

1. Atmungsorgane	2
1.1 Allgemeines	2
1.2 Trachea	3
1.3 Bronchien, Bronchioli und Bronchioli respiratorii.....	3
1.3.1 Bronchien	3
1.3.2 Bronchioli.....	4
1.3.3 Bronchioli respiratorii	5
1.4 Alveolarraum.....	5
1.4.1 Ductus alveolares.....	5
1.4.2 Alveolen	5
1.5 Abwehrmechanismen der Lunge	6
1.6 Blutversorgung der Lunge.....	6
1.7 Pleura und Pleurahöhle	6
2. Harnorgane.....	7
2.1 Allgemeines	7
2.2 Niere	7
2.2.1 Strukturmerkmale der Niere.....	8
2.2.2 Nephrone und Sammelrohre.....	8
2.2.3 Interstitium.....	10
2.2.4 Juxtaglomerulärer Apparat	10
2.2.5 Harnbildung	11
2.3 Ableitende Harnwege.....	11
2.3.1 Nierenbecken; Pelvis renalis	11
2.3.2 Harnleiter; Ureter	11
2.3.3 Harnblase; Vesica urinaria	11
2.3.4 Harnröhre; Urethra	11
2.3.5 Penis mit mündender Harnröhre	12
3. Endokrine Organe	12
3.1 Allgemeines	12
3.2 Organe und Zellen des endokrinen Systems	12
3.2.1 Endokrine Organe	12
3.2.2 Endokrine Zellgruppen und endokrine Einzelzellen.....	12
3.3 Aufgaben und Wirkung von Hormonen – Übersicht.....	12
3.3.1 Endokrine, parakrine und autokrine Signalgebung.....	13
3.3.2 Chemie der Hormone.....	13
3.3.3 Hormonspeicherung, -freisetzung, -transport und -abbau	13
3.3.4 Hormonrezeptoren	13
3.3.5 Regulation der Hormonbildung.....	14
3.4 Hypothalamus-Hypophysen-System	14
3.4.1 Hypothalamus – Übersicht	14
3.4.2 Hypophyse.....	14
3.5 Schilddrüse, Glandula thyroidea.....	15
3.5.1 Schilddrüsenfollikel	15
3.5.2 Follikelepithelzellen	15
3.5.3 Physiologische Vorgänge in den Follikelepithelzellen	15
3.5.4 C-Zellen.....	16
3.6 Nebenschilddrüsen	16
3.7 Nebennieren.....	17
3.7.1 Nebennierenrinde.....	17
3.7.2 Nebennierenmark	18
3.8 Pancreas, endokriner Teil: Langerhans-Inseln.....	18
4. Weibliche Geschlechtsorgane.....	19
4.1 Ovar - Eierstock.....	19
4.1.1 Oogenese und Follikelbildung	19
4.1.2 Ovarialhormone	20
4.1.3 Follikelstadien.....	21
4.1.4 Ovulation	21
4.1.5 Corpus luteum.....	21
4.1.6 Atretisches Follikel	22
4.2 Tuba uterina.....	22
4.3 Uterus	22
4.3.1 Corpus uteri	23
4.3.2 Zyklus des Endometriums (Menstruationszyklus)	23
4.3.3 Cervix uteri	24
4.4 Vagina.....	24
4.5 Plazenta.....	25
4.5.1 Übersicht über die wichtigsten Begriffe	25
4.5.2 Implantation und Entwicklung der Plazenta	25
4.5.3 Bau und Funktionen der reifen Plazenta	26
4.6 Mamma	27
4.6.1 Nicht-laktierende Brustdrüse	27
4.6.2 Laktierende Brustdrüse.....	27
4.6.3 Laktation	28

5. Männliche Geschlechtsorgane	28
5.1 Testis	28
5.1.1 Entwicklung.....	28
5.1.2 Aufbau und Gliederung des Hodens.....	28
5.1.3 Spermatozoon	29
5.1.4 Endokrine Funktion und Regulation des Hodens	29
5.2 Nebenhoden – Epididymis	30
5.3 Ductus deferens - Samenleiter.....	30
5.4 Glandulae vesiculosae - Bläschendrüsen	31
5.5 Prostata	31
5.6 Penis	32
5.6.1 Makroskopie – Übersicht	32
5.6.2 Aufbau des Penis	32
6. Mundhöhle	33
6.1 Lippe	33
6.2 Zunge	33
6.3 Kopfspeicheldrüsen	33
6.3.1 Glandula sublingualis.....	34
6.3.2 Glandula submandibularis	34
6.3.3 Glandula parotidea	34

1. Atmungsorgane

1.1 Allgemeines

- primäres Atmungsorgan: Lunge → Gasaustausch
 - o effektiver Gasaustausch: im Bereich der Alveolen im Inneren der Lunge
 - äußere Atmung: Gasaustausch in der Lunge
 - innere Atmung: Gewebeatmung: O₂-Verbrauch und CO₂-Bildung
 - o Blut-Luft-Schranke: dünne Gewebeschränke zwischen Luft und Blut → gebildet von Alveolarepithel und Endothel der Blutgefäße
- Atemwege:
 - o Fkt.: Erwärmen und Befeuchten der Luft; Zu- und Rückführen zu/aus Lunge; Reinigung von Schmutzpartikeln
 - o zu Atemwegen gehören:
 - Nasenhöhle
 - Nasennebenhöhlen
 - Rachen
 - Kehlkopf
 - Luftröhre
 - Bronchien → Bronchiolen → Bronchioli respiratorii
 - o Untergliederung der Atemwege in:
 - obere Atemwege: Nasenhöhle, Nasennebenhöhlen, Rachen, Kehlkopf
 - untere Atemwege: Trachea, Bronchien, Bronchiolen, Bronchiolo respiratorii
 - o allgemeiner Wandaufbau:
 - respiratorisches Epithel mit Kinozilien: mehrreihiges prismatisches Epithel mit Becherzellen
 - in Bronchiolen: einschichtig prismatisches Epithel
 - Lamina propria Bindegewebe
 - muköse Drüsen: Bildung eines Transport-Schleims
 - reich an elastischen Fasern

- Tunica fibro-musculo-cartilaginea: glatte Muskelschicht [mit Knorpelanteil]
 - Knorpelspangen → Bereich der Trachea
 - Muskulatur und Knorpelspangen über elastische Fasern verbunden

1.2 Trachea

- Durchmesser: rund 1.5 cm
- Verlauf vor dem Ösophagus
- Wandaufbau:
 - Tunica mucosa
 - respiratorisches Epithel
 - Flimmer-, Becher-, und Basalzellen
 - Kinozilien schlagen 12-20 mal pro Sekunde
 - einzelne Bürstsenzellen → wahrscheinlich Sinnesfunktionen
 - subepitheliales Bindegewebe mit Glandulae tracheales (seromukös)
 - eingeatmete Schmutzpartikel bleiben am Schleim hängen → von Kinozilien zum Rachen befördert → können ausgehustet oder geschluckt werden
 - Tunica fibro-musculo-cartilaginea
 - elastisches und straffes Bindegewebe
 - Ausbilden von Ligg. anularia
 - ca. 20 hufeisenförmige hyaline Knorpelspangen → liegen dorsal der Mm. tracheales
 - Fkt. der Knorpelspangen: Wandstabilisierung; verhindern Kollabieren des Lumens speziell beim Einatmen
- Innervation:
 - sympathisch: Erweiterung
 - Truncus sympathicus
 - parasympathisch: Verengung
 - N. vagus

1.3 Bronchien, Bronchioli und Bronchioli respiratorii

- System von sich wiederholt teilenden und enger werdenden Röhren
- Trachea teilt sich in 2 Stammbronchien [Bronchius sinister und dexter] → Lappen- und Segmentbronchien → Subsegmentbronchien → Bronchiolen → Bronchioli respiratorii

1.3.1 Bronchien

- Wandaufbau:
 - Tunica mucosa [Schleimhaut]
 - respiratorisches Epithel
 - *Kinozilien* schlagen rund 25 mal/sec → bewegen oberflächlichen Schleimfilm rachenwärts
 - *endokrine Drüsen*: Produktion von Serotonin, ADH¹ [Antidiuretisches Hormon], Somatostatin²

¹ ADH: gefäßverengende Wirkung

- Expression und Sekretion von Zytokinen, Wachstumshormonen und Adhäsionsmolekülen
- Lamina propria = subepitheliales Bindegewebe mit seromukösen Bronchialdrüsen
 - seromuköse Bronchialdrüsen: Bildung von Schleim, antibakteriellen Enzymen und Defensinen [Polypeptide mit breiter antimikrobieller Wirkung]
- BALT: bronchusassoziiertes lymphatisches Gewebe
 - Ansammlung von lymphatischem Gewebe aus Follikel- und Lymphozytenansammlungen
 - primär T-Lymphozyten
 - IgE-bildende Plasmazellen → Allergien
- Tunica fibro-musculo-cartilaginea
 - zirkulär verlaufende glatte Muskulatur
 - Venenplexus
 - Mantel aus unregelmäßig geformten Knorpelstücken und BG
 - hyaliner Knorpel
 - weiter distal: elastischer Knorpel
- Innervation:
 - sympathisch: erweitert Luftwege
 - Truncus sympathicus
 - parasympathisch: stellt Luftwege enger
 - N. vagus
 - Adrenalin wirkt über β_2 -Rezeptoren der Bronchialwege → Erweiterung
- Klinik: Bronchitis
 - vermehrte Schleimproduktion in Becherzellen und Bronchialdrüsen
- Klinik: Lungenkrebs
 - ist in 95% aller Fälle ein Karzinom des Bronchialepithels
 - klare Korrelation zwischen Bronchialepithelkarzinom und Rauchen
- Klinik: Asthma bronchiale
 - chronisch-entzündlicher Prozess sowie erhöhte Reaktion der Bronchialmuskulatur auf in der Luft transportierte Stimuli [→ Verengung]
- Klinik: Rauchen
 - setzt Kinozilienschlagfrequenz herab

1.3.2 Bronchioli

- von einem Bronchiolus wird 1 Lungenläppchen versorgt [1-2 cm Durchmesser]
- Aufzweigung in terminale Bronchioli
- Aufbau:
 - Durchmesser: 1-0,4mm
 - kein Knorpel
 - keine Drüsen
 - keine Becherzellen
 - einschichtiges, prismatisches Epithel mit Flimmer- und Clarazellen³ sowie vereinzelt endokrinen und serösen Drüsen
 - Clara-Zellen: Produktion von Surfactant [u.a.]

² Somatostatin: Hemmung von Gastrin und Pepsin [→ Pancreas]

³ Clara-Zellen sind Epithelzellen mit Sekretionsfunktion

- glatte Wandmuskulatur

1.3.3 Bronchioli respiratorii

- Übergangsregion zwischen Atemwegen und Alveolarraum
- Aufbau:
 - Durchmesser: 0,1 – 0,2 mm
 - prismatisches Epithel
 - kaum Bürstensaum
 - Clarazellen
 - dünnwandige Aussackungen des Epithels: Ductus alveolaris [siehe 1.4]
 - Pneumozysten II [!]
 - kräftige Muskulatur

1.4 Alveolarraum

- Def.: Raum, in dem Austausch der Atemgase O₂ und CO₂ stattfindet

1.4.1 Ductus alveolares

- gehen aus Bronchioli respiratorii hervor → 2-3fache Verzweigung
- weitleumige Öffnungen → enden blind mit einer Gruppe von Alveolen = Alveolarsack
 - Vergleich Maiskolben: Maiskörner sind Alveolen; Strunk ist Ductus alveolaris
- kaum eigene Wand: Abgrenzungen zwischen den einzelnen Alveolen → Septen

1.4.2 Alveolen

- bläschenförmig, sitzen dem Ductus alveolaris seitlich an
- Ort des Gasaustausch
- Aufbau: rundlich, 200-300 µm Durchmesser
- 300-400 Millionen Alveolen [beide Lungen zusammen]
- Wandaufbau:
 - Septum zwischen benachbarten Alveolen: Alveolarepithel mit Poren
 - Pneumozysten Typ I → flach
 - Pneumozysten Typ II = Niesenzellen → kubisch
 - enthalten in Lamellenkörpern: *Surfactant*
 - subepitheliales BG der Septen: Lungenintestitium
 - Blutkapillaren mit kontinuierlichem Epithel
 - Fibroblasten
 - Kollagenfasern
 - elastische Fasern
 - Proteoglykane
- Surfactant:
 - setzt Oberflächenspannung des Epithels herab → reduziert die Kollapsneigung der Alveolen → erleichtert Wiederausdehnung der Alveolen bei Inspiration
 - besteht zu 90% Phospholipid und 10% Protein
 - Klinik: bei Frühgeborenen ist Surfactant-System nicht ausgereift (Bildung ab 35. Woche) → Alveolen können sich nicht entfalten → Atemnotsyndrom

der Frühgeborenen → Therapiemöglichkeit: Surfactant-Ersatz in Lunge einbringen

- **Blut-Luft-Schranke:**
 - o gebildet von Kapillaren und Epithel der Pneumozyten I
 - o Atemgase diffundieren hindurch
 - o uneinheitliche Dicke: 2 +- 0,2 µm
- Alveolarmakrophagen: phagozitieren Staubpartikel und Bakterien, die in Lunge vorgedrungen sind
 - o massive Vermehrung bei Herzerkrankungen [?], häufigem Amphetamingenuss und Zigarettenrauch

1.5 Abwehrmechanismen der Lunge

- wichtigste Mechanismen:
 - o Hustenreflex
 - o mukoziliäre Clearance
 - o Sekretion unterschiedlicher antimikrobieller Proteine [Lysozym] und Peptide [Defensin]
 - o Sekretion von IgA → v.a. gegen Viren
 - o Sekretion von IgG → gegen Bakterien, Viren, Parasiten
 - o Alveolarmakrophagen
- Klinik: Lungenentzündungen: Bereich des gasaustauschenden Gewebes durch Bakterien, Viren, Pilze oder Parasiten entzündet → massive Beeinträchtigung der Atemfunktion → Verdickung des Alveolarendothels
- Klinik: fibrotische Lungenerkrankung: Bindegewebsvermehrung in Alveolarsepten: verdickte Diffusionsbarriere → schleicher Verlauf
- Klinik: Lungenödem: steigender Druck in Lungenvenen → Alveolarkapillaren öffnen sich durch zu großen Druck → Wasser ins BG bzw. in Alveolen

1.6 Blutversorgung der Lunge

- Vasa publica: Aa. pulmonales
 - o bringen sauerstoffarmes Blut in die Lunge
 - o begleiten Bronchien und Bronchioli
 - o Aufspaltung in terminale Arteriolen → gehen in dichtes Kapillarnetz über → Gasaustausch
- abfließende Venen mit sauerstoffreichem Blut: laufen zwischen Läppchen und Segmenten der Lunge
 - o immer größere Zusammenflüssen → münden schließlich am Hilum → Vv. pulmonales → führen sauerstoffreiches Blut zum linken Vorhof
- Vasa privata: Bronchialarterien aus der Aorta
- zahlreiche Anastomosen zwischen Lungen- und Bronchialarterien und -venen → geringfügige Herabsetzung des Sauerstoffsättigungsgrads

1.7 Pleura und Pleurahöhle

- parietale Pleura = Rippenfell
 - o dünnes Epithel [Mesothel]
 - o BG-Schicht mit Lymph- und Blutgefäßen
 - o keine sensible Innervation
- viszerale Pleura = Lungenfell

- dünnes Epithel [Mesothel]
- BG-Schicht mit elastischen Fasern, Lymph- und Blutgefäßen
- sensible Innervation durch N. phrenicus
- Pleuraflüssigkeit zwischen beiden Blättern → negativer Druck → Adhäsionskräfte → erlaubt Beweglichkeit der Lungenflügel bei In- und Expiration
 - Flüssigkeit: Ultrafiltrat aus Blutkapillaren
 - Resorption von Lymphgefäßen im parietalen Blatt
- Klinik: Pleuraergüsse: Resorptionsleistung der Lymphgefäße des parietalen Blatts überfordert
- Klinik: Pneumothorax: Luft gelangt in den Pleuraspalt → negativer intrapleuraler Druck wird aufgehoben → Lunge kollabiert → kann sich selbst wieder stabilisieren
- Klinik: Ventilpneumothorax = Spannungspneumothorax: Luft gelangt in Pleuraspalt und kann nicht mehr entweichen → Ventilmechanismus → intrathorakaler Druck steigt massiv an [Atemnot → mehr Atmen] → benachbarte Organe [Herz und zu- und abführende Gefäße, v.a. Vv. cavae!] werden abgedrückt [→ Tachykardie]; Hypoxie; Schock ⇒ auf betroffener Seite keine Atemgeräusche

2. Harnorgane

2.1 Allgemeines

- Harnorgane:
 - Nieren als harnbereitende Organe
 - ableitende Harnwege: Harnleiter, Harnblase, Harnröhre
- Harn- und Geschlechtsorgane entwickeln sich partiell gemeinsam: Urogenitalorgane

2.2 Niere

- lebenswichtiges Organ
- zentrale Funktionen:
 - Kontrolle des Wasser- und Salzhaushalts → konstantes Volumen und Osmolarität⁴ des EZR
 - Überwachung und Steuerung des Säure-Basen-Haushalts
 - Ausscheiden von Endprodukten des Protein-, Purin- und Stickstoff-Stoffwechsels [Harnsäure und Harnstoff] oder Fremdstoffen [Medikamente und deren Metaboliten]
 - Stoffwechselfunktionen → Argininsynthese aus Citrullin
 - Bildung von Hormonen und Gewebefaktoren [EPO, Angiotensin II, Renin, Prostaglandine und Calcitriol]
 - Kontrolle des arteriellen Blutdrucks
- Niere hat Ultrafiltersystem → Tubuli [s.u.]
 - Filtration von 140 – 180 Liter Primärharn/Tag [!!]
 - während Passage durch Tubulussystem: 99% der Flüssigkeit rückresorbiert → Sicherstellung, dass ausschließlich toxische bzw. reichlich vorhandene Stoffe ausgeschieden werden

⁴ Osmolarität: Anzahl der osmotisch wirksamen Teilchen pro Liter Untersuchungslösung ↔ Osmolalität: Anzahl der osmotisch aktiven Teilchen pro Kilogramm Untersuchungslösung

2.2.1 Strukturmerkmale der Niere

- Allgemeines:
 - o paarig angelegtes Organ
 - o jeweils ~ 10cm lang, 5cm breit und 4cm dick
 - o 120-300g
 - o Lage: retroperitoneal
- Nierenrinde = Cortex renalis:
 - o bis zu 10mm dick
 - o Untergliederung durch Markstrahlen = Nierenlabyrinth
 - o als „Nierensäulen“ [Bertini-Säulen] reicht Cortex bis ins Mark
- Nierenmark = Medulla renalis:
 - o Untergliederung in 7-9 Markpyramiden → von Rindensubstanz umgeben
 - Basis nach außen gerichtet
 - Spitze = Papilla renalis ist nach innen gerichtet; umgeben von Nierenkelch
 - o Markstrahlen [= Bündel von Sammelrohren] ziehen von Basis in die Rinde: Untergliederung in Nierenlabyrinth
- Blutgefäße:
 - o ungewöhnlich reiche Versorgung mit Blutgefäßen
 - o erhält rund 25% des Herzminutenvolumens
 - o Eintritt der A. renalis am Nierenhilum
 - Aa. interlobares: zwischen Pyramiden und Nierensäulen; Versorgung der Nierenkapsel
 - Aufteilung in Aa. arcuatae: verlaufen bogenförmig im Bereich der Mark-Rinden-Grenze
 - Abzweigungen von Arteriolae afferentes
 - Aufzweigung in dünne Äste: gehen in Kapillarknäuel des Glomerulus über
 - Ende des Glomerulus-Kapillarknäuels: Arteriolae efferentes: Versorgung der Tubuli der Rinde
 - Zusammenfluss: Vasa recta: Versorgung des Marks
 - Zusammenfluss zu Vv. arcuatae
 - Zusammenfluss zu Vv. interlobares
- Lymphgefäße:
 - o intralobuläre Lymphgefäße in der Rinde
 - o Zusammenfluss zu interlobulären Gefäßen → ziehen zu Aortanahen Lymphgefäßen

2.2.2 Nephrone und Sammelrohre

- klassische Baueinheit der Niere: Nephron = Nierenkörperchen + unverzweigte Nierentubuli
 - o 1,2 Millionen Nephrone pro Niere
- Nephrone:
 - o **Nierenkörperchen** [Malphigi-Körperchen]: Ultrafiltration des Bluts
 - Bowman-Kapsel
 - äußeres Blatt: aus Epithel
 - inneres Blatt: aus Epithelzellen: Podozyten

- übernehmen die Ultrafiltration
 - haben Füßchenfortsätze: Verzahnung mit benachbarten Zellen
 - Zwischenraum: Filtrations- = Kapselraum
 - Glomerulus = Kapillarknäuel
 - diskontinuierliches Endothel ohne [!] Diaphragma
 - Poren halten Blutzellen zurück
 - Mesangium
 - bindegewebiger Innenraum zwischen Kapillaren
 - Mesangiumzellen: sezernieren Prostaglandine & können phagozytieren
 - Gefäßpol [Arteriola afferens & efferens] und Harnpol [proximaler Tubulus]
 - **Nierentubulus**
 - proximaler Tubulus mit Pars convolute [geknäult] und Pars recta [gestreckt]
 - Beginn am Harnpol des Nierenkörperchens
 - relative enges Lumen
 - prismatisches, eosinophiles Epithel mit Bürstensaum und Glykokalix
 - Fkt.: Großteil der Wasserrückresorption [70-80%]; Rückresorption von Glucose, AS, Proteinen, ...
 - intermediärer Tubulus mit Pars descendens und ascendens
 - flaches Wandepithel ohne Bürstensaum
 - distaler Tubulus mit Pars recta und convolute
 - kubisches helles Epithel mit Mikrovillibesatz
 - weites Lumen
 - Übergang zwischen beiden Abschnitten: Macula densa
 - Fkt.: Rückresorption von Na^+ und Cl^-
 - Verbindungstubulus
 - zwischen distalem Tubulus und Sammelrohr
 - Henle-Schleife: Pars recta des proximalen Tubulus; intermediärer Tubulus und Pars recta des distalen Tubulus
- Blut-Harn-Schranke:
 - gebildet von Endothel der Glomerulus-Kapillare; Basallamina von Podozyten und Glomerulus-Kapillare; Podozytenfüßchen
- Prinzip der Ultrafiltration:
 - Glomeruli beider Nieren produzieren ~ 125ml Primärharn/Minute
 - Primärbarriere für Proteine: Basallamina
 - Porengröße
 - negative elektrische Ladung
- Sammelrohr:
 - kortikale Sammelrohre
 - äußere medulläre Sammelrohre
 - innere medulläre Sammelrohre
 - Verlauf: in Markstrahlen → immer größere Zusammenflüssen → Mündung an Spitze der Nierenpyramiden in den Nierenkelch
 - Epithelauskleidung
 - 2 Zelltypen:

- Schaltzellen:
 - dunkle Zellen
 - aktive H⁺-Sekretion ins Rohrlumen
 - Rückresorption von K⁺ → H⁺-K⁺-ATPase
 - Hauptzellen:
 - kräftiger Mikrovillisaum
 - Wasserrückresorption [20-30%] → bei erhöhtem Bedarf öffnet ADH [Antidiuretisches Hormon] Aquaporine [→ sonst sind Sammelröhre wasserdicht]
- Klinik: Diabetes insipidus: erhöhte Wasserausscheidung aufgrund von ADH-Mangel [z.B. durch Blutungen im Hypophysenstiel] → Wasser kann in Sammelröhren kaum oder gar nicht mehr rückresorbiert werden

2.2.3 Interstitium

- Raum zwischen Nierentubuli und Sammelröhren
- BG aus Fibroblasten, wenig Kollagenfasern und Proteoglykanmatrix
- Bildung von:
 - EPO [Erythropoetin]
 - Prostaglandinen und Bradykininen → Regulation der Nierendurchblutung
 - Calcitriol [Metabolit für Vitamin D]
 - Thrombopoetin
 - Renin [= Enzym!]⁵

2.2.4 Juxtaglomerulärer Apparat

- Lage: im Bereich des Gefäßpols des Nierenkörperchens
- Anteile:
 - Macula densa
 - transportierende Epithelzellen → Übergang zwischen Pars convoluta und Pars recta des distalen Tubulus
 - granuliert juxtaglomeruläre Zellen
 - ausschließlich in der Wand der Arteriolae afferentes
 - spezialisierte glatte Muskelzellen mit Sekretionsgranula: Reninspeicherung
 - extraglomeruläre Mesangiumzellen
 - Steuerung des Na⁺-Gehalts der distalen Tubuli
 - in Arteriolae afferentes und efferentes
 - über gap junctions mit intraglomerulären Mesangiumzellen verbunden
- Funktionen:
 - Bildung von Angiotensin II
 - Regulation über Renin
 - blutdruckbeeinflussend → beeinflusst Nierendurchblutung = Filtrationsleistung
 - fördert Aldosteron-Ausschüttung: fördert Na⁺-Retention [Rückhaltung]

⁵ blutdruckregulierend → wirkt gegen Blutdruckabfall; Ausschüttung bei zu geringer Na⁺-Konzentration in der Niere [= zu wenig Flüssigkeit] → bei Stenose der A. renales wird „fälschlicherweise“ ebenfalls vermehrt Renin ausgeschüttet → führt zu Hypertonie

2.2.5 Harnbildung

- Primärharn entsteht im Bereich der Nierenkörperchen: ~180 Liter/Tag
- definitiver Harn: ~1,5 Liter/Tag; hyperton

2.3 Ableitende Harnwege

- System von Hohlorganen → Aufnahme, Speicherung und Weiterleitung des definitiven Harns
 - o Mann: Harn-Samen-Röhre: Harnröhre dient auch der Ableitung von Spermien
- genereller Wandaufbau:
 - o Tunica mucosa
 - Lamina epithelialis: Urothel
 - Zahl der Epithelschichten ändert sich mit Dehnung → Oberfläche bleibt allerdings immer geschlossen
 - bedeckt von Deckzellen = dunkler Streifen bestehend aus Vesikeln = Crusta
 - Plaques = Uroplakine = Proteine zum Schutz vor Harnsäure
 - Lamina propria
 - o Tunica muscularis
 - ermöglicht peristaltische Wellen
 - Stratum longitudinale
 - Stratum circulare
 - [Stratum longitudinale externum]
 - o Tunica adventitia

2.3.1 Nierenbecken; Pelvis renalis

- sammelt aus den Sammelrohren austretenden Harn
- Besonderheit im Aufbau:
 - o Tunica muscularis hat 3. Schicht: Stratum longitudinale externum

2.3.2 Harnleiter; Ureter

- paariges Organ
- 20-30cm lang
- 5-7mm dick
- geht aus Nierenbecken hervor; Mündung in Harnblase
- sternförmiges Lumen
- typischer Aufbau [s.o.]

2.3.3 Harnblase; Vesica urinaria

- eiförmiges, hohles Harnsammel- und speicherorgan
- Harnabgabe reguliert
- 350ml: Harndrang
- typischer Aufbau [s.o.]

2.3.4 Harnröhre; Urethra

- Harn wird nach außen geleitet
 - o Frau: 3-4cm lang
 - o Mann: 20-25cm lang

- Anfangsschicht: mit Urothel ausgekleidet
- Mittelteil: mehrschichtig prismatisches Epithel
 - o sensible intraepitheliale Nervenendigungen
- Ausmündungsbereich: mehrschichtig unverhorntes Epithel

2.3.5 Penis mit mündender Harnröhre

- Beginn: mehrschichtiges zylindrisches Epithel
- Glandulae urethrales: schleimproduzierend: Harnschutz
 - o lange und kurze intraepitheliale Drüsen
- vereinzelt einschichtiges Epithel

3. Endokrine Organe

3.1 Allgemeines

- Endokrine Organe sind Drüsenorgane → Sekretabgabe nach „innen“ = in den Blutstrom
- Sekret: Hormone → Bindung an Rezeptoren und Aktivierung spezifischer Stoffwechselprozesse
- proteinbildene endokrine Zellen: spezifische dichte Sekretionsgranula
- Steroidhormon-produzierende endokrine Zellen: viel glattes ER, tubuläre Mitochondrien, *keine* Sekretionsgranula
- Regulation über Signalmoleküle: Hormone
- Interaktion zwischen Endokrinem System, Immunsystem und Nervensystem

3.2 Organe und Zellen des endokrinen Systems

3.2.1 Endokrine Organe

- Hypophyse
- Epiphyse → keine Drüse, sondern hormonbildendes Lichtsinnesorgan → kein epithelialer Aufbau → neuronale Herkunft
- Schilddrüse
- Nebenschilddrüsen
- Nebennieren
- Ovar und Hoden
- reiche Blutversorgung der endokrinen Organe: fenestrierte Kapillaren

3.2.2 Endokrine Zellgruppen und endokrine Einzelzellen

- auch nicht-endokrine Organe haben endokrine Zellgruppen
- wichtigste Beispiele:
 - o disseminierte endokrine Zellen im Magen-Darm-Trakt
 - o Langerhans-Inseln im Pancreas
 - o Herz: Bildung von ANP und BNP
 - o Niere: Bildung von Angiotensin II; Renin [Enzym]
- Struktur: endokrine Drüsen sind meist Epithelzellen

3.3 Aufgaben und Wirkung von Hormonen – Übersicht

- wesentliche Funktionen:
 - o Regulation von Wachstum, Fortpflanzung und Entwicklung

- Stoffwechsel
- Regulation von Homöostase, Ernährung, Wasser- und Mineralhaushalt

3.3.1 Endokrine, parakrine und autokrine Signalgebung

- endokrin: Abgabe der Hormone in die Blutbahn
 - Bsp.: Schilddrüsenhormone Triiodthyronin [T3] und Thyroxin [T4]
- neuroendokrin: Nervenzellen geben Hormone ins Blut ab
- parakrin: Hormone diffundieren durch Bindegewebe zu nahe gelegenen [!] Zielzellen
 - Bsp.: Zytokine, Histamine, Prostaglandine, Thromboxane, Somatostatin
- autokrin: Signalmoleküle wirken auf produzierende Zelle selbst zurück → Regulation der Differenzierungsrichtung in Embryonal- und Fetalentwicklung
 - Bsp.: Prostaglandine [!]

3.3.2 Chemie der Hormone

- unterschiedliche Substanzklassen:
 - Proteine
 - Steroide
 - Aminosäurederivate [Schilddrüsenhormone, Dopamin, Serotonin, Adrenalin]

3.3.3 Hormonspeicherung, -freisetzung, -transport und -abbau

- Speicherung:
 - Proteo- und Polypeptidhormone: Speicherung in zytoplasmatischen Sekretgranula
 - steroidhormonbildende Zellen: Speicherung in nicht-granulärer Form im Zytoplasma → kurze Speicherkapazität
- Freisetzung:
 - Proteo- und Polypeptidhormone: per Exozytose
 - Steroidhormone: per Diffusion
- Transport:
 - meist in gelöster Form im Blutplasma → kurze HWZ von 3-7 Minuten [!]
 - Schilddrüsen- und Steroidhormone: an Proteine gebunden, z.B. Albumin
- Abbau:
 - in Zielorganen von Proteasen

3.3.4 Hormonrezeptoren

- Zielzellen sind mit spezifischen Rezeptormolekülen ausgestattet → intrazellulär oder in der Membran
- zytoplasmatische und nukleäre Rezeptoren:
 - v.a. für Steroidhormone → durchqueren die Zellmembran und erreichen Rezeptor per Diffusion
 - Hormon-Rezeptor-Komplex bindet an spezifische regulatorische Sequenz der DNA → Transkription bzw. Hemmung der Transkription bestimmter Gene
- Rezeptoren der Zellmembran:
 1. Rezeptoren mit 7 Transmembrandomänen
 2. Tyrosinkinase-Rezeptoren
 3. Serinkinase-Rezeptoren

- 4. Zytokin-Rezeptoren
- 5. Guanylylzyklase-Rezeptoren
- Second messenger: Hormon-Rezeptor-Bindung bewirkt oft Freisetzung eines 2nd messengers im Zellinneren → Bsp.: Calcium

3.3.5 Regulation der Hormonbildung

- [seltene] positive und [häufige] negative Rückkopplungskontrolle: glandotrope Hormone aus der Adenohypophyse kontrollieren Hormonbildung → unterstehen der Kontrolle hypothalamischer Neurohormone
- Rückkopplungsmechanismen wirken innerhalb von Minuten bis Stunden → schnelle Regulation möglich

3.4 Hypothalamus-Hypophysen-System

3.4.1 Hypothalamus – Übersicht

- übergeordnetes Zentrum des endokrinen Systems und des Nervensystems
 - o Brücke zwischen ZNS und endokrinem System [speziell Adenohypophyse]
 - o Regulation durch Steuerhormone: steuern Hormonbildung der Adenohypophyse
- = Boden des Zwischenhirns
- Produktion von:
 - o ADH = Antidiuretisches Hormon
 - o Oxytocin → bewirkt Kontraktion der Gebärmutter bei Geburtseinleitung; ähnliche Struktur wie ADH → kann ich hohen Dosen ähnlich wirken
 - o Inhibiting-Hormone = Statine → hemmen die Sekretion der Adenohypophyse

3.4.2 Hypophyse

- Lage: unmittelbar unterhalb des Hypothalamus, zwischen äußerem und innerem Blatt der Dura mater
- komplexe Gefäßversorgung:
 - o links und rechts je eine obere und untere Hypophysearterie
 - o Pfortadergefäße
- Untergliederung:
 - o **Adenohypophyse** = Hypophysenvorderlappen = Lobus anterior
 - dicht gelagerte endokrine Drüsen, getrennt von dünnem BG
 - feine Kapillaren, fenestriert
 - Untergliederung in
 - Pars distalis [vorn, größter Teil]: Großteil der endokrinen Drüsen
 - Pars intermedia [Grenze zum HHL]
 - Pars tubularis [Trichterlappen am Hypophysenstiel]
 - Zelltypen:
 - azidophile Zellen
 - o laktotrope Zellen [20%]: Produktion von Prolaktin
 - o somatotrope Zellen [50%]: Produktion von Wachstumshormon STH
 - basophile Zellen

- gonadotrope Zellen [10%]: Produktion von keimdrüsenstimulierenden Hormonen
- thyreotrope Zellen [5%]: Produktion von thyroideastimulierendem Hormon [TSH]
- kortikotrope Zellen [20%]: Produktion von adrenokortikotropen Hormonen [ACTH]
- chromophobe Zellen: keine Granula
 - erschöpfte, degranulierte endokrine Zellen
 - Klinik: Akromegalie: vermehrte Bildung von somatotropen Hormonen im Erwachsenenalter [nach Epiphysenschluss]
- **Neurohypophyse** = Hypophysenhinterlappen = Lobus posterior
 - Teil des Hypothalamus → besteht folglich aus Nervengewebe
 - zahlreiche Nervenfortsätze mit ADH und Oxytocin [in Perikarya produziert]
- Anschwellen der Hormongranula in den Axonen: bezeichnet als Herring-Körper
 - zahlreiche Gliazellen: Pituizyten

3.5 Schilddrüse, Glandula thyroidea

3.5.1 Schilddrüsenfollikel

- funktionelle Einheit der Schilddrüse = Schilddrüsenfollikel
 - geschlossene, sackförmige Gebilde
 - Durchmesser ~200µm
- Wand: einschichtiges Epithel → Produktion von Schilddrüsenhormonen
 - außen Basallamina
- Lumen der Follikel: mit Kolloid → Speicherort von Thyreoglobulin (Speicherform der SD-Hormone)
- dichtes Kapillarnetz (Blut- und Lymphkapillaren) in schmalen Septen zwischen Follikeln

3.5.2 Follikelepithelzellen

- Funktion: Sekretion der Schilddrüsenhormone
- Zellkern: groß, rund, euchromatinreich
- Apikalmembran: einige Mikrovilli und Kinozilien
- zwischen den Zellen:
 - Zonula occludens = tight junctions
 - Zonula adhaerens → mechanische Verankerung
 - Desmosomen → Ansatzpunkte von Intermediärfilamenten
 - gap junctions → elektrische und metabolische Funktionseinheit
- zahlreiche Granula: Lysosomen

3.5.3 Physiologische Vorgänge in den Follikelepithelzellen

- Fkt.: Bildung von **Thyroxin (T4)** und *Triiodthyronin (T3)*
 - bestehen beide aus Thyrosin
 - Bildung der Vorstufe (Prohormon) Thyroglobulin
 - noch nicht iodiniert
 - Exozytose ins Follikellumen → Lagerung
 - Iodinierung: durch Na⁺-I⁻-Symporter

- Katalysator der Iodinisierung: Thyroperoxydase → auf Membran
- Fkt. von T3 und T4:
 - stoffwechselsteigernd (→ O₂-Verbrauch ↑, Energieumsatz ↑, Wärmehaushalt ↑)
 - wichtig für Wachstum generell
 - wichtig für Entwicklung des Nervensystems speziell
- täglicher Iodbedarf (in Deutschland): ~200µg
- primär Abgabe von T4 ins Blut → wird in Zielzelle zu T3
 - wesentlich höhere Affinität der Zielzellen für T3 → wesentlich höhere Wirksamkeit
- Transport im Blut:
 - Großteil: an Plasmaproteine gebunden (z.B. Albumin)
 - kleiner Teil: frei → ausschließlich dieser Teil steht Zielzellen zur Verfügung
- Regulation der Schilddrüsenfunktion: TSH: Thyroideastimulierendes Hormon
 - Peptidhormon, Bildung im Hypophysenvorderlappen
 - spezifische TSH-Rezeptoren an Follikelepithel: Stimulation der Funktion des Epithels = Aktivierung
 - Stimulation von TSH durch TRH aus Hypophysenvorderlappen
 - aktivierte Schilddrüse: hohes Follikelepithel & kleine Follikel
 - nicht-aktivierte Schilddrüse: flaches Follikelepithel & große Follikel („Stapeldrüse“)
- Klinik: Hypothyreose: Unterfunktion der Schilddrüse, z.B. durch Iodmangel in Nahrung, chronische Schilddrüsenentzündung, Autoimmunerkrankung (Hashimoto-Thyreoditis), Entwicklungsstörung der Schilddrüse, fehlende Schilddrüse (selten) → gesamter Stoffwechsel ↓
 - Strumabildung: vermehrte Stimulation durch TSH
- Klinik: Hyperthyreose: Überfunktion der Schilddrüse, meist infolge der Basedow-Krankheit: TSH stimuliert mehr (Ursache unklar)
 - ebenfalls Strumabildung möglich

3.5.4 C-Zellen

- = parafollikuläre Zellen
- Fkt.: Bildung von Calcitonin
 - fördert Einbau von Ca²⁺ in Knochen
 - Hemmung der Osteoklasten → Ca²⁺-Blutspiegel ↓
 - Stimulation der renalen Ca²⁺-Ausscheidung → Ca²⁺-Blutspiegel ↓
- nur histochemisch erkennbar; lagern sich basal den Follikelzellen an

3.6 Nebenschilddrüsen

- = Epithelkörperchen
- Mensch hat 4 Nebenschilddrüsen → weizenkerngroß
- der Schilddrüse paarig angelagert, dorsal
- Fkt.: Bildung von PTH = Parathormon → zentrale Rolle für Ca²⁺-Stoffwechsel → Peptidhormon
- Zelltypen:
 - kleine Epithelzellen
 - Hauptzellen: Hormonbilder → liegen im Parenchym
 - variabler Gehalt an Glykogen: unterschiedlich helle Färbung
 - dunkle Zellen: aktiv, Glykogen-arm

- helle Zellen: inaktiv, Glykogen-reich
- oxyphile Zellen
- Fettzellen
- Wirkung von PTH:
 - Erhöhung des Ca^{2+} -Blutspiegels
 - Mobilisierung von Ca^{2+} aus Knochen
 - Senkung der renalen Ca^{2+} -Ausscheidung durch Steigerung der renalen Ca^{2+} -Rückresorption
 - Aktivierung von Osteoblasten → aktivieren Osteoklasten: Abräumung von Knochen-EZR und somit Ca^{2+} -Freisetzung
 - Stimulation der Bildung von Calcitriol: stimuliert Ca^{2+} -Rückresorption im Darm
- kllinik: Hypoparathyroidismus: Unterfunktion oder Fehlen der Nebenschilddrüse (z.B. durch versehentliche Entfernung bei OP): Hypocalcämie → Übererregbarkeit des neuromuskulären Systems → generalisierte Muskelkrämpfe
- kllinik: Hyperparathyroidismus: Überfunktion: Hypercalcämie: Steinbildung in Harnwegen; vermehrter Knochenumbau → Gefahr der Spontanfraktur

3.7 Nebennieren

- Lage: am oberen Pol in der Fettkapsel der Nieren
- besonders gute Versorgung mit Blut (3 gesonderte Aa. suprarenales)
- entwicklungsgeschichtlich und funktionell unterschiedliche Teile:
 - Nebennierenrinde: ~ 80%
 - Nebennierenmark ~ 20%
 - jedoch: enge funktionelle Zusammenarbeit in „Stressreaktion“

3.7.1 Nebennierenrinde

- außen: bindegewebige Kapsel
- Aufbau:
 - Zonula glomerulosa
 - Bildung von Mineralkortikoiden, z.B. Aldosteron
 - schmale Zone direkt unter Kapsel
 - azidophile Zellen in H.E.
 - Regulation durch Renin-Angiotensin-System
 - Zonula fasciculata
 - Bildung von Glukokortikoiden, z.B. Cortisol
 - breite mittlere Schicht
 - Zellen: Lipidtropfen
 - Regulation durch ACTH (aus Hypophysenvorderlappen)
 - Zonula reticularis
 - Bildung von Vorstufen von Sexualhormonen: anabole Androgene
 - Bildung von Glukokortikoiden
 - Regulation durch ACTH (aus Hypophysenvorderlappen)
 - Ausgangsstoff aller Steroidhormone des Kortex: Cholesterin
- kllinik: Morbus Cushing: Überfunktion der NNR, Überproduktion von Glukokortikoiden → Symptome: Stammfettsucht, Bluthochdruck, Osteoporose
- kllinik: Conn-Syndrom: durch Aldosteron-bildendes Adenom verursacht

- **κlinik:** Morbus Addison: Unterfunktion der NNR → feststellbar erst bei rund 90% Ausfall → unbehandelt tödlich

3.7.2 Nebennierenmark

- Aufbau: modifizierte sympathische Neurone
- Bildung von Adrenalin und Noradrenalin
- Besonderheit des Marks: Drosselvenen
- Zelltypen
 - o Markzellen:
 - nach Fixierung: gelblich-braune Färbung
 - o multipolare Ganglienzellen
- Klinik: Phäochromozytome: Katecholamin-sezierende Tumore → häufig Blutdruck ↑; nur in ~ 10% bösartig

3.8 Pancreas, endokriner Teil: Langerhans-Inseln

- Sezernierung der Hormone Insulin und Glukagon
 - o Insulin: Senkung des Blutzuckerspiegels
 - Ausschüttung während oder nach Mahlzeit
 - fördert Aufnahme und Verwertung von Glucose durch Leber-, Fett- und Muskelzellen
 - Abbau von Eiweißen
 - wichtig für Wachstum→ generell: anabole Wirkung: Speicherung von Nährstoffen
 - o Glucagon:
 - Peripherie: insulinantagonistische Wirkung → Erhöhung des Blutzuckerspiegels durch Förderung des Glykogen-Abbaus in Leber
 - Langerhans-Inseln: Stimulation der Insulinsekretion
- Aufbau:
 - o rund 1-2 Millionen Inseln
 - o Inseln = Zellansammlungen: 2000-3000 endokrine Zellen
 - o Zelltypen:
 - A-Zellen: Glukagon-Produktion
 - o wesentlich hellere Färbung
 - B-Zellen: Insulin-Produktion
 - o dunklere, braune Färbung
 - D-Zellen: Somatostatin-Produktion → Hemmung von Insulin- und Glukagon-Sekretion
 - PP-Zellen (pankreatisches Polypeptid bildende Zellen): vermutlich (!) Hemmung der Pankreas-Sekretion→ immunhistochemische Unterscheidung
 - o Interaktion der Zellen untereinander
 - Somatostatin: hemmt Freisetzung von Insulin und Glukagon
 - Insulin: hemmt Abgabe von Glukagon
 - Glukagon: fördert Freisetzung von Insulin
 - o nervale Stimulation:
 - N. vagus fördert Freisetzung von Insulin
 - sympathische Fasern hemmen Freisetzung von Insulin
 - Sympathikus fördert Freisetzung von Glukagon
- Gefäßversorgung:

- reiche Versorgung
- Inselgefäße: weitleumige, fenestrierte kapilläre Gefäße
- 1-3 Arteriolen versorgen 1 Insel
- insuloazinäre Portalgefäße: münden in Kapillarnetz der Azinuszellen → führen Azinuszellen hormonreiches Blut zu → Beeinflussung der Sekretion der Azinuszellen
- großer Abfluss über V. portae hepatis
- klinik: Diabetes mellitus: Insulinineffizienz → erhöhter Blutzuckerspiegel (bis hin zur Glukosurie)

4. Weibliche Geschlechtsorgane

4.1 Ovar - Eierstock

- weibliche Keimdrüse:
 - Vermehrung und Differenzierung der Eizellen
 - Produktion der weiblichen Geschlechtshormone:
 - Steroidhormone
 - Östrogene
 - Androgene
 - Progesteron
- Unterteilung in
 - Rinde
 - Peritonealepithel → kubisches Epithel = Keimepithel
 - Einfaltung in Krypten und Zysten → Ausgangsort für pathologische Prozesse
 - Tunica albuginea → BG-Schicht = spinozelluläres BG mit Follikeln in unterschiedlichen Entwicklungsstadien
 - Primordialfollikel
 - Primärfollikel
 - Sekundärfollikel
 - Tertiärfollikel
 - Gelbkörper
 - atretische Follikel
 - Mark:
 - lockeres BG
 - zahlreiche Lymph- und Blutgefäße

4.1.1 Oogenese und Follikelbildung

- erste Keimzellen (Oogonien) entstehen in 3. Schwangerschaftswoche
- zwischen 5. und 6. Monat: 7 Millionen Einzellen in beiden Ovarien; danach Rückgang der Zahl durch Atresie
- bei Geburt: rund 1 Millionen Eizellen
- bei 1. Monatsblutung: rund 400.000 Eizellen
 - Meiose bis Prophase I; genau; Diaktyotän = Ruhephase der Eizellen
 - Weiterführung der Meiose I: zum Zeitpunkt des Eisprungs
 - Weiterführung der Meiose II: zum Zeitpunkt der Befruchtung
- Weiterentwicklung der Ovarfollikel nach Primordialfollikel: erst in Pubertät
- relevante Hormone für Follikelentwicklung:
 - FSH

- LH
- Inhibin → ovarielles Hormon
- Aktivin → ovarielles Hormon
- ovarielle Wachstumsfaktoren
- Ablauf der Follikelreifung:
 - zu Beginn des Zyklus: Aktivierung mehrerer Primärfollikel
 - Reifung zu Sekundärfollikeln → Tertiärfollikeln
 - 6.-8. Tag: ein Tertiärfollikel wird dominant = Graaf-Follikel
 - wächst unter FSH-Stimulation besonders schnell
 - Anlagerung an Ovaroberfläche
 - nur dieser (!) kommt zur Ovulation (alle anderen gehen durch Atresie zugrunde)
 - Meiose I geht weiter
 - 14. Tag: kurz nach LH-Peak: Trennung von Follikelepithel und Eizelle
 - Befruchtung? → ja: Meiose II; nein: Eizelle geht zugrunde
 - ovulierter Follikel → wird zu Gelbkörper
 - Schwangerschaft? → ja: Corpus luteum graviditatis; nein: Corpus albicans
- Chromosomensätze:
 - vor Meiose I: 44 Autosomen, 2 Gonosomen; diploid (→ bis zum Eisprung)
 - nach Meiose I: 22 Autosomen, 1 Gonosom; haploid (→ nach Eisprung)
 - nach Befruchtung: 44 Autosomen, 2 Gonosomen; diploid
 - nach Meiose II: 22 Autosomen, 1 Gonosom; haploid

4.1.2 Ovarialhormone

- Steroidhormone
 - Grundlage (wie immer): Cholesterin
 - eigene Bildung im Ovar oder Aufnahme aus Blut
 - Weiterverarbeitung in Theka-Zellen: zu
 - Androgenen: Testosteron und Androstendion
 - Fkt.:
 - Androstendion: Umwandlung in Östrogen
 - Testosteron: vermännlichend
 - Weiterverarbeitung in Granulosazellen: zu
 - Östrogenen: Östradiol und Östron
 - Fkt.:
 - Entwicklung der sekundären Geschlechtsmerkmale
 - Uteruswachstum
 - Verdickung der Vaginalschleimhaut
 - Entwicklung der Brustdrüse
 - Weiterverarbeitung im Corpus luteum: zu
 - Progesteron
 - Fkt.:
 - bereitet Uterus für Implantation der befruchteten Eizelle vor
 - Hemmung von Uteruskontraktionen
 - verstärkt Brustdrüsenentwicklung
 - Regulation aller Schritte über LH und FSH
- andere Hormone:
 - Inhibin → Fkt.: Hemmung der FSH-Freisetzung

- Aktivin → Fkt.: Stimulation der FSH-Bildung
- Oxytoxin
- Vasopressin

4.1.3 Follikelstadien

- Primordialfollikel
 - primärer Oozyt umgeben von Schicht platter Epithelzellen
- Primärfollikel
 - primärer Oozyt vergrößert
 - umgebendes Epithel: einschichtig, kubisch
 - Verbindung über Nexus
- Sekundärfollikel
 - Vermehrung von Follikelepithelzellen: bis zu 5-schichtig
 - weitere Vergrößerung des Oozyten
 - Zona pellucida: glykoproteinreiche Zwischenschicht zwischen Epithel und Follikel
- Tertiärfollikel
 - Antrum folliculi: Flüssigkeitsraum zwischen Epithelzellen: mit Steroiden und Wachstumsfaktoren
 - Oozyt liegt randständig
 - Epithelzellen: ab jetzt als Granulosazellen bezeichnet
- Graaf-Follikel = DER dominante Tertiärfollikel
 - umgeben von Theca folliculi: Blutgefäßreiches BG
 - Theca interna: Bildung von Androstendion, LH-stimuliert → spätere Umwandlung in Östrogen durch FSH-Einfluss
 - Theca externa: Myofibroblasten → wichtig bei Ovulation

4.1.4 Ovulation

- = Eisprung
- Mitte des Zyklus: reifer, prall mit Flüssigkeit gefüllter Graaf-Follikel öffnet sich → Freisetzung der Eizelle
- Zeitpunkt: 16-23h nach LH-Peak (d 14)
- Öffnung des Graaf-Follikels: durch proteolytische Enzyme und hohen Flüssigkeitsdruck induziert
- Eizelle (= sekundäre Oozyte) tritt mit Zona pellucida und Corona radiata in Tuba uterina über → Ort der Befruchtung

4.1.5 Corpus luteum

- = Gelbkörper → Produktion von Progesteron
- nach Ovulation: Umwandlung
 - Corpus luteum menstruationis
 - Zurückbildung bei nicht-erfolgter Befruchtung
 - Zurückbildung leitet neuen Zyklus ein
 - wird zum Corpus albicans: kollagenreiches Narbengewebe
 - Corpus luteum graviditatis
 - bei Befruchtung
 - 4 Monate aktiv, dann Untergang; Funktionsübernahme durch Plazenta

4.1.6 Atretisches Follikel

- sich zurückbildende Follikel aller Stadien
- ca. 99% aller Primordialfollikel geht zugrunde → Apoptose: Makrophagen und Fibroblasten wandern ein; Antrum mit BG gefüllt
- gleichzeitig vermehrte Aktivität der Theka interna: Östrogen-Produktion

4.2 Tuba uterina

- = Salpinx
- muskulärer Schlauch
- Öffnung zum Bauchraum: Infundibulum
- Öffnung zum Uteruslumen
- Funktionen:
 - o Fimbrien nehmen gesprungenes Ei auf
 - o Weiterleitung zum Uterus → Kinozilienschlag
 - o Ort der Befruchtung
- Aufbau:
 - o makroskopische Abschnitte:
 - Infundibulum
 - Ampulla
 - Isthmus
 - Pars uterina: durchsetzt Uteruswand: Mündung in Uterus
 - o Schichten:
 - Tunica mucosa
 - o Epithel: einschichtig, prismatisch
 - Kinozilien: Flimmerzellen → Keintransport
 - Drüsenzellen: Milieu
 - Verhältnis von Drüsen- und Flimmerzellen: zyklusabhängig
 - Tunica muscularis
 - o glatte Muskulatur
 - o Peristaltik zum Transport des gesprungenen Eis
 - Tela subserosa: gefäßführend
 - Tunica serosa
 - Besonderheit der Ampulla: Falten in der Mukosa → nehmen Richtung Isthmus ab
 - o Längsfalten: Sekundär- und Tertiärfalten im Präparat
 - o Gerüst der Falten: lockeres BG; viele Blut- und Lymphgefäße
 - o embryonale Relikte: Anschnitte von Epoophoron und Paroophoron = Reste von Müller- und Wolff-Gang
 - Grundlage für Entstehung von Zysten
 - o klinik: Tubargravidität bei Verkleben der Tube durch Infektionen → Gefahr der Tubenruptur: lebensbedrohliche innere Blutungen; → Gefahr von dauerhaften Verwachsungen: Sterilität

4.3 Uterus

- = Metra
- muskelstarkes Hohlorgan → 4 makroskopische Abschnitte:
 - o Corpus uteri
 - o Isthmus uteri

- Cervix uteri
- Verbindung und Kommunikation mit Tubae und Vagina
- Funktionen:
 - Beherbergung des Feten während der Schwangerschaft
 - Austreibung des Kindes bei Geburt → Wehen

4.3.1 Corpus uteri

- Endometrium = Tunica mucosa
 - einschichtiges, prismatisches Oberflächenepithel
 - Stroma:
 - tubulöse Drüsen
 - mesenchymales BG
 - nach Zyklus-Verhalten → 2 Schichten
 - Stratum functionale = Functionalism
 - wechselnde Breite; periodische Abstoßung
 - Stratum basale = Basalis
 - kaum zyklische Veränderungen
 - Aufbau der Schleimhaut
- Myometrium = Tunica muscularis
 - glatte Muskulatur: longitudinal, zirkulär, schräg
 - gefäßführendes BG durchsetzt
 - Schwangerschaft: Hyperplasie und Hypertrophie → Vorbereitung für Wehen (durch Oxytoxin eingeleitet, aus Neurohypophyse; gegen Ende: 200mal mehr Oxytoxin-Rezeptoren)
- Perimetrium = Tunica serosa und Tela subserosa
 - Serosaüberzug

4.3.2 Zyklus des Endometriums (Menstruationszyklus)

- Zweck: Endometrium soll am 6./7. Tag nach Ovulation (→ Beginn der Implantation des Keims) im optimalen Zustand sein
- betrifft alle Zellen der Functionalism
- spiegelt ovariellen Zyklus wieder: s.u.
- Phasen des Schleimhautzyklus (28 Tage):
 - Desquamationsphase: Menstruationsphase; Tag 1-3
 - Gewebnekrose mit Abbruchblutung: Functionalism zerfällt, Öffnung von Blutgefäßen bei lokal herabgesetzter Blutgerinnung
 - Basalis bleibt mit Wundfläche zurück
 - schneller *Abfall von Progesteron* induziert
 - Proliferationsphase: bis zur Ovulation; Tag 4-14
 - Deckung der Wundfläche mit neuem Epithel: aus der Basalis
 - Proliferation von Drüsenepithel und Stromazellen; Präparat: Mitosen
 - *hoher Östrogenspiegel* induziert
 - Sekretionsphase: Tag 15-28
 - spezifische Funktionsentwicklung der Zellen
 - frühe Sekretionsphase: Drüsenzellen sehen aus wie „retronukleäre Vakuolen“ → keine echten Vakuolen, sondern Ansammlungen von Glykogen
 - späte Sekretionsphase: Functionalism erreicht idealen Zustand für Keimimplantation (~21. Tag)

- *hoher Progesteronspiegel* induziert
 - histologische Merkmale im Präparat:
 - Drüsenepithel in Fältchen aufgeworfen = Sägeblattform
 - Arterien im Stroma werden spiralförmig (Vorbereitung als Zuführung zur potentiellen Plazenta)
 - Functional is wird dicker; Unterteilung in Stratum compactum (enge Drüsenlumina) und Stratum spongiosum (weite Drüsenlumina)
 - Einlagerung von Glykogen, Lipiden etc. in Stromazellen (Ernährung für potentiellen Keim)
 - Gravidität:
 - nach Befruchtung: Implantation des Keims in Endometrium → ~21. Tag = 6./7. Tag nach Befruchtung
 - Corpus luteum bleibt bestehen = Progesteron-Produktion ↑
 - Auslöser: HCG (Humanes Chorion-Gonadotropin) → Marker für Schwangerschaft
 - Endometrium bleibt bestehen

4.3.3 Cervix uteri

- Tunica mucosa:
 - Plicae palmatae: parallele Falten
 - dazwischen: tiefe Krypten
 - Epithel:
 - zylindrische, schleimproduzierende Zellen
 - Befeuchtung der Vaginalschleimhaut
 - Sekret während der Ovulation dünnflüssig = durchlässig für Spermien
 - alkalisches Milieu → Spermatozoenbeweglichkeit ↑
 - wenige Kinozilien
 - Basallamina: Reservezellen für Zellumsatz
- BG mit elastischen Fasern
- glatte Muskulatur
- kaum histologische Veränderung während des Zyklus
- *weiterführende Fragen:*
 - *Was bedeutet Metaplasie (Def. des Begriffes)? schnelle, reversible Umwandlung eines Gewebes von einer in eine andere differenzierte Zellart; geht von Stammzellen aus*
 - *Pathophysiologische Bedeutung der Metaplasie? Bildung von Präkanzerosen möglich: Gewebsumbildung mit erhöhtem Risiko von malignen Entartungen*
 - *Was sind Ovula Nabothi? Retentionszysten: Entstehung durch Blockierung der Schleimdrüsenausführungsgänge*
 - *Was ist die Schiller-Jod-Probe? Sichtbeurteilung der Cervix-Schleimhaut: Auftragen einer Lugol-Lösung → unterschiedliche Färbung der Epithelzellen je nach Zusammensetzung*
 - *Was sind HPV? Impfung? HPV: Humane Papillomviren, können u.a. Gebärmutterhalskrebs hervorrufen. Impfung möglich zur Prävention*

4.4 Vagina

- Mukosa:
 - Epithel: mehrschichtig, unverhornt
 - Stratum superficiale (höchste Differenzierungsstufe) → viel Glykogen als Ausdruck der Differenzierung

- Stratum intermedium
- Stratum parabasale (beginnende Differenzierung)
- Stratum basale (Proliferation)
- keine Drüsen: Befeuchtung über Cervix uteri
- zyklische Schwankungen
- Glykogen: dienen physiologisch vorkommenden Milchsäurebakterien als Nahrung
- Muscularis:
 - dünn, von BG durchsetzt
- Adventitia:
 - BG

4.5 Plazenta

4.5.1 Übersicht über die wichtigsten Begriffe

- Chorion: größerer Teil → *fetaler Teil*
- Dezidua: *mütterlicher Teil* → = Functionalis des Endometriums nach Implantation
- grundlegende Funktion: Stoffaustausch zwischen fetalem und mütterlichem Blut
 - Plazentazotten (Chorionzotten): führen fetale Blutgefäße → von mütterlichen Blutgefäßen umspült
 - von Synzytiotrophoblast bedeckt: vielkerniges, großflächiges Zellgebilde ohne seitliche Zellgrenzen:
 - Stofftransport
 - Diffusionsschranke
 - endokrine Funktionen

4.5.2 Implantation und Entwicklung der Plazenta

- Implantation = aktives Einnisten des Keims (Trophoblast) in Endometrium
 - dabei Aufteilung in
 - Synzytiotrophoblast → außen
 - Zytotrophoblast → innen
 - Endometrium wird zu → Dezidua: viel Glykogen & Lipide → primäre Ernährung des Keims
- ab Tag 9: Entwicklung von Lakunen im Synzytiotrophoblasten = zukünftiger intervillöser Raum⁶
 - Lakunen füllen sich mit maternalem Blut
 - Bildung von Chorionzotten:
 - Primärzotten: Zusammenlagerung von Synzytiotrophoblast und Zytotrophoblast
 - Sekundärzotten: + Binnengerüst aus extraembryonalem Mesoderm
 - Tertiärzotten: + Blutgefäße im Binnengerüst
 - 4. Woche: Anschluss der Blutgefäße an embryonalen Blutkreislauf
 - Haftzotten: Zellsäulen des Zytotrophoblast wachsen durch Synzytiotrophoblast hindurch zur Dezidua → Bildung der Zytotrophoblast-Schale = mechanische Verankerung des Chorions in Dezidua
- weiteres Zotten-Wachstum: auf Embryonal-Pol beschränkt
- Bildung der definitiven Plazenta am Embryonal-Pol: bis 4. Monat → einbezogene Dezidua = Decidua basalis

⁶ intervillöser Raum: zwischen den Plazenta-Zotten

- Umlenkung der maternalen Spiralarterien in intervillösen Raum

4.5.3 Bau und Funktionen der reifen Plazenta

- Funktionen:
 - o Versorgung mit Blut (→ O₂, CO₂, Nährstoffe)
 - o Hormonbildung: Synzytiotrophoblast produziert Hormone:
 - HCG: zur Aufrechterhaltung des Corpus luteum
 - Östrogene: Uterus- und Brustwachstum
 - Progesteron: Ruhigstellung des Myometriums
 - Chorion-Somatotropin: Wirkung auf Stoffwechsel der Mutter
→ Erhöhung des Nährstoff-Angebotes für Feten
- „Boden“: Basalplatte: maternal
 - o entspricht dem oberen Teil der Dezidua basalis
 - o Ausgangspunkt von Plazentasepten : unterteilen intervillösen Raum
 - o Haftzotten: am Apex mit Basalplatte verwachsen
 - o Zellen:
 - Dezidualzellen: blass gefärbt
 - Zellen des extravillösen Trophoblast: basophil
- „Deckel“: Chorionplatte
 - o Ausgangspunkt von Zottenbäumen: flottieren im mütterlichen Blut
 - o extraembryonales Mesenchym
 - o fetale Seite: einschichtiges Amnionepithel
- „Topflumen“: intervillöser Raum
 - o rund 150ml maternales Blut
- alle Oberflächen, die mit mütterlichem Blut in Kontakt stehen: mit Synzytiotrophoblast ausgekleidet
- Blutzirkulation:
 - o fetales Blut über 2 Aa. umbilicales zur Placenta → in die Zottenstämme → entspricht Kapillarbett: Oxygenierung
 - o oxygeniertes Blut über V. umbilicales zurück zum Fetus
 - o mütterliches Blut: über Spiralarterien in intervillösen Raum
- Plazentazotten:
 - o Terminalzotten mit Gesamtoberfläche von ~12m² → große Diffusionsstrecke für Stoffaustausch
- Plazenta-Schranke:
 - o Trennung von maternalem und fetalem Blut
 - o Strukturen werden bei Diffusion überwunden:
 - Synzytiotrophoblast
 - Zytotrophoblast
 - Basallamina
 - Mesenchym
 - Basallamina der fetalen Kapillare
 - Endothel (geschlossen)
 - o mit andauernder Schwangerschaft wird Diffusionsweg kürzer: bis zu 3,5µm
 - o Gase und hydrophobe Moleküle diffundieren einfach
 - o AS, Glucose, Antikörper brauchen Transporter → selektives Durchschleusen
 - o Klinik: Plazenta-Schranke ist weniger dicht als Blut-Hirn-Schranke → alle Medikamente bzw. Genussgifte (Drogen, Alkohol, ...) erreichen auch Feten

- Weiterführende Fragen:
 - o *Fetales Blut hat besonderes Hb, warum? → Hb_f → physiologisch erniedrigte Konzentration von 2,3-BPG: Verschiebung der Sauerstoffbindungskurve nach links: erhöhte Affinität zu O₂: kann aus maternalem Blut besser aufgenommen werden*
 - o *Welche Bedeutung hat der Rhesus-Faktor? Rhesus-Faktor: Protein-Oberfläche auf Ery; Bedeutung in Schwangerschaft: rhesus-negative Mutter kann in der 2. Schwangerschaft Antikörper gegen rhesus-positives Kind haben (in 1. Schwangerschaft mit rh+ ausgebildet) → Antikörper gegen Fetus*
 - o *Welches Hormon induziert die Wehentätigkeit? Oxytocin; Bildung im Hypothalamus; wird bei Wehenschwäche infundiert*
 - o *Wo erfolgt die Ablösung der Plazenta? enthalb der Demarkationszone innerhalb der Dezidua basalis; Nachgeburt: gesamte Decidua abgestoßen; Regeneration des Endometriums durch Stammzellen in der Basalis*

4.6 Mamma

- Brustdrüse: Glandula mammaria
 - o 10-20 Einzeldrüsen (=Lobi) → jeweils eigener Ausführungsgang auf Brustwarze (= Papilla mammaria)
 - o Endstücke in Gruppen (= Lobuli) angeordnet
- bindegewebiges Stroma mit Fettgewebe

4.6.1 Nicht-laktierende Brustdrüse

- Gliederung der Einzeldrüse:
 - o Ductus lactifer colligans: Hauptausführungsgang eines Lobus; trichterförmige Mündung auf der Papilla mammaria
 - o [Sinus lactifer: in Standarpräparaten meist nicht enthalten; Lumen in leerem Zustand sternförmig]
 - o Ductus lactiferi: Zweige des Gangsystems; 2-schichtiges Epithel mit Myoepithelzellen
 - o Terminalductus: kleinste, letzte Zweige; drainieren Endstücke jeweils eines Lobulus
 - Stammzellen für Umbau zur laktierenden Mamma
 - o Endstücke: enge Tubuli, meist ohne erkennbares Lumen; kubisches Epithel mit Myoepithelzellen
- Lobulus:
 - o Durchmesser: ~0,5mm
 - o = alle Endstücke, die von einem Terminalductus drainiert werden
 - o Terminalductus-Lobulus-Einheit [TDLE]: Lobulus & Terminalductus = funktionelle Einheit der Brustdrüse
 - Klinik: Entstehungsort der meisten gut- und bösartigen Mamma-Tumoren (→ Stammzellenproliferation)
- histologische Erkennungsmerkmale:
 - o großes Areal mit faserreichem Struma inklusive Fettgewebe
 - o Lobuli: liegen in umschriebenen Arealen aus lockerem BG

4.6.2 Laktierende Brustdrüse

- stark vergrößerte Lobuli mit tubuloalveolären Endstücken → dicht nebeneinander
- BG starkreduziert
- Myoepithelzellen: sehr schlank, kaum noch erkennbar
- hormonelle Steuerung des Umbaus:
 - o Östrogen: Proliferation des Gangsystems
 - o Progesteron und Prolaktin: Proliferation und Differenzierung der Endstücke

4.6.3 Laktation

- Stimulation durch Prolaktin: erst nach Abstoßung der Plazenta aktiv → zuvor durch hohe Progesteron-Konzentration gehemmt
- Menge: ~800ml/d
- Zusammensetzung:
 - o 88% Wasser
 - o 7% Lactose
 - o 4% Milch-Lipidtröpfchen
 - o 1% Proteine
 - o Immunglobuline (IgA)
 - o Phosphat, Ca^{2+} , I^-
- Fetttröpfchen: apokrine Sekretion
- Lactose und Proteine: Exozytose
- Ca^{2+} und Phosphat: Komplex mit Protein Kasein
- IgA: Transzytose
- Prinzip der Milchejektion: durch Myoepithelzellen
 - o Auslöser: Säugling löst taktikeln Reiz an Brustwarze aus → Stimulation der Freisetzung von Oxytocin (Hypophyse) → Kontraktion der Myoepithelzellen
- Aufrechterhaltung der Laktation: durch taktilen Reiz → Prolaktin-Ausschüttung
 - o Abstillen: kein taktiler Reiz mehr → Prolaktin ↓

5. Männliche Geschlechtsorgane

5.1 Testis

5.1.1 Entwicklung

- Entstehung in Genitalleiste (Gonadenleiste) = Mesenchymleiste
- Einwanderung von Urkeimzellen → Entwicklung zu Hodensträngen → in der Pubertät Ausbildung zu Hodenkanälchen
- Entwicklung abhängig von spezifischen Faktoren:
 - o SRY-Gen: sex-determining region of Y: Differenzierung aus der anfangs geschlechtsunspezifischen Gonadenanlage
 - o Anti-Müller-Hormon: Rückbildung der Müller-Gänge
 - o Androgene aus fetalen Leydig-Zellen
- während der Fetalentwicklung: Deszensus = Auslagerung aus der Bauchhöhle → mit Peritonealexklaven (Skrotalhüllen)
 - o klinik: Kryptorchismus: unvollständiger Deszensus: Störung der Keimzellentwicklung, Atrophie der Hodenstränge (später Sterilität)

5.1.2 Aufbau und Gliederung des Hodens

- Tunica albuginea: derbe Bindegewebskapsel mit glatten Muskelzellen
- Septula testis: BG-Septen, gefäß- und nervenführend
- Lobuli testis: Hodenläppchen, rund 370, durch Septula untergliedert
 - o Hodenkanälchen = Tubuli seminiferi contorti
 - 20cm lang, allerdings stark geknäult
 - Keimepithel mit
 - o Sertolizellen: eigentliche Epithelzellen: schaffen Makromilieu für Spermatogenese
 - o Keimzellen: verschiedene Stadien der Spermatogenese

- Lamina propria mit glatter Muskulatur: Transport der unbeweglichen Spermatozoen
- Basalmembran
- Mündung der Hodenkanälchen in Tubuli seminiferi recti
- Mündung der Tubuli seminiferi recti im Rete testis
 - Auskleidung durch flaches Epithel
 - Mündung in Ductuli efferentes: zu Nebenhoden
- Blut-Hoden-Schranke:
 - basales Kompartiment des Keimepithels: vom Blutmilieu bestimmt
 - adluminales Kompartiment: spezielles Mikromilieu für Spermatogenese → Abschirmung durch Blut-Hoden-Schranke
 - Funktion:
 - immunologisch: Neukombination des genetischen Materials bei Spermatogenese: Spermatozoen produzieren eigene Proteine (\leftrightarrow Proteine des Eigners): bei fehlender Schranke als fremd erkannt und Schädigung durch Spermienantikörper
 - Abschirmung gegen exogene Schadstoffe

5.1.3 Spermatozoon

- Untergliederung in Kopf und Schwanz
- Kopf:
 - oval, $\sim 4\mu\text{m}$ lang
 - enthält Zellkern und Akrosom
 - Akrosom: Kopfkappe des Spermiums → Lysosom, liegt unterhalb der Zellmembran → wichtig für das Durchdringen der Eizelle bei Befruchtung
- Schwanz:
 - $\sim 60\mu\text{m}$ lang
 - auf ganzer Strecke von Axonema durchzogen (Aufbau: 9x2+2-Struktur, Mikrotubuli und Dynein) → progressive Motilität
 - Unterteilung in Hals-, Mittel-, Haupt- und Endstück
- Spermatozoen im Lumen der Samenkanälchen: morphologisch voll differenziert; funktionell unreif: keine eigene Bewegung, keine Befruchtung möglich
- Spermatozoen-Bildung:
 - (1) Vermehrung: Mitose
 - (2) Reifung: Meiose: Spermatozoen I ($2n, 4c$) → Spermatozoen II ($1n, 2c$) → 2. Reifeteilung: Spermatiden ($1n, 1c$)
 - (3) Differenzierung der Spermatiden: Kernkondensierung und Schwanzbildung

5.1.4 Endokrine Funktion und Regulation des Hodens

- Leydig-Zellen:
 - Produktion von Androgenen, v.a. Testosteron
 - Steroidhormon
 - Wirkung von Testosteron (geschlechtsspezifisch):
 - Stimulation der Spermatogenese
 - Entwicklung und Funktionserhaltung der Samenwege, akzessorischen Geschlechtsdrüsen sowie sekundärer Geschlechtsmerkmale
 - Umwandlung in Dihydrotestosterin Prostata

- Produktion von Neuropeptiden: beeinflussen Sekretion und Durchblutung des Hodens
- ebenfalls Produktion von Östrogenen (aus Androgenen; Enzym Aromatase wandelt um) → Klinik: bei Leydig-Zell-Tumor: vermehrte Östrogen-Bildung: Feminisierung
- Lage: zwischen Hodenkanälchen
- enger Kontakt zu Kapillaren
- Regulation der Leydig-Zellen: durch LH (Luteinisierendes Hormon) aus Hypophyse
- Endokrine Regulation der Spermatogenese:
 - FSH (Follikel-stimulierendes-Hormon) aus der Hypophyse
 - negative Rückkopplung: FSH-Ausschüttung durch Inhibin gehemmt (aus Sertoli-Zellen)
 - Testosteron

5.2 Nebenhoden – Epididymis

- Fkt.:
 - funktionelle Ausreifung der Spermatozoen (~12d)
 - Speicherung der Spermatozoen
- Untergliederung:
 - Caput: aufgeknäulte Ductuli efferentes, meist 12
 - End-zu-Seit-Mündung in Ductus epididymidis
 - wellenförmige Oberfläche durch unterschiedliche Höhe des Epithels
 - Kinozilien: Transport
 - Mikrovilli: Resorption → Volumenreduktion (Spermiensuspension) = Erhöhung der Spermienkonzentration
 - Caput dient der funktionellen Spermatozoenreifung
 - Corpus: aufgeknäulter Ductus epididymidis
 - rund 6m lang, zu 6cm aufgeknäult
 - Zylinderepithel mit langen Stereozilien und Hauptzellen
 - Hauptzellen: Volumenreduktion durch Resorption; Sekretion von Glykoproteinen für Spermatozoen
 - Myofibroblasten
 - dient der Spermatozoen-Speicherung: saures Milieu (pH 6,5) → Spermatozoen unbeweglich
 - Cauda: aufgeknäulter Ductus epididymidis & Anfang des Ductus deferens
 - Spermatozoen-Speicher

5.3 Ductus deferens - Samenleiter

- 40cm langer, 3mm dicker Muskelschlauch
- primäre Funktion: Transport der Spermiensuspension in Urethra
- Zusammenfluss mit Ductus excretorius der Glandulae vesiculosae: Ductus ejaculatrius
- sternförmiges, meist sehr enges Lumen
- Aufbau:
 - Tunica mucosa
 - niedrige Hauptzellen

- Stereozilien⁷ nur am Anfang
- Lamina propria
- Tunica muscularis
 - innere Längsmuskulatur
 - mittlere Ringmuskulatur
 - äußere Längsmuskulatur
- Adventitia
 - zahlreiche vegetative Nervenfasern → dichte Innervation der Muskeln: Transportfunktion des Ductus deferens
 - zahlreiche Blutgefäße

5.4 Glandulae vesiculosae - Bläschendrüsen

- jedem Samenleiter ist eine Samenblase zugeordnet
- langer Gang: Ductus excretorius → vereinigt sich mit Ductus deferens zum Ductus ejaculatorius
- Aufbau:
 - Tunica mucosa: sekretorisch aktives Drüsenepithel
 - Einfaltungen: kompliziertes Relief
 - Testosteron reguliert die Exozytose
 - Sekret: Fructose-haltig (→ Nahrung für Spermien), alkalisch → rund 60-80% des Ejakulats
 - Tunica muscularis

5.5 Prostata

- Gewicht: 20g bei jungem Mann, später mehr
- von Urethra und beiden Ductus ejaculatorii durchzogen
- Fkt.:
 - Sekretion eines sauren Sekrets (pH 6.4)
 - saure Phosphatase
 - prostata-spezifisches Antigen (PSA): Verflüssigung des viskösen Sekrets der Glandulae vesiculosae
 - Klinik: beide bei Prostata-CA stark erhöht
 - Regulation der Funktion: Dihydrotestosteron
- Aufbau:
 - BG-Kapsel mit glatter Muskulatur
 - 30-50 verzweigte tubuloalveoläre Einzeldrüsen → Mündung in Urethra über 15-30 Ausführungsgänge (= Ductuli prostatici)
 - Einbettung der Einzeldrüsen in → Stroma
 - straffes BG
 - viele glatte Muskelzellen (→ Festigkeit → gut tastbar!!)
 - Fkt.: Emission des Sekrets in die Urethra
 - Drüsenepithel:
 - zweireihig
 - Hauptzellen: Sekretion
 - basal gelegene Stammzellen zur Epithelerneuerung
 - endokrine Zellen → Bildung von Serotonin (wahrscheinlich kontrahierende Wirkung auf glatte Muskulatur der Prostata)

⁷ Stereozilien: versteifte Mikrovilli: Unterbringung von Transportern, Kanälen, Pumpen → Resorption

- Prostatasteine im Drüsenlumen: eingedicktes Sekret & abgeschilfertes Epithel

5.6 Penis

5.6.1 Makroskopie – Übersicht

- gehört mit Skrotum zu den äußeren männlichen Geschlechtsorganen
- Schwellkörpersystem:
 - o paarige Corpora cavernosa
 - Septum penis trennt (unvollständig)
 - Tunica albuginea corporae cavernosae: derbe BG-Faszie
 - spezielle erektile Funktion
 - o unpaarer Corpus spongiosum
 - Tunica albuginea corporis spongiosum: zartere BG-Faszie
 - Einlagerung der Urthra
 - o gemeinsam von Fascia penis umgeben

5.6.2 Aufbau des Penis

- Haut:
 - o Epidermis, fettfrei
 - o reich an Nerven
 - o glatte Muskulatur (Bälkchenaufbau)
- Fascia penis mit A. dorsalis penis, zahlreichen Nerven
- Schwellkörpersystem
 - o Corpus cavernosum:
 - schwammartiges System aus anastomisierenden Bluträumen = Kavernen: Blut aus Aa. helicinae
 - o im erschlafften Zustand sind die meisten verschlossen: durch Intimapolster in Gefäßwand
 - o nur wenige dienen der Versorgung der Kavernen selbst
 - Aa. profundae jeweils medial der Corpora
 - Kavernen:
 - o Endothelauskleidung
 - o Trennung über Trabekel: glatte Muskulatur
 - o im erschlafften Zustand: Kavernen „leer“
 - o im erregten Zustand: Kavernen prall mit Blut gefüllt (Intimapolster gehe auf) → Erweiterung → abführende Venen komprimiert → Druck auf 1.200mmHg
 - o Corpus spongiosum:
 - dichtes Venengeflecht in der Wand der Urethra
 - gute Durchblutung auch in erschlafftem Zustand
 - Druckerhöhung während Erektion nicht so hoch wie bei Corpus spongiosum → sonst würde Urethra abgedrückt
- Urethra
 - o im Präparat: querstehender Spalt
 - o prismatisches mehrschichtiges Epithel
 - o Drüsen:
 - Littre-Drüsen: schützen Epithel vor Harn
 - endoepitheliale Drüsen: s.o.

6. Mundhöhle

6.1 Lippe

- Aufbau:
 - o Muskelkern: M. orbicularis oris: quergestreift
 - o Bindegewebe
 - o Epithel: mehrschichtiges Plattenepithel; kontinuierliche Veränderung von außen nach innen:
 - außen: verhornt; orthokeratinisiert (dünne Hornschicht)
 - Lippenrot-Bereich: weniger Verhornung; BG-Papillen bis in Spitze der Blutkapillaren (→ schimmern durch: Farbe!); vereinzelt Talgdrüsen (ohne Haare); parakeratinisiertes Epithel
 - innen: unverhornt; seromuköse Drüsen (Gll. labiales)
- Wdh. unverhorntes Plattenepithel: Stratum basale → Stratum parabasale → Stratum intermedium → Stratum superficiale

6.2 Zunge

- Hauptmasse: innere und äußere Zungenmuskulatur
- Tonsilla lingualis hinter dem Sulcus terminalis
- Zungenpapillen: makroskopisch sichtbare Erhebungen der Schleimhaut: Lamina propria mit Epithelüberzug
 - o Papillae filiformes: Zungenspitze
 - für Tastsinn
 - Epithel mit mehreren verhornten Spitzen
 - o Papillae fungiformes: Zungenspitze & Zungenrücken
 - unverhorntes Epithel mit Geschmacksknospen [...wie Zwiebeln]
 - Thermo- und Mechanorezeptoren
 - o Papillae foliatae: hinterer Seitenrand der Zunge
 - Geschmacksknospen
 - o Papillae vallatae: parallel zum Sulcus terminalis aufgereiht
 - Geschmacksknospen
 - Ebner-Spüldrüsen: seröse Drüsen, spülen Geschmacksknospen aus
- weiterführende Fragen:
 - o *Unterschied zwischen primärer und sekundärer Sinneszelle? primäre Sinneszellen: Neurone, die selbst APs ausbilden können (Merkel-Zellen, Geruchsorgan); sekundäre Sinneszellen: generieren nicht selbst APs (Geschmacksknospen)*
 - o *Wo sitzen die histologische Strukturen zur Stereognosie? Stereognosie: Tastsinn → in der Zunge: Papillae filiformes*

6.3 Kopfspeicheldrüsen

- Bildung von Speichel: 0,5 – 1,5 L/d
 - o Enzyme: Amylase, Protease, Lysozym
 - o IgA
 - o verdauend, reinigend, antibakteriell
 - o Ruhespeichel: vorwiegend aus Glandula sublingualis
 - o stimulierter Speichel: vorwiegend aus Glandula parotidea
- zusammengesetzte Drüsen mit verzweigtem Ausführungsgangsystem
- Drüsenparenchym: durch BG-Septen in Lappen und Läppchen gegliedert
 - o BG-Septen: Ausführungsgängen, Blutgefäße und Nerven

- Generelles:
 - o Schaltstück: kaum Lumen, flaches Epithel
 - o Streifenstück: Lumen, isoprismatisches Epithel
 - o Ausführungsgang: Lumen, mehrreihiges Epithel

6.3.1 Glandula sublingualis

- mukoseröse Drüse
- Endstücke: mukös = tubulär
- seröse Halbmonde = Ebner-Halbmond

6.3.2 Glandula submandibularis

- seromuköse Drüse
- seröse Endstücke: alveolär = serös
- viele Streifenstücke

6.3.3 Glandula parotidea

- rein seröse Drüse
- Endstücke alveolär
- große Streifenstücke
- große Schaltstücke