich in der mitotischen Teilung.



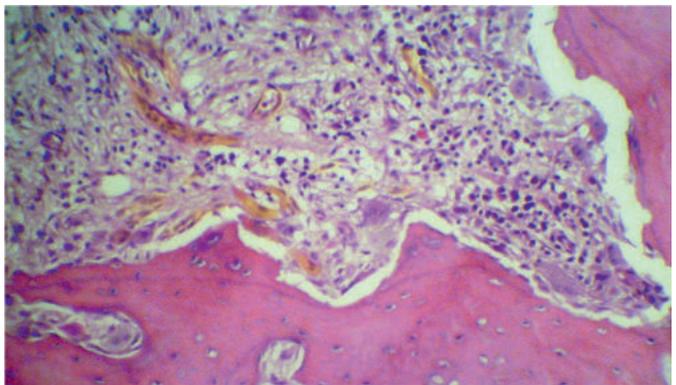
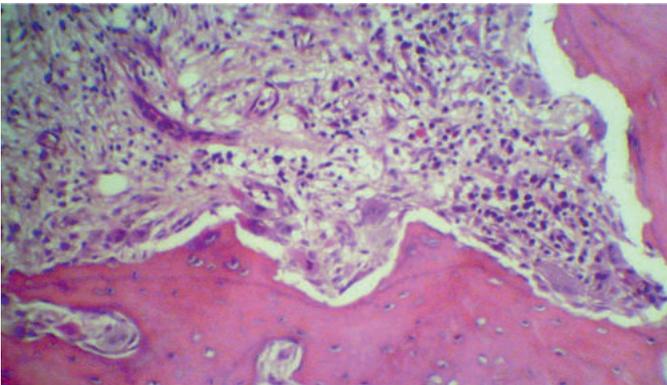
Zellen aus einem fibroblastischen Regenerationsgewebe des Menschen. Das Zytoplasma der Zellen ist zu einem synzytialen Gewebe verschmolzen.



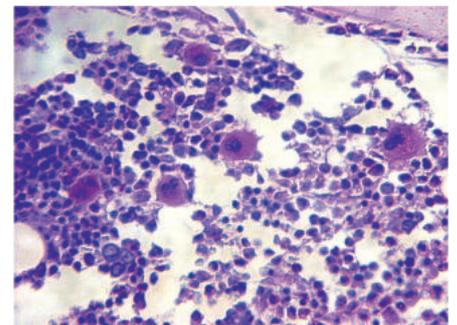
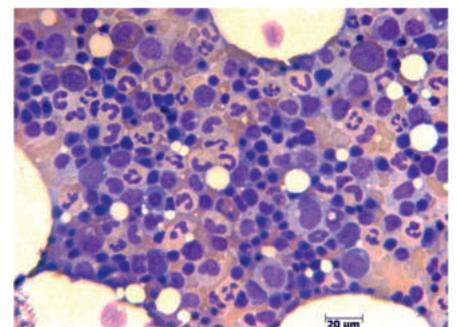
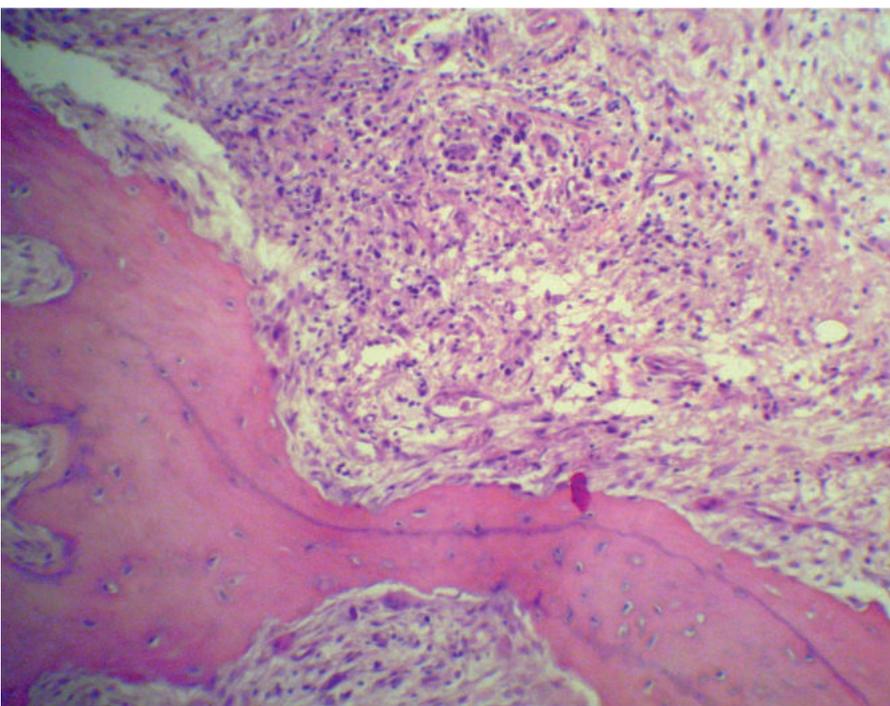
Der Fibrozyt (Pfeil) hat ein dichtes und kräftig gefärbtes Chromatin. Kernkörperchen fehlen dieser Zelle. Der Zellkern hat spitz zulaufende Pole. Einer der drei Fibroblasten befindet sich in der Zellteilung.



Maligne Fibroblasten im Knochenmark des Menschen mit HE gefärbt. Die fibrosarkomatösen Zellen verdrängen die blutbildenden Zellen.



Fibrosarkom im menschlichen Knochengewebe. Im rechten Foto sind einige Fibroblasten gelb übermalt.



Menschliches Knochenmark im Vergleich. Links HE- Färbung eines Fibrosarkoms und rechts zwei Präparate des gesunden Knochenmarks. Oben nach May-Grünwald/Giemsa gefärbt und darunter mit PAS-Reaktion und Hämalaun Gill bearbeiteter Paraffinschnitt. Die Megakaryozyten sind PAS-positiv.

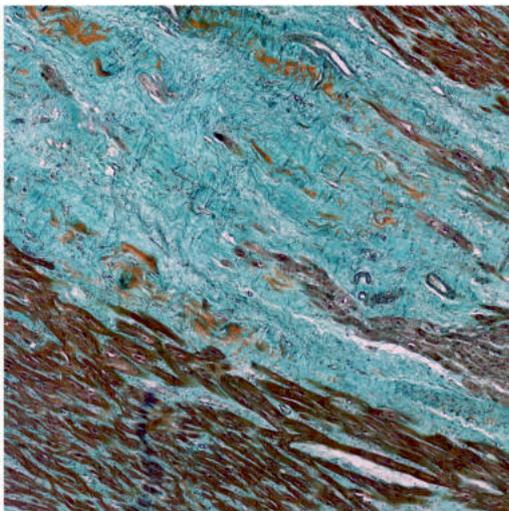
## Kollagenfasern

Kollagen ist das am meisten im Körper verbaute Eiweiß. Das fadenförmige Protein besteht aus drei helikalen Polypeptidketten, die sich untereinander zu einer Superhelix (Tripelhelix) umschlingen. Jede der drei Kollagen-Helix besteht aus 200 bis 1.000 Aminosäuren und weist stets an der dritten Position ein Glyzinmolekül auf. Die kleinste unter den Aminosäuren ermöglicht besonders enge Windungen der Helix. Im menschlichen Körper wurden bisher 29 Isoformen des Kollagens aufgefunden. Für die Histologie sind vordergründig fibrilläre und netzbildende Kollagentypen von Bedeutung. Zu den fibrillären Kollagenen zählen die des Typs I, II, III und V.

### Kollagen vom Typ I

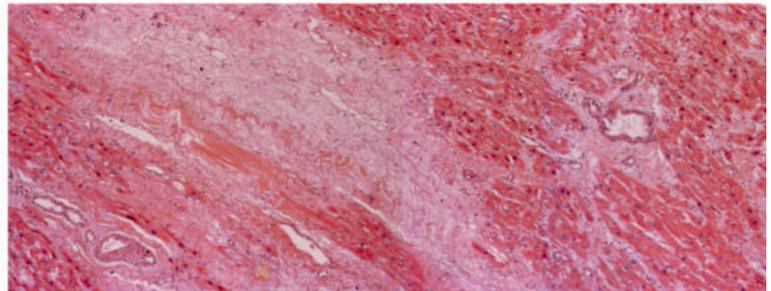
Die Kollagenfibrillen dieses Typs kommen am häufigsten im Körper vor und sind besonders am Bau von Haut, Knochen und den Organstromata beteiligt. Sie sind zugfest und nicht dehnbar. Im Präparat lassen sie sich durch Anilinblau, Lichtgrün oder Säurefuchsin gut darstellen.

1 mm



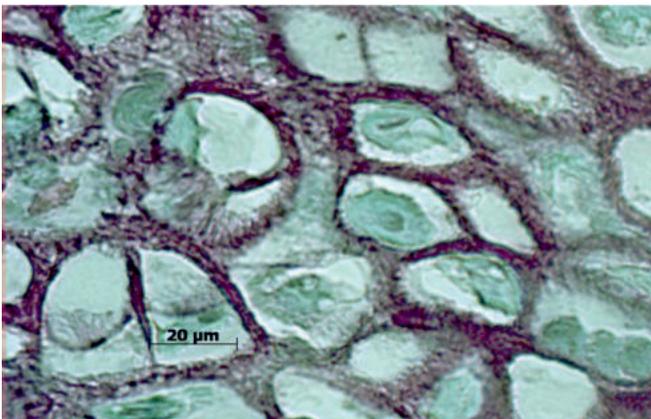
Kollagenfasern im Herzmuskel nach einem Infarkt. Reste von Herzmuskelzellen sind noch sichtbar. Das Präparat stammt von einem Menschen und ist in der linken Aufnahme nach Goldner gefärbt. Die rechte Abbildung zeigt einen größeren Ausschnitt, der HE gefärbt ist.

2 mm



### Kollagen vom Typ II

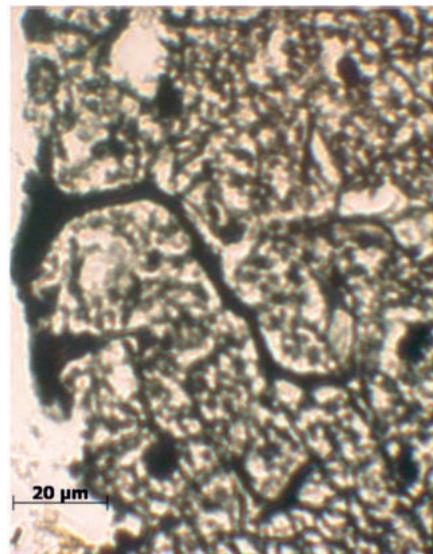
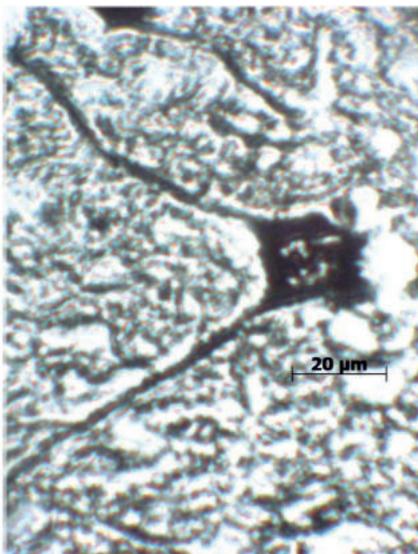
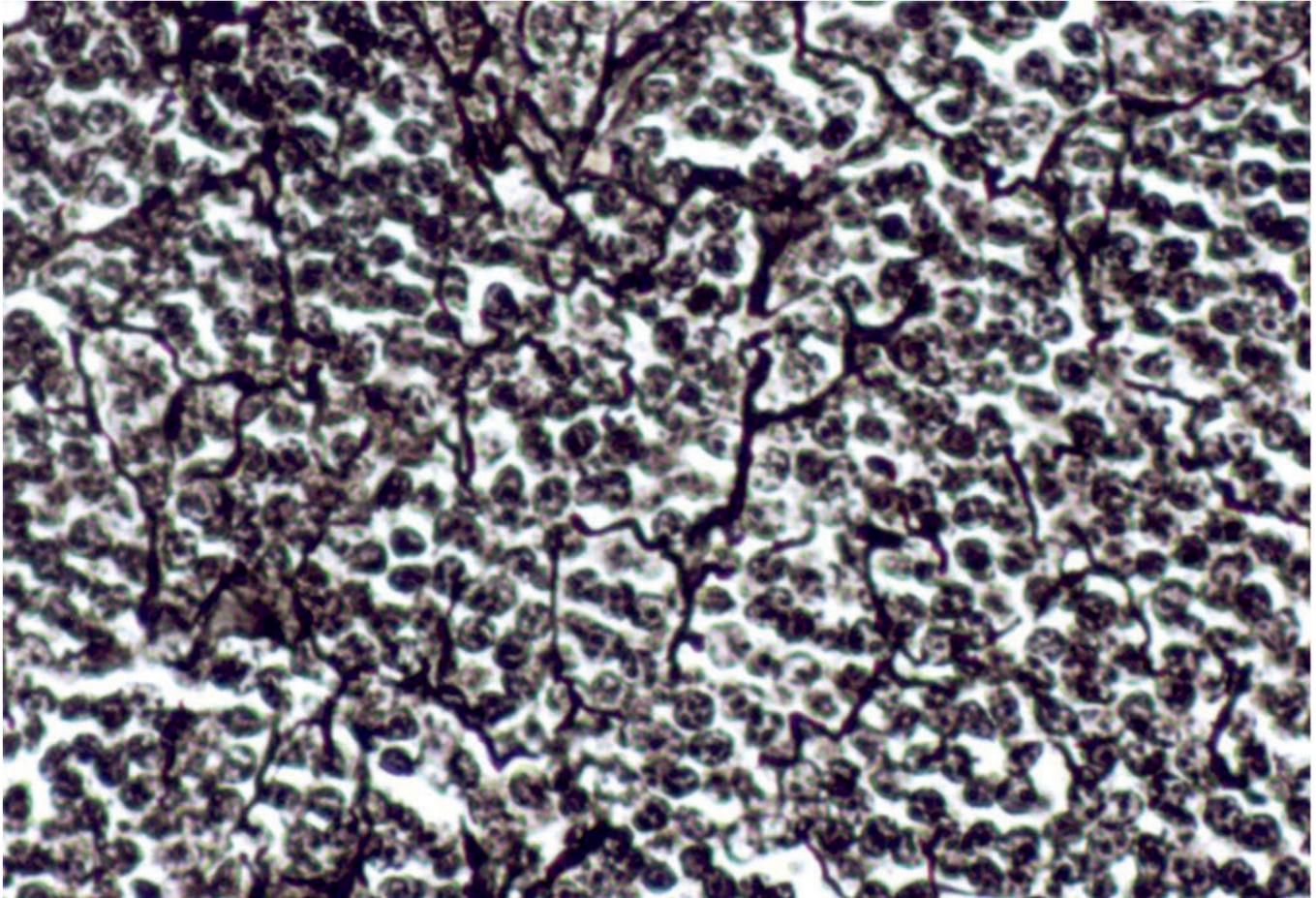
Dieser Kollagentyp wird von den Chondrozyten sezerniert und bildet die faserige Grundlage für alle Knorpelarten, die beim elastischen und Faserknorpel durch weitere Faserelemente ergänzt werden.



Im Vergleich, links Faserknorpel und rechts hyaliner Knorpel der Ratte. Beide Präparate sind mit Orcein und Lichtgrün gefärbt.

### Kollagen Typ III

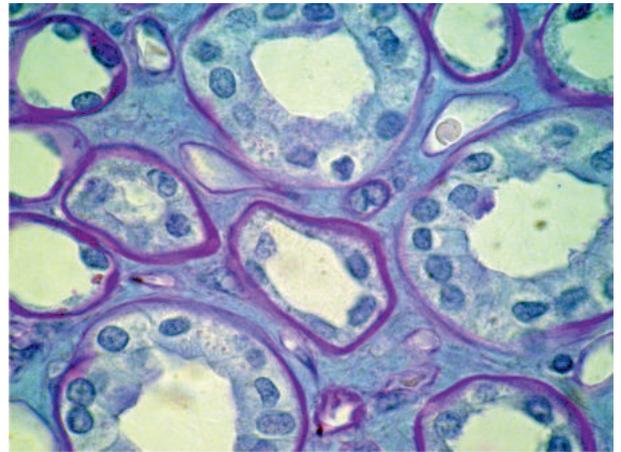
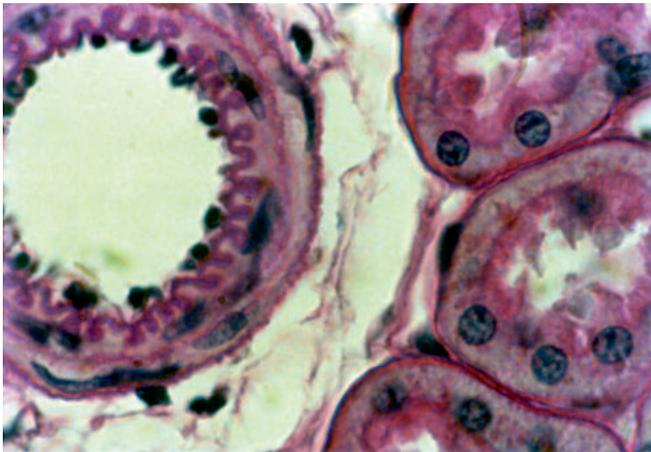
Die Zellen des retikulären Bindegewebes bilden diesen sehr zugfesten Fasertyp, der nur um 5% dehnbar ist und deshalb als undehnbar angesehen wird. Die Fasern besitzen einen Kohlenhydratanteil und reagieren deshalb mit Silbernitrat sowie in der PAS-Reaktion. Ihre Bereitschaft, mit Silbernitrat eine Verbindung einzugehen, wird als argyrophil bezeichnet.



Aufnahmen von einem Lymphknoten des Menschen. Die retikulären Fasern sind versilbert.

### Kollagen Typ IV

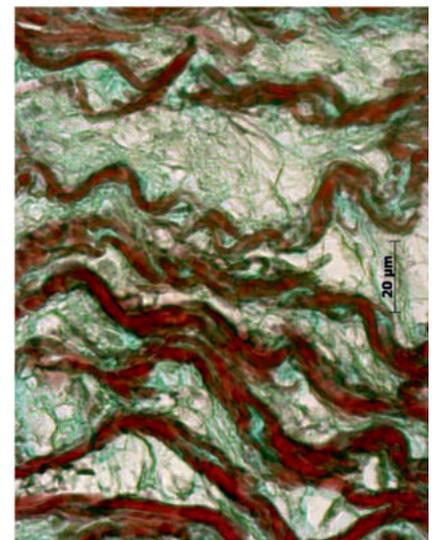
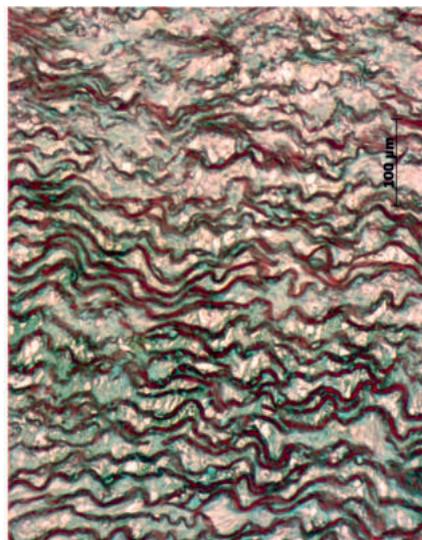
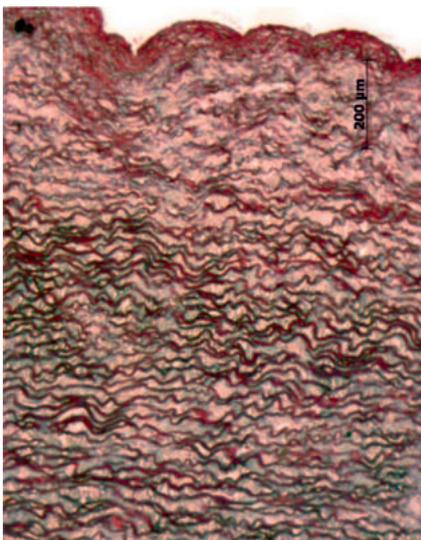
Dieser Kollagentyp bildet die Grundlage für den Bau der Basalmembranen.



PAS-positive Basalmembranen der Harnkanälchen. In der linken Aufnahme gesundes Nierengewebe der Ratte, das mit PAS-Reaktion und Hämatoxylin bearbeitet wurde. Die rechte Abbildung zeigt menschliches Gewebe im Zustand einer chronischen Hyperglykämie. Die Basalmembranen sind wegen der Glykierung verdickt und zeigen eine intensivere PAS-Reaktion. Das Präparat wurde zusätzlich mit Alzianblau gefärbt.

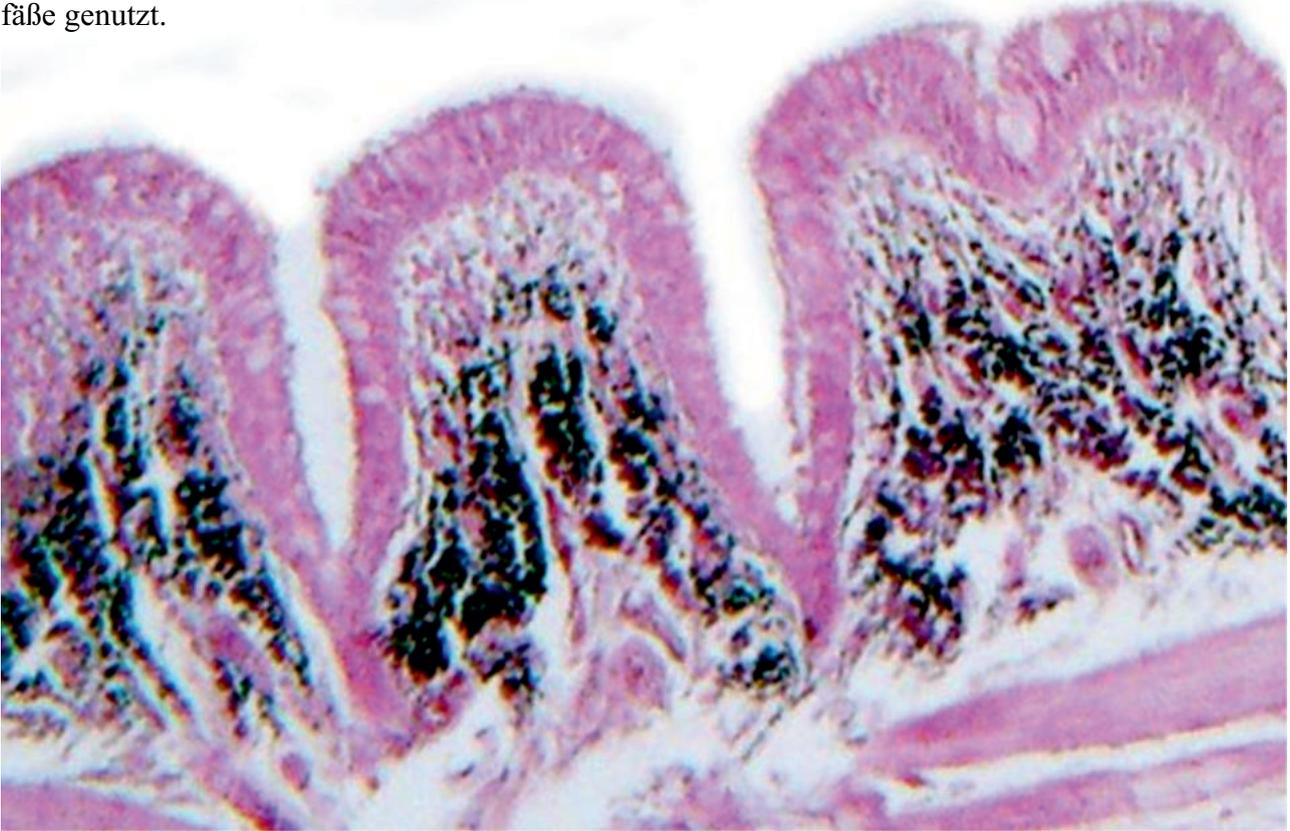
### Elastinfasern (elastische Fasern)

Elastin ist ein quervernetztes Proteinmolekül mit 760 Aminosäuren und ist bis zu 220% reversibel dehnbar. Es wird während des Wachstums von verschiedenen Zellen gebildet und hat eine vermutete Halbwertszeit von 70 Jahren, die eine Neubildung nach Beendigung des Wachstums unnötig macht. Zu den elastinbildenden Zellen gehören der Fibroblast, Muskelzellen, Chondrozyten und Mesothelien. Bei Erkrankungen kann die Elastinsynthese aktiviert werden und es entstehen elastische Fasern von geringerer Leistungsfähigkeit. Besonders reich an Elastinfasern sind die Aorta und weitere große Gefäße, die Haut sowie die Luftröhre und die Bronchien. Die Helixstruktur des Elastins ist dehnbar und nimmt durch die Quervernetzung ihre ursprüngliche Gestalt wieder ein. Die Fasern sind färbbar mit Aldehydfuchsin und mit Orzein.

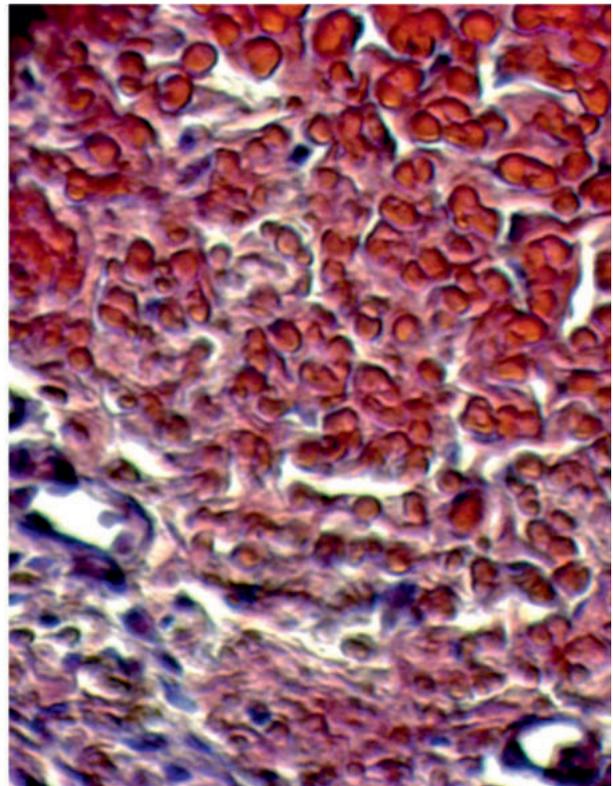
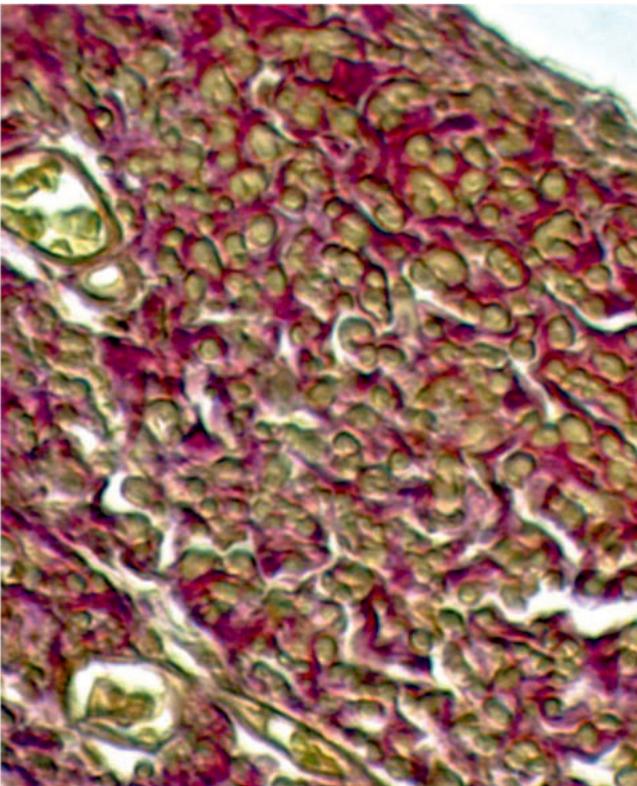


Drei Auflösungsstufen der Aorta des Menschen mit Orzein und Lichtgrün gefärbt. Die kollagenen Fasern sind grün und die Elastinfasern rotbraun.

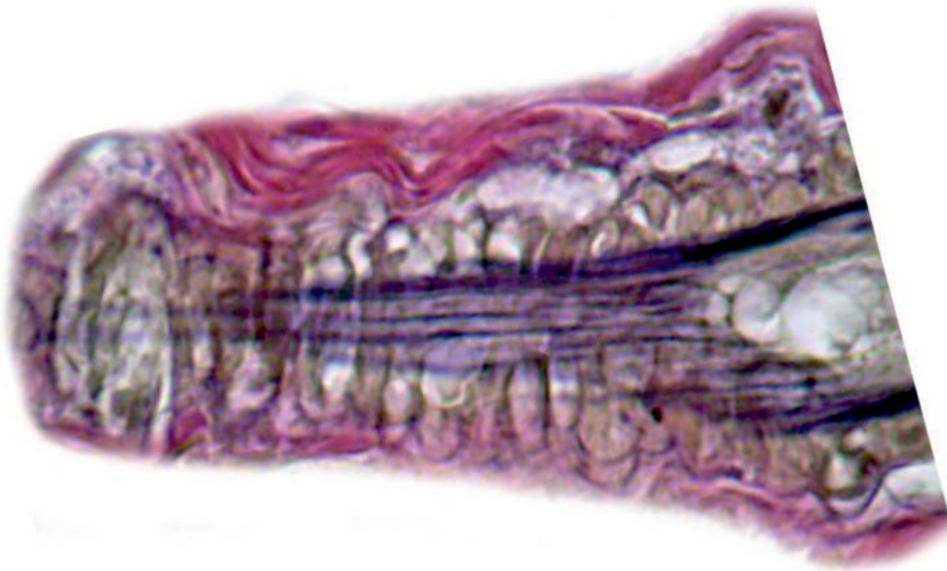
Elastin besteht aus quervernetzten Eiweißfasern. Es besitzt in der Zusammensetzung der Aminosäuren eine Ähnlichkeit zum Kollagen, zeichnet sich jedoch durch einen hohen Anteil an Valin aus. Durch seine Gummielastizität ist es stark dehnbar und wird für den Bau der Bronchien und Blutgefäße genutzt.



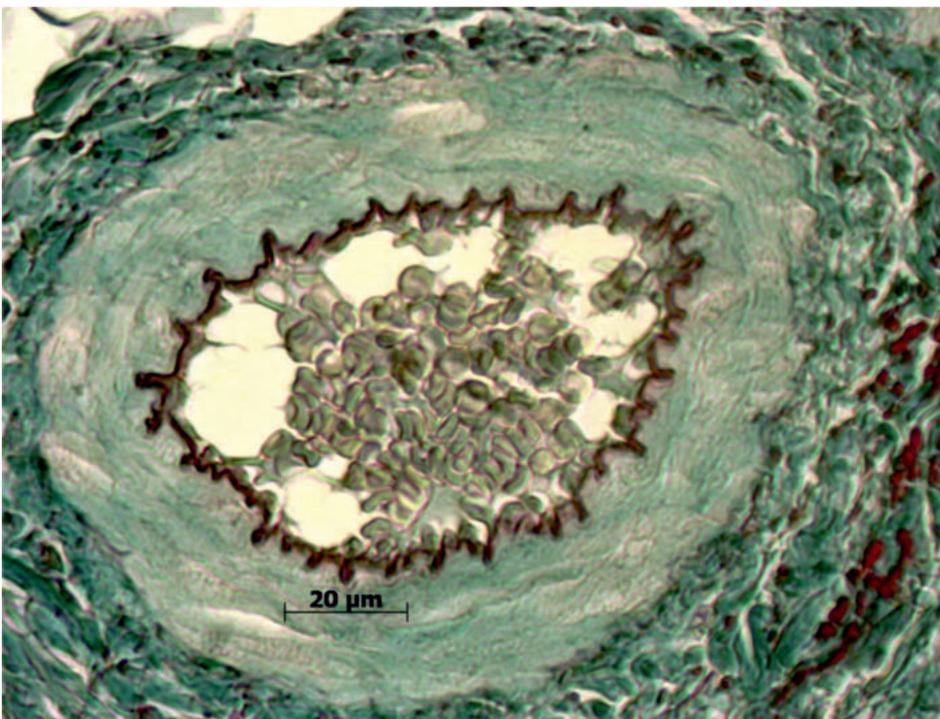
Bronchie des Schweins nach Weigerts Elastika gefärbt. Die quer angeschnittenen elastischen Fasern sind schwarz.



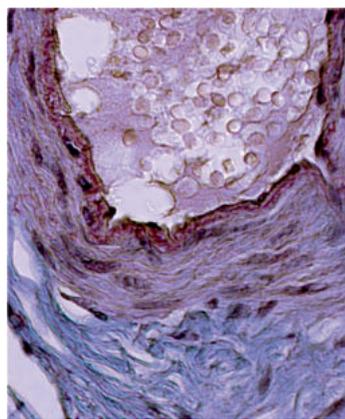
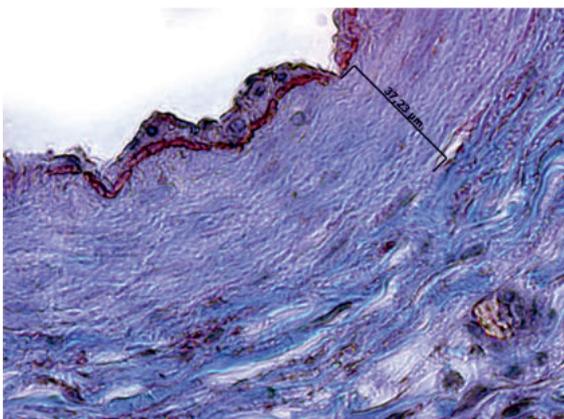
Höher aufgelöstes Foto desselben Präparats: Links nach Weigert van Gieson und rechts mit HE gefärbt. Die elastischen Fasern sind quer geschnitten.



Kleines Blutgefäß, das nicht vollständig eröffnet ist. Die Faserzüge der Intima sind mit Resorcin-fuchsin gefärbt. Am roten Farbton sind die Kollagenfasern zu erkennen. Das Präparat ist Elastika van Gieson gefärbt.



Arteriole in der Lunge des Schafes mit Orzein und Lichtgrün gefärbt. Die Elastinfasern sind rotbraun und die Kollagenfasern grün.



Arteriole in der Lunge des Schafes mit Orzein und Anilinblau gefärbt: Rotbraune Elastinfasern in der Intima und blaue kollagene Fasern.

Die Grundsubstanz (Matrix) setzt sich aus einer Vielzahl verschiedener Stoffe zusammen. Sie steht im Fließgleichgewicht mit der Lympfflüssigkeit und enthält somit auch deren Inhaltsstoffe. Insbesondere Proteine für die Gerinnung und humorale Abwehr nehmen einen wichtigen Platz ein. Zu den eigenständigen Stoffen der Matrix gehören vordergründig Makromoleküle.

## Glycosaminoglykane (Mucopolysaccharide)

Glycosaminoglykane bestehen aus unverzweigten Disaccharidketten, die zu einem Polysaccharid verbaut sind. Sie liegen gestreckt vor, binden Wasser und treten in Wechselwirkung mit anderen Makromolekülen. Zu ihnen zählen Chondroitinsulfat, Dermatansulfat, Heparansulfat und Hyaluronsäure.

## Hyaluronsäure

Hyaluronsäure besteht aus verknüpften Glukuronyl-N-Acetylglukosamin-Disaccharideinheiten, wobei bis zu 100.000 dieser Einheiten aufeinanderfolgen können. Hyaluronsäure ist als einziges Glycosaminoglykan nicht an ein Proteinzentralfilament gebunden. Ein Hyaluronsäuremolekül kann durch Hydratisierung eine bis zu 10.000-mal größere Raumbeanspruchung besitzen als das Molekül an sich.

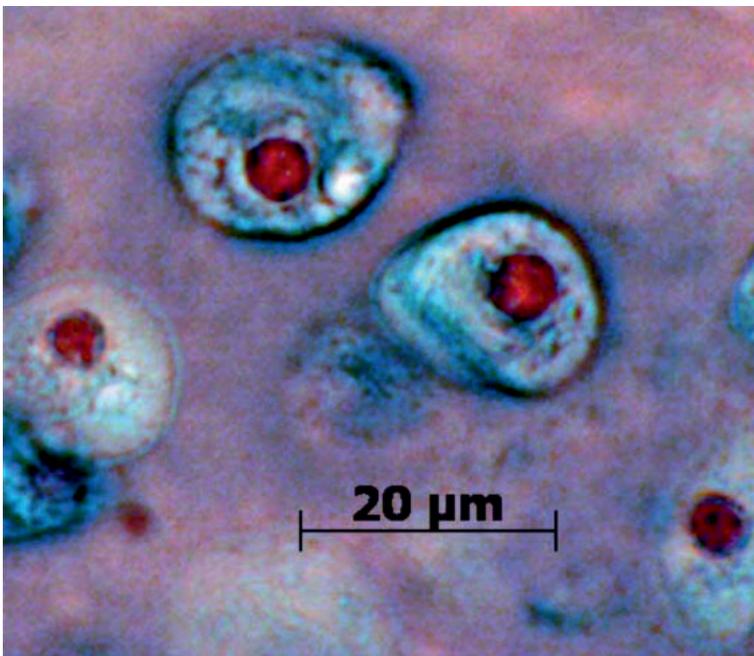
## Proteoglykane

Proteoglykane bestehen aus einem Hyaluronsäurekern, an dem über Verbindungsproteine Glycosaminoglykane angehängt sind. Es sind riesige Moleküle (Strukturproteine) mit bürstenähnlicher Gestalt, die durch Wasserbindung einen großen Raum einnehmen und über das gesamte Bindegewebe verteilt sind. Zu den Proteoglykanen zählen Aggrecan, Dekorin, Biglycan, Fibromodulin und Syndecan. Durch ihre Eigenschaft, Wasser zu binden, entsteht die Druckelastizität des Bindegewebes.

## Der wässrige Anteil der Grundsubstanz

Der wässrige Teil der Grundsubstanz realisiert ein Fließgleichgewicht zwischen dem Extrazellularraum sowie dem Intrazellularraum der sich anschließenden Gewebe. Über das Blut zugeführte Hormone, Wachstumsfaktoren und andere Modulatoren werden über den Extrazellularraum den Geweben zugeführt und nehmen auf Zelladhäsion, Zellmigration oder Zellproliferation Einfluss. Die Zellen üben ihrerseits durch das Sezernieren von Zytokinen einen Einfluss auf das Bindegewebe aus, um beispielsweise die Zahl der Proteoglykane zu verändern.

In der wasserhaltigen Phase sind verschiedenste Moleküle gelöst, dazu zählen Glukose, Albumin, Proteine des Komplementsystems, Faktoren für die Blutgerinnung und Zytokine.

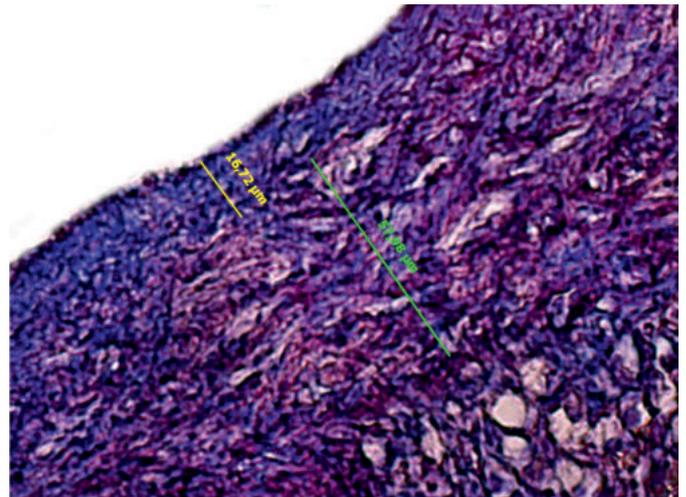
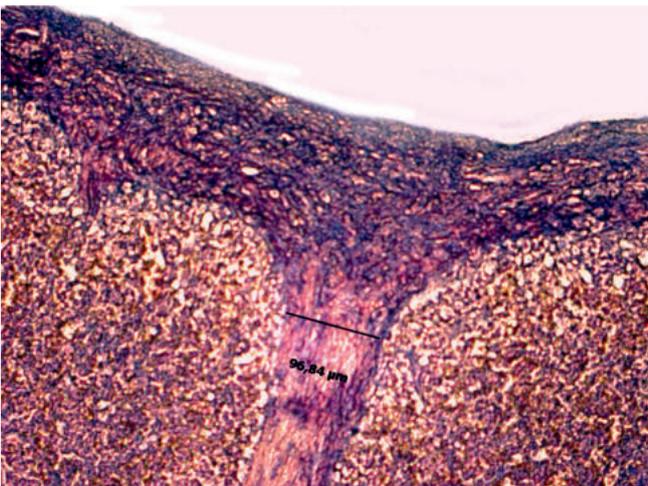


Die Matrix im hyalinen Knorpelgewebe mit Alzianblau und Kernechtrot gefärbt.

# Straffes Bindegewebe

Straffes Bindegewebe ist in zwei Typen im Körper vorhanden. In Organkapseln wie die der Milz ist es geflechtartig gebaut. Das Geflecht setzt sich aus Fasernetzen zusammen. Diese Konstruktion ermöglicht sowohl den Schutz als auch die Formbarkeit eines Organs. Parallelfaserig ist das straffe Bindegewebe in Sehnen und Bändern. Die parallele Anordnung der Fasern ermöglicht die starke Beanspruchung durch Zugkräfte.

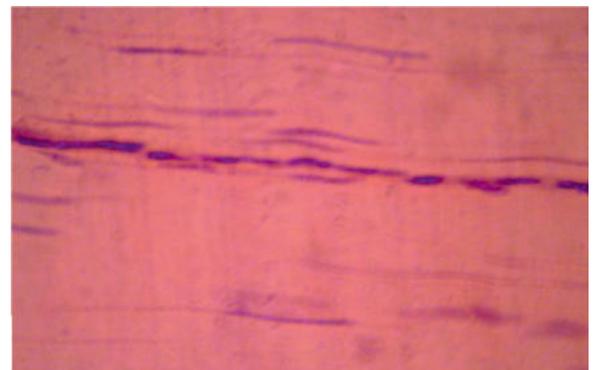
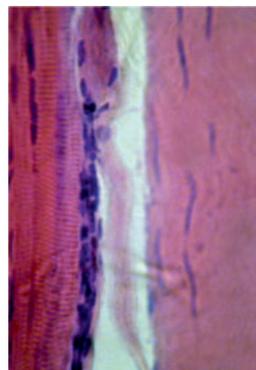
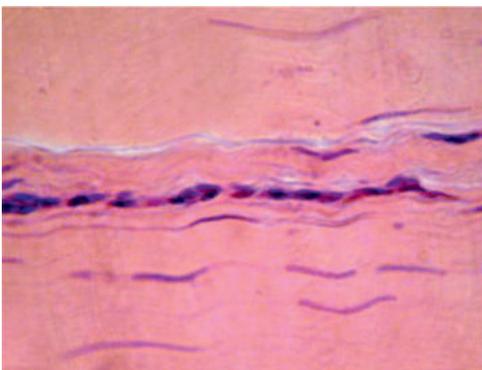
## Geflechtartiges straffes Bindegewebe



Milz des Menschen mit Orzein und Anilinblau gefärbt. Die gelbe Linie markiert die kollagenen Fasern mit der aufsitzenden Epithelschicht (Stratum epitheliale). Die grüne Linie begrenzt die Zone, in der die elastischen Fasernetze liegen. Die elastischen Fasern sind vom Orzein rotbraun gefärbt.

## Parallelfaseriges straffes Bindegewebe

Sehne des Menschen mit HE gefärbt.



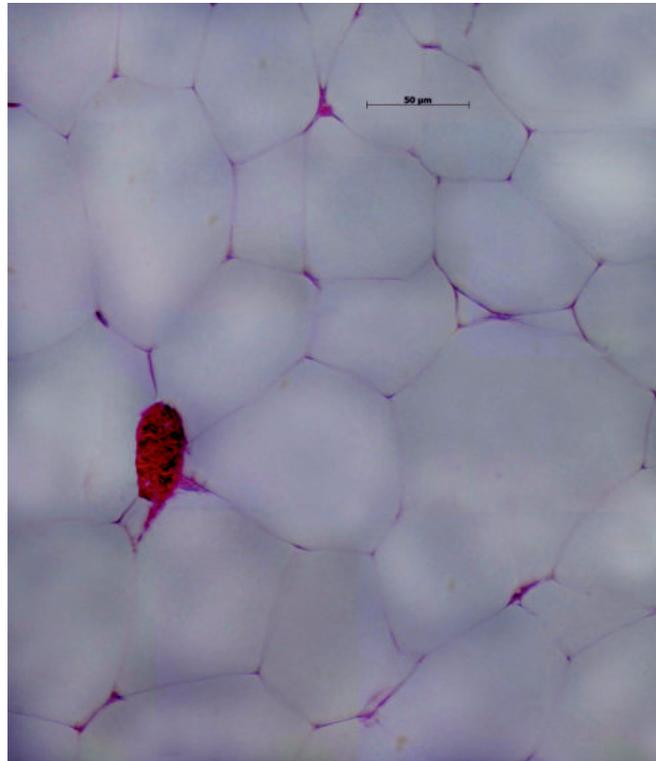
Die Kerne der Tendozyten sind lang und gewellt (tendo, lat. die Sehne). Die dunklen Kerne in der Bildmitte gehören einem kollabierten Blutgefäß.

Links Skelettmuskelfaser, dann ein Blutgefäß und rechts die Sehne.

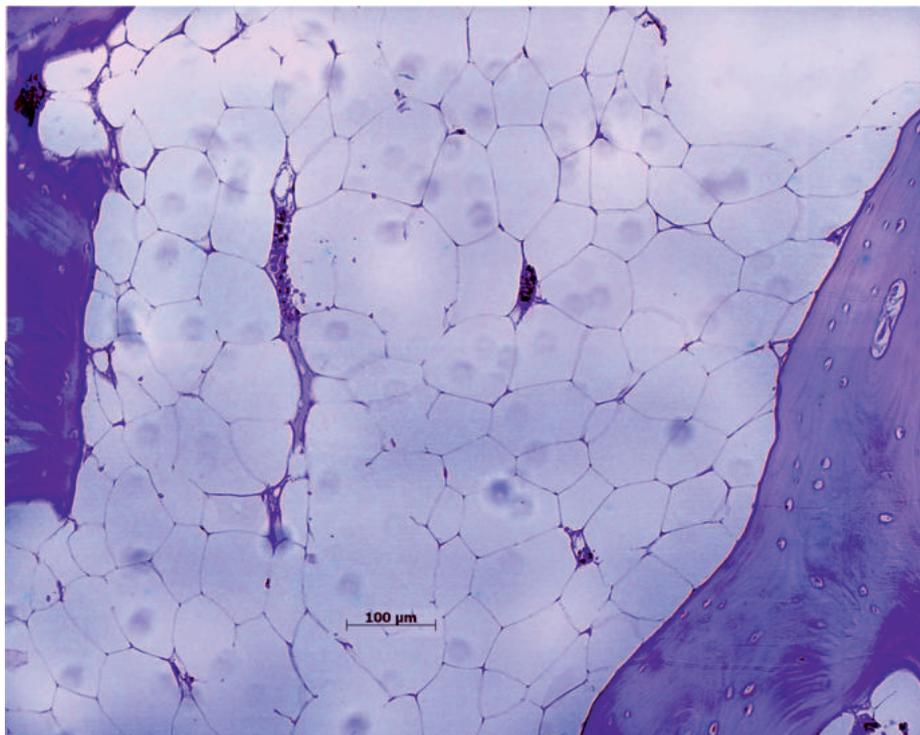
Sehne mit Blutgefäß im Längsschnitt.

# Retikuläres Bindegewebe

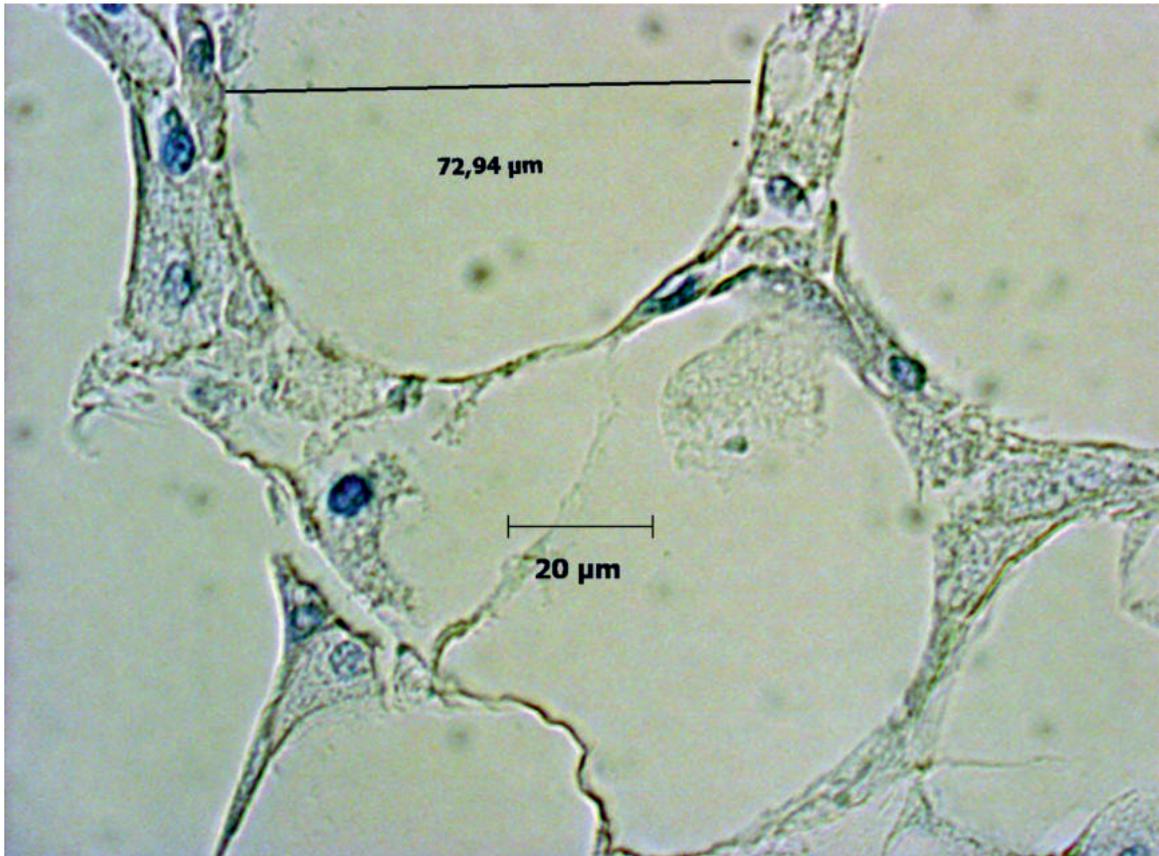
Das von den Bindegewebszellen geschaffene dreidimensionale Netz ist in lymphatischen Organen, dem Knochenmark und an bestimmten Orten des Verdauungstrakts zu finden. Seine Architektur erlaubt es lymphatischen Zellen und Zellen der Blutbildung entsprechende Anordnungen und Gruppierungen einzunehmen.



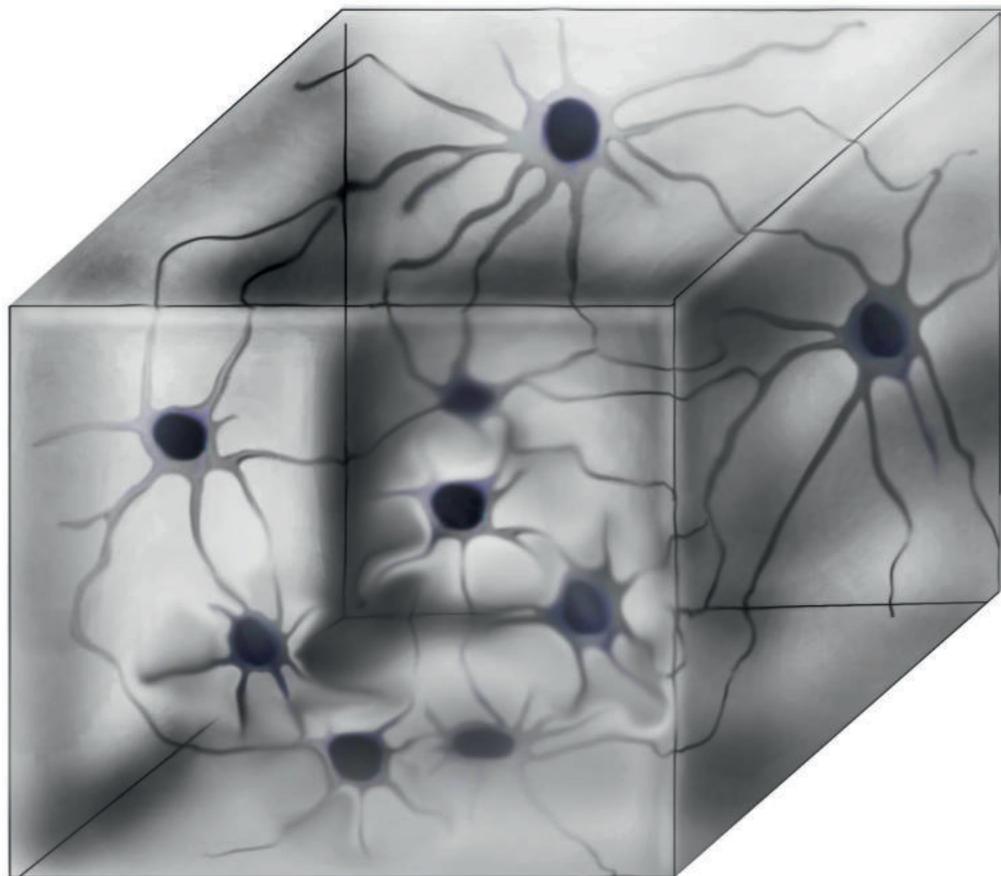
Retikulumzellen im Knochenmark des Menschen, die mit HE gefärbt sind.



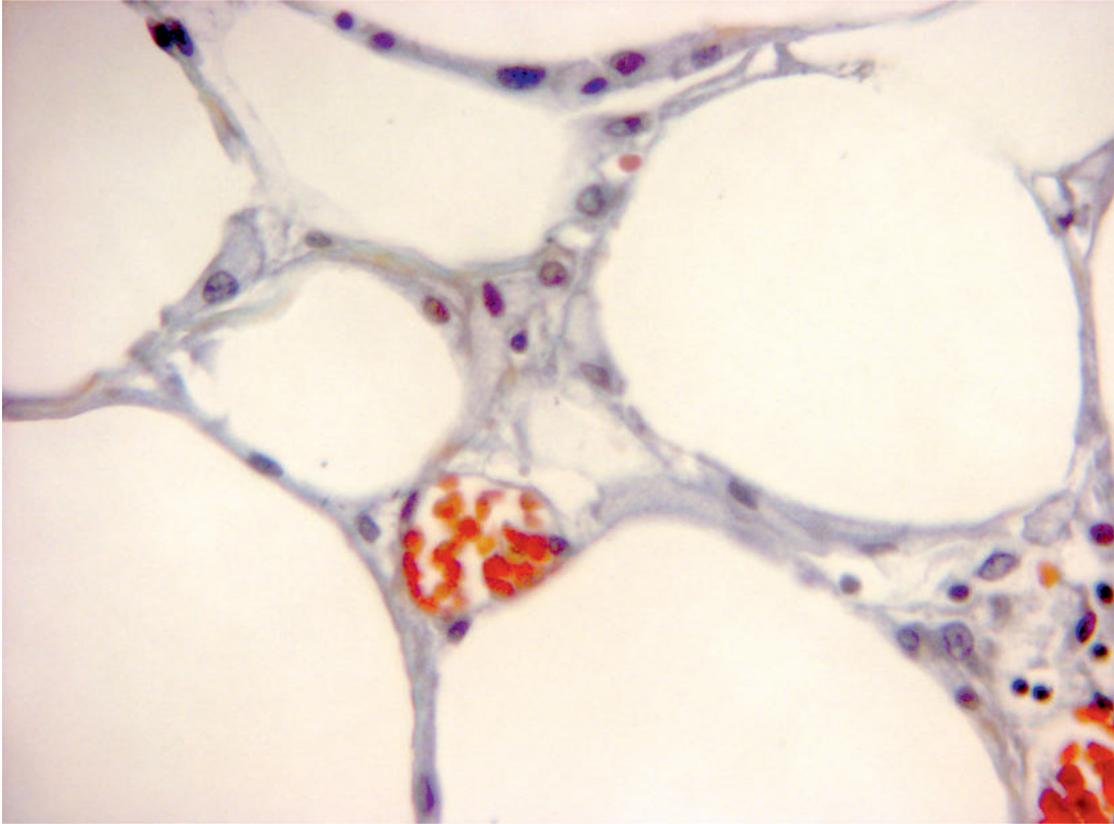
Retikuläres Bindegewebe im Knochenmark des Menschen. Das mit PAS-Reaktion und Hämalaun behandelten Präparats ist zugunsten der Visualisierung im Farbton digital manipuliert.



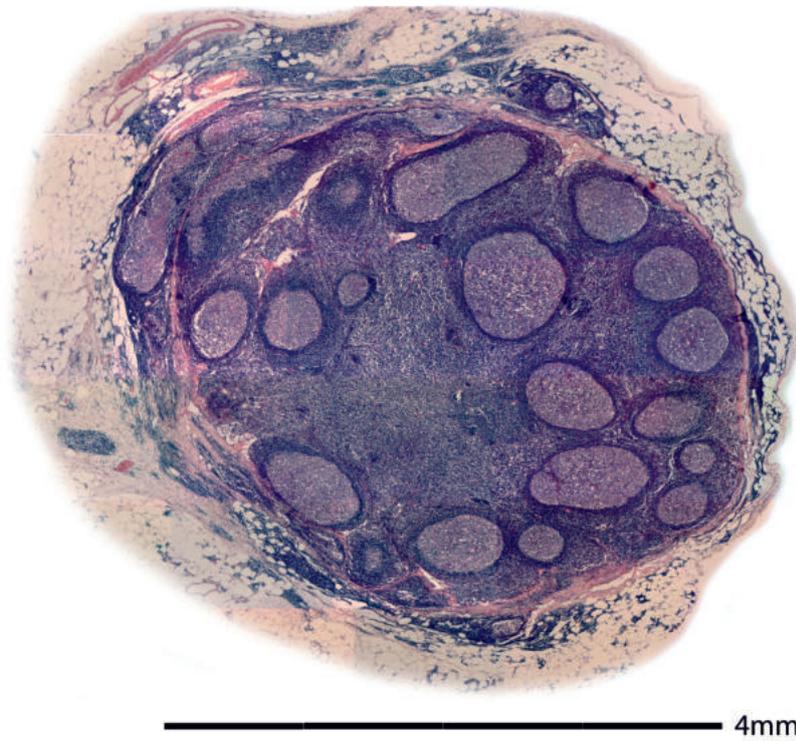
Retikulumzellen im Knochenmark des Menschen, die mit Hämalaun Gill gefärbt sind.



Grafische Darstellung zur dreidimensionalen Struktur des retikulären Bindegewebes.



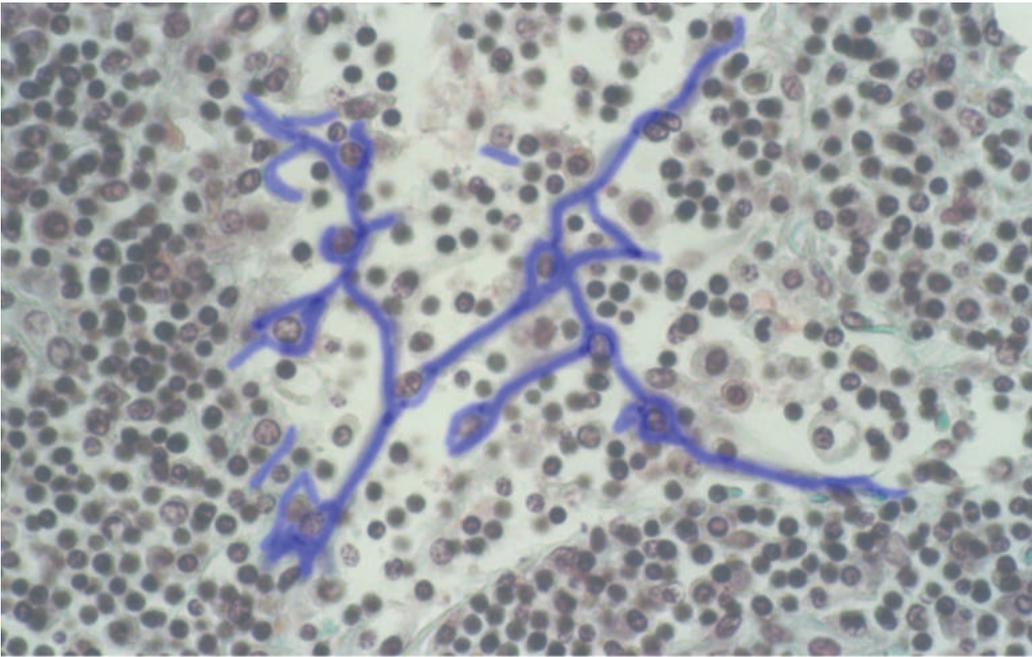
Bearbeitetes Foto aus einem gespülten Lymphknoten, der mit HE gefärbt ist.



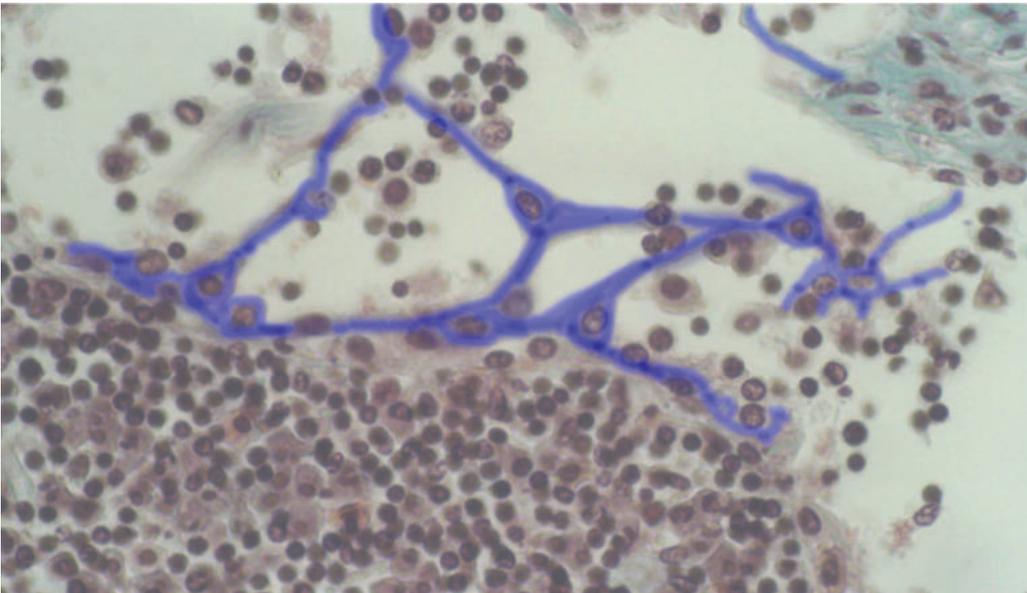
Die Anordnung der Lymphozyten zu Follikeln wird durch das retikuläre Bindegewebe möglich.

HE gefärbte Präparate des Menschen.

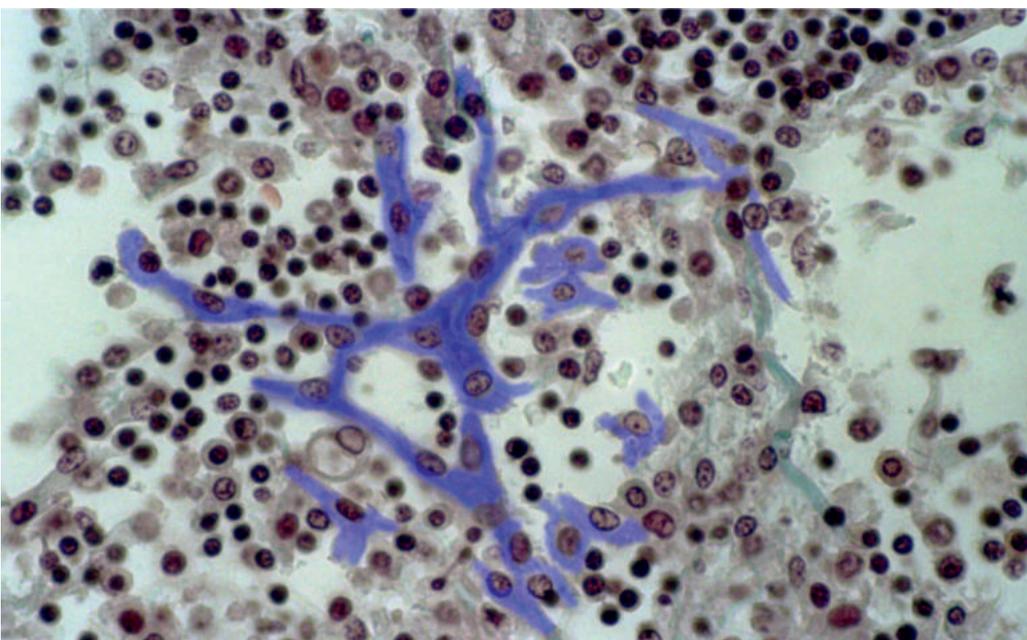
Retikuläre Bindegewebe des Lymphknotens (a)



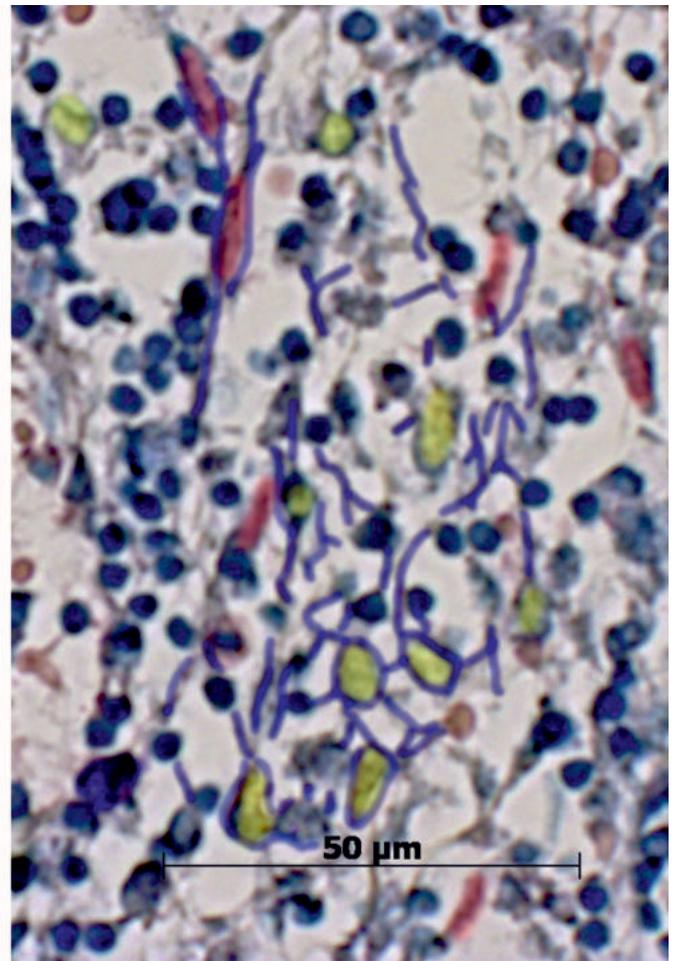
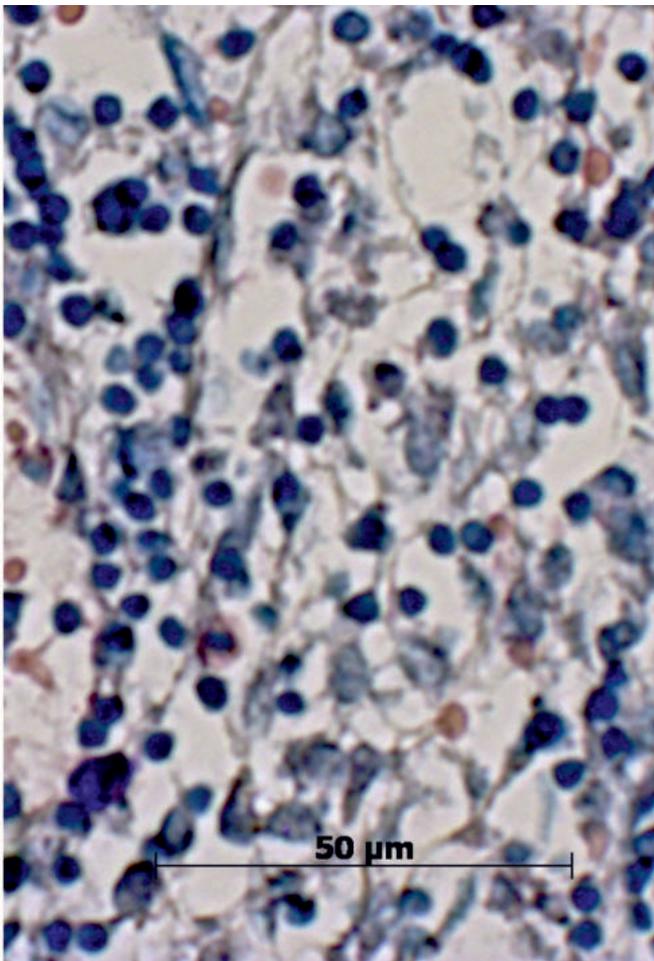
Lymphknoten der Ratte nach Goldner gefärbt.



Retikulumzellen und Teile von Zellen aus anderen Ebenen sind blau übermalt.



## Retikuläres Bindegewebe des Lymphknotens (b)



Präparat eines HE gefärbten humanen Lymphknotens. Gelb übermalt sind einige der Retikulumzellen. Rot übermalt sind Endothelien der Lymphkapillaren.