

Histologieskript

Copyright by Tobias Schwarz

Inhaltsverzeichnis:

A Allgemeine Histologie:

I Epithelgewebe	2
II Binde- und Stützgewebe	5
III Fettgewebe	8
IV Knochen	9
V Knorpel	11
VI Muskeln	12
VII Nervengewebe	14

B Spezielle Histologie:

I Kreislauforgane und Blut	18
II Lymphatische Organe	22
III Atmungsorgane	25
IV Haut	27
V Kopfdarm	30
VI Rumpfdarm	32
VII Leber	36
VIII Niere und harnableitende Organe	39
IX Endokrine Organe	43
X Weibliche Geschlechtsorgane	47
XI Männliche Geschlechtsorgane	52
XII Nervensystem	56
XIII Sinnesorgane	60

I Epithelgewebe

Epithelgewebe lassen sich in drei Gruppen einteilen:

1. Deckepithelien: Besitzen eine Schutzfunktion, dienen als chemische Barrieren und als Abdichtung und ermöglichen einen selektiven Stoffaustausch für Resorption und Sekretion
2. Drüsenepithelien: Sind sekretorisch aktiv
3. Sinnesepithelien: Sie dienen der Reizaufnahme in Nase, Zunge, Auge und Innenohr und bestehen aus Stützzellen und Sinneszellen

1. Deckepithelien:

Die Deckepithelien lassen sich einteilen nach:

- a) Form:**
1. Platt: Die Höhe der Zellen ist wesentlich geringer als die Längskanten der Zellen; die große Fläche und die geringe Dicke der Epithelschicht ermöglichen eine leichte Diffusion (z.B. Lunge, Blutgefäße, Mesothel)
 2. Kubisch, isoprismatisch: (z.B. endokrine Drüsenzellen, Schilddrüse)
 3. Zylindrisch, hochprismatisch: (z.B. Magen, Dünndarm, Eileiter, Gebärmutter, die meisten exokrinen Drüsen)

- b) Schichtung:**
1. Einschichtig: (z.B. Lunge)
 2. Mehrschichtig: Die Epithelien unterteilen sich in eine Basalzellschicht aus Stammzellen, eine Intermediär- und eine Superfizialzellschicht; die Form der obersten Zellschicht bezeichnet die Höhe des Epithels, und nicht alle Zellen haben Kontakt mit der Basalmembran
 3. Mehrreihig: Das Epithel besitzt Basalzellen, welche die Epitheloberfläche nicht erreichen, aber alle Zellen berühren die Basalmembran (z.B. kinozilientragendes Flimmerepithel der Atemwege, Nebenhodengang)
 4. Übergangsepithel: Das Epithel besteht aus Basal-, Intermediär- und Superfizialzellen und kommt nur in den harnleitenden Organen (Nierenbecken, Harnleiter, Blase, Anfang der Harnröhre) vor; es ist sehr verschieblich und stellt eine gute chemische Barriere dar, da zwischen den Zellen Zonulae occludentes sind und die Zellen Plaques enthalten, welche die sogenannte Crusta bilden

- Basalmembran:**
- Die extrazellulär gelegene Basalmembran besteht aus verdichtetem Kollagen
 - Sie liegt unter Exo- und Endoepithelien, Epithelderivaten und umgibt Muskelzellen, Fettzellen, periphere Nerven, die chromaffinen Zellen des Nebennierenmarks und die Oberfläche des Gehirns und Rückenmarks
 - Die Basalmembran besteht aus einer Basallamina, welche sich wiederum in eine Lamina rara und eine Lamina densa unterteilen läßt, und der Lamina fibroreticularis
 - Die Basalmembran ermöglicht mit ihren vielen Adhäsionsmolekülen eine Anheftung der Zellen an die extrazelluläre Matrix

- Mehrschichtige Epithelien:**
1. Mehrschichtig prismatisch: (z.B. distale Harnröhre, Hauptausführungsgänge der Speicheldrüsen, Schweißdrüsengänge)

2. Mehrschichtig unverhorntes Plattenepithel: Es kommt dort vor, wo die Oberfläche nicht vor Austrocknung geschützt werden muß; außerdem bildet es eine mechanische Barriere und ermöglicht die Verschiebungen zwischen den Organen (z.B. Anfangs- und Endabschnitte des Urogenital- und Verdauungstrakts)
3. Mehrschichtig verhorntes Plattenepithel: Es bildet ebenfalls eine mechanische und chemische Barriere, und bietet außerdem einen Schutz vor UV-Strahlung; es kommt dort vor, wo das Epithel nicht vor Austrocknung geschützt ist und besteht aus mehreren Schichten:
 - a. Stratum corneum (=Stratum superficiale): Es besteht aus abgestorbenen Zellen ohne Zellorganellen
 - b. Stratum granulosum: Es enthält Keratohyalin granula
 - c. Stratum spinosum (=Stachelzellschicht): Enthält Desmosomen zwischen den Zellen

Beim orthokeratinisierten Plattenepithel enthält die Hornschicht keine Zellkerne; es bedeckt die Körperoberfläche und den harten Gaumen; das parakeratinisierte Plattenepithel enthält vereinzelt Zellkerne im Stratum corneum und kommt auf dem Zahnfleisch und der Zunge vor

Oberflächen-differenzierungen:

- Ohne: (z.B. Magen, Endothel, die meisten exokrinen Drüsen)
- Mikrovilli (=Bürstensaum): Die Mikrovilli besitzen ein Stützskelett aus Aktinfilamenten; sie sind lichtmikroskopisch nicht sichtbar und dienen der Oberflächenvergrößerung um mehr Transportproteine darauf unterbringen zu können (z.B. Darm, Gallenblase, Niere)
- Kinozilien: Sie bestehen aus neun Axonemen und zwei einzelnen Mikrotubuli, die sich durch Dynein gegeneinander verschieben und dadurch die Kinozilien beweglich machen; sie ruhen auf Basalkörpern, den sogenannten Kinetosomen (z.B. Nasenhöhle, Respirationstrakt, Eileiter)

2. Drüsenepithelien:

Exokrine Drüsenzellen	Endokrine Drüsenzellen
Sie geben ihr Sekret an die Körperoberfläche und an Gangsysteme die damit in Verbindung stehen ab	Sie produzieren Hormone, die sie in die Blutbahn oder das Gewebe abgeben
Beispiele dafür sind die Zellen der Schweißdrüsen oder die exokrinen Drüsenzellen des Pankreas	Beispiele hierfür sind die Insulin produzierenden B-Zellen der Pankreasinseln, die Zellen der Schilddrüse oder des Hypophysenvorderlappens

Regulierte Sekretion	Konstitutive Sekretion
Sie wird durch einen spezifischen Stimulus ausgelöst	Ständige gleichmäßige Sekretion
z.B. Pankreas, Parotis, Mastzellen	z.B. Plasmazellen, Fibroblasten

**Extrusions-
mechanismen:**

- Merokrin, ekkrin: Die Sekretion der meisten Drüsen erfolgt durch Exocytose (z.B. Schweißdrüsen zur Thermoregulation, Brustdrüsenproteine)
- Apokrin: Die Abschnürung von Vesikeln oder die Abspaltung von ganzen Zellteilen nennt man Apozytose (z.B. Milchfett in der Brustdrüse, Schweißdrüsen zur Duftsekretion)
- Holokrin: Durch Apoptose (=Holozytose) löst sich die gesamte Zelle auf (z.B. Talgrüsen der Haut)
- Molekulare Sekretion: Moleküle werden durch Transporter aus den Zellen geschleust (z.B. Magensäure)

Becherzellen:

- Diese Intra- (Endo-) epithelialen Drüsenzellen sezernieren Schleim (=Muzine)
- Die peripheren Schleimgranula werden dabei konstitutiv sezerniert, die zentralen Granula reguliert (explosionsartig)
- Diese unizellulären Drüsen kommen zum Beispiel im Respirations- und im Darmtrakt vor, in der Bindehaut des Auges befinden sich Zusammenlagerungen von Becherzellen

**Extraepitheliale
Zellen
(=Drüsen):**

- Sie bestehen aus einem Ausführungsgang und einem Endstück
- Das Endstück kann tubulös (schlauchförmig), azinös (beerenförmig), alveolär (sackförmig) oder eine Mischung daraus sein
- Die Sekretmenge der Drüsen ist wesentlich größer als die intraepithelialer Drüsenzellen

Seröse Drüsen	Muköse Drüsen
Sie sezernieren ein dünnflüssiges, proteinreiches Sekret	Die Sekretgranula füllen den größten Teil der Zelle aus und enthalten Proteoglykane und Mukopolysaccharide (sulfatierte Zucker)
Das Lumen ihrer Endstücke ist relativ eng	Das Lumen der Endstücke ist eher weit
Die Zellbasis ist aufgrund des RER sehr basophil, der apikale Zellpol ist wegen der Sekretgranula eher eosinophil	Das Zytoplasma ist aufgrund der Muzine basophil, sie werden bei normaler Fixierung allerdings aus dem Zytoplasma herausgewaschen, weshalb die Zellen nur schlecht angefärbt sind; mit der PAS-Färbung könnte man die Polysaccharide der Muzine anfärben
Die Zellkerne der serösen Drüsen sind rund und liegen in der Mitte der Zellen	Die Zellkerne sind sehr flach und liegen an der Zellbasis
Beispiele sind die Zellen des exokrinen Pankreas oder der Parotis	Ein Beispiel hierfür ist das Oberflächenepithel des Magens
Seromuköse Drüsen sind muköse Drüsenzellen, denen halbmondförmig seröse Drüsenzellen aufsitzen	

- Neben den serösen und den mukösen Drüsen gibt es noch die Lipidsezernierenden Drüsen wie zum Beispiel die apokrine Milchdrüse oder die holokrinen Talgdrüsen
- Das eigentliche Drüsenparenchym wird von den Epithelien der Endstücke gebildet, das dazwischenliegende Bindegewebe ist das Drüsenstroma
- Die Drüsen gliedern sich meistens in Lappen und Läppchen und sind von einer Kapsel umgeben

- Die von den Endstücken abgehenden Gänge vereinigen sich mehrfach: Schaltstücke => Streifenstücke (nur bei Mundspeicheldrüsen) => Läppchengänge => Interlobulargänge => Nebenausführungsgänge => Hauptausführungsgänge

II Binde- und Stützgewebe

- Funktionen:**
- Halte- und Bindefunktion
 - Regulierung des Wasserhaushalts
 - Regulierung des Stoffaustauschs
 - Immunabwehr

- Spezifische (ortsansässige, fixe) Zellen bilden Fasern (geformte Anteile) und Grundsubstanz (ungeformte Anteile)
- Eingewanderte (freie, mobile) Zellen dienen der Abwehr

1. Spezifische Zellen:

- Fibroblasten:**
- Synthetisieren Fasern und Grundsubstanz (zusammen die extrazelluläre Matrix)
 - Besitzen einen langen, dünnen Zellkern mit vielen Fortsätzen
 - Es ist kaum ein Zytoplasma erkennbar
 - Werden meistens mit den Fibrozyten gleichgesetzt

- Retikulumzellen:**
- Kommen nur in lymphatischen Organen und im roten Knochenmark vor
 - Dienen der Synthese des Prokollagens der retikulären Fasern, von Glykoproteinen und Proteoglykanen
 - Besitzen einen großen, ovalen, euchromatischen Kern und viele Zellfortsätze

2. Eingewanderte Zellen:

- Mastzellen:**
- Rund bis oval, mit rundem bis ovalem Zellkern
 - Metachromatische Granula enthalten Histamin, Heparin und Chondroitinsulfat
 - Exozytose der Granula aufgrund von unspezifischen Reizen oder Antigen-Antikörperkontakt führt zu allergischen Reaktionen und Entzündungszeichen (Juckreiz, Vergrößerung der Venulen => Schwellungen (Asthma), Steigerung der Magensäureproduktion)

- Plasmazellen:**
- Exzentrisch liegende Zellkerne mit radspeichenartig angeordnetem Heterochromatin (Hab' ich zwar nie gesehen, man erkennt sie aber trotzdem ganz gut.)
 - Enthalten viel RER => basophiles Zytoplasma
 - Entstehen nach Antigenkontakt aus B-Lymphozyten
 - Sezernieren Immunglobuline ins Blut, in die Lymphe, auf Schleimhautoberflächen (durch Transzytose) und in die Muttermilch

- Histiozyten (=Makrophagen):**
- Entstehen aus Monozyten

- Sind amöboid beweglich
- Dienen der Phagozytose und dem Isosomalen Abbau von Fremdkörpern, Bakterien, Viren etc.
- Präsentieren Fragmente der phagozytierten Partikel an MHC II Proteinen

Lymphozyten und Granulozyten: siehe Blut

3. Fasern:

- Kollagene Fasern:**
- Sehr zugfest, geringe Dehnbarkeit => hohe mechanische Widerstandskraft
 - Lagern sich zu Bündeln zusammen
 - Bestehen aus Kollagen vom Typ I
 - Kommen zum Beispiel vor in der Lederhaut, in Sehnen und Bändern
 - Erscheinen in der HE-Färbung rosa bis rot

- Retikuläre Fasern:**
- Bilden ein begrenzt dehnungsfähiges perizelluläres Gerüst, besitzen weniger eine mechanische Funktion
 - Bestehen aus netzartig verzweigten Fasern aus Kollagen Typ I und III
 - Lassen sich mit Silbersalzen anfärben ($\text{Ag}^+ + \text{e}^- \rightarrow \text{Ag}$; => schwarze Fasern)
 - Kommen zum Beispiel in Basalmembranen und im Stroma der Organe vor

- Elastische Fasern:**
- Sind gut dehnbar (100-150%) und besitzen eine hohe Rückstellkraft
 - Bestehen aus quervernetzten Tropoelastinmolekülen und elastischen Mikrofibrillen aus Fibrillin
 - Besitzen im Elektronenmikroskop ein homogenes Aussehen
 - Kommen vor in elastischen Bändern, im elastischen Knorpel und in elastischen Blutgefäßen (z.B. der Aorta)
 - Defekt in einem Gen der Fibrillinsynthese führt zum Marfan Syndrom

- Kollagentypen:**
- Kollagenfibrillen bestehen aus Tripelhelices
 - Jede dritte Aminosäure ist Glycin
 - Im Elektronenmikroskop erscheinen quergestreifte Fasern
 - Fibrilläre Kollagene:
 - Straffes u. lockeres kollagenes Bindegewebe (z.B. Haut, Sehnen, Sklera, Cornea) Knochen
 - Knorpel
 - Lockeres Bindegewebe, retikuläre Fasern
 - Nichtfibrilläre Kollagene:
 - Lamina densa der Basallaminae, Verankerungsplaques

4. Grundsubstanz:

- Wird wie die Kollagenfibrillen von den Fibroblasten gebildet
- Bilden ein Maschenwerk aus Makromolekülen

- Glykosaminoglykane (GAG):**
- Polysaccharidketten aus repetitiven Disaccharideinheiten
 - Die Disaccharide besitzen Carboxyl- und/oder Sulfatreste mit negativen

- Ladungen und einen Aminozucker (Glucosamin, Galaktosamin)
- Sie sind polyanionisch (stark sauer) und binden deshalb basische Farbstoffe bis hin zur Metachromasie
- Quellen z.T. stark
- Beispiele: Heparin, Chondroitinsulfat, Hyaluronsäure

- Proteoglykane:**
- Bestehen aus einem Kernprotein und Seitenketten aus sulfatierten Glykosaminoglykanen (Polyanionisch)
 - Spielen eine Rolle bei der Haftung und Wanderung von Zellen
 - Aktivieren Wachstumsfaktoren

- Glykoproteine:**
- Kurze Kohlehydrateinheiten, der Proteinanteil überwiegt
 - Verantwortlich für die Verankerung von Zellen an der extrazellulären Matrix und ihre Bewegung
 - Lassen sich durch die PAS-Reaktion anfärben
 - Beispiele: Fibronectin, Laminin (verbinden Integrine in der Plasmamembran mit Basalmembranen)

5. Bindegewebesformen:

- Mesenchymales Bindegewebe:**
- Embryonale Bindegewebe aus dem Binde- und Stützgewebe, glatte- und Herzmuskulatur entstehen
 - Mesenchymzellen bilden ein weiträumiges Maschenwerk
 - Extrazelluläre Matrix enthält vor allem Hyaluronsäure ist aber faserfrei

- Gallertgewebe:**
- Kommt nur in der Nabelschnur vor
 - Enthält Hyaluronsäure, kollagene und retikuläre Fasern
 - Schützt die Nabelschnur durch sein hohes Wasserspeichungsvermögen vor dem Abknicken

Faserarmes Bindegewebe:	Lockerer kollagenes Bindegewebe:	<ul style="list-style-type: none"> • Bildet das Stroma von Organen, untergliedern die Skelettmuskulatur und Sehnen, bildet Blutgefäß- und nervenführende Bindegewebssepten und die Subkutis der Haut • Enthält vor allem kollagene- und retikuläre Fasern, weniger elastische Fasern, Hyaluronsäure und verschiedene Proteoglykane
	Retikuläres Bindegewebe:	<ul style="list-style-type: none"> • Grundgewebe von lymphatischen Organen und dem roten Knochenmark • Enthält retikuläre Fasern die von Retikulumzellen umhüllt sind
Faserreiches	Straffes geflechtartiges Bindegewebe:	<ul style="list-style-type: none"> • Zugfest in allen Richtungen • Bildet die Bindegewebskapseln von Gelenken und Organen, Periost, Perichondrium, Perikard, Dura mater, etc.

Bindegewebe:		
	Straffes paraffaseriges Bindegewebe:	<ul style="list-style-type: none"> • Kollagenfasern sind parallel angeordnet • Bildet z.B. Sehnen, Bänder und Aponeurosen
	Elastische Bänder und Sehnen:	<ul style="list-style-type: none"> • Bestehen aus elastischen- und kollagenen Fasern • Bildet z.B. Ligamenta flava

III Fettgewebe

- Fettzellen: Adipozyten

1. Weißes Fettgewebe:

- Funktionen:**
- Kälteschutz
 - Baufett (Handteller, Fußsohle, Kniegelenk, Gesäß, Orbitalfett, Wangenfett): Wird normalerweise nicht abgebaut
 - Speicherfett (Subkutan, um das große Netz und den Dickdarm)

- Adipozyten kommen ubiquitär im lockeren Bindegewebe vor
- Die Fettspeicherung erfolgt durch Volumenzunahme nicht durch Teilung der Fettzellen
- Die Fettzellen besitzen nur einen schmalen Zytoplasmasaum und einen an den Rand gedrängten, abgeflachten Zellkern (=> Siegelringzellen)
- Sie besitzen einen einzelnen, großen Fetttropfen (unilokuläre-, univakuoläre Fettzellen)
- Jede Fettzelle ist von einer Basallamina umgeben
- Bei der Paraffinschnitttechnik wird das Neutralfett herausgelöst, die Zellen bestehen fast nur aus einem großen »Loch«; um das Fett sichtbar zu machen fertigt man Gefrierschnitte mit einer Sudanfärbung an

2. Braunes Fettgewebe:

- Kommen fast ausschließlich beim Säugling vor, beim Erwachsenen zum Teil noch um die Aorta
- Besitzen viele kleine Fetttropfen und ein »schaumiges« Zytoplasma (multilokuläre-, plurivakuoläre Fettzellen)
- Der runde Zellkern ist zentral gelegen
- Sie besitzen viele Mitochondrien, die direkt zur Wärmeproduktion verwendet werden können

IV Knochen

1. Aufbau

Knochen ist aufgebaut aus:

1. Kompakta: (=Kortikalis): Dicht gepackte Knochensubstanz
2. Spongiosa: Besteht aus lockeren Bälkchen deren Anordnung je nach Beanspruchung und Alter variiert; In den Hohlräumen der Spongiosa findet die Blutbildung statt

- Die Knochen bestehen zu ca. 65% aus anorganischem Material (v.a. Hydroxylapatit: $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$ => Druckkraft) und zu ca. 35% aus organischer Substanz (davon ca. 90% Kollagen I (=>Zugkraft) und ca. 10% Proteine und Lipide)
- Die Präparation von Knochen kann entweder erfolgen durch Entkalkung (z.B. mit Salzsäure oder Chelatkomplexen) und anschließendes schneiden oder durch einen Knochenschliff wobei die organischen Bestandteile zerstört werden

Faser- oder Geflechtknochen:

- »Zu Knochen erstarrtes Bindegewebe«
- Enthält Kollagenfaserbündel die mit dem Periost in Verbindung stehen
- Kommt nur während der Embryonalentwicklung vor, an den Einstrahlungsstellen von Sehnen und Bändern und bei Reparaturprozessen

Lamellenknochen:

- Die Kompakta besteht aus äußeren und inneren Generallamellen, Schaltlamellen und Speziallamellen
- In den Lamellen sind die Kollagenfasern in ganz bestimmten Richtungen angeordnet und an die Belastung des Knochens angepaßt
- Die Osteone (=Havers' sche System) besitzen in der Mitte ein Blutgefäß (=Havers' schen Kanäle); die Havers' schen Kanäle sind über die Volkmann' schen Kanäle miteinander verbunden

Osteoblasten:

- Sezernieren das Kollagen und die Grundsubstanz des Knochens (Glykoproteine) die zusammen das Osteoid bilden; die anschließende Verkalkung erfolgt ebenfalls durch die Osteoblasten
- Die Kollagenen Fasern der Umgebung (Sharpey' sche Fasern) und die Osteoblasten werden bei der Knochenbildung mit eingemauert
- Sie sind auf der Oberfläche des entstehenden Knochens epithelartig angeordnet und durch Zellfortsätze miteinander verbunden
- Besitzen eine kuboide Form und ein basophiles Zytoplasma

Osteozyten:

- Sind eingemauerte Osteoblasten
- Zytoplasmfortsätze erstrecken sich in Canaliculi nach allen Seiten bis zu den kortikalen Gefäßen
- Die längsovalen Zellen liegen in Höhlen, den sogenannten Lakunen
- Die Osteozyten dienen der Ablagerung und Mobilisation von Calcium im Knochen und dadurch der Regulation des Calciumspiegels im Blut, reguliert durch Calcitonin und Parathormon

Osteoklasten:

- Entstehen aus Monozyten und gehören somit zum MPS
- Sind Synzytium mit vielen Zellkernen, die durch Verschmelzung der Vorläuferzellen

entstehen

- Bilden Einbuchtungen in der Knochenoberfläche, die Howship' schen Lakunen
- Die Osteoklasten produzieren Säure wodurch die anorganischen Anteile abgebaut werden; die organischen Anteile werden danach enzymatisch abgebaut

2. Knochenbildung:

Desmale Ossifikation (=direkte Ossifikation):

- Bildung von Bindegewebsknochen aus mesenchymalem Bindegewebe
- Anhäufungen von Mesenchymzellen bilden zunächst Osteoid und durch die Einlagerung von Apatit entsteht daraus Faserknochen; aus diesem Netzwerk von Faserknochenbälkchen entsteht daraus schließlich ein lamellärer Knochen
- Die Mesenchymzellen differenzieren sich zu Osteoblasten
- Durch desmale Ossifikation werden z.B. die Schädelknochen und die Schlüsselbeine gebildet

Chondrale Ossifikation (=indirekte Ossifikation):

- Ersatz einer knorpelig vorgebildeten Knochenanlage
- Perichondrale Ossifikation:
 - Erfolgt in der Schaftmitte von langen Röhrenknochen
 - Um die knorpelige Knochenanlage lagert sich Faserknorpel an, der mit der Zeit dicker wird
 - Der Knorpel wird durch das primäre Knochenmark ersetzt
- Enchondrale Ossifikation:
 - Erfolgt im Bereich der Epiphysen und in kurzen Knochen
 - Die Knorpelzellen ordnen sich in der Längsachse der Epiphysen an (=Säulenknorpel); die Zellen werden größer (=Blasenknorpel) und lösen sich auf (=Eröffnungszone); die interzellulären Septen verkalken und werden zur Primärspongiosa umgebildet
 - Dadurch, daß die Verknöcherung der Epiphysen zeitlich genau festgelegt ist, ist eine Altersbestimmung eines Skeletts möglich
- Zwischen Diaphyse und Epiphyse bleibt die Epiphysenfuge (=Wachstumsfuge) erhalten

Knochenumbau:

- Der Anbau von Knochen an der einen Seite und der Abbau auf der gegenüberliegenden Seite führe zu Drift
- Da die Anbauleistung der Osteoblasten geringer ist als die Resorptionsleistung der Osteoklasten gibt es wesentlich mehr Osteoblasten und es kommt zur Bildung von Falten auf der Anbauseite
- Osteoklasten bohren »Löcher« in der Knochen die durch Osteoblasten wieder aufgefüllt werden (=Havers' scher Umbau); dadurch kommt es zur Bildung von Sekundärosteonen und Schaltlamellen

3. Knochenverbindungen:

- Syndesmosen: Bandartige Knochenverbindungen
- Synchondrosen: Knorpelige Knochenverbindungen
- Synostosen: Feste Knochenverbindungen

- Gelenkkapseln bestehen aus einem Stratum fibrosum und einem Stratum synoviale welches die Synovia bildet

V Knorpel

- Besitzt eine hohe Druck- und eine gewisse Zugelastizität
- Die Zellen des Knorpels sind die basophilen Chondrozyten die sich zu kleinen Gruppen zusammenlagern und somit die sogenannten Chondrone bilden; die Zellen der Chondrone sind isogene Zellen, d.h. sie sind durch Teilung aus einer Zelle entstanden; deshalb ist die Anzahl der Zellen in den Chondronen immer geradzahlig
- Um die Chondrozyten liegt die sogenannte Lacune die aber wahrscheinlich nur ein Schrumpfungartefakt bei der histologischen Präparation ist
- Um die Lacune liegt die sogenannte Kapsel; danach folgt das Territorium (=Hof) und die interterritoriale Substanz; die Kapsel ist dabei stärker gefärbt als das Territorium und dieses wiederum stärker als die interterritoriale Substanz
- Der Knorpel ist vom Perichondrium umgeben welches aus straffem kollagenem Bindegewebe besteht
- Die Interzellulärsubstanz besteht zu ca. 70% aus Wasser zu ca. 4% aus mineralischer Substanz, aus Glykosaminoglykanen und Proteoglykanen (z.B. Hyaluronsäuremoleküle an denen Aggrecan haftet mit Chondroitinsulfat, Dermatan-sulfat oder Keratansulfat als Glykosaminoglykanketten)
- Die negativ geladenen (basophilen) Seitenketten sind von Wassermolekülen umgeben und stoßen sich gegenseitig ab wodurch die prallelastische Druckfestigkeit des Knorpels zustande kommt
- Fibrillen aus Kollagen Typ II wirken dem Quellungsdruck der Proteoglykane entgegen und bieten dadurch eine gewisse Zugfestigkeit; dabei ist das Kollagen im Knorpel maskiert, im Lichtmikroskop also nicht sichtbar
- Knorpel enthält keine Blutgefäße; die Ernährung des Knorpels erfolgt intermittierenden Druck und eine gewisse »Durchwalkung« bei Belastung
- Vom Perichondrium und vom subchondralen Knochen aus ist in geringem Maße eine Regeneration des Knorpels möglich; außerdem findet von hier aus eine ständige Erneuerung des Knorpels statt; beides erfolgt jedoch nur sehr langsam

Hyaliner Knorpel:

- Vorkommen: Gelenkknorpel, Rippenknorpel, Nasenknorpel, Kehlkopfskelett, Trachea, Epiphysenfuge
- Hyaliner Knorpel erscheint im Lichtmikroskop bläulich durchsichtig

Faserknorpel:

- Vorkommen: Zwischenwirbelscheiben, Disci und Menisci, Hypomochlie?, Symphyse und am Ansatz von Sehnen an Knochen
- Die Chondrozyten liegen einzeln in Reihen
- Der Anteil an Interzellulärsubstanz ist relativ hoch, es gibt nur wenige Chondrone
- Aufgrund des hohen Faseranteils ist der Faserknorpel stark auf Zug beanspruchbar
- Entsteht aus straffem kollagenem Bindegewebe

Elastischer Knorpel:

- Vorkommen: Ohrknorpel, Kehldeckel (=Epiglottis)
- Enthält elastische Fasern und langgestreckte kollagene Fasernetze
- Die Fasernetze sind nur in Elastika-Färbungen sichtbar

VI Muskelgewebe

Gliederung von Muskeln: Muskel -> Muskelfaserbündel -> Muskelfasern -> Muskelfibrillen

1. Quergestreifte Skelettmuskulatur:

Bindegewebshüllen: • Faszie:

- Umschließt den gesamten Muskel
- Besteht aus straffem kollagenem Bindegewebe, scherengitterförmig überkreuzt
- Bilden z.T. Führungsröhren für die Muskeln

• Epimysium:

- Umschließt ebenfalls den gesamten Muskel, liegt aber unter der Faszie
- Besteht aus lockerem kollagenem Bindegewebe

• Perimysium:

- Vom Epimysium in die Tiefe des Muskels einstrahlende Bindegewebsblätter welche Bündel von Muskelfasern (Sekundär- und Primärbündel) umgreifen
- Bilden Bindegewebsstraßen für Blutgefäße, Nerven und Lymphgefäße

• Endomysium:

- Schicht von retikulären Fasern welche die einzelnen Muskelfasern umgibt
- Bewirken den Hauptanteil der Reißfestigkeit des Muskels
- Bilden die Lamina fibroreticularis der Basalmembran der Muskelzellen

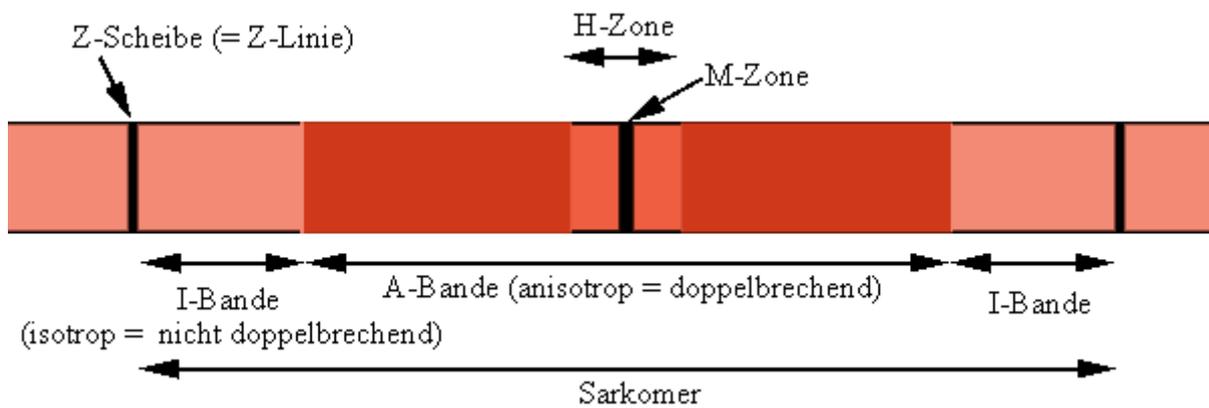
• Basallamina:

- Umgibt jede Muskelfaser

- Die straffen Kollagenfaserzüge von Epi- und Perimysium vereinigen sich zu den Sehnen

Muskelfasern:

- Muskelzellen sind Synzytium (500-10000 Kerne pro Muskelfaser)
- Die Kerne sind länglich und liegen peripher; es gibt nur sehr wenige zentralständige Kerne
- Die Muskelfasern sind eosinophil
- Bei Querschnitten von Muskelfasern wird die sogenannte Cohnheim'sche Felderung sichtbar
- Durch die Querstreifung lassen sich die Muskelfasern in mehrere Bereiche einteilen:



- Abgeplattete Membranschläuche, die sogenannten T-Tubuli (=transversale Tubuli) durchziehen die Muskelfasern in ihrer gesamten Breite; sie dienen der Vergrößerung der Membranoberfläche um das 5-10 fache und erleichtern dadurch die Ausbreitung der elektrischen Erregung in das Innere der Muskelfaser; sie umgeben die Myofibrillen an der Grenze zwischen A- und I-Bande
- Zu beiden Seiten der T-Tubuli befinden sich Zisternen des sarkoplasmatischen Retikulums (=endoplasmatisches Retikulum der Muskelzellen) wodurch die sogenannten Triaden aus einem T-Tubulus und zwei Zisternen des SR entstehen (=junktionales SR); die terminalen Zisternen des SR sind untereinander verbunden
- Das SR ist das Speicherorganell für Ca^{2+} -Ionen, die durch eine elektrische Erregung in den T-Tubuli aus dem SR freigesetzt werden und dadurch die Kontraktion der Myofibrillen bewirken
- Die Signalübertragung zwischen T-Tubulus und SR erfolgt über die Triadenfüßchen

- Myofibrillen:**
- Bestehen aus Myosin- (=A-Banden) und Aktinfilamenten (=I-Banden) welche durch einen Gleitmechanismus die Kontraktion bewirken
 - Die Anordnung der Myosin- und Aktinfilamente bewirkt die Querstreifung der Skelettmuskelfasern
 - Das F-Aktin besteht aus zwei Ketten welche aus globulären Molekülen aufgebaut sind

- Muskelfasertypen:**
- Eine Umwandlung der Muskelfasern z.B. durch Training ist möglich

- Motorische Einheit:**
- Eine Einheit aus einer Nervenzelle und mehreren innervierten Muskelfasern (25 [mimische Muskulatur] -2000)
 - Die innervierten Muskelfasern gehören stets demselben Typ an, sind aber über eine größere Fläche verteilt, so daß eine gleichmäßige Kontraktion des Muskels erfolgt
 - Die Muskelfasern sind voneinander elektrisch isoliert

- Regeneration:**
- Myoblasten (=Satellitenzellen) wandern durch Chemotaxis an den Ort der Verletzung und beginnen sich zu teilen
 - Sie reihen sich kettenförmig aneinander, verschmelzen und bilden dadurch Myotuben
 - Diese differenzieren sich zu voll funktionsfähigen Muskelfasern

- Muskel-Sehnen** • Die Oberfläche der Muskelfasern ist durch Einfaltungen vergrößert
- Verbindung:** • Die Kollagenfibrillen der Sehnen sind mit der Basallamina der Muskelzellen verbunden

2. Herzmuskulatur:

- Auf Dauerleistung ausgelegt
- Setzt sich aus Einzelzellen zusammen, den sogenannten Kardiomyozyten, welche ein bis zwei zentralständige Zellkerne besitzen
- Die Muskelzellen sind zu verzweigten, faserförmigen Ketten angeordnet
- Die Zellen sind über die Glangstreifen miteinander verbunden; deren transversale Abschnitte enthalten Fasciae adhaerentes und Maculae adhaerentes zur mechanischen Übertragung der Kontraktionskraft, die longitudinalen Abschnitte enthalten Nexus zur elektrischen Kopplung
- Ein T-Tubulus bildet mit einer kleinen terminalen Zysterne des sarkoplasmatischen Retikulums eine Dyade in der Nähe des Z-Streifens
- Spezifische Zellen, die sogenannten Schrittmacherzellen, bilden die Reizbildungszentren Sinusknoten und Atrioventrikularknoten; die elektrischen Impulse werden über Reizleitungszellen weitergeleitet auf die Kardiomyozyten
- Diese spezifischen Zellen sind heller, größer und besitzen nur wenige Myofibrillen
- Bei einer Zunahme der hämodynamischen Belastung kommt es zu einer Hypertrophie der Herzmuskelzellen, aber in der Regel nicht zu einer Hyperplasie
- Eine Regeneration des Herzmuskels ist nicht möglich und es gibt auch keine Satellitenzellen

3. Glatte Muskulatur:

- Besteht aus spindelförmigen glatten Muskelzellen, die manchmal auch sternförmig verzweigt sein können
- Die Zellen besitzen einen zentralständigen Zellkern und sind meistens intensiver gefärbt als Fibroblasten und Fasern des umgebenden Bindegewebes
- Sie sind im gestreckten Zustand oft zigarrenförmig lang ausgezogen, im kontrahierten Zustand korkenzieherförmig gestaucht
- Verdichtungszonen in den Muskelzellen entsprechen den Z-Scheiben der Skelettmuskulatur
- Die Myofibrillen sind über Anheftungsplaques mit der gesamten Zellmembran verbunden
- Spontanaktive Eingeweidemuskulatur besitzt Schrittmacherzellen, welche die peristaltischen Bewegungen einleiten; diese Schrittmacherzellen sind durch Neurotransmitter regulierbar
- Die Zellen sind durch Nexus miteinander verbunden
- Nicht spontanaktive glatte Muskulatur kommt vor in Arteriolen, Haaren, in der Iris und im Samenleiter

VII Nervengewebe

- Das Nervensystem entsteht embryologisch aus dem Ektoderm
- Zerebrospinales Nervensystem=somatisches Nervensystem=animales Nervensystem=willkürliches Nervensystem: Regelt die Beziehungen zur Umwelt

- Viszerales Nervensystem=autonomes Nervensystem=vegetatives Nervensystem: Regelt die Koordination der inneren Organe und ist dem Willen entzogen

1. Nervenzelltypen:

- Multipolare Nervenzellen:**
- Diese Nervenzellen besitzen viele Dendriten aber nur einen Neuriten
 - Die Rezeptorzone ist die Oberfläche des Zellsomas (=Zellkörper) und der Dendriten
 - Der Leitungsapparat ist der Neurit (=Achsenzylinder oder Axon) der sich hauptsächlich in seinem Endabschnitt dem Endbaum (=Telodendron) verzweigt
 - Die Ästchen enden als synaptische Boutons

- Bipolare Nervenzellen:**
- Diese Nervenzellen besitzen einen Dendriten und einen Neuriten
 - Kommen vor in der Netzhaut des Auges und in den Ganglien des Hör- und Gleichgewichtsnerve

- Pseudounipolare Nervenzellen:**
- Besitzen ebenfalls einen Dendriten und einen Neuriten, aber nur ein Fortsatz geht aus dem Perikaryon hervor
 - Kommen vor in den sensiblen Spinal- und Hirnnervenganglien und im Bereich des mesenzephalen Trigeminskernes
 - Besitzen einen peripheren und einen zentralen Neuriten

- Unipolare Nervenzellen:**
- Sinneszellen die einen rezeptorischen Fortsatz im apikalen Bereich des Zellsomas besitzen und basal einen Neuriten aussenden
 - Kommen vor in der Riechschleimhaut

- Die graue Substanz hauptsächlich aus Nervenzellkörpern, die weiße Substanz aus Neuriten (Wegen der fetthaltigen Myelinscheiden der Neuriten)
- Neuropil ist der Faserfilz der grauen Substanz, der aus terminalen Axonabschnitten, Dendriten und Gliazellfortsätzen aufgebaut ist

- Nissl-Schollen (=Nissl-Substanz, Tigroid):**
- Bereiche von stark ausgebildetem ER und Ribosomen, weshalb sie stark basophil sind
 - Kommen nur im Perikaryon und in somanahen Dendritenabschnitten vor
 - Sind spezifisch für verschiedene Nervenzelltypen

- Alle Nervenzellen besitzen eine Rezeptorzone, eine Leitungsstrecke und eine Effektorzone

- Dendriten:**
- Bilden einen Teil der Rezeptorzone der Zellen und leiten Signale zum Zellsoma hin
 - Enthalten alle wichtigen Organellen zumindest in den Anfangsteilen
 - An der Oberfläche befinden sich Dornen (=Spines) deren Bedeutung noch nicht vollständig geklärt ist
 - Die Dornen enthalten den Dornenapparat, kleine geschichtete Zisternen

- Axon:**
- Ist der unverzweigte Fortsatz einer Nervenzelle und kann ein Dendrit oder ein Neurit sein (Neuriten leiten Signale immer vom Soma weg)
 - Eine Nervenzelle kann über mehrere Dendriten aber nur ein Axon verfügen
 - Entspringt am Ursprungskegel oder Axonhügel (enthält keine Nisslschollen) oder an einem Stammdendriten
 - Das präsynaptische Axonende enthält viele synaptische Bläschen

- Kleine Axone sind in der Regel marklos aber in peripheren Nerven in Furchen von Schwann-Zellen eingebettet (=Remak Fasern)
- Größere Axone sind einzeln von Schwann-Zellen umgeben
- Noch dickere Axone besitzen Myelinscheiden (=Markscheiden) aus konzentrischen Lamellen

- Myelinscheiden:**
- Stellen eine elektrische Isolierung dar, die aus Membrananteilen von Zellen besteht
 - Im peripheren Nervensystem wird das Myelin von Schwannzellen, im ZNS von Gliazellen, vorwiegend von Oligodendrogliazellen gebildet
 - Ranvier'sche Schnürringe sind von der Myelinscheide freigelassene Regionen markhaltiger Nervenfasern; fast alle Natriumkanäle des Axons konzentrieren sich auf diesen Bereich
 - Die Markscheiden tragenden Abschnitte nennt man Internodien
 - Das initiale Segment ist die Strecke zwischen dem Abgang des Axons vom Urprungskegel und dem Beginn der Markscheide
 - Schwann Zellen sind immer von einer Basallamina umgeben
 - Ein Internodium besteht aus einer Schwann-Zelle, die sich um das Axon gewickelt hat
 - Die »Ringe« der Myelinscheiden bestehen aus Major dense lines (= ehemaliges Zytoplasma der Schwann-Zelle) und Intermediate lines (= Zellmembran der Schwann-Zelle)
 - Im Internodalraum existieren außerdem Schmidt-Lantermann'sche Inzisuren, deren Bedeutung aber unbekannt ist
 - Im Gegensatz zu den peripheren Nerven, wo eine Schwann-Zelle eine Myelinscheide bildet, ist eine Oligodendrogliazelle mit verschiedenen Ausläufern an der Bildung von Markscheiden von verschiedenen Axonen beteiligt
 - Im ZNS existiert außerdem keine Basallamina um die Markscheiden herum

- Erregungsleitung:**
- Die Innenseite des Axolemmis ist gegenüber der Außenseite negativ geladen: => Ruhepotential von ca. 80 mV
 - Bei einer Erregung öffnen sich Na^+ Kanäle, Na^+ strömt ein und die Zelle wird depolarisiert oder die Polarisationsrichtung sogar umgekehrt: => Aktionspotential
 - Durch das entstehende Potentialgefälle breitet sich die Erregung entlang der Membran aus
 - Bei markhaltigen Nervenfasern erfolgt die Depolarisation von Schnürring zu Schnürring wesentlich schneller als bei nicht myelinisierten Nervenfasern (= saltatorische Erregungsleitung)

- Elektrische Synapsen:**
- Nexus (= Gap junctions)
 - Kanälchen zwischen eng aneinanderliegenden Zellmembranen
 - Die Impulsübertragung erfolgt quasi verzögerungsfrei
 - Es ist eine Kommunikation in beiden Richtungen möglich

- Chemische Synapsen:**
- Aufgrund der asymmetrischen Bauweise ist nur eine unidirektionale Übertragung möglich
 - Das präsynaptische Neuroplasma enthält viele synaptische Bläschen, die postsynaptische Membran Rezeptoren
 - Die erregenden bzw. hemmenden postsynaptischen Potentiale werden

von der Empfängerzelle integriert und eventuell weitergeleitet

- Interneurale Synapsen:**
- Sowohl Dendriten als auch Somata und Axone können postsynaptisch wirken
 - Es sind fast alle Formen der Verbindung möglich: axodendritisch, axosomatisch, dendrodendritisch, somatosomatisch, etc.
 - Die Axone enden in Endknöpfen (Boutons terminaux)
 - Präsynaptische Formationen können auch im Verlauf eines Axons liegen (Boutons en passant)
 - Als Transmitter wirken zum Beispiel Acetylcholin, Aminosäuren oder deren biogene Amine wie Noradrenalin, Dopamin, Serotonin oder Histamin, Katecholamine oder Polypeptidhormone
 - Der synaptische Spalt enthält Transmitter abbauende Enzyme

Myoneurale Synapsen: (=motorische Endplatte)

- Die Nervenfasern verlieren ihre Markscheide und teilen sich in terminale Ästchen auf die synaptischen Kontakt mit dem Sarkolemm aufnehmen
- Die Membran der Muskelfasern ist gefaltet (=subneurale Apparatur)
- Als Transmitter wirkt Acetylcholin
- Multiple Innervation durch mehrere Endplatten an einer Muskelfaser ist möglich

- Synapse en passant:**
- Eine präsynaptische Axonaufweitung besitzt synaptische Bläschen
 - An der Verbindungsstelle existiert keine Schwann-Zellhülle
 - Myoneurale Synapsen kommen vor allem bei autonomen Nerven vor

- Synapse par distance:**
- Kommen vor allem in glatter Muskulatur und in exokrinen Drüsen vor
 - Zwischen Nervenendigung und Erfolgszelle ist der Abstand relativ groß und es existieren eine Basallamina und Bindegewebe

3. Gliazellen:

- Diese im Gegensatz zu den Nervenzellen teilungsfähigen Zellen füllen den Raum zwischen diesen auf und bilden dadurch ein Stützgerüst mit isolierender Funktion
- Zu den Gliazellen gehören die Ependymzellen, die Zellen der Lamina epithelialis choroidea, Satelliten-, Kapsel- oder Mantelzellen in Spinalganglien, Schwann-Zellen, Teloglia, Stützzellen von Sinnesepithelien, Pituizyten des Hypophysenhinterlappens, Bergmann'sche Stützzellen, die gefiederten Zellen von Fananas oder die Müller'schen Zellen der Retina

- Astrozyten:**
- Besitzen sternförmig angeordnete, lange Fortsätze und einen runden Kern
 - Dicht aneinandergrenzende, füschenartige Ausläufer bilden an der Oberfläche des ZNS die Membrana limitans gliae superficialis; diese grenzt über eine Basallamina an die Pia mater
 - Außerdem bilden sie die Membrana limitans gliae perivascularis die durch ein bis zwei Basalmembranlagen vom Gefäß- bzw Kapillarendothel getrennt ist; durch diese Grenzschichten entsteht die Blut-Nerven-Schranke
 - Die Astrozyten enthalten Gliofibrillen aus Intermediärfilamenten
 - Sie dienen der homöostatisch-regulativen Kontrolle des Extrazellulärraumes durch Aufnahme, Speicherung und Abgabe von Transmittern, besitzen Entgiftungsfunktionen durch Phagozytose und immunologische Kompetenz
 - Durch zugrundegegangene Astrozyten kommt es zur Narbenbildung

- Oligodendrogliazellen:**
- Sie bilden die Markscheiden im ZNS
 - Sind kleiner als die Astrozyten, besitzen einen runden oder polygonalen Zellkörper, einen großen, runden Kern und dünne Fortsätze ohne Gliafibrillen
 - Sie kommen in der grauen Substanz als Satellitenzellen vor und überall im Bereich von markhaltigen Nervenfasern
 - Die Oligodendrogliazellen wirken metabolisch auf die Axone ein

- Mikrogliazellen (=Hortega-Zellen, =Mesogliazellen):**
- Besitzen einen länglichen Kern und lange, dünne Fortsätze
 - Sind Makrophagen die zur Antigenrepräsentation fähig sind und im Knochenmark gebildet werden

4. Regeneration:

- Eine Regeneration erfolgt fast ausschließlich im peripheren Nervensystem, im ZNS ist sie nur sehr langsam
- Dabei ist das Vorhandensein von Leitstrukturen sehr wichtig
- Es kommt zunächst zur Bildung von Wachstumskegeln an den Axonstümpfen von denen mehrere Fasern aussprossen; von diesen gehen sehr viele wieder zugrunde und nur einer bleibt am Schluß übrig
- Die Wachstumsgeschwindigkeit beträgt dabei ca. 1-4 mm pro Tag

I Kreislauforgane / Blut

1. Herz:

- Endokard (=Herzinnenhaut):**
- Ist eine Endothelschicht auf einer dünnen Lage Bindegewebe
 - Das Bindegewebe enthält elastische Fasern und glatte Muskelfasern
 - Darunter befindet sich evtl. noch lockeres subendokardiales Bindegewebe

- Myokard:**
- Die unterschiedlich dicke Muskelwand ist stark vaskularisiert
 - Die Herzmuskelzellen sind zu Bündeln organisiert die je nach Schicht in unterschiedlichen Richtungen angeordnet sind

- Epikard:**
- Das Epikard wird von einem Mesothel und einer dünnen Fibroelastika gebildet
 - Darunter befindet sich subepikardiales Fettgewebe

- Erregungsbildungs- und -leitungssystem:**
- Besteht aus spezifischen Muskelfasern (Sarkoplasmareicher und fibrillenärmer als die normalen Kardiomyozyten, größer, sehr glykogenreich, blaß angefärbt, verlaufen in Bündeln)
 - Die Erregungsbildungszentren bestehen aus dem Sinus- und dem Atrioventrikularknoten
 - Vom AV-Knoten geht das His'sche Bündel ab, das sich in zwei Schenkel rechts und links der Herzscheidewand aufzweigt; diese verzweigen sich wiederum zu den dünneren Purkinje-Fasern
 - Die spezifischen Muskelfasern liegen häufig subendothelial

- Die Zentren des Erregungsbildungssystems werden von sympathischen und parasympathischen Ästen des vegetativen Nervensystems innerviert

Endokrine Funktionen des Herzens:

- Das atriale natriuretische Peptid (ANP) wird von den Kardiomyozyten selbst ausgeschüttet und bewirkt die Ausscheidung von Natrium und Wasser in der Niere, wirkt also blutdrucksenkend
- Das ANP verändert ebenfalls den Kontraktionszustand bestimmter Gefäße
- Diese hormonbildenden myoendokrinen Zellen befinden sich vor allem in der Vorhofmuskulatur

2. Blutgefäße:

Funktionen: • Transport und Austausch von Stoffen, Immunabwehr, mechanische Aufgaben, Blutstillung

Bau der Blutgefäße:	
Intima (Tunica interna)	Endothelschicht
	Stratum subendotheliale
Media (Tunica media)	Membrana elastica interna (verdichtete elastische Fasern)
	Glatte Muskulatur, Kollagen Typ I und III, elastisches Material
	Membrana elastica externa (nur bei Arterien vom muskulären Typ)
Adventitia (Tunica externa)	Bindegewebe mit Fibrozyten und Mastzellen

- Arterien vom elastischen Typ sind die herznahen Arterien wie z.B. die Aorta; sie enthalten neben vielen elastischen Fasern auch sogenannte Spannmuskelzellen und besitzen eine Windkesselfunktion um einen gleichmäßigen Blutfluß zu erreichen
- Arterien vom muskulären Typ sind die herzfernen Arterien die durch eine enger und weiterstellung des Gefäßquerschnitts den Blutdurchfluß und dadurch den Blutdruck regulieren
- Wege des Bluts: Arterien => Arteriolen => Metarteriolen => Kapillaren => postkapilläre Venulen => Sammelvenulen => muskularisierte Venulen => Sammelvenen
- Bei den Arteriolen bilden die Muskelzellen der Media nur noch eine einelne Zellage; diese dient ebenfalls als Widerstandsregler
- Die Kapillaren der Endstrombahn besitzen keine Muskelzellen mehr; durch den langsamen Blutfluß findet überwiegend hier der Stoffaustausch statt
- Den präkapillären Sphinkter bilden Muskelzellen am Übergang von den Metarteriolen zu den Kapillaren; Sie regulieren die Durchströmung der Kapillaren und können diese sogar vollständig verschließen (z.B. die Kapillaren in den Zotten des Dünndarms wenn nichts zum verdauen da ist)

Venen: • Die Wand enthält mehr kollagene Fibrillen und weniger Muskelzellen
 • Die Adventitia ist nach außen hin nicht klar abgrenzbar
 • Venen besitzen keine Membranae elasticae

- Endothel:**
- Ein fenestriertes Endothel besitzt Spalten die durch ein semipermeables Diaphragma verschlossen sind
 - Beim geschlossenen Endothel existieren keine Spalten
 - Es existieren auch Endothelien mit echten Poren ohne ein Diaphragma (z.B. in den Nierentubuli)
 - Unter dem Endothel liegt immer eine Basalmembran
 - Perizyten dienen als Stützzellen und modulieren den Blutfluß; sie besitzen eine eigene Basalmembran
 - Endothelzellen können Stickstoffmonoxid (NO) bilden was zur Erschlaffung der Gefäßmuskulatur führt
- Große Blutgefäße besitzen Kapillaren in der Gefäßwand, die sogenannten Vasa vasorum
 - Die Innervierung der Blutgefäße erfolgt durch Synapsen en passant und par distance, vermittelt durch Acetylcholin und Noradrenalin

3. Blut:

Zellen:	Anzahl /ul:	Struktur:	Funktion:	Lebensdauer:
Erythrozyten	5 Mio.	scheibenförmig, bikonkav	Transport von O ₂ , CO ₂ , H ⁺	120 Tage
Leukozyten	4000-10000		Immunabwehr	
Neutrophile Granulozyten	1800-7200 (53%)	großer, gelappter Kern, wenig Zytoplasma	Phagozytose, bakterizid	T _{1/2} 6-7 h
Eosinophile Granulozyten	0-700 (3,2%)	großer, gelappter Kern, wenig eosinophiles Zytoplasma	Phagozytose, Abtöten von Parasiten, Inaktivierung von Histamin	T _{1/2} 8h
Basophile Granulozyten	0-150 (0,6%)	großer, gelappter Kern, wenig basophiles Zytoplasma	Freisetzung von Histamin	T _{1/2} 5-6h
Monozyten	200-950 (7,1%)	größten Blutzellen, blaß graublaues Zytoplasma	Vorläuferzellen von Makrophagen	T _{1/2} 15-20h
Lymphozyten	1500-4000 (36,5%)	sphärische Zellen, runder Kern, basophiles Zytoplasma	spezifische Immunantwort	variabel
Thrombozyten	250 000	klein, kernlos, blauviolett	Blutgerinnung	9-12 Tage

- Neutrophile Granulozyten:**
- Sie gelangen durch Chemotaxis und Leukodiapedese an den Ort von Entzündungen und phagozytieren dort größere Partikel und Mikroorganismen für

die sie eine bakterizide Wirkung haben

- Sie sind rund, besitzen einen gelappten, heterochromatischen Kern und ein kaum anfärbbares Zytoplasma welches Lysosomen und neutrale Vesikel enthält

- Eosinophile Granulozyten:**
- Sie dienen der Zerstörung von größeren Parasiten durch die Exozytose von zytotoxischen Substanzen und Phagozytose; außerdem inaktivieren sie Histamin und dienen somit der Abschwächung entzündlicher Reaktionen
 - Sie besitzen ebenfalls einen gelappten Zellkern und einen schmalen eosinophilen Zytoplasmasaum in dem viele Lysosomen enthalten sind

- Basophile Granulozyten:**
- Synthetisieren und speichern Histamin, Heparin und Chondroitinsulfat
 - Diese Stoffe werden nach der Bindung von IgG durch Exozytose freigesetzt
 - Sie besitzen ein basophiles metachromatisches Zytoplasma

- Monozyten:**
- Sind die Vorläuferzellen von allen Zellen des mononukleären Phagozytensystems (MPS)
 - Sie sind mit einem Durchmesser von 16-20µm die größten Blutzellen und besitzen einen länglichen, nierenförmigen Kern mit lockerem Chromatin
 - Das breite Zytoplasma ist blaß graublau und enthält viele Lysosomen

- Lymphozyten:**
- Dienen der spezifischen Immunantwort
 - Die sphärischen Zellen besitzen einen runden, zentral gelegenen Kern mit dichtem Chromatin
 - Der Anteil an basophilem Zytoplasma ist sehr gering

- Thrombozyten:**
- Dienen durch Aggregation der Blutstillung und Gerinnung
 - Die diskoiden, blauvioletten Zellen haben einen Durchmesser von nur 2-4µm und besitzen keinen Zellkern
 - Sie entstehen durch Fragmentierung von Megakaryozyten

4. Hämatopoese (Blutbildung):

- Die Blutbildung läßt sich unterteilen in die Lymphozytopoese und in die Myelopoese, die sich wiederum unterteilen läßt in die Erythropoese, Granulozytopoese, Monozytopoese und die Thrombozytopoese
- Dabei bilden einzelne Stammzellen Zellkolonien wenn sie durch Wachstumsfaktoren wie z.B. den Colony-stimulating-factors (CSF), Interleukine oder dem Erythropoetin stimuliert werden
- Die totipotenten Stammzellen differenzieren sich dabei zu pluripotenten Stammzellen, welche sich wiederum zu den unipotenten Stammzellen entwickeln

Embryonale und fetale Blutbildung		
Mesoblastische Phase	Hepatische Phase	Myeloische Phase
Die Blutbildung erfolgt extraembryonal in der Wand des Dottersacks	Die Blutbildung findet in der Leber und der Milz statt	Die Blutzellen werden im Knochenmark und in den Lymphknoten gebildet
Es findet nur eine Erythropoese statt	In den Erythrozyten wird HbF gebildet	Es finden nun auch die Granulo-

Blutinseln bilden große kernhaltige Erythrozyten	Die Zellen werden zwischen den Hepatozyten gebildet	und die Thrombozytose statt
	Die hepatische Blutbildung erfolgt ca. ab der 6. Embryonalwoche	

- Knochenmark:**
- Enthält Blutzellen, deren Vorläuferzellen, Makrophagen und Plasmazellen zwischen einem lockeren Stroma gelegen
 - Das Stroma wird von Retikulumzellen gebildet
 - Diese Retikulumzellen bilden außerdem auch hämatopoetische Wachstumsfaktoren

- Erythropoese:**
- Aus einer CFU-E Zelle entwickelt sich ein Proerythroblast aus dem 16 Erythrozyten entstehen
 - Durch die Bildung von Hämoglobin verschwindet dabei die Basophilie der Stammzellen
 - Die Zellkerne der Stammzellen werden bei dieser Entwicklung ausgestoßen und von Makrophagen phagozytiert
 - Die Zellen bilden im Knochenmark sogenannte Zellinseln
 - Die Erythropoese wird durch Erythropoetin stimuliert, das bei Sauerstoffmangel von den Interstitialzellen der Nierenrinde sezerniert wird

- Thrombozytose:**
- Die Thrombozyten entstehen durch die Fragmentierung von Megakaryozyten
 - Die Megakaryozyten sind sehr große Zellen mit einem segmentierten Kern
 - Von ihnen reichen Fortsätze die sogenannten Prothrombozyten durch Poren im Endothel in die Sinus der Blutgefäße hinein, von denen die Thrombozyten abgespalten werden
 - Thrombozyten können aber auch extramedullär gebildet werden

II Lymphatische Organe

1. Thymus:

- Von der Kapsel gehen Trabekel aus, welche den Thymus in Läppchen unterteilen; in den Septen verlaufen dabei die Arterien
- Die Läppchen bestehen aus einer wegen der Lymphozyten dunklen Rinde und einem helleren Mark
- Der Thymus besitzt keine Lymphfollikel und keinen Randsinus
- Das Stroma wird nicht von Fasern sondern von einem aus verzweigten epithelialen Zellen bestehendem Maschensystem gebildet; der Thymus ist also im Gegensatz zu den meisten anderen lymphatischen Organen kein lymphoretikuläres sondern ein lymphoepitheliales Organ
- Diese epithelialen Retikulumzellen sind große sternförmige Zellen mit vielen Fortsätzen und einem großen Kern
- Sie besitzen auf der Zelloberfläche Antigene; die Differenzierung der Lymphozyten erfolgt durch

direkten Zellkontakt mit den Epithelzellen und auf humoralem Weg über Hormone; durch Apoptose von selbstreaktiven Lymphozyten kommt es dabei zu einer klonalen Deletion

- Die Hassal'schen Körperchen bestehen aus zwiebelschalenartig aneinandergelagerten epithelialen Zellen; sie treten im Alter häufiger auf, ihre genaue Funktion ist aber unklar
- Der beim Kleinkind noch relativ große Thymus bildet sich mit der Zeit zurück und enthält beim Erwachsenen viel Fettgewebe

2. Lymphknoten:

- Die ersten Filterstationen eines Organes sind die regionären Lymphknoten, nachgeschaltete Lymphknoten nennt man Sammellymphknoten
- Sie besitzen eine Kapsel aus kollagenen Fasern und glatten Muskelzellen von der aus Bindegewebssepten (Trabekel) in das Innere einstrahlen; außerdem läßt sich die Rinde vom Mark unterscheiden
- Retikulumzellen bilden ein Maschenwerk aus Retikulinfasern, weshalb die Lymphknoten zu den lymphoretikulären Organen zählen
- Mehrere zuführende Lymphgefäße führen in einen lymphozytenarmen Spaltraum, den sogenannten Randsinus; von dort führen parallel zu den Trabekeln verlaufende Intermediärsinus die Lymphe in die weitlumigen Marksinus von denen ein ausführendes Lymphgefäß abgeht
- Die Sinus sind von einem Endothel ausgekleidet
- In der Rinde der Lymphknoten liegen die Sekundärfollikel mit einem helleren Zentrum, dem Keimzentrum aus Lymphoblasten und B-Lymphozyten, und einem dunkleren Wall von kleineren Lymphozyten
- Die Keimzentren enthalten follikulär dendritische Zellen; hier findet die Neubildung, Reifung, Apoptose und Phagozytose von Lymphozyten statt; wegen des hellen Zytoplasmas der Makrophagen erscheinen die Keimzentren hell
- Da in den Follikeln die B-Lymphozyten überwiegen nennt man sie auch B-Zellregion, die lymphozytenreichen Areale zwischen den Follikeln T-Zellregion oder parakortikale Zone; in der T-Zellregion kommen interdigitierende dendritische Zellen vor
- Hochendotheliale Venulen (HEV) mit einem kubischen Endothel erleichtern den Übertritt von Lymphozyten aus dem Blut in die Lymphe
- Den Lymphozyten werden von Freßzellen Antigene repräsentiert
- Primärfollikel mit gleichartigen kleinen Lymphozyten kommen nur vor, wenn noch keinerlei Antigenkontakt stattgefunden hat

3. Milz:

- Die Kapsel der Milz ist vom Peritoneum, einem einschichtigen Plattenepithel bedeckt; von ihr ziehen Trabekel in die Milz hinein
- Die Milz ist ein lymphoretikuläres Organ
- Sie besteht zu ca. 75% aus der roten Pulpa, eingestreut liegen 1-3 mm große weiße Knötchen aus Lymphozyten, die sogenannte weiße Pulpa; außerdem existiert noch eine sogenannte Marginalzone

Verlauf der Arterien:	=> A. splenica (A. lienalis)	
	=> Balkenarterien in den Trabekeln	
	=> Zentralarterien liegen in der Mitte einer Scheide aus Lymphozyten und durchziehen somit die Lymphfollikel; sie münden in ein lockeres sinusoides Maschenwerk in der Marginalzone	
	=> Pinselarterien	
	=> Hülsenkapillaren	
	=> Geschlossener Kreislauf	=> Offener Kreislauf
		=> Zwischen die Zellen (Pulpastränge) und durch Schlitze in der Wand zurück in die Sinus
	=> Sinus und Venen der roten Pulpa	
	=> Balkenvenen	
	=> V. splenica	
	=> V. portae	
	=> Leber	

- Die weiße Pulpa wird unterteilt in die periarterielle lymphatische Scheide (PALS) aus T-Lymphozyten und in die Sekundärfollikel, welche überwiegend B-Lymphozyten enthalten
- Die Makrophagen bauen in der roten Pulpa gealterte Erythrozyten ab, in der weißen Pulpa Kerntrümmer abgestorbener Lymphozyten und in der Marginalzone Antigene aus dem Blut

4. Tonsillen:

- Die Mandeln zählen zu den lymphoepithelialen Organen
- Von der Schleimhautoberfläche aus führen sich verzweigende Krypten in die Tiefe
- In den Krypten befindet sich ein schwammartig aufgelockertes Epithel von lymphatischen Zellen durchsetzt; eine kontinuierliche Basalmembran ist nicht vorhanden
- Unter dem Epithel befinden sich Sekundärfollikel; diese besitzen kappenartige Ansammlungen reifer Lymphozyten zum Epithel hin
- Zum Teil wurden den M-Zellen der Peyer'schen Plaques ähnliche Zellen beschrieben

5. MALG:

- Mukosa assoziierte lymphatische Gewebe
- Dazu zählen die Tonsillen, Peyer'schen Plaques, Darmassoziierte lymphatische Gewebe und die Appendix

III Atmungsorgane

1. Atemwege:

- Nasenschleimhaut:**
- Sie besteht aus einem mehrreihigen Flimmerepithel mit vielen tubulo-azinösen Drüsen (sero-mukös), die einen Schleimfilm für die Anfeuchtung der Atemluft bilden
 - Ein subepitheliales Kapillarnetz und ein Venengeflecht mit muskulären Drosselvenen und arterio-venösen Anastomosen bilden einen Schwellkörper; außerdem wird durch dieses Gefäßsystem die Atemluft angewärmt
 - Die Riechschleimhaut ist auf ein Areal von ca. 2cm^2 auf der obersten Nasenmuschel und den gegenüberliegenden Bereich des Septums beschränkt
 - Die Sinneszellen sind sehr schlanke Zellen, deren Perikaryen im mittleren bis unteren Teil des Epithels liegen; der daraus hervorgehende Riechkolben mit 10-20 Riechgeißeln überragt das Epithel
 - Die Glandulae olfactoriae bilden einen serösen Schleimfilm, in dem sich die Geruchsstoffe lösen

- Nasopharynx:**
- In diesem Bereich existiert ein respiratorisches Flimmerepithel, das in das mehrschichtig unverhornte Plattenepithel des Mundraums übergeht

- Larynx:**
- Der obere Teil des Kehlkopfes ist z.T. bis zu den Taschenfalten mit mehrschichtig unverhorntem Plattenepithel ausgekleidet, darunter schließt sich ein respiratorisches Flimmerepithel an
 - Die Kante der Stimmfalten besteht wegen der Belastung aus mehrschichtig unverhorntem Plattenepithel
 - Außerdem sind im Epithel tubulo-alveoläre Drüsen enthalten welche die drüsenfreien Plattenepithelkanten der Stimmfalten befeuchten (Bei deren Austrocknung man sonst heiser wird)

- Trachea und extrapulmonale Hauptbronchien:**
- Hier umfassen Knorpelspangen die Vorder- und Seitenwände der Luftwege, die Hinterwand ist dagegen muskulös-membranös ausgebildet
 - Die Atemwege sind auch hier von einem respiratorischen Flimmerepithel ausgekleidet, das viele schleimproduzierende Becherzellen enthält
 - Der oberflächliche Schleimfilm mit Staubpartikeln und Keimen wird durch die kehlkopfwärts schlagenden Kinozilien des Flimmerepithels zum Pharynx hin transportiert und dort verschluckt oder ausgehustet; diesen Mechanismus nennt man mukoziliäre Clearance
 - Außerdem bewirkt die Schleimhaut eine Erwärmung und Anfeuchtung der Atemluft

2. Lunge:

Gliederung: Lappenbronchien (Lungenlappen) => Segmentbronchien (Lungensegmente) => mittlere und kleine Bronchien => Bronchioli => Bronchioli terminales => Bronchioli respiratorii => Ductus alveolares => Sacculi alveolares

- Die Bronchioli terminales bilden das Ende der luftleitenden Strukturen; die Bronchioli respiratorii stellen eine Übergangszone dar, während die Ductus alveolares aus einer Aneinanderreihung von Alveolen bestehen und somit schon am Gasaustausch beteiligt sind
- Ein Acinus (pulmonis) besteht aus den aus einem Bronchiolus terminalis hervorgehenden Endaufzweigungen und Alveolen
- Als anatomischen Totraum bezeichnet man den Teil der Luftwege, der nicht am Gasaustausch beteiligt ist; er beträgt beim Erwachsenen ca. 150-170ml
- Die Haupt- und die großen Bronchien besitzen Knorpelspannen, mittlere und kleine Bronchien Knorpelplatten, während Bronchiolen keinen Knorpel mehr enthalten
- Um die Bronchien herum existiert eine dünne Lage glatter Muskulatur, die in den kleinen Bronchien und Bronchioli dicker wird; diese kann die Bronchien fast vollständig zusammendrücken und dadurch das Lumen verschließen; elastische Fasern öffnen das Bronchioluslumen wieder; dadurch ist eine Regulation des Atemvolumens möglich
- Histamin aus Mastzellen führt zur Kontraktion der Bronchialmuskulatur und zu einer Schwellung des Gewebes; dadurch entsteht die Atemnot bei Asthmapatienten
- Es existieren sero-muköse Drüsen für die Anfeuchtung der Schleimhaut
- In den Bronchioli wird das Epithel einreihig und flacher, die Becherzellen werden durch Clara-Zellen ersetzt; diese keulenförmigen Zellen, die keine Kinozilien besitzen, haben wahrscheinlich eine apokrin-sekretorische Funktion

Blutgefäße:

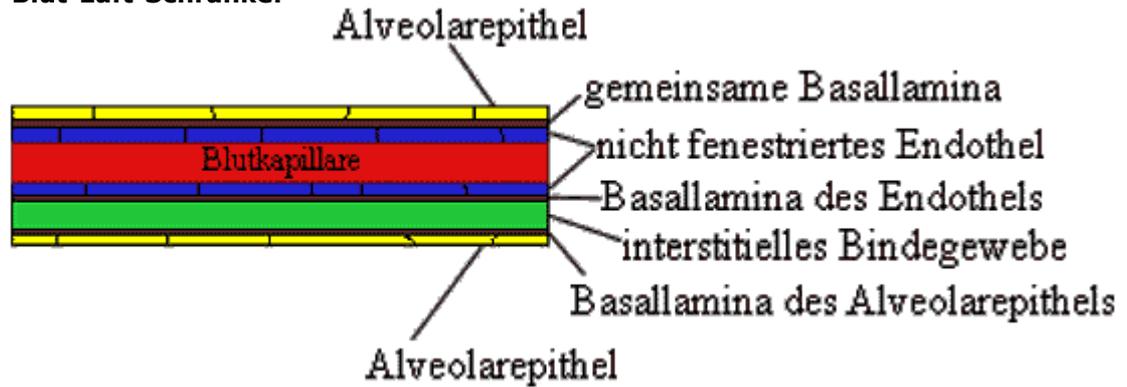
- Vasa publica: Aa. und Vv. pulmonales des Lungenkreislaufs
- Vasa privata: Rami und Vv. bronchiales; die Bronchioli respiratorii, Ductus alveolares u.a. werden auch von den Vasa publica mit versorgt

Interalveolarsepten:

- Der Gasaustausch erfolgt durch Diffusion
- Als Stützgewebe dient ein lockeres weitmaschiges Bindegewebsgerüst aus kollagenen und elastischen Fasern
- Die eigentlichen Deckzellen der Alveolen sind die Alveolarepithelzellen vom Typ I; sie besitzen großflächige, dünne Zellfortsätze aber nur wenig Zytoplasma und sind über Tight junctions miteinander verbunden
- Zum Teil verschmilzt die Basallamina der Typ I Deckzellen mit derjenigen der Endothelzellen
- Die Alveolarepithelzellen vom Typ II bedecken zwar nur 3-7% der Oberfläche, können aber bis zu 60% der Zellzahl ausmachen; diese einzeln stehenden Zellen besitzen einen großen Zytoplasmakörper ohne Zellausläufer, dafür aber mit Mikrovilli; sie werden auch »granulierte Alveolarepithelzellen« genannt, da sie in Vesikeln Phospholipide und spezifische Proteine synthetisieren die gemeinsam den Surfactant

- Alveolarmakrophagen die von den Monozyten abstammen und damit zum MPS gehören machen ca. 10% der Zellzahl aus; sie können auch im Lumen der Alveolen wandern und phagozytieren dort neben Bakterien auch Staub- und Rußpartikel

Aufbau der Blut-Luft-Schranke:



- Die oberflächenaktiven Phospholipide des Lungensurfactant setzen die Oberflächenspannung in den Alveolen stark herab und ermöglichen dadurch überhaupt erst die Dehnung der Lunge beim Einatmen; die ungenügende Produktion von Surfactant bei Frühgeburten stellt ein großes Problem dar
- Die Rückstellkraft der Alveolen entsteht durch die elastischen Fasersysteme und die restliche Oberflächenspannung der Alveolen

Lungenfell (Pleura visceralis, Pleura pulmonalis):

- Es besteht innen aus einem lockeren Bindegewebe das die Lungenvenen führt
- Danach folgt eine feste Kollagenfaserschicht und ein Netz elastischer Fasern die zusammen die Tela subserosa bilden
- Daran schließen sich eine dünne Verschiebeschicht von lockerem Bindegewebe und das einschichtige Mesothel an (=Tunica serosa)
- Die Pleura visceralis geht am Lungenhilus in die Pleura parietalis über, die in umgekehrter Reihenfolge aufgebaut ist

IV Haut

- Die Haut (=Cutis) besteht aus der Epidermis (=Oberhaut) und der Dermis (=Lederhaut); Darunter liegt eine Schicht aus Fettgewebe (=Subcutis)
- Leistenhaut: Unbehaarte Haut die Handteller und Fußsohle bedeckt
- Felderhaut: Der Rest

1. Epidermis:

- Ist ein mehrschichtig verhorntes Plattenepithel aus Keratinozyten und toten Korneozyten (=Hornzellen)
- Die Korneozyten sind kernlose Zellen die mit Keratin gefüllt sind
- Die Epidermis sitzt mit einer Basallamina der Dermis auf; diesen aufgrund des mechanischen Halts und wegen der Platzreserve wellenförmigen Übergang nennt man die dermoepidermale Junctionszone
- Die Keratinozyten enthalten viele Intermediärfilamente und Desmosomen in der gesamten Dicke der Epidermis
- Zwischen der Mitose der Zellen im Stratum basale und der Abschilferung der Korneozyten

vergehen ca. vier Wochen, die Hornschicht wird ca. alle zwei Wochen erneuert

Schichten der Epidermis:

Stratum germinativum	Stratum basale	Einzelne Schicht zylindrischer, teilungsfähiger Zellen
	Stratum spinosum	Es kommt zur Umorientierung der Zellachse
Stratum granulosum		Enthält basophile Keratohyalin granula
Stratum lucidum		Eine sehr dünne, hellere Schicht, die aber nur in der Leistenhaut vorkommt
Stratum corneum		Schicht der kernlosen Korneozyten

Odland-Körperchen (=Lamellarkörperchen):

- Bilden eine zementartige Kittsubstanz in der Hornschicht
- Kommen im oberen Stratum spinosum vor
- Durch Exocytose der Odland-Körperchen entsteht eine breite lamellierte Lipidschicht, die den Interzellularspalt verschließt

Keratohyalin granula:

- Stark basophiles Material das die Keratinfilamente umschließt
- Sie enthalten Filaggrin das zur Aggregation der Keratinfilamente und dadurch zur Verhornung führt

Melanozyten:

- Dendritische Zellen neuroektodermaler Herkunft
- Helle Zellen die von einer Basallamina umgeben sind
- In den Melanosomen innerhalb der Melanozyten entsteht Melanin aus Tyrosin
- Die Melanosomen wandern in die Spitzen der Dendriten und werden von dort in die Keratinozyten transportiert
- Ein Melanozyt und die von ihm versorgten Keratinozyten bilden eine epidermale Melanineinheit
- Die Anzahl, Größe und Verteilung der Melanosomen in den Keratinozyten bestimmt die Hautfarbe

Langerhans-Zellen:

- Dendritische Zellen im Stratum spinosum
- Makrophagen die zum MPS gehören und Antigene präsentieren können

2. Dermis:

- Enthält viele Kollagenfaserbündel und elastische Fasern und ist deshalb sehr elastisch und reißfest
- Besteht aus einem locker gewebten oberflächlichen Anteil (=Stratum papillare, Corium) und einem tiefen, straffen Anteil (=Stratum reticulare); (In der schwarzen Reihe ist Corium ein Synonym für Dermis, im Benninghoff jedoch für das Stratum papillare!?!)
- Enthält Fibroblasten, Makrophagen und Mastzellen

3. Sinnesorgane:

- Freie Nervenendigungen:**
- Sind die häufigsten sensorischen Endorgane in der Haut
 - Pinselförmige Aufsplitterungen und knopfförmige Verdickungen enden im Stratum granulosum
 - Die Nervenfasern führen ohne Umschaltung ins Rückenmark
 - Die freien Nervenendigungen dienen als Thermorezeptoren, Schmerzrezeptoren und Mechanorezeptoren

- Merkel-Zellen:**
- Liegen in der Basalschicht der Epidermis
 - Die Merkel-Zellen besitzen einen großen, gelappten Zellkern und fingerförmige Ausläufer
 - Die Übertragung der Signale von der Merkel-Zelle auf das Axon erfolgt an der Merkel-Scheibe
 - Dienen als Mechanorezeptoren

- Meissner'sche Tastkörperchen:**
- Liegen im Stratum papillare, direkt unterhalb der Basalmembran in einer Epithelkrypte
 - Besitzen eine länglich-ovale Form
 - Dienen als Mechano- und Tastrezeptoren

- Vater-Pacini'sche Körperchen:**
- Liegen in der Dermis, aber auch an vielen anderen Orten im Körper
 - Ein Innenkolben, der von einer Schwann-Zelle gebildet wird, ist von einer Kapsel, die aus dem Perineurium des peripheren Nervs besteht, umgeben
 - Dienen als Mechanorezeptoren (Beschleunigungs- und Vibrationsdetektoren)

4. Hautdrüsen:

- Talgdrüsen:**
- Mehrschichtige, holokrine, azinöse Drüsen, die meistens an Haartrichter gebunden sind
 - Machen das Haarkleid geschmeidig, wasserabstoßend und keimfeindlich

- Ekkrine Schweißdrüsen:**
- Tubulöse Drüsen deren Endstücke einschichtig und deren Ausführungsgänge zwei- bis dreischichtig sind
 - Produzieren serösen Schweiß zur Temperaturregulation

- Apokrine Schweißdrüsen:**
- Tubulöse Duftdrüsen mit einem einschichtigen, kubisch bis hochprismatischen Epithel und sehr weitem Lumen
 - Sind hauptsächlich auf den Achsel- und den Genitalbereich beschränkt

V Kopfdarm

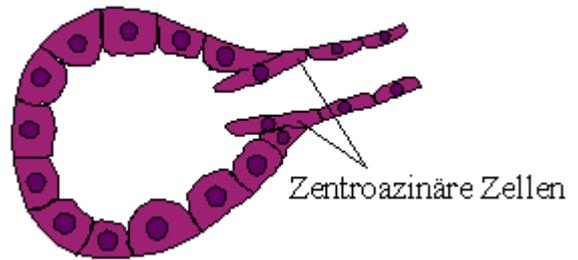
1. Kopfspeicheldrüsen:

- Der Speichel durchtränkt den Bissen, macht ihn weich und leitet die Verdauung ein
- Das primäre Drüsensekret (=Primärspeichel) ist isoton; durch die Sekretion von Cl^- werden Na^+ und Wasser passiv »nachgezogen« und der Speichel wird verdünnt; durch Rückresorption von Na^+ und Cl^- in den Ausführungsgängen entsteht ein hypotones Gemisch, der Sekundärspeichel
- In den Endstücken sorgen zum Teil Myoepithelzellen für das Auspressen des Sekrets
- Das Drüsenparenchym wird durch Bindegewebssepten in Läppchen zergliedert

Aufbau des Ausführungsgangsystems:	
Schaltstücke:	Besitzen ein flaches einschichtiges Epithel; die Zellen sind gering basophil und besitzen nur wenig Zytoplasma; das Lumen ist kleiner als das der Endstücke
Streifenstücke (=Sekretrohre):	Das Epithel ist einschichtig hochprismatisch; die eosinophilen Zellen besitzen eine basale Streifung
Intralobuläre Ausführungsgänge:	Das Epithel ist einschichtig bis mehrreihig
Interlobuläre Ausführungsgänge:	Das Epithel ist einschichtig bis mehrreihig
Hauptausführungsgänge:	Besitzen ein zweischichtig, kubisch bis hochprismatisches Epithel

Drüse	Endstücke	Schaltstücke	Sekretrohre	Sonstiges
Glandula parotis (=Ohrspeicheldrüse)	serös, azinös	++	++	enthält Fettzellen
Glandula submandibularis (=Unterkieferdrüse)	serös>>mukös tubulo-azinös	+++ (serös)	++	Enthält seröse Halbmonde (von Ebner'sche Halbmonde)
Glandula sublingualis (=Unterzungendrüse)	mukös>>serös tubulo-azinös	- (serös)	-	
Glandula lacrimalis (=Tränendrüse)	serös	-	-	enthält Fettzellen
Pankreas	serös, azinös	+++ (mit zentroazinären Zellen)	-	enthält die endokrinen Langerhans'schen Inseln

- Seröser Speichel enthält alpha-Amylase, Lysozym, Proteasen, IgA, Wachstumsfaktoren
- Muköser Schleim enthält Muzine
- Zentroazinäre Zellen ragen in das Lumen der Endstücke hinein:



2. Zunge:

Papillae linguales:

Papillae filiformes (fadenförmige Papillen):		<ul style="list-style-type: none"> • Sie kommen überall auf der Zunge vor, rauhen die Oberfläche auf und verstärken die mechanische Belastbarkeit • Das Epithel ist verhornt • Sie enthalten Mechanorezeptoren zur Tastempfindung
Papillae fungiformes (pilzförmige Papillen):		<ul style="list-style-type: none"> • Sie sind weniger, größer und liegen an der Spitze der Zunge • Sie tragen Geschmacksknospen um süß und salzig zu schmecken, Thermo- und Mechanorezeptoren
Papillae foliatae (Blätterpapillen):		<ul style="list-style-type: none"> • Sie liegen vor allem an den Zungenrändern • Besitzen Geschmacksknospen um sauer zu schmecken
Papillae vallatae (warzenförmige Papillen):		<ul style="list-style-type: none"> • Sie sind die größten Papillen und liegen am Zungengrund • Dienen der Geschmacksempfindung um bitter zu schmecken

- Geschmacksknospen:**
- Sie bestehen aus 30-80 Sinneszellen und Stützzellen
 - Die hellen Sinneszellen besitzen Mikrovilli mit Rezeptoren die in die Geschmackspore hineinragen

von Ebner'sche Spüldrüsen:

- Diese serösen Drüsen liegen am Grund der Wallgräben der Papillae vallatae
- Sie spülen den Wallgraben frei und sezernieren das VEG-Protein das lipophile Geschmacksstoffe bindet
- Ähnliche Drüsen in der Nase werden Baumann'sche Drüsen genannt

3. Zähne:

- Zahnentwicklung:**
- Das Epithel der ektodermalen Mundbucht wächst in die Tiefe und bildet die Zahnleiste

- Daraus entstehen 20 Schmelzkappen und danach Schmelzglocken; die Schmelzglocke umgreift die mesenchymale Zahnpapille
- Der proximale Abschnitt der Zahnleiste wird zurückgebildet

Dentin: • Wird von den Odontoblasten gebildet; die Odontoblasten senden in den Dentinkanälchen einen Fortsatz bis zum Schmelz bzw. Zement aus
 • Es besteht zu ca. 70% aus Hydroxylapatit, zu 10% aus Wasser und zu ca. 20% aus organischer Substanz

Schmelz: • Besteht zu 99% aus Hydroxylapatit und zu 1% aus organischer Substanz
 • Der Zahnschmelz ist die härteste Substanz des Körpers
 • Er wird von Adamantoblasten (=Ameloblasten, =Enameloblasten) gebildet, allerdings nur solange, bis der Zahn durchbricht

Zement: • Der Zahnzement ist eine besondere Form des Knochens
 • In ihn sind die Sharpey'schen Fasern aus Kollagen eingemauert, die in den Alveolarknochen einstrahlen und dadurch den Zahn in der Alveolarhöhle verankern

Zahnhalteapparat (=Parodontium): • Besteht aus dem Zahnzement, der Wurzelhaut (=Periodontium), dem Alveolarknochen und dem Zahnfleisch
 • Ist eine syndesmotische Verbindung

Gingiva: • Die Mukosa des Zahnfleisches ist fest mit dem Periost verwachsen
 • Das Zahnfleisch zwischen den Zähnen nennt man die Interdentalpapillen

VI Rumpfdarm

- Aufgaben: Transport, Resorption, Sekretion, Ausscheidung, Immunabwehr

Allgemeines Bauprinzip:	
1. Tunica mucosa (=Schleimhaut)	Epithel (Epithelium musosae)
	Propria (Lamina propria mucosae)
	Muscularis mucosae (Lamina muscularis mucosae)
2. Submucosa (Tela submucosa)	
3. Muscularis (Tunica muscularis)	Stratum circulare (Ringmuskelschicht)
	Statum longitudinale (Längsmuskelschicht)
4. Adventitia (Tunica adventitia)	
oder dort wo ein Peritoneum vorhanden ist	Subserosa (Tela subserosa)
	Serosa (Tunica serosa)

- Tunica mucosa:**
- Die Epitheloberfläche ist häufig durch Falten (=Plicae circulares), Vorwölbungen (=Zotten) oder Einsenkungen (=Lieberkühn'sche Krypten) vergrößert
 - Die Lamina propria ist locker gebaut, besteht aus Retikulinfasern und Abwehrzellen
 - Die Muscularis mucosae besteht aus glatten Muskelzellen und ist im Kopfdarm nicht vorhanden
 - Drüsen liegen meistens in der Propria, manchmal auch bis in die Submucosa reichend

- Submucosa:**
- Die Submucosa ist eine Verschiebeschicht, die aus lockerem Bindegewebe besteht
 - Sie enthält Arterien, Venen, Präkolektoren und einen Nervenplexus, den Plexus submucosus (=Meissner'scher Plexus)

- Muscularis:**
- Die Tunica muscularis besteht aus einer inneren Ring- und einer äußeren Längsmuskelschicht aus glatter Muskulatur
 - Dazwischen liegt lockeres Bindegewebe mit dem Plexus myentericus (=Auerbach'scher Plexus)

- Adventitia:**
- Dort wo kein Peritoneum ist schließt sich die Adventitia an: sie besteht aus lockerem kollagenem Bindegewebe mit elastischem Material
 - Dort wo ein Peritoneum ist folgen die Tela subserosa und Tunica serosa
 - Das Bindegewebe enthält den Plexus subserosus und einen Lymphgefäßplexus

Enterisches Nervensystem (=Intramurales Nervensystem):

- Es besteht aus dem Meissner'schen Plexus und dem Auerbach'schen Plexus
- Nervenfasern strahlen in die Tunica mucosa aus und bilden dort einen periglandulären Plexus um die Lieberkühn'schen Krypten und einen villösen Plexus bis in die Zottenspitzen
- Das enterische Nervensystem besitzt motorische Nervenzellen, Dehnungsrezeptoren und chemorezeptive Funktionen
- Neurone des Plexus myentericus können Stickstoffmonoxid als Transmitter bilden
- Die nervöse Anbindung an das ZNS erfolgt über den N. vagus und die Nn. splanchnici

1. Oesophagus:

- Die Mucosa besteht aus mehrschichtig unverhorntem Plattenepithel
- Die Muscularis mucosae verläuft längs
- Das proximale und das distale Viertel enthalten Schleimdrüsen, die den Kardiadrüsen des Magens entsprechen
- Im oberen und unteren Drittel enthält die Submucosa die Glandulae oesophageae, die einen mukösen Gleitschleim produzieren
- Die Muscularis besteht im oberen Drittel aus quergestreifter, im mittleren Drittel aus quergestreifter und glatter, und im unteren Drittel nur noch aus glatter Muskulatur

2. Magen:

- Die Schleimhaut bildet Längsfalten, die Plicae gastricae
- Innen kommen schräg verlaufende Muskelzüge vor, die sogenannten Fibrae obliquae
- Durch die Felderung der Oberfläche entstehen die Areae gastricae, die Magengrübchen nennt man Foveolae gastricae
- Das Oberflächenepithel ist einschichtig hochprismatisch; die Zellen sezernieren neutrale Muzine als Magenschleim; ihre Zellkerne liegen basal
- Verstreut im Epithel befinden sich Bürstenzellen mit Mikrovilli die Dehnungs- und Chemorezeptorfunktion besitzen

Kardiadrüsen:

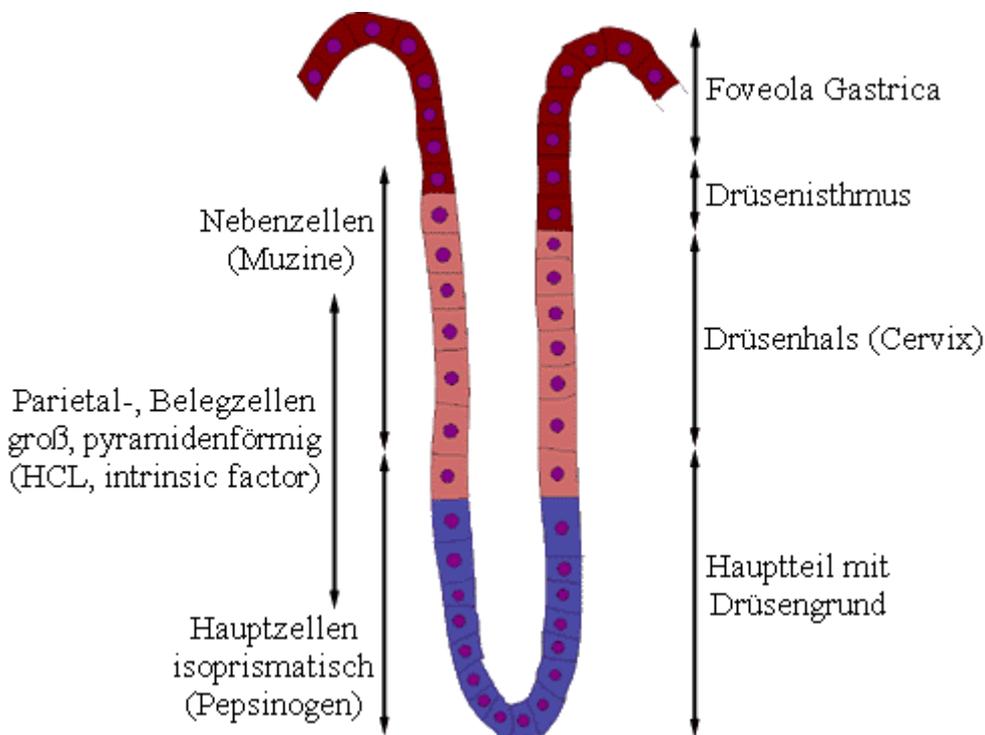
- Sie sind tubulös verzweigt
- Die mukösen Drüsen sezernieren eine Schleimschicht als Schutz vor der Magensäure

Hauptdrüsen:

- Diese tubulösen, mäßig verzweigten Drüsen kommen im Corpus- und Fundusbereich vor
- Sie produzieren Pepsinogene, Salzsäure und Muzine
- Die dafür spezifischen Zellen kommen in unterschiedlichen Bereichen der Foveolae gastricae vor

Pylorusdrüsen:

- Diese mukösen Drüsen produzieren einen schwach sauren Schleim
- Außerdem enthalten sie die endokrinen G-Zellen, welche Gastrin produzieren, das die Säuresekretion stimuliert



- Das Oberflächenepithel wird alle 3-6 Tage erneuert, nur die spezifischen Zellen leben länger
- Die Stammzellen liegen im Magen im Isthmusbereich, im Darm im unteren Teil der Krypten

3. Dünndarm:

- Die Oberfläche von Duodenum und Jejunum ist durch Plicae circulares (=Kerckring'sche Falten), Zotten (=Villi) und Krypten (=Gl. Intestinales) vergrößert
- Die Zotten bestehen aus dem Epithel und der Lamina propria; Fasern der Muscularis mucosae und Arteriolen reichen bis in die Zottenspitzen
- Die Krypten dienen der Sekretion und der Zellerneuerung

- Zelltypen:**
1. Enterozyten: Hochprismatische Zellen mit einem Bürstensaum (=Mikrovilli), basal gelegenem Zellkern und Schlußleistenkomplex
 2. Becherzellen die der Mucinproduktion dienen
 3. Bürstenzellen
 4. Napfzellen
 5. Enteroendokrine Zellen
 6. Paneth'sche Körnerzellen: Sie bilden Gruppen von 20-40 eosinophilen Zellen am Fundus der Krypten; ihre Zahl nimmt vom Duodenum zum Ileum zu; sie sezernieren Lysozym, IgA, Trypsin u.a. und können außerdem Bakterien phagozytieren
 7. Stammzellen in den Krypten

- Duodenum:**
- Die Plicae circulares sind hier noch relativ hoch und stehen sehr dicht
 - Außerdem erkennt man das Duodenum an den Brunner'schen Drüsen die bis in die Submucosa hineinreichen; diese langen, vielfach verzweigten, tubuloalveolären Drüsen produzieren Bicarbonat, Muzine, und Wundheilungsfaktoren

- Jejunum:**
- Es enthält keine Brunner'schen Drüsen mehr
 - Die Plicae circulares werden weniger

- Ileum:**
- Hier kommen kaum noch Plicae circulares vor
 - Dafür existieren hier die Peyer'schen Plaques (s.u.)

4. Dickdarm (=Colon):

- Im Dickdarm erfolgt die Resorption von Ionen und Wasser
- Hier kommen keine Plicae circulares und keine Zotten mehr vor sondern nur noch tiefe Krypten
- Die Becherzellen sind hier zahlreicher vorhanden, dafür gibt es kaum noch Paneth'sche Körnerzellen
- Das Stratum longitudinale der Muscularis ist hier nicht mehr durchgehend, sondern auf drei Streifen verdickter Längsmuskulatur beschränkt, den sogenannten Taenien; Das Stratum circulare ist dafür relativ dick
- Falten, die sogenannten Plicae semilunares, und Vorwölbungen, die sogenannten Haustren, sind bewegliche Abschnitte des Colons
- Die Appendices epiploicae sind lappenförmige, mit Fettgewebe gefüllte Anhängsel des Dickdarms; sie dienen der Fettspeicherung und erleichtern die Bewegungen des Dickdarms

5. Appendix:

- Der Wurmfortsatz des Blinddarms enthält viele Lymphfollikel und Fettzellen bis tief in die Submukosa
- Es existieren hier aber keine Zotten mehr und nur noch wenige Krypten

6. Darmassoziiertes lymphatisches Gewebe:

- Vereinzelte Lymphfollikel nennt man Solitärfollikel
- Peyer'sche Plaques sind Ansammlungen von mehreren Follikeln mit einem spezialisierten Epithel
- Im gesamten Darm sind außerdem viele intraepitheliale Lymphozyten enthalten
- Zusammen nennt man sie auch GALT (Gut associated lymphoid tissue)

- Peyer'sche Plaques:**
- Sie bestehen aus Sekundärfollikeln aus B-Lymphozyten mit einem aktiven Keimzentrum und einem Randwall
 - Die Interfollikularregion enthält T-Lymphozyten
 - Kappenartige Ansammlungen von B- und T-Lymphozyten zum Darm hin bezeichnet man als Dom
 - Das Epithel über dem Dom enthält keine Becherzellen und dadurch auch keine Schleimschicht; es gibt hier außerdem keine Krypten oder Zotten und es findet keine Transzytose von IgA statt; dafür liegen im Domepithel die sogenannten M-Zellen, die keine Mikrovilli besitzen sondern membranartige Falten bilden
 - Große Moleküle, Bakterien und Viren werden durch Transzytose durch die M-Zellen den darunterliegenden Zellen des Immunsystems zugeführt

7. APUD-Zellsystem:

- Andere Bezeichnungen sind diffuses neuroendokrines System (DNES) oder disseminierte endokrine Zellen; im Magen-Darm Epithel bezeichnet man sie auch als entero-endokrine Zellen
- Diese im histologischen Schnitt meistens hellen Zellen besitzen eine parakrine Wirkung, das heißt die Wirkung der von ihnen gebildeten Hormone ist lokal begrenzt auf ein bestimmtes Organ
- Man unterscheidet Zellen vom offenen Typ, welche die Oberfläche des Magen-Darm Trakts erreichen, und solche vom geschlossenen Typ, die unter der Oberfläche liegen
- Die endokrinen Zellen dienen der Regulation der Verdauungstätigkeit

VII Leber

- Funktionen:**
- Stoffsynthese
 - Speicherorgan für Glykogen
 - Exokrine Drüse durch die Produktion von Galle zum Fettabbau im Darm
 - Entgiftung

dext. et sin. , und diese vereinigen sich zum D. hepaticus communis; von diesem ausgehend führt der D. coledochus zum Duodenum und der D. cysticus zur Gallenblase

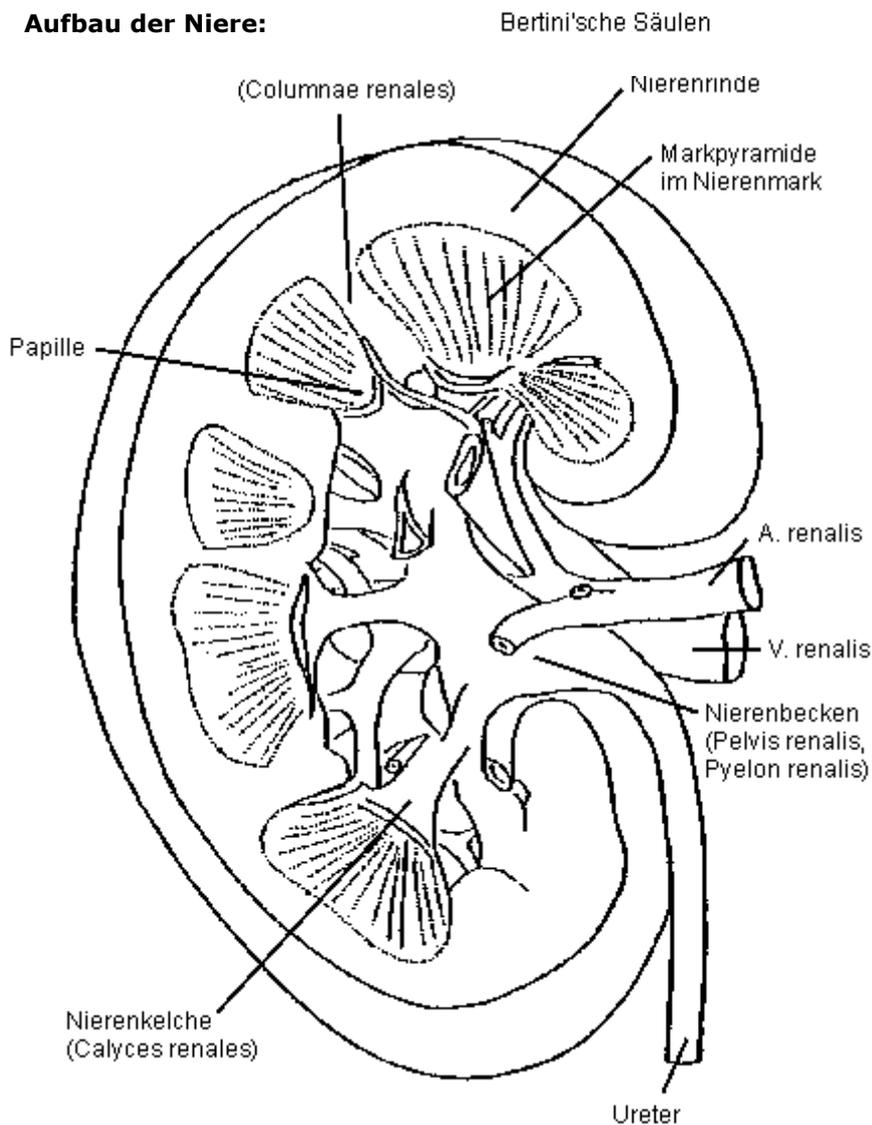
- Sinusoide:**
- Ihr Lumen ist mit 9-12 μm relativ weit
 - Ihr Endothel besitzt Poren, d.h. es existieren keine Diaphragmen; man nennt die Endothelzellen deshalb auch Siebplatten
 - Zwischen dem Endothel und den Hepatozyten liegt der ca. 0,3 μm breite Disse'sche Raum, in den Mikrovilli der Hepatozyten hineinragen; im Disse'schen Raum existiert keine Basallamina des Endothels, es gibt aber ein Stützgerüst aus Kollagenfibrillen
 - Die Endothelzellen besitzen Endozytoserezeptoren für denaturierte Plasmaproteine und acetyliertes LDL; außerdem beeinflussen sie die Durchblutung der Sinus
- Kupffer'sche Sternzellen:**
- Sie sind Makrophagen die zum MPS gehören
 - Ihre Fortsätze reichen in den Disse'schen Raum und in die Sinusoide hinein
 - Sie sind unter anderem verantwortlich für die Eliminierung von alten Erythrozyten
- Ito Zellen:**
- Sie sind Fettspeicherzellen, deren Lipidtropfen viel Vit. A enthalten
 - Sie liegen im perisinusoidalen Raum
 - Die Ito Zellen können außerdem Kollagen bilden und sind deshalb verantwortlich für die Vernarbung der Leber bei einer Leberzirrhose
- Hepatozyten:**
- Sie sind die eigentlichen Leberparenchymzellen, deren perisinusoidale Oberfläche mit Mikrovilli besetzt ist
 - Ihre apikalen Membranen begrenzen das Lumen der Gallenkapillaren; dort existiert auch ein Schlußleistenkomplex zwischen den Leberzellen
 - Die Hepatozyten können zwei Zellkerne enthalten oder auch polyploid sein, d. h. mehrere Chromosomensätze enthalten
 - Sie enthalten viele Mitochondrien, ER und Glykogenpartikel
- Gallenkapillaren:**
- Die Galle enthält konjugierte Gallensäuren zur Emulgierung von Fett, konjugiertes Bilirubin, Bicarbonat und IgA
 - Die Gallenkapillaren können Kontraktionen ausführen und dadurch auf bestimmte Reize hin die Galle auspressen
 - Die Kapillaren sind über kurze Schaltstücke (=Hering-Kanälchen) mit den interlobulären Gängen verbunden
 - Die peribiliären Körperchen in den Hepatozyten um die Gallenkapillaren herum sind Lysosomen
- Gallenblase:**
- Die Wand besteht aus einer faltigen Tunica mucosa, einer Tunica muscularis, Bindegewebe und z.T. einem Peritonealüberzug
 - Zum Teil kommen Schleimhautkrypten vor
 - Das Epithel ist einschichtig, hochprismatisch mit Bürstensaum und Schlußleistenkomplex; vereinzelt kommen auch Bürstenzellen vor
 - Die Epithelzellen sezernieren Muzine und resorbieren NaCl und Wasser; durch diese Eindickung entsteht die sogenannte sekundäre Galle

VIII Niere / Harnableitende Organe

1. Niere:

- Funktionen:**
- Regulation des Ionen- und Wasserhaushalts
 - Regulation des Säure-Basen Haushalts
 - Ausscheidung von stickstoffhaltigen Stoffwechselendprodukten
 - Endokrine Funktion durch die Synthese von Erythropoietin, Renin oder die Aktivierung von Vitamin D (=D-Hormon)

Aufbau der Niere:



- Die menschliche Niere ist eine multipapilläre Niere und besteht im Normalfall aus 8 Papillen
- Die funktionelle und strukturelle Einheit der Niere ist das Nephron, das aus einem Nierenkörperchen und einem Tubulusteil besteht, der in ein Sammelrohr mündet; die menschliche Niere besteht aus ca. 1 Mio. Nephronen

- Nierenkörperchen:**
- Die Nierenkörperchen liegen in der Rinde der Niere

- Hier wird der Primärharn abgeschieden, der dann in die Nierentubuli gelangt
- Das Nierenkörperchen besteht aus einem Knäuel von spezialisierten Kapillaren, das in eine blinde Aussackung des Tubulus eingestülpt ist, die sogenannte Bowmann'sche Kapsel
- Das Kapillarknäuel mit der Epithelbedeckung bildet den Glomerulus
- Den Teil des Nierenkörperchens von dem der Tubulus abgeht nennt man Harnpol, der gegenüberliegende Teil ist der Gefäßpol von dem die afferente und die efferente Arteriole abgehen
- Das parietale Blatt der Bowmann'schen Kapsel besteht aus einem einschichtigen Plattenepithel das nach außen von einer Basalmembran bedeckt ist; das viszerale Epithel besteht aus Podozyten und ist von der glomerulären Basalmembran (GBM) bedeckt
- Innerhalb des Glomerulus teilt sich die afferente Arteriole in viele anastomosierende Kapillaren, die sich ebenfalls im Glomerulus wieder zu einer efferenten Arteriole vereinigen
- Der größte Teil des Endothels grenzt direkt über die GBM an das Podozytenepithel und bildet dadurch die Filtrationsfläche der Nierenkörperchen
- Fortsätze der Podozyten bilden Füßchen zwischen denen die sogenannten »Filtrationsschlitze« bleiben, zwischen denen sich wiederum eine Schlitzmembran befindet
- Die Filtrationsbarriere besteht aus den Endothelzellen, welche große Poren ohne Diaphragmen enthalten, dem Netzwerk der Basalmembran, der Schlitzmembran, und auf beiden Seiten einer stark negativ geladenen Glykokalix; sie ist dadurch durchlässig für Wasser, kleine Moleküle und Ionen, nicht aber für die großen, meist ebenfalls negativ geladenen Plasmaproteine
- Der Rest der Nierenkörperchen ist von der mesangialen Matrix ausgefüllt, welche die Kapillaren zusammenhält; die Mesangiumzellen besitzen kontraktile Mikrofibrillen und sind fähig zur Phagozytose

- Nierentubuli:**
- Die Tubuli sind dünne Kanälchen mit einem einschichtigen Epithel; hier erfolgt die Rückresorption aber auch die Sekretion von bestimmten Stoffen
 - Ein Tubulus besteht aus einem gewundenem Teil (=proximale Konvolut, =Pars contorta), einem geraden Abschnitt der in das Nierenmark absteigt (=Pars recta), einer haarnadelförmigen Schleife (=Henle'sche Schleife), einem geraden aufsteigendem Abschnitt und einem zweiten gewundenen Teil (=distale Konvolut), der in der Nähe des zugehörigen Nierenkörperchens liegt; danach folgt eventuell ein Verbindungstubulus als Übergang zu einem Sammelrohr; die Sammelrohre beginnen in der Nierenrinde, durchqueren das Nierenmark, vereinigen sich in der Innenzone des Nierenmarks und münden an der Papille in das Nierenbecken
 - Die Tubuli werden je nach Funktion und Art der Epithelzellen auch in einen proximalen, einen intermediären und einen distalen Tubulusteil unterteilt
 - Außerdem unterscheidet man kortikale, kurze und lange Nephronen, je nachdem in welchem Bereich die Henle'sche Schleife eines Tubulus liegt
 - Das Nierenmark unterteilt man in einen Außenstreifen und einen Innenstreifen der Außenzone und in eine Innenzone; der Außenstreifen der Außenzone enthält die Partes rectae der proximalen und der distalen Tubuli der kurzen und langen Nephronen; der Innenstreifen der Außenzone enthält die absteigenden Partes rectae der intermediären Tubuli der kurzen und langen Nephronen, die

Henle'schen Schleifen der kurzen Nephronen und die aufsteigenden Partes rectae der distalen Tubuli der kurzen und langen Nephronen; in der Innenzone liegen die absteigenden und aufsteigenden Partes rectae der intermediären Tubuli und die Henle'schen Schleifen der langen Nephronen; außerdem befinden sich in allen Bereichen Teile der Sammelrohre

- Die kortikalen Nephronen liegen komplett in der Nierenrinde

- Als Labyrinth bezeichnet man die gewundenen Anteile der proximalen und distalen Tubuli und die Nierenkörperchen in der Nierenrinde
- Die Markstrahlen werden von den geraden Anteilen der proximalen und distalen Tubuli von ca. 40-60 Nephronen und den zugehörigen 4-6 Sammelrohren gebildet

Epithelien der Nierentubuli: • Die Epithelien sind einschichtig und besitzen eine Basalmembran

Proximale Tubuli:	Sie besitzen ein mittelhohes Epithel mit einem Bürstensaum, einer Glykokalix und einer basalen Streifung; die Zellen sind azidophiler als diejenigen der distalen Tubuli und durch Nexus miteinander verbunden; die Zonulae occludentes sind relativ durchlässig
	Hier erfolgt die Rückresorption von Ionen, kleinen Molekülen und Wasser; kleine Makromoleküle werden resorbiert und im vakuolären Apparat abgebaut
Intermediäre Tubuli:	Das Epithel ist flach und die Zonulae occludentes sind durchlässig
	In diesem Bereich ist die Sekretion relativ ausgeprägt
Distale Tubuli:	Das Epithel ist relativ hoch, zur Rinde hin niedriger werdend; die Oberfläche besitzt nur wenige Mikrovilli und die Zonulae occludentes sind sehr dicht
	Hier wird durch die Rückresorption von Ionen der Tubulusharn verdünnt
Verbindungstubuli:	Sie enthalten Verbindungstubuluszellen und Schaltzellen
Sammelrohre:	Sie entstammen embryonal aus der Ureterknospe
	Das Epithel wird von Sammelrohrzellen (=Hauptzellen) gebildet; sie besitzen ein helles Zytoplasma, einen runden Kern, basale Einfaltungen und tragen ein Zilium; sie sind zunächst flach und werden zur Papille hin hochprismatisch; die Tight junctions sind sehr dicht
	Ein hoher Aldosteronspiegel bewirkt eine starke Rückresorption von Na^+ auf Kosten von K^+ , ein hoher ADH-Spiegel erhöht die Wasserpermeabilität der Tight junctions und die Resorption von Na^+ , was zur Bildung eines konzentrierten Urins führt
	Außerdem existieren im Epithel Schaltzellen mit einem dunkleren Zytoplasma; sie regulieren den Säure-Basen Haushalt, indem die A-Zellen H^+ in das Tubuluslumen abgeben und die B-Zellen H^+ in das Blut sezernieren

Juxtaglomerulärer Apparat (JGA): • Er ermöglicht eine rückgekoppelte Regulation der glomerulären Filtration an der Anlagerungsstelle des distalen Tubulus an das zugehörige Nierenkörperchen

- Der distale Tubulus besitzt hier die Macula densa die dem extraglomerulären Mesangium des Nierenkörperchens angelagert ist; die Zellen der Macula densa sind klein, besitzen Mikrovilli und große Kerne
 - Das extraglomeruläre Mesangium (=Goormaghtigh'sche Zellen) füllt den Raum zwischen der Macula densa und der afferenten und efferenten Arteriole
 - Die granulierten Zellen liegen in der Media der afferenten Arteriole und ähneln glatten Muskelzellen und endokrinen Epithelzellen; sie sind sympathisch innerviert und sezernieren Renin
 - Das Renin der epitheloiden Zellen des Vas afferens bewirkt die Kontraktion der glatten Muskulatur der Arteriolen, erhöht dadurch den Blutdruck und senkt die Wasserausscheidung
- In der Nierenrinde wird außerdem Erythropoietin gebildet, das bei Hypoxämie die Neubildung von Erythrozyten stimuliert; wahrscheinlich wird es von den Fibroblasten des Rindenlabyrinths synthetisiert

- Verlauf der Arterien:**
- A. segmentalis
 - Aa. interlobares führen entlang der Columnae renales an die Markrindengrenze
 - Aa. arcuatae führen entlang der Markrindengrenze
 - Aa. corticales radiatae (=Aa. interlobulares)
 - afferente Arteriolen
 - efferente Arteriolen
 - absteigende Vasa recta und venöse aufsteigende Vasa recta (Peritubuläre Kapillaren des Nierenmarks)
 - Vv. corticales radiatae (=Vv. interlobulares)
 - Vv. arcuatae
 - Vv. interlobares

2. Harnableitende Organe:

- Sie bestehen aus einer muskulären Wand und einem Übergangsepithel, sind in eine Adventitia eingefügt und zum Teil von Peritoneum überzogen

Nierenbecken: • Es besitzt eine innere Längs- und eine äußere Ringmuskelschicht

Ureter (=Harnleiter):

- Er besitzt ein sternförmiges Lumen das von einem Urothel ausgekleidet ist
- Die Lamina propria enthält viele elastische Fasern
- Die Tunica muscularis besteht aus einer inneren Längs- und einer äußeren Ringmuskelschicht
- Der Harnleiter ist über eine Adventitia in die Umgebung eingebaut
- Er besitzt drei Engstellen

Harnblase:

- Die Hinterwand ist von einem Peritoneum überzogen
- Die Schleimhaut ist gegenüber der Muskelschicht verschieblich und in Falten geworfen
- Die Muskulatur besteht aus einer äußeren und einer inneren Längsmuskelschicht, und einer mittleren Ringmuskelschicht

**Urethra
(=Harnröhre):**

- Die Schleimhaut besitzt ein mehrschichtig prismatisches Epithel und ist in Falten gelegt
- Auch die Harnröhre besitzt eine innere Längs- und eine äußere Ringmuskelschicht

IX Endokrine Organe

- Sie sezernieren Hormone die sie in das Gefäßsystem abgeben
- Die Endokrinen Organe besitzen keine Ausführungsgänge
- Hormone können Steroidhormone, Aminosäurederivate, Peptidhormone oder Fettsäurederivate sein
- Sie können entweder holokrin d. h. auf den gesamten Organismus, parakrin d. h. auf die benachbarten Zellen, oder autokrin also auf die Zelle selbst wirken

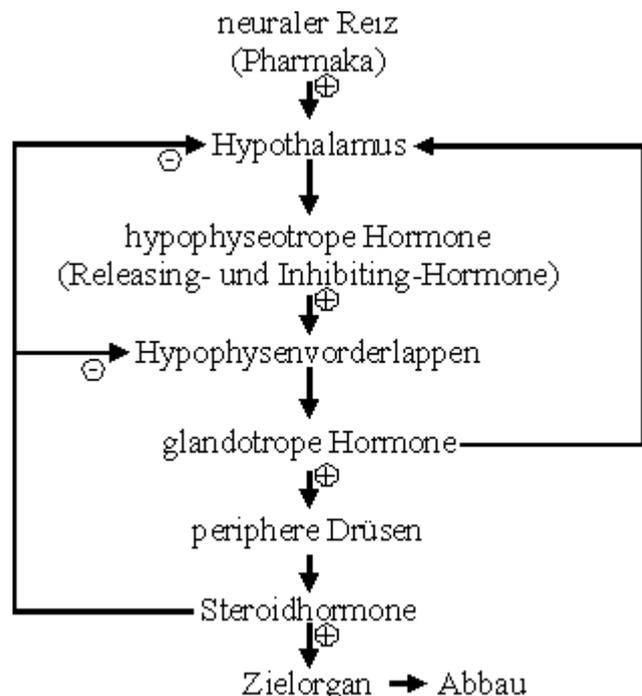
1. Hypophyse:

Adenohypophyse:

- Sie entsteht embryonal aus einer Abschnürung des Rachendachs
- Makroskopisch besteht sie aus einer Pars distalis, einer Pars infundibularis (Pars tuberalis) und einer Pars intermedia
- Sie sezerniert glandotrope Hormone, die auf nachgeschaltete Hormondrüsen wirken, und Effektorhormone die direkt auf die Zielzellen einwirken
- Die Adenohypophyse besitzt azidophile, basophile, chromophobe Zellen und follikuläre Sternzellen
- Die chromophoben Zellen könnten entweder Vorstufen von hormonbildenden Zellen oder entspeicherte chromophile Zellen sein

Neurohypophyse:

- Sie entsteht aus neuronalem Gewebe
- Makroskopisch kann man sie in eine Pars nervosa, das Infundibulum und die Eminentia mediana unterteilen
- Das Gewebe besteht aus marklosen Nervenfasern deren Perikaryen im Hypothalamus liegen, Gliazellen (=Pituizyten) und Blutgefäßen
- Die Nervenzellen sind neurosekretorisch aktiv, geben also die Hormone, die sie bilden,



direkt in das Blut ab

- Vom Ncl. supraopticus und Ncl. paraventricularis ziehen Nervenfasern in die Zona interna infundibuli, wo Oxytocin und Vasopressin auf spezifische Reize hin ausgeschüttet werden; der Hypophysenhinterlappen ist also eigentlich gar keine hormonbildende Drüse sondern nur ein Speicherorgan
- Außerdem ziehen Nervenfasern aus den kleinzelligen Kerngebieten des Hypothalamus in die Zona externa infundibuli und sezernieren an den Schlingen des Portalsystems der Hypophyse Releasing- und Inhibitinghormone; über das Portalgefäßsystem werden die Hormone zur Adenohypophyse gebracht und bewirken dort die Abgabe der Adenohypophysären Hormone

Hormone der Hypophyse		
Adenohypophyse		Neurohypophyse
Azidophile Zellen	Basophile Zellen	CRH (Corticotropin releasing Hormone) bewirkt die Freisetzung von ACTH
Wachstumshormone wie das STH, deren Freisetzung durch Somatostatin gehemmt wird	ACTH (Adrenocorticotropes Hormon) bewirkt die Freisetzung von Cortisol in der Nebennierenrinde	
Prolactin bewirkt die Produktion der Muttermilch, die durch Dopamin wiederum gehemmt wird	TSH (Thyrotropin) bewirkt die Freisetzung von T ₄ (Thyroxin) und T ₃ (Trijodthyronin) in der Schilddrüse	TRH (Thyreotropin releasing Hormone) bewirkt die Freisetzung von TSH
	FSH (Follikel stimulierendes Hormon) beeinflusst die Follikelreifung im Ovar und die Sertolizellen der Testes	Gn-RH (Gonadotropin releasing Hormone) bewirkt die Freisetzung von FSH und ICSH
	LH (Luteinisierendes Hormon; =ICSH: Interstitielle Zellen stimulierendes Hormon) beeinflusst die Ovulation, das Corpus luteum und die Testosteronproduzierenden Leydig-Zellen	ADH (Antidiuretisches Hormon; =Vasopressin) bewirkt die Rückresorption von Wasser in der Niere
		Oxytocin bewirkt die Kontraktion der Myoepithelzellen der Brustdrüse und der Uterusmuskulatur bei der Geburt

- Neurohämale Regionen nennt man die Bereiche von zirkumventrikulären Organen die keine Blut-Hirn Schranke besitzen sondern häufig sogar fenestrierte Kapillaren; Beispiele dafür sind das Infundibulum oder die Eminentia mediana

2. Schilddrüse:

- Sie gliedert sich in Läppchen die aus mehreren Follikeln bestehen, also aus epithelialen

Hohlkörperchen deren Inneres mit einem kolloidalen Sekret gefüllt ist; das Sekret besteht aus T_4 (Thyroxin) und T_3 (Trijodthyronin) in einer an ein Glykoprotein (Thyroglobulin) gebundenen inaktiven Form

- T_4 und T_3 beeinflussen den Energiestoffwechsel und erhöhen den Grundumsatz des gesamten Organismus
- Die Follikel sind von Retikulumfasern umspinnen
- Die Follikelwand besteht aus einem einschichtigen Epithel mit Basallamina; es kann je nach Funktionszustand flach oder kubisch bis prismatisch sein, ist mit Mikrovilli besetzt und durch einen Schlußleistenkomplex abgeschlossen
- Bei der Bildung des Sekrets wird nicht jodiertes Thyroglobulin in die Follikel abgegeben; die Thyroperoxidase bewirkt im Randbereich des Kolloids die Jodierung des Tyrosins und durch oxidative Kuppelung entstehen T_4 und T_3
- Die Sekretabgabe ist durch Thyrotropin (TSH) aus dem Hypophysenvorderlappen gesteuert, welcher wiederum unter dem Einfluß des Thyrotropin-Releasing-Hormons (TRH) steht; durch Pinozytose wird das Kolloid in die Epithelzellen aufgenommen, T_4 und T_3 in Phagolysosomen abgespalten und sezerniert

3. Parafollikuläre Zellen (=C-Zellen)

- Sie sind zwischen den Epithelzellen eingekellt und etwas größer, rundlich und besitzen ein helles Zytoplasma
- Sie sezernieren das Calcitonin, das den Calciumspiegel im Blut senkt und die Osteoklasten hemmt; es wird in den Zellen gespeichert und gelangt nicht in die Follikel
- Außerdem sezernieren sie S-Hydroxitryptamin, Dopamin und Somatostatin
- Die C-Zellen stammen embryonal aus der Neuralleiste

4. Nebenschilddrüse (=Epithelkörperchen)

- Sie sezernieren das Parathormon (PTH) das Calcium aus dem Knochen mobilisiert, die Ausscheidung von Phosphat durch die Niere und die Resorption von Calcium, Magnesium und Phosphat im Darm fördert
- Der Rezeptor für Calcitonin sitzt dabei auf den Osteoblasten die wiederum die Osteoklasten stimulieren
- Die Nebenschilddrüse besteht aus Hauptzellen und oxyphilen Zellen; die Hauptzellen sezernieren das Parathormon; sie besitzen ein helles Zytoplasma, z.T. Mikrovilli und eine Basallamina; die Funktion der oxyphilen Zellen, die eosinophil und etwas größer sind ist unbekannt

5. Nebennieren:

- Sie sitzen von Fettgewebe umgeben dem oberen Pol der Nieren auf
- Die äußere Nebennierenrinde produziert Steroidhormone, die als Mineralocorticoide auf den Ka^+ - und Na^+ -Haushalt, als Glukocorticoide auf den Kohlehydrat- und Eiweißstoffwechsel und als Androgene auf die Geschlechtsorgane einwirken; die Nebennierenrinde macht ca. 80% des Organvolumens aus
- Das Nebennierenmark bildet Katecholamine wie z.B. Adrenalin und Noradrenalin
- Das Nebennierenmark wird von Zellen aus dem Sympathikusanteil der Neuralleiste gebildet (=Sympathikogonien), die Nebennierenrinde entsteht aus dem Zölomepithel der hinteren Leibeswand

- Die Nebennierenrinde läßt sich in drei Zonen einteilen:

	Zona glomerulosa (ca.15%)	Zona fasciculata (ca.70%)	Zona reticularis (ca. 7%)
Hormone:	Mineralocorticoide (z.B. Aldosteron, Desoxycorticosteron)	Glukocorticoide (z.B. Cortisol, Cortison, Corticosteron) und Androgene (z.B. Testosteron)	
Reguliert durch:	Renin, Angiotensin	ACTH	
Aussehen:		Die Zellen sind strangförmig angeordnet, besitzen ein helles Zytoplasma (Spongiozyten ???) und enthalten viele Fetttropfen mit Vitamin A und C; dazwischen liegen weite Sinus mit einem fenestrierten Epithel	Sie enthält ebenfalls weite Sinus, aber die Zellen sind kleiner und azidophil

- Das Nebennierenmark enthält chromaffine oder phäochrome Zellen, Ganglienzellen und Satellitenzellen; sie bilden Stränge oder Ballen mit weiten Blutsinus
- Die chromaffinen Zellen speichern Katecholamine: die A-Zellen das Adrenalin und die N-Zellen das Noradrenalin

6. Pankreas:

- Exokriner Pankreas:**
- Ca. 70 Drüsenzellen bilden einen Azinus und ca. 2-4 Azini bilden einen Azinuskomplex
 - Die Zellen besitzen aufgrund des vielen RER eine basophile Zellbasis und Aufgrund der Sekretgranula einen eosinophilen apikalen Zellpol, der mit Mikrovilli besetzt ist
 - Die Zellen produzieren Verdauungsenzyme und Bicarbonat
 - Der niedriger pH des Mageninhalts führt zur Freisetzung von Sekretin aus den S-Zellen der Dünndarmmukosa; das Sekretin wiederum steuert die Abgabe des Bicarbonats
 - Die Freisetzung von Enzymen wird durch Cholezystokinin stimuliert, das wiederum durch Proteine und Aminosäuren aus den I-Zellen des Dünndarms abgegeben wird
- Endokriner Pankreas:**
- Die Zellen produzieren Proteohormone und bilden blasse Bezirke aus balkenförmigen, verzweigten Zellaggregaten, die sogenannten Langerhans'schen Inseln

Zellarten des endokrinen Pankreas	
A-Zellen (=Glukagonzellen, ca. 20%):	Sie liegen in der Peripherie der Inseln und sezernieren Glukagon und Pankreastatin; das Glukagon stimuliert die Freisetzung von Glukose aus Glykogen und Aminosäuren in der Leber
B-Zellen (=Insulinzellen, ca. 80%):	Sie produzieren neben Insulin auch Chromostatin und GABA, das die Sekretion von Glukagon hemmt; das Insulin ermöglicht die Aufnahme von Glukose in zahlreichen Geweben
D-Zellen (=Somatostatinzellen, <5%):	Somatostatin hemmt die Ausschüttung von Insulin und Glukagon, wird aber selbst durch Glukagon stimuliert und durch Insulin gehemmt
PP-Zellen (=F-Zellen, 1%):	Sie sezernieren das pankreatische Polypeptid, das die Sekretion des exokrinen Pankreas hemmt
D ₁ -Zellen	
G-Zellen	

X Weibliche Geschlechtsorgane

1. Vagina:

- Die Scheidenhaut besitzt Querfalten (=Rugae vaginales)
- Die Tunica mucosa besteht aus einem unverhornten, mehrschichtigen Plattenepithel, das aus Basal-, Parabasal-, Intermediär- und Superficialzellen aufgebaut ist
- Darauf folgt eine dicke Lamina propria und eine Tunica muscularis
- Die glatte Muskulatur bildet ein Raumnetz das leichte Kontraktionswellen zum Introitus hin bewirkt
- Die Adventitia besitzt ausgedehnte Gefäßplexus
- Das Vaginalsekret besitzt einen pH von ca. 4-5; dieser entsteht durch die von den Döderlein'schen Bakterien produzierte Milchsäure; das Sekret bildet eine Schutzvorrichtung vor Keimen und Krankheitserregern
- Das Vaginalsekret besteht zum Teil aus einem Transsudat der Vaginalwand, zum Teil aus Zervikalsekret; es gibt in der Vagina keine Drüsen

2. Uterus:

- Er ist ein muskulöser Hohlkörper, dessen obere zwei Drittel den Gebärmutterkörper (=Corpus uteri), und dessen unteres Drittel den Gebärmutterhals (=Cervix uteri) bilden; dazwischen befindet sich der innere Muttermund (=Isthmus uteri), am vaginalen Ende liegt der äußere Muttermund
- Das Endometrium (=Tunica mucosa) besteht aus hochprismatischen Zellen mit Mikrovilli und z.T. mit Kinozilien besetzt; das zellreiche und lockere Stroma enthält tubulöse, wenig verzweigte Drüsen; eine Tela submucosa gibt es nicht

- Das Myometrium ist eine ca. 1cm dicke Schicht glatter Muskulatur; es besteht aus dem Stratum submucosum, dem Stratum vasculosum, dem Stratum supravasculosum und dem Stratum subserosum
- Das Perimetrium besteht aus dem Peritonealüberzug und einer dünnen, bindegewebigen Tela subserosa
- Die Cervix ist der Verschlußapparat des Uterus, der das Aufsteigen von Keimen verhindert; der Cervixschleim ist leicht alkalisch und bildet einen Schleimpfropf der sich im Verlauf eines Zyklus verändert; das Epithel ist in Falten gelegt, was mikroskopisch an tubuläre Drüsen erinnert
- Die Portio vaginalis ist die Vorwölbung der Cervix in die Vagina

Schleimhautzyklus des Uterus:

1. Proliferationsphase: Nach der Menstruation ist nur noch die Basalis vorhanden; diese wächst unter dem Einfluß von Östradiol zur Funktionalis heran; die Endometriumdrüsen und -gefäße wachsen zu gestreckten Gebilden heran
2. Sekretionsphase: Ca. einen Tag nach der Ovulation kommt durch die ansteigende Progesteronsekretion des Corpus luteum die Proliferation zum Stillstand, die Drüsen bilden ein Sekret, die Arterien werden zu Spiralarterien und die fibroblastoiden Stromazellen schwellen zu den Prädeziduazellen an; die Funktionalis läßt sich in ein Stratum compactum und ein Stratum spongiosum teilen
3. Ischämiephase: Einige Tage vor der Menstruation kommt es zur Dauerkontraktion der Spiralarterien und zur Minderdurchblutung, die Funktionalis schrumpft
4. Desquamationsphase (=Menstruationsphase): Die Spiralarterien erschlaffen und es kommt zu Blutungen in die Funktionalis, die daraufhin zerfällt

- Als Menarche bezeichnet man die erste Periodenblutung im Alter von ca. 12 Jahren
- Die Menopause ist das Ende der Periodenblutungen

3. Tuben:

- Die Tubenschleimhaut besitzt in der Ampulle hohe Längsfalten die bei entzündlichen Erkrankungen verkleben können und bei einem teilweisen Verschluß eine Eileiterschwangerschaft begünstigen
- Die Tunica mucosa besteht aus einem einschichtigen, kubischen Epithel aus schleimbildenden Drüsenzellen mit Mikrovilli und uteruswärts schlagenden Kinozilien; durch diese Kinozilien und durch peristaltische Bewegungen der Muskulatur wird das Ei uteruswärts transportiert
- Die Tunica muscularis verläuft in zwei gegenläufigen Spiralsystemen, im Schnitt innen überwiegend längs, außen überwiegend zirkulär
- Nach außen schließen sich noch eine Tela subserosa und eine Tunica serosa (=Peritoneum) an

4. Ovar:

- Die Rindenzone besteht aus dem Ovarialepithel (=Keimepithel); es ist kubisch bis niedrig zylindrisch und geht in das Plattenepithel des Peritoneums über
- Darunter liegt die follikelfreie und kollagenreiche Tunica albuginea
- Das Stroma ovarii enthält Follikel, Bindegewebszellen, Myofibroblasten und lipidreiche Zellen
- Die Markzone enthält ebenfalls Bindegewebe, glatte Muskelzellen, elastische Fasern und viele

Gefäße aber keine Follikel

- Das Ovar enthält nicht nur die Keimzellen, sondern fungiert auch als endokrine Drüse und produziert Oestrogen und Progesteron

- Follikelreifung:**
- Der Primordialfollikel besteht nur aus der Eizelle, einer einzigen Lage flacher Follikel­epithelzellen und einer Basalmembran
 - Beim Primärfollikel ist das Epithel ebenfalls noch einschichtig, wird aber kubisch bis prismatisch; die Follikel­epithelzellen sind über Nexus mit dem Ei verbunden und »ernähren« es; zwischen der Eizelle und dem Epithel liegt die Zona pellucida und um den Primärfollikel herum liegt eine Basalmembran und die bindegewebige Hülle des Stroma ovarii (=Theca folliculi); der Zellzyklus ist hier in der Prophase der ersten Reifeteilung dem sogenannten Diktyotän arretiert
 - Beim Sekundärfollikel wird das Epithel höher und mehrschichtig und wird nun als Stratum granulosum bezeichnet
 - Danach entwickelt sich eine flüssigkeitsgefüllte Höhle, das Antrum folliculi und der Follikel wird damit zum Tertiärfollikel; Granulosazellen bilden die Corona radiata, die zusammen mit dem Ei als Eihügel in den Liquor follicularis hineinragt
 - Den reifen Follikel bezeichnet man auch als Graaf'schen Follikel
 - Um den Follikel herum existiert immer eine Basalmembran; darumherum bilden die Stromazellen eine Follikelhülle, die sich in eine Theca interna und eine Theca externa unterteilen läßt; in der Theca interna werden Androgene gebildet, die in der Granulosa zu Oestrogenen umgewandelt werden, die Theca externa stellt eine kontraktile Follikelkapsel dar
 - Bei der Ovulation kommt es durch eine Kontraktion der Theca externa zur Ruptur der Serosa, Tunica albuginea und der Follikelwand und die Eizelle wird mitsamt den Granulosazellen herausgeschwemmt; der Follikel liegt dazu an der Oberfläche des Ovars und die Tunica albuginea ist an dieser Stelle anämisch; die Eizelle befindet sich nun in der Metaphase der 2. Reifeteilung
 - Aus der Follikelhülle entsteht innerhalb von 2-3 Tagen das kirschgroße Corpus luteum; aus den Granulosazellen entstehen durch Vergrößerung und Einlagerung von Lipiden die Granulosaluteinzellen, die Oestrogen und Progesteron produzieren; die Zellen der Theca interna vergrößern sich ebenfalls und werden zu den etwas kleineren Thecaluteinzellen; die Randzone des Corpus luteum ist gefaltet und Blutgefäße dringen in die vorher blutgefäßfreie Zone ein
 - Tritt keine Befruchtung ein, so kommt es zur Luteolyse: in die Granulosaluteinzellen lagern sich Lipidtröpfchen ein und nach ca. 6 Wochen lösen sie sich auf
 - Nach einer Befruchtung wird das Corpus luteum menstruationis zum Corpus luteum graviditatis: es wächst bis zu einer Größe von ca. 3cm an und produziert vor allem Progesteron bis die Zellen der Plazenta diese Aufgabe übernehmen
 - Eine Follikelatresie erfolgt auf allen Stufen der Follikelreifung; dabei gehen zunächst die Granulosaepithelzellen zugrunde während die Basalmembran und die Zona pellucida noch länger erkennbar bleiben

5. Funktion der Geschlechtshormone:

- Der Hypothalamus produziert LH-RH und Gn-RH woraufhin vom Hypophysenvorderlappen Gonadotropine (LH und FSH) ausgeschüttet werden; diese fördern die Bildung von Tertiärfollikeln, welche wiederum Oestrogene produzieren; nach der Ovulation sezerniert das Corpus luteum Progesteron und Oestrogen
- Die Oestrogene (z.B. Oestradiol) bewirken eine Dilatation der uterinen Blutgefäße und ein Wachstum der Geschlechtsorgane
- FSH läßt immer mehrere Tertiärfollikel heranreifen; in der Theca interna dieser Follikel bewirkt LH die Bildung von Androgenen; unter dem Einfluß von FSH werden diese Androgene in den Granulosazellen zu Oestrogenen umgewandelt
- 16-24h vor der Ovulation steigt zunächst der Oestradiol und danach der LH Spiegel stark an
- Ein steigender Oestrogenspiegel bewirkt das »Ausreifen« der Superficialzellen der Vagina: die Zellen sammeln Glykogen an, das Zytoplasma wird größer und die Kerne kleiner; in der Lutealphase tritt unter Progesteroneinfluß eine Fältelung der Superficialzellen und eine Abnahme der Zellzahl auf
- Der Cervixschleim wird vor der Ovulation mehr, ist klar und spinnbar: in dieser Phase kann er von den Spermien leicht durchwandert werden; in der Lutealphase ist der Cervixschleim trübe, nicht spinnbar und läßt Spermien nicht hindurch

6. Die Entwicklung des befruchteten Eis:

- Nach dem 16-Zell Stadium entwickelt sich die Morula
- Der Übergang vom Morula- zum Blastozystenstadium beginnt durch die sogenannte Kompaktierung, eine Verdichtung der Zellen; die Zellen nennt man nun Blastomeren
- Durch Zonulae occludentes und einen Ionen- und Wassertransport in das Innere des Zellhaufens entsteht die Blastozystenhöhle
- Ein Zellhaufen in der Blastozystenhöhle bildet den Embryoblast, das einschichtige Epithel um die Blastozystenhöhle nennt man den Trophoblast; aus letzterem entwickelt sich später die Plazenta
- Die Implantation beginnt am 5.-6. Tag nach der Befruchtung des Eis: der Teil des Trophoblasten, dem der Embryoblast anliegt, proliferiert und bildet den Synzytiotrophoblasten, der in das Uterusepithel hineinwächst

7. Plazenta:

- Bei der Invasion des Trophoblasten verschmelzen Trophoblastzellen mit Zellen des Endometriums und bilden Synzytium; dadurch entsteht der sogenannte Synzytiotrophoblast
- Dieser dringt während der prälakunären Periode weiter in die Tiefe des Endometriums vor; am 12. Tag post conceptionem ist die Implantation abgeschlossen
- Während der lakunären Periode treten im Synzytiotrophoblasten Hohlräume auf, zwischen denen die Trabekel stehenbleiben; diese werden vom Zytotrophoblasten ausgehöhlt und es bilden sich die Primärzotten in den Lakunen (=intervillöse Räume)
- Die mütterlichen Gefäße werden eröffnet
- Mesenchymzellen füllen die Zotten von innen her aus und es entwickeln sich die Sekundärzotten
- Es kommt zur Blutbildung in der Plazenta und durch die Entwicklung von Kapillaren in den Zotten entstehen die Tertiärzotten

Aufbau der Zotten von außen nach innen:

1. Synzytiotrophoblast: Es existieren keine Interzellularspalten und damit erfolgt auch kein unkontrollierter Stoffaustausch; der Synzytiotrophoblast ist somit die entscheidende Barriere zwischen dem mütterlichen und dem fetalen Blut
2. Zytotrophoblast (=Langerhans-Zellen): Sie werden im Verlauf einer Schwangerschaft reduziert, da sie mit dem Synzytium zur Regeneration verschmelzen; das von ihnen sezernierte Somatostatin reguliert die Hormonproduktion des Synzytiotrophoblasten
3. Trophoblast-Basalmembran
4. Zottenbindegewebe: Es enthält Makrophagen die hier Hofbauer-Zellen genannt werden
5. Kapillar-Basalmembran
6. Sinusoidendothel der fetalen Blutgefäße

- Der Synzytiotrophoblast sezerniert Oestradiol und Progesteron um die Schwangerschaft aufrechtzuerhalten und zu steuern
- Wo das Trophoblastgewebe zugrunde gegangen ist, entsteht aus Degenerationsprodukten und Blutfibrin das Fibrinoid; es besitzt eine immunologische Schutzfunktion
- Bestimmte plazentare Hormone (hCG, Corticosteroide, Oestrogene) haben eine immunsuppressive Wirkung, die verhindern soll, daß das mütterliche Immunsystem den Embryo als Fremdgewebe abstößt

8. Mamma:

- Sie besteht aus 15-25 Einzeldrüsen, bei einer Nullipara vorwiegend tubulär; es gibt nur wenige alveoläre Endstücke, die nur schwach entwickelt sind
- Die verzweigten Tubuli münden in jeweils einen Milchgang (=Ductus lactifer)
- Unterhalb der Mamille erweitern sich die Milchgänge zu kleinen Milchsäckchen (Sinus lactiferi), die sich kurz vor der Mündung wieder verengen
- Die Ausführungsgänge sind in der Mamille von vielen glatten Muskelzellen umgeben, die durch feine Sehnen verknüpft sind; dies ermöglicht die Erektion der Papille
- Das Stroma der Milchdrüse besteht aus einzelnen Bindegewebsplatten und -strängen, welche mit Fettgewebe gefüllte Kammern umschließen
- Das Epithel der Ductus lactiferi ist zwei- oder mehrschichtig, das der tubulösen oder tubulo-alveolären Endstücke einschichtig oder mehrreihig
- Die Zellen besitzen Mikrovilli und Zonulae occludentes
- Unter dem Epithel innerhalb der Basalmembran liegen Myoepithelzellen die sich durch Oxytocin kontrahieren und dadurch das Auspressen der Muttermilch verursachen
- Oft schwillt die Brust während der zweiten Hälfte des Menstruationszyklus an; einige Tage nach der Menstruation kommt es zu einer Vermehrung der Epithelzellen in den Endstücken, zur Wassereinlagerung, Bildung von Sekretropfen und die Drüsengänge erweitern sich

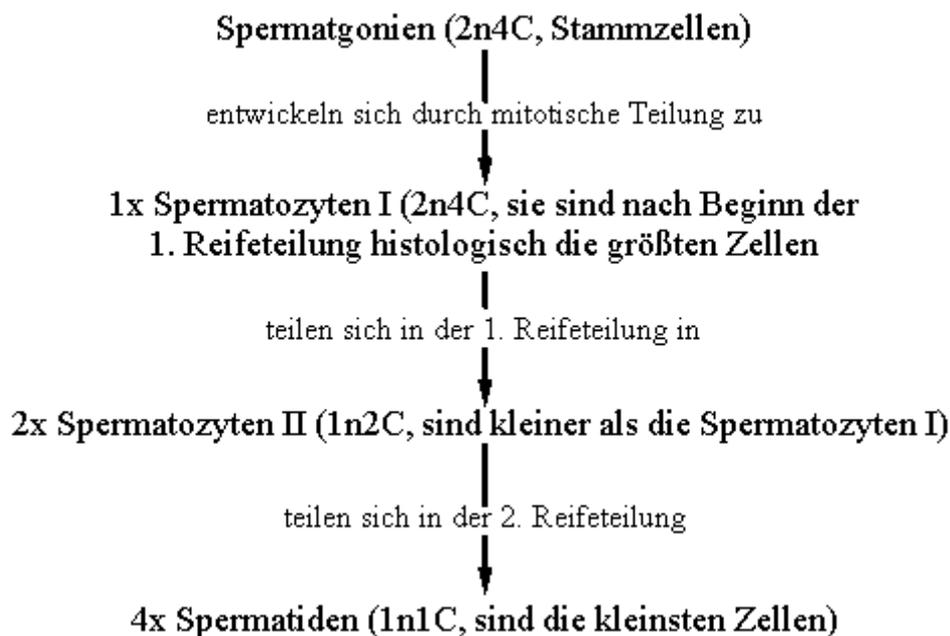
- Laktation:**
- Oestrogen bewirkt eine Sprossung der Milchgänge in das Bindegewebe, durch Progesteron werden neue Drüsenknospen gebildet; das Drüsenparenchym nimmt zu, die Epithelzellen werden größer und das Binde- und Fettgewebe nehmen ab
 - Die Epithelzellen sezernieren Fettröpfchen und Proteine; die Fettröpfchen werden zunächst von Makrophagen gespeichert und bilden die sogenannten Kolostrumkörperchen
 - Die Milch enthält neben Fettröpfchen auch noch Proteine (v.a. Kasein), Milchzucker,

- Ionen und IgA aus Plasmazellen
- Oestrogen und Progesteron hemmen während der Schwangerschaft die Sekretion, Prolactin fördert sie nach der Geburt
- Fett, Vitamine und Membranbestandteile gelangen apokrin in die Milch, alles andere wird durch Exocytose abgegeben

XI Männliche Geschlechtsorgane

1. Hoden:

- Die Kapsel (=Tunica albuginea) besteht aus einem derben Bindegewebe mit vielen glatten Muskelzellen und ist vom Epiorchium, einer dünnen Haut umgeben; die innere Schicht wird auch als Tunica vasculosa bezeichnet
- Das Gewebe ist durch Septen (=Septuli testis) in ca. 370 Hodenläppchen (=Lobuli testis) gekammert; die Septen führen Blut- und Lymphgefäße und laufen radiär auf das Rete testis zu
- Ein Lobulus besteht aus einem oder mehreren Samenkanälchen, deren Beginn und Ende ins Rete testis münden
- Im interstitiellen Gewebe kommen Leydig-Zellen, Blutgefäße, Lymphgefäße und Nerven vor
- Das Epiorchium schlägt an der Abgangsstelle des Samenstranges in das Periorchium um; zusammen bilden sie somit das viszerale und das parietale Blatt der den Hoden und den Nebenhoden umgebenden Höhle
- Die Samenkanälchen bestehen aus einer Lamina propria und dem Keimepithel, welches aus Keim- und Sertolizellen (=Stützzellen) besteht



- Spermatogenese:**
- Die Zellen wandern während ihrer Entwicklung von der Basalmembran zum Lumen des Samenkanälchens
 - Die Keimzellen stehen dabei durch Interzellularbrücken miteinander in

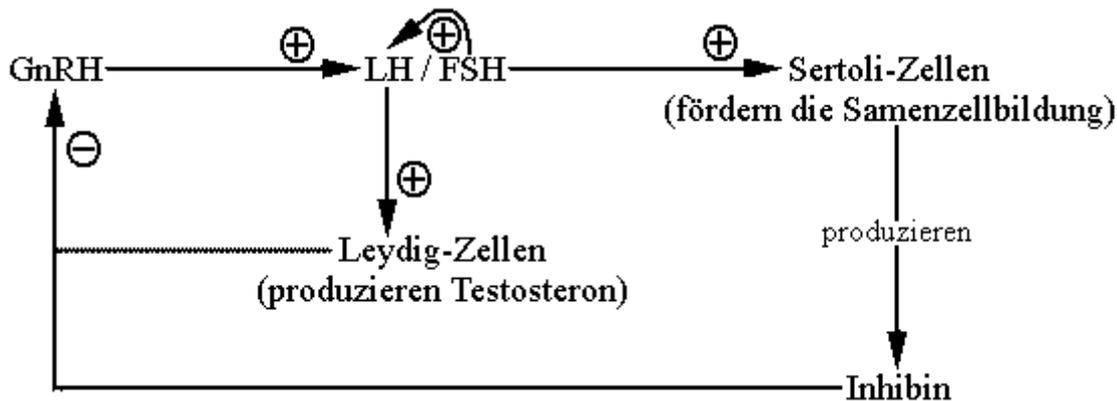
Verbindung

Differenzierung der Spermatiden zu den reifen Spermatozoen (Spermiogenese):

1. Kernkondensation
2. Akrosombildung aus dem Golgi-Apparat (Das darin enthaltene Akrosin lysiert die Zona pellucida)
3. Bildung der Geißel aus den Zentriolen durch Wachstum der Axoneme; die fertige Geißel besteht aus dem Halsstück (enthält die Zentriolen), einem Mittelstück (enthält viele Mitochondrien), dem Hauptstück und dem Endstück (nur noch von einem Plasmalemm umgebenes Axonem)

Sertoli-Zellen:

- Diese Zellen fußen auf der Basalmembran und besitzen Fortsätze, die bis ins Lumen der Samenkanälchen reichen; sie umgeben alle Keimzellen außer den Spermatogonien
- Sie sind nicht teilungsfähig und besitzen einen großen gelappten Kern mit einem sehr gut sichtbaren Nucleolus
- Zonulae occludentes zwischen den Sertoli-Zellen teilen das Keimepithel in eine basale Abteilung die Spermatogonien und Spermatozyten I enthält, und eine adluminale Abteilung die ebenfalls Spermatozyten I, aber auch Spermatozyten II, Spermatiden und Spermatozoen enthält; durch diese Zonulae occludentes und die Kontrolle des transzellulären Stofftransports entsteht die Blut-Hoden Schranke als Schutz der Keimzellen vor Mutagenen und autoaggressiven Antikörpern
- Die Sertoli-Zellen bauen die Residualkörper der abgegebenen Spermatiden ab
- Außerdem sind sie hormonell tätig, indem sie Testosteron zum wirksameren Dihydrotestosteron reduzieren; sie produzieren auch das Androgen-bindende Protein (AbP), das für die Steuerung der Samenbildung wichtig ist und werden durch FSH stimuliert
- Sie besitzen außerdem eine Ernährungsfunktion für die Keimzellen



Leydig-Zellen:

- Sie besitzen einen runden Zellkern, einen polygonalen Zelleib, umschließen Blutkapillaren und enthalten als Abfallprodukte die sogenannten Reinke-Kristalle
 - Sie produzieren Testosteron, das die Samenbildung stimuliert, aber auch auf die ableitenden Samenwege und die akzessorischen Geschlechtsdrüsen einwirkt, die Entwicklung der sekundären Geschlechtsmerkmale fördert und die Talgdrüsenfunktion stimuliert; außerdem besitzt es anabole Wirkung und fördert Libido und Potenz
- Die Lamina propria der Samenkanälchen besteht aus Fibroblasten und Myofibroblasten die durch peristaltische Bewegungen die Spermatozoen zum Rete testis hin transportieren

- Die Temperatur des Hodens beträgt ca. 34-35°C, was für die Samenzellbildung essentiell ist
- Der Hoden steigt während der Fetalzeit aus der Bauchhöhle in das Skrotum hinab; dies nennt man den Descensus testis
- Das Rete testis liegt an der Dorsalseite des Hodens der Tunica albuginea an und ist mit einem einschichtigen, isoprismatischen Epithel ausgekleidet

Hodenhüllen bzw. Schichten des Leistenkanals:	Entsprechende Schichten der Bauchwand:
1. Epiorchium (Lamina visceralis)	Peritoneum viscerale
2. Cavum serosi	Peritonealspalt
3. Periorchium (Lamina parietalis)	Peritoneum parietale
4. Fascia spermatica interna	Fascia transversalis
5. Fasern des M. cremaster	Fasern des M. obliquus internus abdominis und des M. transversus abdominis
6. Fascia spermatica externa	Fascia abdominalis superficialis; Aponeurose des M. obliquus externus
7. Tunica dartos mit Myofibroblasten	Subkutis
8. Skrotalhaut	Haut

- Die Schichten 1-3 bilden zusammen die Tunica vaginalis testis
- Das Skrotum besteht aus dem Bindegewebe, Tunica dartos und der Haut

2. Nebenhoden (=Epididymis):

- 8-12 stark geknäuelte Ductuli efferentes münden vom Rete testis kommend in den Nebenhodengang (=Ductus epididymidis)
- Die Ductuli efferentes besitzen ein unterschiedlich hohes, mehrreihiges Epithel aus hochprismatischen Zellen mit einem Bürstensaum und flacheren kinezilientragenden Zellen; außerdem enthalten sie glatte Muskelzellen
- Der Ductus epididymidis besitzt ein gleichmäßig hohes, zweireihiges Epithel mit Stereozilien, und ebenfalls glatte Muskelzellen; das Epithel dient der Ausreifung der Spermatozoen
- In der Cauda des Nebenhodenganges werden die Spermatozoen gespeichert
- Die proximalen Nebenhodenabschnitte sind peristaltisch aktiv

3. Samenstrang (=Funiculus spermaticus):

- Er umschließt den Ductus deferens, A. ductus deferentis, zwei Aa. testiculares, Plexus pampiniformis, Lymphgefäße, vegetative Nervenfasern und den M. cremaster
- Der Ductus deferens besitzt ein zweireihiges Epithel mit kurzen Stereozilien und eine dreischichtige Muskelwand mit zwei äußeren längsverlaufenden und einer mittleren zirkulär verlaufenden Schicht; sein Lumen ist sehr eng und es besitzt Längsfalten

4. Samenblase (=Bläschendrüse):

- Diese paarige Drüse besteht aus einem ca. 15cm langen Gang; er besitzt eine kräftige Wand mit glatten Muskelzellen die in Primär-, Sekundär- und Tertiärfalten gelegt ist; sie ist von einem ein- bis zweireihigen hochprismatischen Epithel ausgekleidet, das drüsenähnliche Einstülpungen besitzt
- Das schwach alkalische Sekret der Bläschendrüse macht ca. 50-80% des Ejakulats aus; es besteht hauptsächlich aus Proteinen und enthält z.B. Fructose als Energielieferant für die Spermien und Prostaglandine als Wirkstoff auf die glatte Muskulatur der weiblichen Genitalien
- Die Bläschendrüse wird durch Testosteron stimuliert

5. Prostata:

- Hier münden die Ductus ejaculatorii und 30-50 tubuloalveoläre Drüsen in die Urethra
- Sie besteht aus einer bindegewebigen Kapsel mit viel glatter Muskulatur und ist in eine periurethrale Zone, eine Innen- und eine Außenzone gegliedert
- Die Drüsen sind von einem zwei- bis mehrreihigen, unterschiedlich hohem Epithel ausgekleidet
- Die Prostatasomen sind abgeschnürte Zellen die Enzyme enthalten
- Das Sekret macht ca. 15-30% des Ejakulats aus und enthält Zink, Zitronensäure, Prostaglandine, Spermin, Spermidin, Immunglobuline, saure Phosphatase als lysosomales Enzym und Proteasen
- Die Prostatafunktion ist ebenfalls Testosteronabhängig

6. Bulbourethrale Drüsen (=Cowper'sche Drüsen):

- Dies sind tubulöse Drüsen mit glatten Muskelzellen
- Sie sondern ein Gleitmittel ab

7. Penis:

- Er besteht aus zwei Corpora cavernosa penis und dem Corpus spongiosum urethrae, die jeweils von einer Tunica albuginea umgeben sind und zusammen von der Fascia penis eingehüllt werden
- Die Corpora cavernosa enthalten viele glatte Muskelgeflechte die von Hohlräumen (Cavernae) durchzogen werden; diese Hohlräume sind vom Endothel ausgekleidet
- Das Corpus spongiosum urethrae enthält ebenfalls von Endothel ausgekleidete Hohlräume, die jedoch weniger Muskulatur enthalten
- Die Harnröhre ist zum Teil mit einem mehrschichtigen hochprismatischen Epithel bedeckt, zum Teil mit einem Übergangsepithel
- Die Kavernen werden von der A. profunda penis versorgt, von welcher die Aa. helicinae abzweigen; durch den Einstrom von Blut in die Kavernen und die Kontraktion der glatten Muskulatur kommt es zur Erektion des Gliedes

8. Ejakulat:

- Es besteht aus Spermatozoen, unreifen Keimzellen, abgeschilferten Epithelzellen, Spermatophagen, evtl. Leukozyten und dem Seminalplasma aus Fructose, Akrosin, Carnitin und saurer Phosphatase
- Es enthält im Normalfall 40 Mio. Spermatozoen / ml (=Normospermie); bei einem Wert von weniger als 10 Mio. / ml tritt Unfruchtbarkeit ein; bei einem Wert von weniger als 20 Mio. / ml spricht man von einer Oligospermie und wenn gar keine beweglichen Spermatozoen vorhanden sind von einer Azoospermie
- Nur ca. 30% der Spermatozoen sind beweglich

XII Nervensystem

1. Peripheres Nervensystem:

- Nervenfasern sind entweder markhaltige Axone oder Remak-Fasern, welche aus mehreren marklosen Axonen bestehen die in eine Schwann-Zelle eingebettet sind
- Ein peripherer Nerv besteht aus einer verschiedenen großen Zahl von Nervenfasern

Endoneurium:

- Es umgibt die einzelnen Nervenfasern innerhalb eines Nervenfaserbündels
- Das Endoneurium enthält Blutgefäße und Kapillaren, Mastzellen und Histiozyten
- Besteht aus Bindegewebszellen, einer homogenen Grundsubstanz und kollagenen Fasern

Perineurium:

- Es umgibt die Nervenfaserbündel
- Besteht aus konzentrisch angeordneten Schichten flacher Zellen, dem Neurothel, Mesothel oder perineuralem Endothel; zwischen den einzelnen Zellagen können kollagene Fibrillen eingelagert sein
- Die Zellen sind durch Zonulae occludentes verbunden und von einer Basallamina bedeckt
- Das Perineurium bildet eine Diffusionsbarriere die nur einen selektiven Stoffdurchtritt erlaubt (= > Nerv-Körper-Schranke)

Epineurium:

- Ist das Bindegewebe zwischen den von Perineurium umgebenen Nervenfaserbündeln
- Es ist ein lockeres Bindegewebe das kollagene Fasern, elastische Netze und Fettzellen enthält
- Es läßt sich in ein epifaszikuläres und ein äußeres Epineurium teilen
- Im Epineurium verlaufen Blut- und Lymphgefäße

- Die Blut-Nerven-Schranke besteht aus dem Perineurium und dem Kapillarendothel der Blutgefäße

2. Zentralnervensystem:

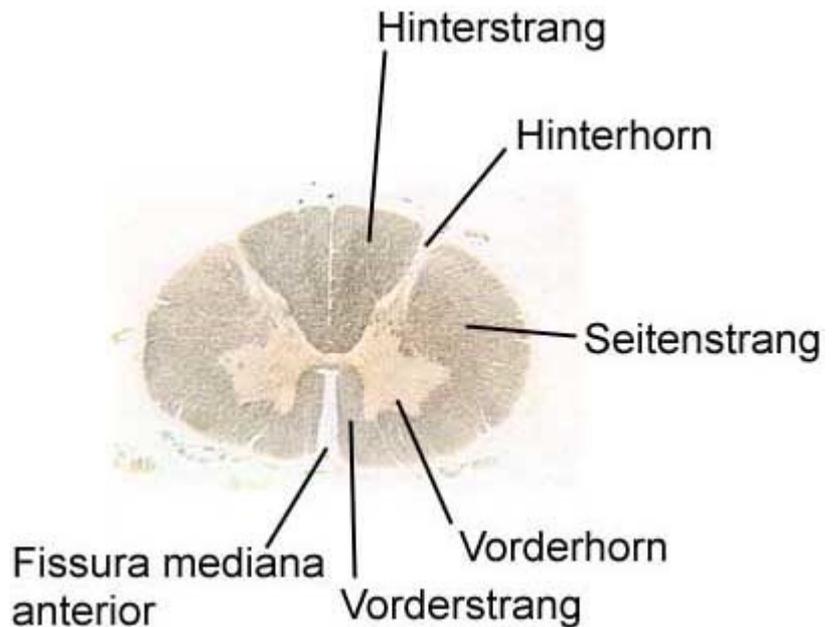
Graue Substanz	Weiße Substanz
Enthält Zellkörper, Dendriten und Neuriten	Enthält vor allem markhaltige und marklose Nervenfasern
Liegt im Rückenmark zentral, im Gehirn peripher	Liegt im Rückenmark peripher, im Gehirn zentral
Ist stark vaskularisiert	Erhält ihre weiße Farbe durch die stark fetthaltigen Markscheiden

- Afferente Nervenfasern: Vom Rezeptor zum ZNS hinführende Nervenfasern, sensibel
- Efferente Nervenfasern: Vom ZNS zum Effektor führende Nervenfasern, motorisch (z.B. somatomotorisch, viszeromotorisch, etc.)
- Aufsteigend: Von niederen Zentren (z.B. Rückenmark) zu höheren Zentren (z.B. Gehirn)
- Absteigend: Von höheren zu niederen Zentren

Exterozeptive Afferenzen = Von der Haut kommende Nervenfasern (z.B. Temperaturrezeptoren)	Enterozeptive Afferenzen = Aus dem Körperinneren kommende Nervenfasern	
	Viszerozeptive Afferenzen = Von den Eingeweiden kommende Nervenfasern	Propriozeptive Afferenzen = Vom Bewegungsapparat kommende Nervenfasern (z.B. Mechanorezeptoren)

- Wurzelzellen sind Nervenzellen, deren Neuriten über Wurzeln das Rückenmark verlassen
- Strangzellen (=Projektionsneurone) sind Nervenzellen, deren Neuriten aus der grauen in die weiße Substanz übertreten, und in einem der Stränge des Rückenmarks auf- oder absteigen um zu höher oder tiefer gelegenen Kernen (=Zentren des Rückenmarks oder Gehirns) zu gelangen; dazu gehört zum Beispiel das zweite Neuron der protopathischen Sensibilität nach der Umschaltung im Rückenmark
- Die Axone von Binnenzellen teilen sich innerhalb der grauen Substanz, wo sie lokale Regelkreise speisen
- Ein Ganglion ist eine Ansammlung von Zellsomata, hat aber keine Bedeutung für die Verschaltung der Nervenzellen
- Ein Tractus ist ein Bündel von Nerven, die den gleichen Ansatzpunkt und ein ähnliches Ziel haben (z.B. Tractus spinobulbaris, Tractus spinothalamicus, Tractus spinocerebellaris, Tractus corticospinalis=Pyramidenbahn)

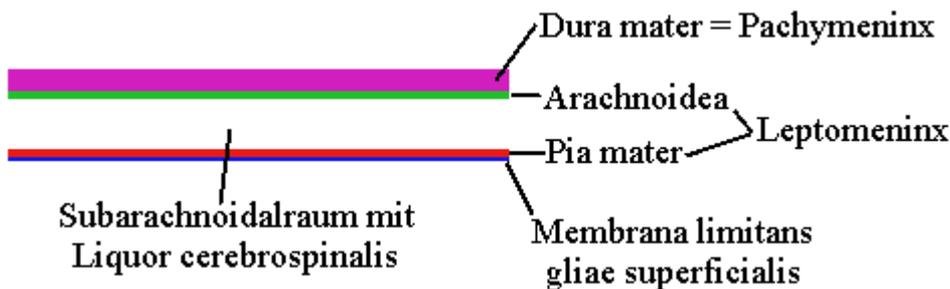
Aufbau des Rückenmarks:



- Die Spinalganglien am Rückenmark besitzen pseudounipolare Nervenzellen

3. Die Hüllen des ZNS:

- Pia mater:**
- Zartes Bindegewebe aus kollagenen Fibrillen
 - Enthält Arterien und Venen



- Arachnoidea (mater):**
- Besteht aus einem bindegewebigen Bälkchenwerk (=Trabeculae arachnoideae) und einer kontinuierlichen Gewebsplatte aus zartem Bindegewebe
 - Folgt nicht in die Sulci des Gehirns
 - Enthält Makrophagen
 - Zwischen Arachnoidea und Dura mater liegt ein ein- bis mehrschichtiger Verband epithelial aneinandergrenzender Zellen, das subdurale Neurothel (Mesothel)

- Dura mater:**
- Besteht aus straffem kollagenem Bindegewebe, enthält aber auch elastische Fasern
 - Dazwischen befinden sich eine mukopolysaccharidreiche Grundsubstanz und Fibroblasten

- Ependym:**
- Kleidet die Hirnventrikel und den Zentralkanal aus
 - Ist ein einschichtiger Zellverband aus Ependymozyten (Gliazellen)
 - Die Zellen besitzen Mikrovilli und Kinozilien aber keine Zonulae occludentes

- Plexus choroideus:**
- Einstülpung von Lamina choroidea und Tela choroidea in den Ventrikelraum
 - Bildet eine selektive Blut-Liquor-Schranke
 - Der Plexus choroideus produziert den Liquor cerebrospinalis

- Liquor cerebrospinalis:**
- Füllt die inneren Hohlräume des ZNS und den Subarachnoidalraum von Gehirn und Rückenmark
 - Bildet einen mechanischen Schutz und dient dem Ausgleich von Temperatur- und hydrostatischen Druckschwankungen
 - Enthält außer ein paar spezifischen Proteinen nur sehr wenig Eiweiß
 - Der Liquor cerebrospinalis wird im Plexus choroideus und im Interzellularraum produziert und befindet sich in ständiger Bewegung die u.a. durch den Kinozilienschlag des Ependyms aufrechterhalten wird
 - Der Liquor wird zum Teil über die Arachnoidalzotten in das Blut resorbiert, gelangt aber zum Teil auch in das Lymph- und Venensystem

4. Blut-Hirn-Schranke:

- Besteht aus dem geschlossenen Kapillarendothel, einer Basallamina und der Membrana limitans perivascularis gliae
- Zwischen den Endothelzellen existieren Tight junctions und es gibt kein transzelluläres, vesikuläres Transportsystem
- Lipidlösliche Moleküle können die Barriere überwinden, wasserlösliche müssen spezifische Transportsysteme benutzen

5. Aufbau des Gehirns:

Cortex (=Endhirn)		
Isocortex (=Großhirn): Ursprünglich 6-schichtig	Allocortex (1-3 schichtig)	
	Archicortex	Paläocortex

- Gyrus: Aufwerfungen der Gehirnoberfläche
- Sulcus: Vertiefungen der Gehirnoberfläche

- Aufbau der Großhirnrinde:**
1. Molekulare Schicht
 2. Äußere Körnerschicht: Besitzt Stern- und Korbzellen
 3. Äußere Pyramidenschicht
 4. Innere Körnerschicht: Besitzt ebenfalls Stern- und Korbzellen
 5. Innere Pyramidenschicht: Besitzt Betz-Riesenzellen
 6. Multifforme Schicht

- Aufbau der Kleinhirnrinde:**
1. Molekulare Schicht: Besitzt oberflächlich Sternzellen, tiefer gelegen Korbzellen
 2. Purkinje-Zellschicht: Besitzt Purkinje-Zellen
 3. Körnerschicht: Besitzt Körnerzellen und Golgizellen

Afferente Fasern:	Kletterfasern:	Kommen vom Ncl. olivaris inf. und enden an den Dendriten der Purkinje-Zellen
	Moosfasern:	Kommen vom Labyrinth und vom Rückenmark und enden an den Dendriten der Körner- und Golgizellen; die Axone der Körnerzellen, die sogenannten Parallelfasern, sind mit den Dendriten vieler Purkinje-Zellen verbunden
Efferente Fasern:	Axone der Purkinje-Zellen:	Sind die einzigen efferenten Fasern des Kleinhirns und haben vor allem einen hemmenden Einfluß auf die motorische Steuerung

- Das Kleinhirn dient der Regulation der Motorik und zusammen mit dem Labyrinth der Aufrechterhaltung des Körpergleichgewichts; es »glättet« die Bewegungen, koordiniert ihre zeitliche Abfolge und den Muskeltonus, löst aber keine Bewegungen selbst aus
- Eine Störung des Kleinhirns äußert sich in:
 1. Stand- und Gangunsicherheit (Ataxie), die im Gegensatz zu einer spinalen Ataxie nicht optisch kontrolliert werden kann, also auch bei geöffneten Augen auftritt
 2. Dys- (A-) diadochokinese: Die Koordination der rechten und der linken Körperhälfte ist unterschiedlich
 3. Dysmetrie: Zielgerichtete Bewegungen sind erschwert
 4. Der Muskeltonus ist allgemein erniedrigt
 5. Der Betroffene hat eine skandierende, abgehackte Sprache

XIII Sinnesorgane

1. Auge:

- Cornea:**
- Transparent, nicht durchblutet und sehr widerstandsfähig
 - Aus mehreren Schichten aufgebaut:

1. Epithel (5-6 Schichten unverhornter Zellen)
2. Bowman'sche Membran (zellfreie Kollagenschicht)
3. Stroma (Kollagenlamellen)
4. Descemet'sche Membran (Basallamina)
5. Endothel (einschichtig, flaches Mesothel)

- Die Cornea ist sehr gut sensibel versorgt
- Innerhalb der Kollagenlamellen liegen die Kollagenfibrillen dicht gepackt parallel; sie enthalten eine Kittsubstanz und eingelagerte Fibroblasten

- Iris:**
- Sie ist gegen die hintere Augenkammer durch eine Pigmentepithelschicht abgegrenzt, gegen die vordere Augenkammer bildet sie eine lückenhafte Lage verzweigter Mesothelzellen; dazwischen liegen ein lockeres Bindegewebe, Muskulatur, Gefäße und Nerven
 - Das Pigmentepithel und die Muskulatur entstammen embryonal dem neuroektodermalen Augenbecher, das Stroma und das Mesothel dem Mesenchym der Kopfganglienleiste

- Der M. sphincter pupillae und der M. dilatator pupillae entwickeln sich aus dem Pigmentepithel

Ziliarkörper:

- Sein unpigmentiertes Epithel sezerniert das Kammerwasser und wahrscheinlich auch die Hyaluronsäure des Glaskörpers
- Die Funktion des Pigmentepithels ist unbekannt
- Eine Kontraktion des M. ciliaris, der aus drei Schichten glatter Muskelzellen besteht, führt zu einer Erschlaffung der Linse

Linse:

- Sie besteht aus einer Kapsel, einem subkapsulären Epithel und Linsenfasern
- Der Linsenkörper läßt sich in eine weiche, zähe Rinde und einen festeren, weniger wasserhaltigen Kern untergliedern

Glaskörper (=Corpus vitreum):

- Er besteht zu 99% aus Wasser und ist zellfrei; der Rest besteht aus Hyaluronsäure und kollagenen Mikrofibrillen
- Bindegewebige Septen unterteilen den Glaskörper

Retina:

- Entwickelt sich aus der Augenblase und ist somit neuroektodermalen Ursprungs; von den zwei übereinanderliegenden Schichten des Augenbeckers wird das innere Blatt Stratum nervosum (Schichten 2-10), das äußere Stratum pigmentosum retinae (Schicht 1) genannt
- Die Retina ist nur an der Ora serrata, dem Übergang von der Pars optica zur Pars caeca retinae über dem Ciliarkörper und der Iris, sowie am Sehnervenaustritt an ihrer Unterlage befestigt, was die häufigen Netzhautablösungen erklärt
- Die gefäßfreie Fovea centralis in der Macula lutea ist der Ort des schärfsten Sehens, am Discus n. optici befindet sich der Sehnervenaustritt und keine Photorezeptoren; über den Discus n. optici tritt außerdem die A. centralis retinae in die Retina ein und teilt sich in einen oberen und einen unteren Ast, die sich jeweils wieder in einen nasalen und einen temporalen Zweig aufteilen
- Die Photorezeptoren der Retina bilden das 1. Neuron, die Bipolarzellen das 2. Neuron und die Ganglienzellen, deren Axone über den Sehnerv auf die Hauptzellen des Corpus geniculatum laterale projizieren, das 3. Neuron der Sehbahn
- Die Zapfen der Retina dienen dem Tages- und Farbsehen (photopisch), die Stäbchen dem Dämmerungssehen (skotopisch); es gibt im Menschlichen Auge ca. 110-125 Mio. Stäbchen und 5-7 Mio. Zapfen; in der Fovea centralis existieren ausschließlich Zapfen deren Dichte hier sehr hoch ist; außerdem fehlen hier die über dem Sinnesepithel liegenden Schichten, sodaß die Zapfen frei liegen
- Das Außensegment der Stäbchen und Zapfen enthält den Sehfärbstoff; es ist über ein Zilium mit dem Innensegment verbunden; daran schließt sich über eine Einschnürung (Außenfaser) der den Kern enthaltende Teil der Zelle an; die Innenfaser (Axon) leitet zum Endknöpfchen (Stäbchen) bzw. Endkolben (Zapfen) über
- Das Außensegment besteht aus Membranstapeln, deren äußerste Anteile abgestoßen und von den Pigmentepithelzellen phagozytiert werden; an der Basis des Außensegments werden neue Membranstapel synthetisiert und dann nach außen verschoben; in den Außensegmenten befindet sich das Sehpigment Rhodopsin, das aus dem Protein Opsin und dem Chromophor Retinal besteht
- Das Innensegment besteht aus einem distalen, azidophilen Ellipsoid, das mit Mitochondrien ausgefüllt ist, und einem proximalen basophilen Myoid in dem sich glattes ER, Ribosomen und Anteile des Golgi-Apparates befinden
- Die Bipolarzellen leiten die Information nach zentral weiter; man unterscheidet bei den Zapfen invaginierende von flachen Zapfenbipolarzellen, sowie diffuse von

Zwergbipolarzellen

- Die Horizontal- und Amakrinzellen bilden Quervernetzungen; man unterscheidet zwei Typen von Horizontalzellen: die Axone der HI-Zellen sind mit den Endknöpfchen der Stäbchen verbunden, die der HII-Zellen mit den Zapfenendkolben
- Die Müller-Zellen sind radiäre Gliazellen, die sich von der inneren bis zur äußeren Grenzmembran erstrecken; sie haben eine Funktion als Stützgerüst und als elektrischer Isolator
- Die Amakrinzellen sind Interneurone, die kein typisches Axon besitzen; es gibt mehr als 30 verschiedene Typen von Amakrinzellen
- Es lassen sich an der Retina lichtmikroskopisch zehn Schichten unterscheiden:
 1. Stratum pigmentosum: überzieht auch die inneren Flächen des Ciliarkörpers und der Iris; einschichtig isoprismatisches Epithel; die Zellen können abgeschilferte Partikel der Außensegmente der Photorezeptoren phagozytieren; außerdem ermöglichen sie den Stoffaustausch zwischen der Choroidkapillaris und den Photorezeptoren, regenerieren Retinal und schirmen die Außensegmente der Photorezeptoren vor Schädigung durch Photooxidation ab
 2. Stratum neuroepitheliale: Außen- und Innensegmente der Stäbchen und Zapfen
 3. Stratum limitans externum: liegt am Übergang des Myoids in die Außenfaser der Stäbchen bzw. das Zapfensoma; wird durch Zonulae adhaerentes zwischen den Müllerzellen und dem Innensegment von Stäbchen und Zapfen gebildet
 4. Stratum nucleare externum: besteht aus den Perikaryen der Stäbchen und Zapfen
 5. Stratum plexiforme externum: die Außenzone enthält die Axone der Zapfen und Stäbchen, die Mittelzone die Endknöpfe der Stäbchen und die Endkolben der Zapfen und die Innenzone die verzweigten Fortsätze der Bipolar- und Horizontalzellen; die Endkolben besitzen invaginierende Zellkontakte in Form der Triaden, flache synaptische Kontakte und seitliche Nexus mit anderen Zapfen oder Stäbchen; die Endknöpfe der Stäbchen besitzen meist nur eine Invagination
 6. Stratum nucleare internum: enthält die Perikaryen der Horizontal-, Bipolar-, Müller-, und Amakrinzellen (denen auch die interplexiformen Zellen zugeordnet werden)
 7. Stratum plexiforme internum: besteht aus Fortsätzen der Amakrin-, Bipolar-, und Ganglienzellen, die hier eine Vielzahl von Synapsen bilden
 8. Stratum ganglionare: enthält Ganglienzellen und deplazierte Amakrinzellen
 9. Stratum neurofibrarum: die Axone der Ganglienzellen laufen in der Nervenfaserschicht in radialer Richtung zur Papilla und bündeln sich dort zum N. opticus; die Axone verlaufen dabei in Faserbündeln
 10. Stratum limitans internum: besteht aus den Endfüßchen der Müllerzellen und Astrozyten sowie aus einer Basalmembran

Augenlider:

- Die Tarsi werden vom M. levator palpebrae und vom M. tarsalis geöffnet
- In den Haarschaft der Wimpern münden die Zeiss'schen Drüsen (Talgdrüsen); daneben liegen die Moll'schen Drüsen (Duftdrüsen) und die Meibom'schen Drüsen (Talgdrüsen)

Tränendrüse:

- Sie liegt oberhalb des lateralen Lidwinkels
- Die sezernierte Tränenflüssigkeit fließt über die Tränenpünktchen in die Tränenkanälchen, von dort in den Tränensack, und dann weiter über den Tränennasengang in den Meatus nasi inferior

Kammerwasser:

- Es wird vom unpigmentierten Epithel der Ziliarfortsätze in die hintere Augenkammer abgegeben
- Der Abfluß erfolgt im iridokornealen Winkel durch den Schlemm'schen Kanal in Kollektorvenen
- Das Kammerwasser besitzt eine Nährfunktion für die Linse und Teile der

2. Ohr:

- Das Mittelohr und die Paukenhöhle sind durch das Trommelfell getrennt
- Die Paukenhöhle, in der Hammer, Amboß und Steigbügel liegen, ist über die Tuba auditiva mit dem Pharynx verbunden
- Das Labyrinth liegt im Schläfenbein, ist mit Endolymphe gefüllt und von Perilymphe umgeben; die Hohlräume im Os temporale in dem das Labyrinth liegt werden als knöchernes Labyrinth bezeichnet

Schnecke und

Bogengangsystem:

- Die Endolymphe wird von der Stria vascularis der Schnecke gebildet
- Der vestibuläre Anteil des Innenohres besteht aus Sacculus, Utriculus und den drei Ductus semicirculares
- Die Sinneszellen der Cochlea sind die inneren und die äußeren Haarzellen die Stereozilien besitzen; die Sinneszellen der Cristae ampullares in den Bogengängen besitzen Stereozilien sowie ein Kinozilium
- Der Hohlraum der Schnecke wird in Ductus cochlearis, Scala vestibuli und Scala tympani unterteilt; zwischen dem Ductus cochlearis und der Scala vestibuli liegt die Reissner'sche Membran, und zwischen der Scala vestibuli und der Scala tympani die Lamina basilaris, auf der auch das Corti'sche Organ liegt
- Das Epithel der Stria vascularis ist das einzige Epithel des menschlichen Körpers, das Kapillaren besitzt; es pumpt Kalium in den Endolymphraum
- Die afferenten Neurone sind die bipolaren Nervenzellen des Ganglion spirale