

Humanbiologie 3

Fragenkatalog

Professor Just

Wintersemester 2018/2019
Mona

INHALT

1	Anatomie des Verdauungssystems	4
1.1	Gastrointestinales System	4
1.1.1	In welche Abschnitte kann man den Gastrointestinaltrakt anatomisch einteilen?	4
1.1.2	Wie lange sind der Ösophagus, die Dünndarmabschnitte und der Dickdarm?	4
1.1.3	Nennen Sie die drei wichtigsten Speicheldrüsen	5
1.1.4	Aus welchen Schichten ist die Darmwand aufgebaut?	5
1.1.5	Aus welchen Schichten ist die Darmmukosa aufgebaut?	6
1.1.6	In welchen Abschnitten des Verdauungstrakts findet sich quergestreifte Muskulatur?	6
1.1.7	Welcher Epitheltyp findet sich in der Mukosa des Ösophagus	6
1.1.8	In welche Abschnitte wird der Magen unterteilt?	6
1.1.9	Welche Zusammenhänge bestehen zwischen dem His-Winkel und dem Fundus?	7
1.1.10	Was bedeutet der Begriff Foveola gastrica?	7
1.1.11	Welche Epithelzellen findet man in den Magendrüsen und was produzieren sie?	7
1.1.12	Welcher Zelltyp produziert Salzsäure?	8
1.1.13	Aus wie viel Muskelschichten besteht die Tunica muscularis des Magens?	9
1.1.14	In welchem Darmabschnitt und in welcher Darmwandschicht findet man Brunner Drüsen?	9
1.1.15	Durch welche Strukturen wird eine Oberflächenvergrößerung des Dünndarms erreicht?	9
1.1.16	Welche Zelltypen finden sich im Dünndarmepithel und was produzieren sie?	10
1.1.17	Ist die äußere Muskelschicht des Darms eine Ring- oder Längsmuskulatur?	11
1.1.18	Wie heißen die Plexus des enterischen Nervensystems, in welchen Darmabschnitten liegen und welche Aufgaben haben sie?	11
1.1.19	Wie lässt sich histologisch das Jejunum vom Kolon unterscheiden?	11
1.1.20	Wie lässt sich histologisch das Duodenum vom Jejunum unterscheiden?	11
1.1.21	Was sind Plicae circulares, Plicae semilunares, Plicae transversales? In welchen Darmabschnitten findet man diese?	12
1.1.22	Was sind Taenien und Haistrien? In welchen Darmabschnitten findet man diese Strukturen?	13
1.1.23	Aus welchem Muskeltypen bestehen die folgenden Schließmuskeln?: oberer Sphinkter des Ösophagus, Pylorus, Musculus sphincter ani externus, Musculus sphincter ani internus	13
1.1.24	Welche Aufgaben besitzen die inneren Hämorrhoiden (Corpus cavernosum recti)?	14
1.2	Leber	14
1.2.1	Wie ist die Leber anatomisch aufgebaut (Lappen, Segmente, Leberläppchen)?	14
1.2.2	Welche Aufgaben besitzt die Leber?	15
1.2.3	Welche Zellen produzieren die Gallensäure?	16
1.2.4	Über welche Strukturen gelangt die Galle von der Leber zum Duodenum?	16
1.2.5	Welche Gefäße führen der Leber Blut zu / ab?	17
1.2.6	Welche Strukturen finden Sie in der Leberpforte?	17

System

1.2.7	Was wird unter den Begriff „portokavale Anastomosen“ verstanden?	18
1.2.8	Welche Zelltypen befinden sich in der Leber?	18
1.2.9	In welcher Vene sammelt sich das Blut aus den Zentralvenen der Leberläppchen?	18
1.3	Pankreas.....	19
1.3.1	In welche Abschnitte wird die Pankreas unterteilt?	19
1.3.2	Mit welchem Darmabschnitt ist der Pankreaskopf topographisch assoziiert?	19
1.3.3	In welchem Dünndarmabschnitt enden die Ausführungsgänge des Pankreas?	19
1.3.4	Welche Hormone produziert der endokrine Drüsenteil des Pankreas?	19
1.3.5	Welche Stoffklassen synthetisiert der exokrine Teil der bauchspeicheldrüse?	20
1.3.6	Welche Zellen produziere Glukagon?	20
1.3.7	Welche wichtigen Erkrankungen des Magen-Darmtrakts, der Leber und des Pankreas kennen Sie?	20
2	Niere.....	21
2.1.1	Wie ist die Niere aufgebaut (Kapsel, Rinde, Mark, Markpyramiden, Nierenpapillen, Nierenbecken, Hilum)?	21
2.1.2	Welche Funktionen hat die Niere?	21
2.1.3	Welche Strukturen (Leitungen) finden sich am Nierenhilum?	22
2.1.4	Welche Gefäße in der Niere verlaufen an der Grenze zwischen Rinde und Mark?	22
2.1.5	Ist das Vas afferenz eine Arteriole, Venole oder eine Kapillare?	22
2.1.6	Ist das Vas efferenz eine Arteriole, Venole oder eine Kapillare?	22
2.1.7	Wie ist ein Nephron aufgebaut?	22
2.1.8	Erklären Sie den Weg des Primärharns bzw. Harns vom proximalen Tubulus bis zum Nierenbecken.	22
2.1.9	Wie ist das Nierenkörperchen definiert?	22
2.1.10	Wo finden Sie die Glomeruli; in der Rinde oder im Mark?	23
2.1.11	Nennen Sie die Abschnitte des Tubulussystems?	23
2.1.12	Welche Abschnitte des Tubulussystems sind Wasser-impermeabel?	24
2.1.13	Im welchen Abschnitt des Tubulussystems wird das meiste Wasser resorbiert?	24
2.1.14	Welche Aufgaben besitzen Mesangiumzellen?	24
2.1.15	Welche Funktion besitzen Podozyten?	24
2.1.16	Wo finden sich in der Niere gefensterte Endothelzellen?	24
2.1.17	Erklären sie das grundlegende Prinzip der Filtration.	24
2.1.18	Wie ist das Filtersystem im Nierenkörperchen zellulär aufgebaut?	24
2.1.19	Ist die Basalmembran zwischen Endothelzellen und Podozyten gefenstert?	24
2.1.20	Wo befindet sich die Macula densa?	25
2.1.21	Wo finden Sie Hauptzellen und Schaltzellen?	25
2.1.22	Wo werden Aldosteron und ADH gebildet?	25
2.1.23	Wie viel Primärharn bildet die Niere pro Tag?	25

System

2.1.24	Wie ist der juxtaglomeruläre Apparat aufgebaut?	25
2.1.25	Kann sich das Nierengewebe gut regenerieren?	25
2.1.26	Erklären Sie das grundlegende Prinzip der Natrium- und Wasserresorption.	25
2.1.27	Erläutern Sie das Renin-Angiotensin-Aldosteron-System.	25
2.1.28	Welche Hormone produziert die Niere?	25
3	Endokrine Organe	26
3.1.1	In welche Abschnitte kann man die Hypophyse einteilen?	26
3.1.2	Welcher Abschnitt der Hypophyse ist eine Ausstülpung des Zwischenhirns (Diencephalon)?	26
3.1.3	Wo werden FSH und LH gebildet und wie wird die Freisetzung stimuliert?	26
3.1.4	Wo werden Vasopressin und Oxytocin gebildet und wo werden sie freigesetzt?	27
3.1.5	An welchen Geweben/Organen wirken Vasopressin, FSH, LH, TSH, ACTH, Oxytocin?	27
3.1.6	Wie ist die Nebenniere aufgebaut?	28
3.1.7	Aus welchen Schichten besteht die Nebennierenrinde?	28
3.1.8	Im Follikellumen der Schilddrüse wird welche Substanz gespeichert?	28
3.1.9	Wie heißen die Testosteron-produzierenden Zellen im Hoden?	29
3.1.10	Wie heißen die Östrogen-produzierenden Zellen im Ovar?	29
3.1.11	Nennen sie drei endokrine Drüsenzelltypen aus dem Magenschleimhautepithel?	29
3.1.12	Nennen sie vier endokrine Drüsenzelltypen aus dem Pankreasgewebe?	29
3.1.13	Welches Hormon wird im Vorhof des Herzens gebildet und welche Funktion besitzt es?	30
3.1.14	In welchem Organ wird EPO hergestellt und was bewirkt es?	30

1 ANATOMIE DES VERDAUUNGSSYSTEMS

1.1 GASTROTESTINALES SYSTEM

1.1.1 IN WELCHE ABSCHNITTE KANN MAN DEN GASTROINTESTINALTRAKT ANATOMISCH EINTEILEN?

Abschnitte	Anteile	Funktion
Kopfdarm		
Mundhöhle (Cavitas oris)	▪ Vestibulum oris (Mundvorhof)	Durchmischung mit Speichel durch Mündung der kleinen Speicheldrüsen der Wangen- und Lippenschleimhaut sowie des Ductus parotideus
	▪ Cavitas oris proprii (Mundhaupteöhle)	Nahrungsaufnahme, Zerkleinerung der Nahrung, Durchmischung mit Speichel durch Mündung der Gll. sublingualis und submandibularis
	▪ Fauces (Gaumenbögen und -segel)	Abschluss der Mundhöhle gegen den Nasopharynx
Rachen (Pharynx)	▪ Pars nasalis pharyngis (Epipharynx)	Luftleitung
	▪ Pars oralis pharyngis (Oropharynx)	Schluckvorgang (zusammen mit der Zunge)
	▪ Pars laryngea pharyngis (Hypopharynx)	Transportstrecke
Rumpfdarm		
Speiseröhre (Oesophagus)	▪ Pars cervicalis ▪ Pars thoracalis ▪ Pars abdominalis	Transportstrecke, geringfügige Schleimproduktion
Magen (Gaster, Ventriculus)	▪ Pars cardiaca ▪ Fundus gastricus ▪ Corpus gastricum ▪ Pars pylorica mit Antrum gastricum und Canalis pyloricus	Beginn des enzymatischen Nahrungsaufschlusses Reservoir Portionierung des Chymus
Dünndarm (Intestinum tenue)	Duodenum (Zwölffingerdarm) mit ▪ Pars descendens ▪ Pars horizontalis ▪ Pars ascendens	Neutralisierung des sauren Chymus enzymatischer Nahrungsaufschluss
	Jejunum (Leerdarm)	} Resorption von Nährstoffen
	Ileum (Krummdarm)	
Dickdarm (Intestinum crassum)	Caecum (Blinddarm) mit Appendix vermiformis (Wurmfortsatz)	} Rückresorption von Wasser Produktion von Schleim
	Colon (Grimmdarm) mit ▪ Colon ascendens ▪ Colon transversum ▪ Colon descendens ▪ Colon sigmoideum	
	Rectum (Mastdarm)	
	Canalis analis (Analkanal)	Transportstrecke Kontinenzorgan

Rumpfdarm unterteilt in:

- **Oberbauch:**

- Ösophagus
- Magen
- Leber
- Gallenblase
- Milz
- Duodenum
- Pankreas

- **Unterbauch:**

- Jejunum
- Ileum
- Dickdarm

1.1.2 WIE LANGE SIND DER ÖSOPHAGUS, DIE DÜNNARMABSCHNITTE UND DER DICKDARM?

Ösophagus: ist ein etwa 25-28 cm langes schlauchförmiges Hohlorgan

System

Dünndarm:

(Abhängig vom Kontraktionszustand seiner Längsmuskelschicht ist der Dünndarm 3–5 m lang)

- Duodenum (Zwölffingerdarm) 25-30cm
 - Jejunum (Leerdarm) 2-2,5m (40%)
 - Ileum (Krummdarm) 3m (60%)
- } gehen ohne scharfe Grenzen ineinander über

Dickdarm:

(Der Dickdarm ist zusammengezogen etwa 1,5 m lang)

- Caecum (Blinddarm) 2-20cm
- Colon (Grimmdarm) 80-95cm
- Rectum (Mastdarm) 12-15cm
- Canalis analis (Analkanal) 4cm

1.1.3 NENNEN SIE DIE DREI WICHTIGSTEN SPEICHELDRÜSEN

Zu den großen und paarigen Mundspeicheldrüsen gehören:

- | | | |
|---|-----------|-----|
| - Ohrspeicheldrüse (Glandula parotidea, „Parotis“) | serös | 25% |
| - Unterkieferspeicheldrüse (Glandula submandibularis) | seromukös | 70% |
| - Unterzungspeicheldrüse (Glandula sublingualis) | seromukös | 5% |

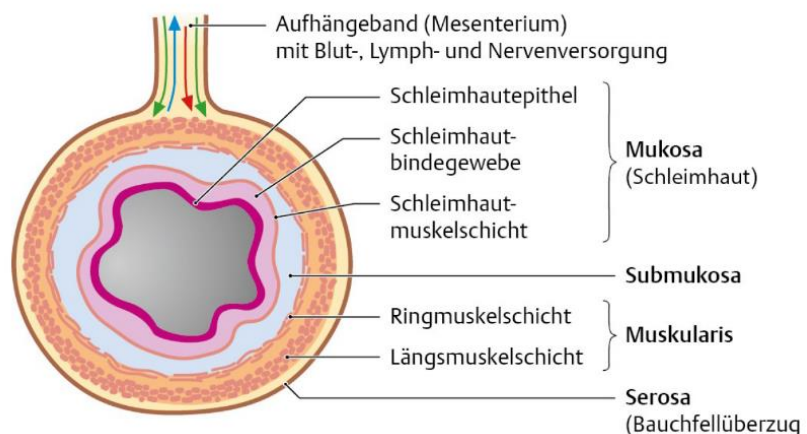
1.1.4 AUS WELCHEN SCHICHTEN IST DIE DARMWAND AUFGEBAUT?

Die Abschnitte des Verdauungskanal (Ösophagus bis Rektum) haben prinzipiell den gleichen Wandaufbau. In einigen Abschnitten gibt es kleine Abweichungen oder spezifische Charakteristika.

Von innen (luminal) nach außen finden sich folgende Wandschichten:

- **Mukosa** (Tunica mucosa): Schleimhautschicht mit
 - o Lamina epithelialis (Schleimhautepithel)
 - o Lamina propria (Schleimhautbindegewebe)
 - o Lamina muscularis mucosae (Schleimhautmuskelschicht, glatte Muskulatur)
- **Submukosa** (Tela submucosa): Bindegewebsschicht mit Blut- und Lymphgefäßen sowie Nervenfasern
- **Muskularis** (Tunica muscularis): Muskelschicht, meist innere Ringmuskelschicht (Stratum circulare) und äußere Längsmuskelschicht (Stratum longitudinale)
- **Adventitia** (Tunica adventitia) bei fehlendem Bauchfell (Peritoneum) oder **Serosa** (Tunica serosa) bei Organen mit Bauchfellüberzug

Die Tela submucosa enthält den Plexus submucosus (Meissner), die Tunica muscularis den Plexus myentericus (Auerbach).



1.1.5 AUS WELCHEN SCHICHTEN IST DIE DARMMUKOSA AUFGEBAUT?

Siehe 1.1.4

1.1.6 IN WELCHEN ABSCHNITTEN DES VERDAUUNGSTRAKTS FINDET SICH QUERGESTREIFTE MUSKULATUR?

- Der **oberer Ösophagusphinkter** besteht ausschließlich aus quergestreifter Skelettmuskulatur
- im **oberen Drittel des Ösophagus** quergestreifte Muskulatur
- im **mittleren Drittel des Ösophagus** sowohl quergestreifte als auch glatte Muskulatur
- ab dem unteren Drittel des Ösophagus längsgestreifte Muskulatur
- ➔ Der Anteil an glatter Muskulatur nimmt nach aboral zu

Das Sphinktersystem von Rectum und Analkanal besteht aus 3 muskulären Komponenten:

- M. sphincter ani internus besteht aus glatter Muskulatur
- quergestreifter **M. puborectalis** (Sphinktersystem von Rectum und Analkanal)
- quergestreifter **M. sphincter ani externus** (Sphinktersystem von Rectum und Analkanal)

1.1.7 WELCHER EPITHELTYP FINDET SICH IN DER MUKOSA DES ÖSOPHAGUS

Die Mukosa des Ösophagus setzt sich aus einem mehrschichtigen, unverhornten Plattenepithel zusammen.

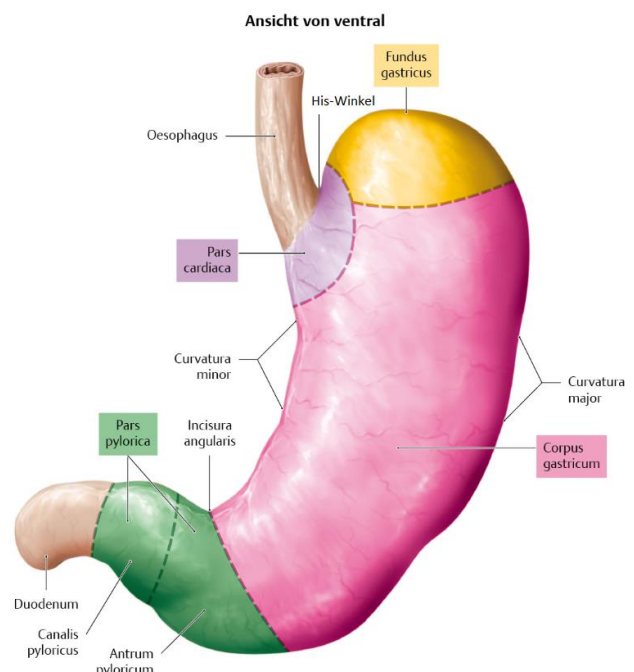
1.1.8 IN WELCHE ABSCHNITTE WIRD DER MAGEN UNTERTEILT?

Der Magen ist ein muskuläres Hohlorgan, das zwischen Ösophagus und Duodenum liegt. Er ist ca. 30 cm groß. Er gliedert sich von oral nach aboral in 4 Abschnitte:

- **Pars cardiaca** (Kardia, Mageneingang)
- **Fundus gastricus** (Magenfundus)
- **Corpus gastricum** (Magenkörper)
- **Pars pylorica** (Magenausgang): Antrum pyloricum, Canalis pyloricus und Pylorus

Man unterscheidet zwei Krümmungsränder: die rechtsseitige kleine Kurvatur (**Convatura minor**), die über das Omentum minus mit der Leber verbunden ist, und die linksseitige große Kurvatur (**Convatura major**), an der das Omentum majus ansetzt.

Der **His-Winkel** zwischen Ösophagus und Magen beträgt 50-60°. Er trägt zum Verhindern des Refluxes bei.



Die arterielle Versorgung stammt aus dem **Truncus coeliacus**, der venöse Abfluss erfolgt über die **V. portae** (Pfortader).

Funktionell kann man an der Muskulatur des Magens in zwei Teile unterscheiden:

- **proximal**: Kardia, Fundus und erstes Drittel des Korpus
- **distal**: restliche Drittel des Korpus und Antrum

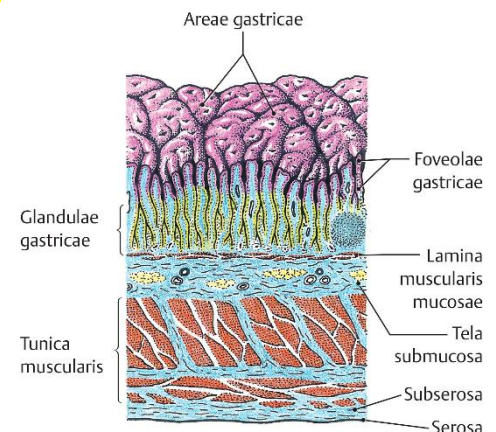
1.1.9 WELCHE ZUSAMMENHÄNGE BESTEHEN ZWISCHEN DEM HIS-WINKEL UND DEM FUNDUS?

Die spitzwinklige Einmündung des Ösophagus in die Kardia des Magens (**Incisura cardialis = His-Winkel**, beim Erwachsenen **50–60°**) **dient insbesondere der Verhinderung eines Refluxes von Magenflüssigkeit in den Ösophagus.**

1.1.10 WAS BEDEUTET DER BEGRIFF FOVEOLA GASTRICA?

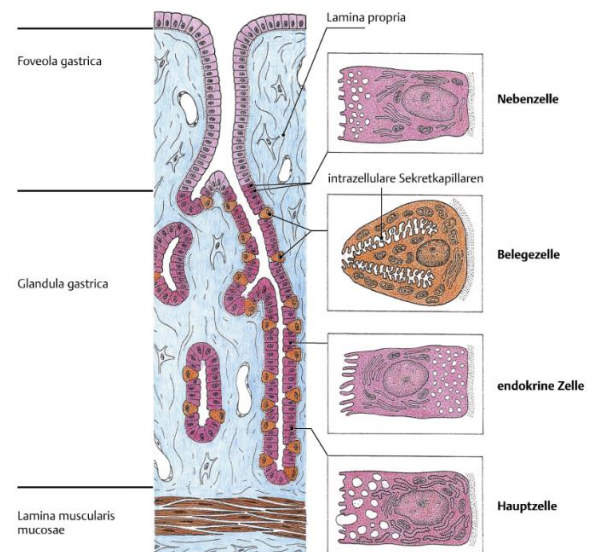
Die **Foveolae gastricae** sind kleine Einsenkungen der Magenschleimhaut, die in den Areae gastricae eingelassen sind. An ihrer Basis münden die Magendrüsen.

Das einschichtige isoprismatische Oberflächenepithel senkt sich zu den Magenrübchen, den Foveolae gastricae, ein. Die Foveolae gastricae sind in diesen Magenabschnitten (Fundus, Corpus) relativ kurz. Sie nehmen etwa $1/5 - 1/4$ der Schleimhautdicke ein. Im Grund der Foveolae gastricae münden jeweils bis zu 7 tubulöse Magendrüsen, Glandulae gastricae propriae. Die unverzweigten Drüsen verlaufen größtenteils gestreckt bis zur Lamina muscularis mucosae. Die Magendrüsen liegen dicht beieinander in der Lamina propria, sodass nur wenig Bindegewebe in der Lamina propria vorhanden ist.



1.1.11 WELCHE EPITHELZELLEN FINDET MAN IN DEN MAGENDÜSEN UND WAS PRODUZIEREN SIE?

- **Oberflächenepithelzellen**
- **Belegzellen (Parietalzellen):** **HCl, intrinsischen Faktor**
- **Hauptzellen:** **Pepsinogen**
- **Nebenzellen:** **Schleim**
- **Enteroendokrine Zellen**
 - **enterochromaffin-like Zellen (ECL-Zellen), Histamin**
 - **G-Zellen:** **Gastrin**
 - **D-Zellen:** **Somatostatin**



1.1.11.1 DAS OBERFLÄCHENEPITHEL

Dieses Epithel kleidet auch die Foveolae gastricae aus. Die Epithelzellen enthalten in ihrer apikalen Zellhälfte zahlreiche Schleimgranula (Mucin MUC5Ac), deren Inhalt kontinuierlich durch Exozytose freigesetzt wird. Dadurch bildet sich ein schützender Oberflächenfilm (auf den Epithelzellen), der auch Bicarbonat enthält. Dieses auch von den Epithelzellen sezernierte Bicarbonat bietet Schutz gegen die Salzsäure (s. u.) des Magensaftes.

Im unteren Bereich des Hauptteils verlaufen die Magendrüsen häufig etwas gewunden.

Die Magenmukosa weist zahlreiche Drüsen auf, die so genannten Magendrüsen. Man unterscheidet:

- Kardiadrüsen
- Fundusdrüsen

System

- Pylorusdrüsen

In diesen Drüsen stößt man auf verschiedene Zelltypen: Vor allem im Kardiabereich kommen schleimsezernierende Nebenzellen vor, während die Hauptzellen des Corpusbereiches vor allem Pepsinogen produzieren. Daneben sind Belegzellen (Parietalzellen) beschrieben, die über eine luminal H⁺/K⁺-ATPase Protonen abgeben und damit für den sauren Magen-pH verantwortlich sind. Sie sezernieren außerdem Intrinsic Factor.

Merkhilfe:

"Die Belegschaft ist sauer, weil die Nebenschaft schleimt und die Hauptschaft Pepsi trinkt."

(Belegzellen → Salzsäure, Nebenzellen → Schleim, Hauptzellen → Pepsinogen)

1.1.11.2 DIE NEBENZELLEN

Die relativ kleinen blassen Nebenzellen kommen vorwiegend im Halsbereich der Magendrüsen vor. Sie liegen eingekeilt zwischen den Belegzellen und produzieren einen sauren Schleim (Muzine MUC6), der sich von dem des Oberflächenepithels unterscheidet. Sie werden auch als muköse Halszellen bezeichnet.

1.1.11.3 DIE HAUPTZELLEN

Vor allem im Hauptteil und im Drüsengrund finden sich die basophilen Hauptzellen (mit kugeligem Kern). Sie enthalten basal viel raues endoplasmatisches Retikulum und sie sezernieren Pepsinogene, die in apikalen Sekretgranula (sog. Zymogengranula) gespeichert sind. Die Stimulation der Pepsinogensekretion der Hauptzellen erfolgt durch Acetylcholin (der parasymphatischen Nervenendigungen), Gastrin (aus dem Blut) und durch H⁺-Ionen (aus dem Lumen der Magendrüsen).

Merke:

Pepsinogen ist die inaktive Vorstufe des eiweißspaltenden Enzyms Pepsin.

Die Umwandlung in Pepsin erfolgt bei dem niedrigen pH-Wert im Magensaft.

1.1.11.4 DIE BELEGZELLEN (PARIETALZELLEN)

Die apikale Zellmembran (Membran der intrazellulären Canaliculi) der Belegzellen enthält eine H⁺-Ionenpumpe (Protonenpumpe, H⁺/K⁺-ATPase), die unter ATP-Verbrauch H⁺-Ionen (im Austausch gegen K⁺-Ionen und gegen ein enormes Konzentrationsgefälle) in das Lumen der Drüse befördert. Mit jedem abgegebenen H⁺-Ion gelangt ein Cl⁻-Ion (durch einen Cl⁻-Kanal) in das Lumen. Hier entsteht dann aus H⁺ und Cl⁻ die Salzsäure. Pro sezerniertes H⁺-Ion verlässt ein HCO₃⁻-Ion an der basalen Membran die Zelle.

Die Belegzellen sind nicht nur für die Salzsäureproduktion verantwortlich, sie sezernieren auch den Intrinsic Factor, der für die Resorption von Vitamin B12 (im Ileum) erforderlich ist.

Der Name „Belegzellen“ kommt daher, dass sie sich in das Bindegewebe vorbuckeln. Ihre apikale Spitze ist häufig nicht erkennbar und sie erscheinen deshalb von außen wie ein Belag.

1.1.11.5 DIE ENTEROENDOKRINEN ZELLEN

Die enteroendokrinen Zellen (ECL), die einzeln oder in kleinen Gruppen im Epithel liegen, besitzen intranukleär (basal) gelegene Granula und werden deshalb auch als basalgelagerte Zellen bezeichnet. Die Sekrete dieser Zellen werden an Blutgefäße abgegeben, darüberhinaus können sie eine parakrine Nahwirkung haben. Die verschiedenen Subtypen der enteroendokrinen Zellen bilden u. a. Gastrin, Sekretin, Cholezystokinin und Serotonin.

1.1.12 WELCHER ZELLTYP PRODUZIERT SALZSÄURE?

System

Die Belegzellen (parietalzellen), siehe 1.1.11.4.

1.1.13 AUS WIE VIEL MUSKELSCHICHTEN BESTEHT DIE TUNICA MUSCULARIS DES MAGENS?

Die Muskelschicht des Magens, die Muscularis weist abweichend zum restlichen Verdauungstrakt, einige Besonderheiten auf. Von außen nach innen gesehen besteht sie aus drei Lagen unterschiedlicher Muskelfasern.

- **Längsmuskelfasern** als Fortsetzung der Längsmuskelschicht der Speiseröhre
- **Ringförmig verlaufende Muskelfasern**. Sie bilden die mittlere Schicht. Am Ende des Magens sind sie kräftiger ausgebildet.
- **Schräg verlaufende Muskelfasern** bilden die innere Muskelschicht (im Korpusbereich)

1.1.14 IN WELCHEM DARMABSCHNITT UND IN WELCHER DARMWANDSCHICHT FINDET MAN BRUNNER DRÜSEN?

Das Duodenum besitzt breite, sehr hohe und dicht stehende Plicae circulares. Seine Zotten sind kräftig ausgebildet; sie erscheinen plump oder blattförmig. **Charakteristisch für das Duodenum sind die Glandulae duodenales, Brunner-Drüsen, in der Tela submucosa.** Die mukösen Brunner-Drüsen sind verzweigte, aufgeknäuelte tubuloalveoläre Drüsen. Sie nehmen ausgedehnte Bereiche der Submucosa ein, auch in den Plicae circulares.

Die Brunner-Drüsen sezernieren Muzine (MUC6) und HCO₃⁻ (Neutralisation der Magensäure) und werden durch Sekretin stimuliert.

1.1.15 DURCH WELCHE STRUKTUREN WIRD EINE OBERFLÄCHENVERGRÖßERUNG DES DÜNNDARMS ERREICHT?

Die Resorptionsleistung des Dünndarms wird durch die Vergrößerung seiner Oberfläche auf deutlich mehr als 100 m² ermöglicht (Abb. 7.17). Diese Oberflächenvergrößerung erfolgt durch **Plicae circulares (Kerckring-Falten), Zotten, Krypten und Mikrovilli.**

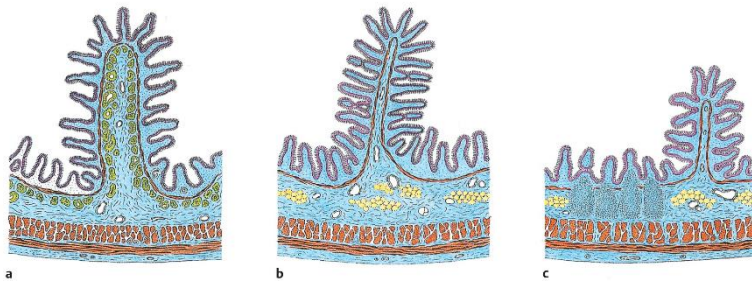
Die **Plicae circulares** (Ringfalten oder Kerckring-Falten) entstehen durch Vorwölbungen der Tunica mucosa und Tela submucosa.

Bei den **Zotten** (Villi intestinales) handelt es sich um fingerförmige Ausstülpungen der Lamina epithelialis und der Lamina propria. Die im Zottenbindegewebe gelegenen Blut- und Lymphkapillaren haben ihren Zu- bzw. Abfluss über im Zottenzentrum verlaufende Arteriolen, Venolen und über das zentrale Chylusgefäß (Lymphgefäß). Letzteres ist für den Transport von Chylomikronen (Lipoproteinen) verantwortlich. Einige Muskelzellen der Lamina muscularis mucosae dringen in die Zotte ein. Durch ihre Kontraktion verkürzen sich die Zotten, dadurch wird der venöse und der Lymphabfluss wesentlich gefördert (**Zottenpumpe**). Die verkürzten Zotten werden durch den Einstrom von Blut in die Arteriolen wieder aufgerichtet.

Die **Krypten** (Lieberkühn-Krypten, Cryptae intestinales) sind tubulöse Epitheleinsenkungen in der Lamina propria, die bis zur Lamina muscularis mucosae reichen. In den Krypten findet die Zellerneuerung statt.

System

Mikrovilli sind fingerförmige Ausstülpungen der Zelle.



Plicae circulares, Zotten und Krypten in den drei Dünndarmabschnitten (Schema). a Duodenum. b Jejunum. c Ileum.

1.1.16 WELCHE ZELLTYPEN FINDEN SICH IM DÜNNDARMEPITHEL UND WAS PRODUZIEREN SIE?

Die Zellen des Dünndarmepithels sind sehr teilungsaktiv. So wird das Epithel in 24–72 Stunden vollständig erneuert. Die Lamina epithelialis mucosae wird von einem hochprismatischen Epithel gebildet, in dem verschiedene Zelltypen vorkommen, deren prozentuale Verteilung in den unterschiedlichen Darmabschnitten variiert:

- Die hochprismatischen **Enterozyten (Saumzellen)** sind die **Resorptionszellen**, die als typische Oberflächendifferenzierung einen Stäbchensaum (Bürstensaum) aufweisen. Dieser Stäbchensaum wird durch dicht stehende Mikrovilli gebildet. Die Enterozyten sind apikal durch Schlussleisten miteinander verbunden. Sie sind der überwiegende Zelltyp des einschichtigen Epithels; sie kommen im Wesentlichen an den Zotten vor.
- **Becherzellen** kommen verstreut in Zotten und Krypten vor. Sie sind im Duodenum nur spärlich, in Jejunum und Ileum kommen auf eine Becherzelle 3–5 Enterozyten. Becherzellen **sezernieren Muzine**, die als Gleitfilm für den Speisebrei wirken. Überdies schützen sie das Darmepithel vor der Wirkung der Verdauungsenzyme aus dem Pankreas.
- **Bürstenzellen** liegen verstreut im gesamten Darmepithel. An ihrer apikalen Oberfläche tragen sie einzelne Mikrovillibüschel (aber keinen Bürstensaum!), die Dehnungs- und Chemorezeptoren enthalten.
- **Napfzellen** sind apikal eingedellt und machen nur etwa 6 % der Zottenepithelzellen aus. Ihre Funktion ist unbekannt.
- Am Grunde der Krypten liegen im Epithelverband **Paneth-Zellen**, die durch apikale (supranukleär gelegene) Granula gekennzeichnet sind. Die Paneth-Körnerzellen **geben** u. a. das antibakteriell wirkende **Lysozym** als auch **Enzyme für den Fett- und Proteinabbau** **ab**. Wie die Becherzellen sind sie exokrine Zellen.
- Die **enteroendokrinen Zellen (ECL)**, die einzeln oder in kleinen Gruppen im Epithel liegen, besitzen intranukleär (basal) gelegene Granula und werden deshalb auch als **basalgeklärte Zellen** bezeichnet. Die Sekrete dieser Zellen werden an Blutgefäße abgegeben, darüberhinaus können sie eine parakrine Nahwirkung haben. Die verschiedenen Subtypen der enteroendokrinen Zellen bilden u. a. **Gastrin**, **Sekretin**, **Cholezystokinin** und **Serotonin**.
- **M-Zellen**: sind für das MALT-System -> **Magrophagen**, können Antigene transportieren

Die Regeneration des Darmepithels geht von Stammzellen im unteren Drittel der Krypten aus. Die neugebildeten Zellen wandern zur Zottenspitze, wo sie durch Apoptose zugrunde gehen und ins Lumen abgestoßen werden. Ihre Lebensdauer beträgt etwa 5 Tage.

1.1.17 IST DIE ÄUßERE MUSKELSCHICHT DES DARMS EINE RING- ODER LÄNGSMUSKULATUR?

In der **Tunica muscularis** des Dünndarms ist die innere Ringmuskelschicht (**Stratum circulare**) stärker ausgeprägt als die äußere Längsmuskelschicht (**Stratum longitudinale**).

1.1.18 WIE HEIßEN DIE PLEXUS DES ENTERISCHEN NERVENSYSTEMS, IN WELCHEN DARMABSCHNITTEN LIEGEN UND WELCHE AUFGABEN HABEN SIE?

Das **enterische Nervensystem** ist komplexer aufgebaut, es besitzt umfangreiche **lokale Netzwerke** aus afferenten und efferenten Nervenfasern mit Synapsen und liegt in der Wand von Eingeweiden (intramural). Es wird in seiner Grundaktivität durch Sympathikus und Parasympathikus moduliert, ist aber ansonsten in seiner Funktion weitgehend **unabhängig**. Dies bedeutet z. B., dass ein Darmteil, der völlig von Sympathikus und Parasympathikus getrennt ist, noch peristaltikähnliche Bewegungen durchführen kann. Diese Reflexe verlaufen über Plexus in der Darmwand.

Insgesamt 100 Mio. Neuronen im ENS, mehr als im Rückenmark!

- Die **Darmbewegungen** werden vorwiegend über den **Plexus myentericus (Auerbach)** **gesteuert**, der **zwischen der Ring- und Längsschicht der glatten Darmmuskulatur** liegt. Er besteht aus Ganglien, die durch Nervenfaserbündel netzartig verknüpft sind. Die Ganglien sind im histologischen Präparat gut zu sehen.
- Dem **Plexus submucosus (Meissner)** wird dagegen eher eine Funktion bei der **Steuerung der Darmdrüsen** und des **Immunsystems** zugesprochen. Er liegt **in der Submukosa des Darmes** und ist in histologischen Präparaten nur mit Spezialfärbungen sichtbar.

1.1.19 WIE LÄSST SICH HISTOLOGISCH DAS JEJUNUM VOM KOLON UNTESCHIEDEN?

Das Colon kann mit den anderen Darmabschnitten verwechselt werden. Zur Unterscheidung dienen die Betrachtung der Krypten, Drüsenformationen sowie Lymphfollikel.

- Im **Colon** gibt es **nur Krypten**. **Zotten**, wie im Duodenum, Jejunum und Ileum, finden sich **nicht**. Die Unterscheidung gelingt anhand der Morphologie: Zotten sind fingerförmige Ausstülpungen, Krypten hingegen sind breite, klobige Einsenkungen.
- Zudem finden sich im **Duodenum** dichte **Drüsenpakete**, die im Colon fehlen.
- Im Colon sind **keine Plicae circulares (Kerckringfalten)**.
- Keine durchgängige Längsmuskelschicht

(Auch das Ileum besitzt Lymphfollikel, sodass Verwechslungsgefahr besteht. Diese sind jedoch im Colon bestenfalls vereinzelt zu finden, während das Ileum viele solitäre und konfluierende Lymphfollikel in großer Zahl beherbergt.)

1.1.20 WIE LÄSST SICH HISTOLOGISCH DAS DUODENUM VOM JEJUNUM UNTESCHIEDEN?

Das **Jejunum** ähnelt stark dem Duodenum, jedoch **fehlen Brunner-Drüsen** und **Paneth-Körnerzellen**.

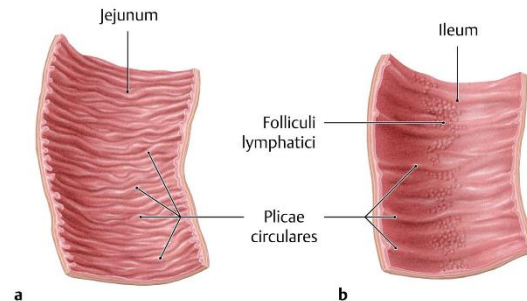
Auch die Zotten und Krypten stellen Erkennungsmerkmale dar, denn im **Jejunum** sind die **Zotten kürzer** und die **Krypten tiefer** als im Duodenum.

Desweiteren finden sich im Jejunum vereinzelt Lymphfollikel.

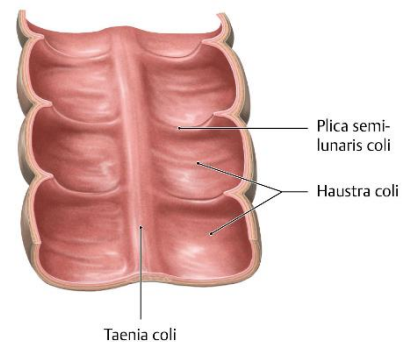
1.1.21 WAS SIND PLICAE CIRCULARES, PLICAE SEMILUNARES, PLICAE TRANSVERSALES? IN WELCHEN DARMABSCHNITTEN FINDET MAN DIESE?

1. Die Resorptionsleistung des **Dünndarms** wird durch die Vergrößerung seiner Oberfläche auf deutlich mehr als 100 m² ermöglicht. Diese Oberflächenvergrößerung erfolgt durch Plicae circulares (Ringfalten), Zotten, Krypten und Mikrovilli.

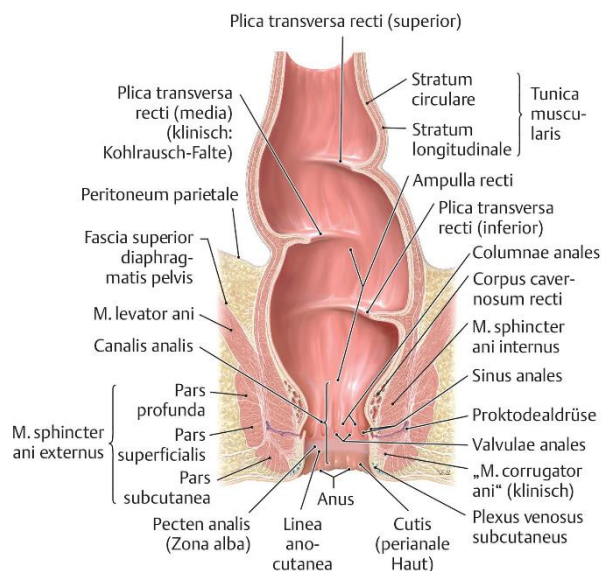
Die **Plicae circulares** (Ringfalten oder Kerkring-Falten) entstehen durch Vorwölbungen der Tunica mucosa und Tela submucosa. Mit bloßem Auge sind sie als zahlreiche **quergestellte Schleimhautfalten** sichtbar, die etwa zwei Drittel des Umfangs der Duodenalwand ausmachen und **nach aboral abnehmen**.



2. Äußerlich ist der **Dickdarm** charakterisiert durch die zu 3 Streifen gebündelte Längsmuskulatur, die Taenien. Typisch sind außerdem Aussackungen der Dickdarmwand (Haustren), die von **halbmondförmigen Einschnürungen (Plicae semilunares)** unterbrochen werden. Auf der Schleimhautseite des Dickdarms entsprechen diese Einschnürungen den sichelförmigen Plicae semilunares. Diese sind im Gegensatz zu den ortsständigen Plicae circulares des Dünndarms beweglich.



3. In der Frontalebene verläuft das **Rektum** meist in drei Biegungen (Flexurae laterales) und besitzt korrespondierend dazu an der Schleimhautseite drei konstante **halbmondförmige Querfalten (Plicae transversae recti)**. Die Plica transversa media (Kohlrausch-Falte) ist am stärksten ausgebildet und ragt ca. 6–7 cm oberhalb der Analöffnung von rechts und dorsal in das Rektumlumen, während die kleinere obere und untere Falte von links einstrahlen. Sie **entlasten den Schließmuskel**.



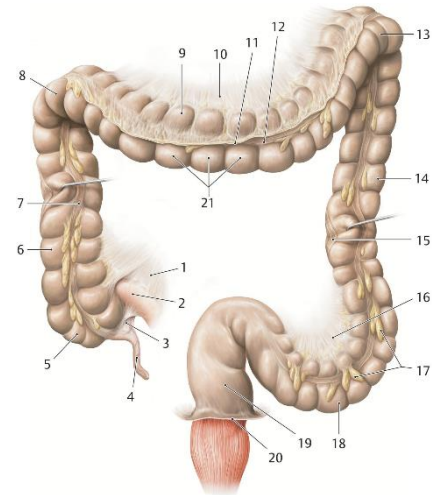
1.1.22 WAS SIND TAENIEN UND HAISTRIEN? IN WELCHEN DARMABSCHNITTEN FINDET MAN DIESE STRUKTUREN?

Im Colon:

In der Tunica muscularis fällt auf, dass die **äußere Längsmuskulatur auf drei Längsstreifen zusammengedrängt** ist, die als **Taenien** (Taeniae coli, 7 12 15) bezeichnet werden. Zwischen den Taenien ist die Längsmuskulatur nur sehr schwach ausgebildet. Die Ringmuskulatur ist gleichmäßig dick.

Bei den **Haustren** (Haustrae coli, 21) handelt es sich um **scheinbare Aussackungen der Colonwand**, die durch lokale Einschnürungen der Ringmuskulatur entstehen. Auf der Schleimhautseite des Dickdarms entsprechen diese Einschnürungen den sichelförmigen Plicae semilunares.

Taenien und Haustren sind jedoch im Rectum nicht vorhanden.



1.1.23 AUS WELCHEM MUSKELTYPEN BESTEHEN DIE FOLGENDEN SCHLIEßMUSKELN?: OBERER SPHINKTER DES ÖSOPHAGUS, PYLORUS, MUSCULUS SPHINCTER ANI EXTERNUS, MUSCULUS SPHINCTER ANI INTERNUS

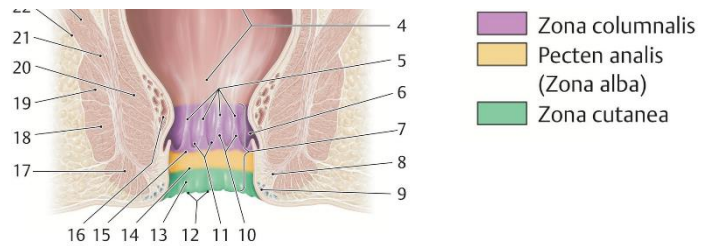
1. Der **oberer Ösophagussphinkter** besteht ausschließlich aus **quergestreifter Skelettmuskulatur**.
2. Die Tunica muscularis ist als kräftiger **Ringmuskel (glatte Muskulatur)** (Sphincter) ausgebildet. Man unterscheidet von außen nach innen drei Schichten, das Stratum longitudinale, Stratum circulare und die Fibrae obliquae. Das Stratum circulare ist im Pylorusbereich kräftig verdickt zum **M. sphincter pylori (Pylorus)**.

Das Sphinktersystem von Rectum und Analkanal besteht aus 3 muskulären Komponenten:

3. Der aus **glatter Muskulatur** bestehende **M. sphincter ani internus** ist eine Verstärkung der Ringmuskulatur in den oberen zwei Dritteln des Analkanals. Dieser Muskel ist tonisch kontrahiert und erschlafft nur während der Defäkation.
4. Der **quergestreifte M. puborectalis** ist ein dem Beckenboden anliegender Teil des M. levator ani. Er entspringt vom Os pubis und umschlingt den Analkanal von dorsal („puborektale Schleife“). Seine Kontraktion zieht den Analkanal nach ventral und verstärkt damit die Biegung im Bereich der Flexura perinealis. Das Lumen des Rectums hat bei einer Kontraktion des M. puborectalis die Form eines quergestellten Schlitzes.
5. Der **quergestreifte M. sphincter ani externus** umgibt den Analkanal klemmenförmig von beiden Seiten. Sein Tonus ist zwar dauerhaft hoch und sinkt nur bei der Defäkation, aber er kann auch willkürlich kontrahiert werden. Der Analkanal hat in diesem Bereich den Querschnitt eines längs gestellten Schlitzes. Man unterscheidet 3 Teile des M. sphincter ani externus: Pars profunda, Pars superficialis und Pars cutanea.

1.1.24 WELCHE AUFGABEN BESITZEN DIE INNEREN HÄMORRHOIDEN (CORPUS CAVERNOSUM RECTI)?

Das innen liegende Corpus cavernosum recti (= entspricht den umgangssprachlichen Hämorrhiden) ist ein arteriell versorgter Schwellkörper und für die Gasdichtigkeit (Feinkontinenz) zuständig.



1.2 LEBER

1.2.1 WIE IST DIE LEBER ANATOMISCH AUFGEBAUT (LAPPEN, SEGMENTE, LEBERLÄPPCHEN)?

1.2.1.1 LEBERLAPPEN

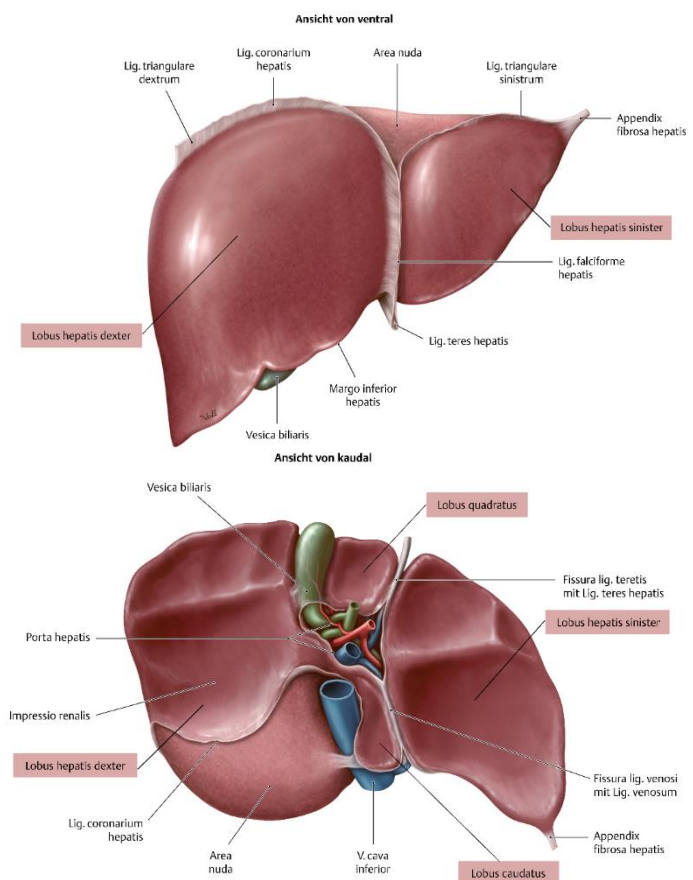
Die Leber wird morphologisch in 2 (ventral) bzw. 4 (kaudal) Lappen eingeteilt:

- Lobus hepatis dexter (rechter Leberlappen)
- Lobus hepatis sinister (linker Leberlappen)
- Lobus quadratus
- Lobus caudatus

Das Lig. falciforme hepatis trennt den Linken und rechten Leberlappen.

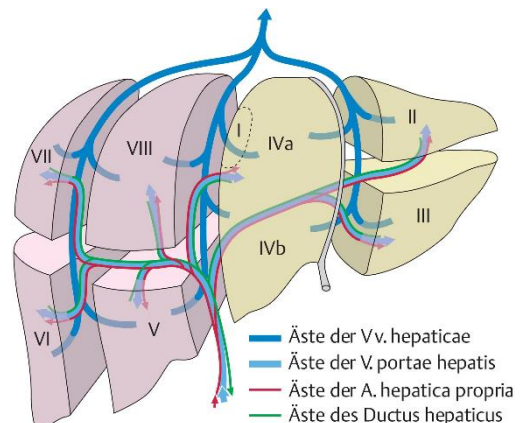
In der Leberpforte (Porta hepatis) treten Pfortader (V. portae) und Leberarterien ein und die Lebergallengänge aus.

Die Leber ist umgeben von einer bindegewebsartigen Kapsel (Glisson-Kapsel).



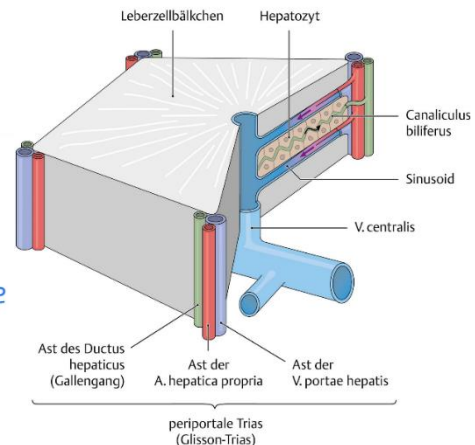
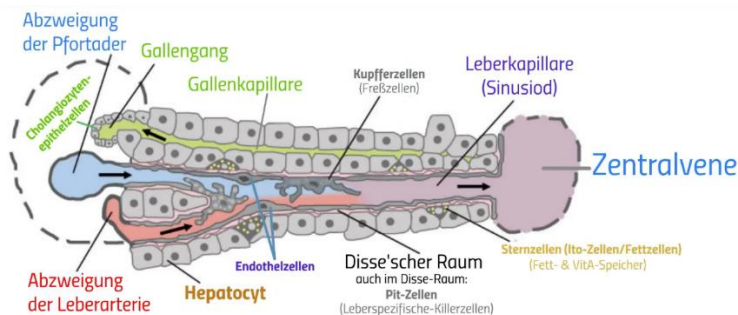
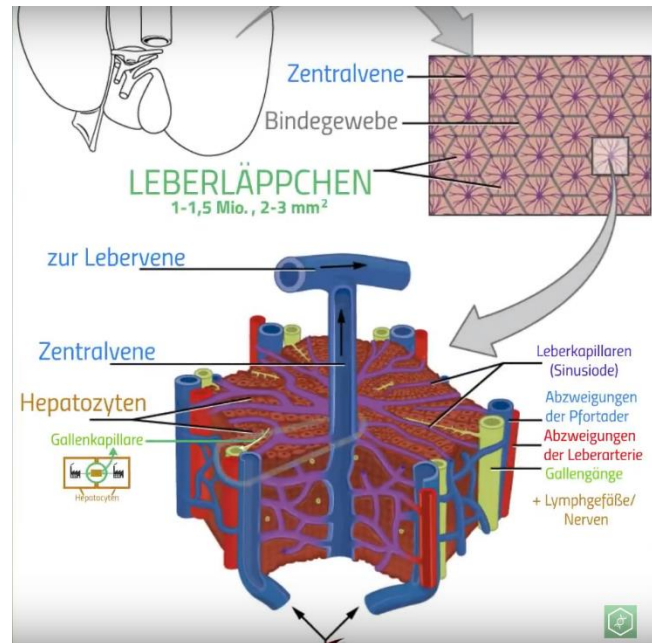
1.2.1.2 LEBERSEGMENTE

Die Leber wird funktionell in **8 Segmente** aufgeteilt (Segmenta hepates). Die Gliederung erfolgt anhand der Äste der Blutgefäße und Gallengänge (Ductus hepaticus, V. portae, A. hepatica propria), die jeweils im Zentrum der Segmente liegen. Die Vv. hepaticae bilden die Segmentgrenzen. Nach ihrem intrahepatischen Verlauf treten meist 3 Vv. hepaticae auf der Facies diaphragmatica aus der Leber aus und münden als ableitende venöse Gefäße nach kurzem Verlauf in die V. cava inferior.



1.2.1.3 LEBERLÄPPCHEN

- Sechseckige Säulen, 1-1.5 Millionen
- Höhe 2mm, Durchmesser 1-1.3 mm
- Im Zentrum V. centralis, von dort fließt Blut in die Vv. Hepaticae und schließlich in die V. cava inferior. Die V. centralis fließt also senkrecht zu den Leberläppchen und ist von den zahlreichen Einmündungen durchsetzt
- Am Rand befinden sich kleine Bindegewebsinseln, die Periportalfedern. Sei enthalten Blutgefäße (Glisson-Trias) und Gallengang.
- Anordnung der Leberzellen (Hepatozyten) in Bälkchen (einreihige Hepatozytenbalken, radiär verlaufende Lebersinusoide von Glisson-Trias zur Zentralvene
- Gallenfluss: zum Periportalfeld



- Disse-Raum: dünner Spaltraum zwischen Endothelzellen und Hepatozyten
- Hepatozyten reichen mit ihren Microvilli in den Disse-Raum
- Sinusoide besitzen diskontinuierliches und gefenstertes Endothel
- In der Wand der Sinusoide und im Disse-Raum kommen drei Zelltypen vor: Sinusendothelzellen, Kupfer-Sternzellen und Fettspeicher-(Ito-)Zellen.
- Periportalfelder liegen dort, wo drei oder mehr Leberläppchen aufeinandertreffen. Im Periportalfeld ist das Bindegewebe (zu Zwickeln) vermehrt und umhüllt die Glisson-Trias

1.2.2 WELCHE AUFGABEN BESITZT DIE LEBER?

- Zentrale Rolle bei Nährstoff-Stoffwechsel des Körpers / Verteilung von Nährstoffen (bes. in Hungerphasen)
- Gallenproduktion (Fettverdauung)
- Herstellung wichtiger Bluteiweiße (Transportproteine, Gerinnungsfaktoren)
- Ausscheidung wasserunlöslicher Substanzen
- Entgiftung & Immunschutz
- Vitamin- und Metallspeicher
- Mit-Regulation: Säure-Base-Haushalt des Blutes

- Blutbildung (fötale Phase, bis zum 7. Schwangerschaftsmonat)
- Aminosäurestoffwechsel
 - o Auf- und Abbau
 - o Stickstoffstoffwechsel (Harnstoff)
 - o Synthese verschiedener Plasmaproteine
- Glucosestoffwechsel
 - o Gluconeogenese
 - o Glycogen
- Lipidstoffwechsel
 - o Cholesterin (Cholesterinspiegel kann durch Cholesterinfreie Nahrung max. um 10% gesenkt werden, da die Leber selbst Cholesterin produziert)
 - o Lipoproteine
 - o Phospholipide
- Produktion von Galleflüssigkeit
 - o Bilirubin
 - o Konjugation / Elimination von Metaboliten / Toxine

1.2.3 WELCHE ZELLEN PRODUZIEREN DIE GALLENSÄURE?

Hepatozyten

1.2.4 ÜBER WELCHE STRUKTUREN GELANGT DIE GALLE VON DER LEBER ZUM DUODENUM?

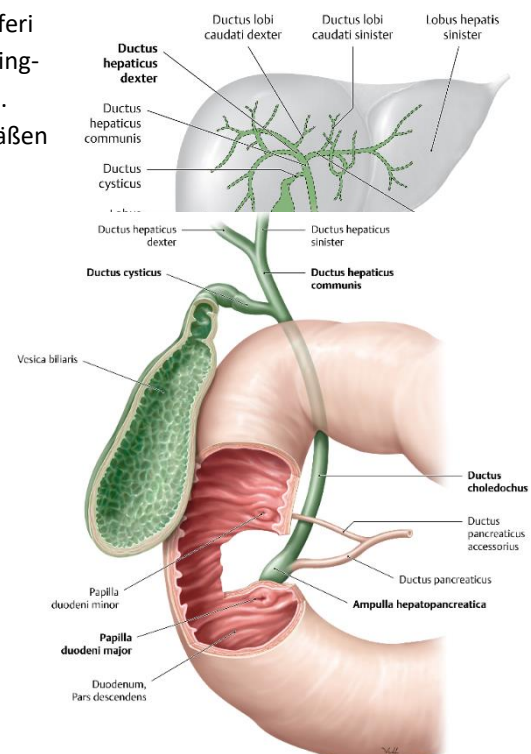
1.2.4.1 INTRAHEPATISCHE GALLENWEGE

Die Gallenflüssigkeit wird in den Leberzellen gebildet und befindet sich zunächst zwischen den Hepatozyten. Durch kleine Einfurchungen in deren Zellgrenzen entstehen die Gallenkapillaren (**Canaliculi biliferi**). Diese besitzen keine eigene Wand, ihre Begrenzung stellt die Zellmembran der Hepatozyten dar.

Am Rand der Leberläppchen fließt die Galle aus den Canaliculi biliferi in kurze Schalt- bzw. Zwischenstücke (**Hering-Kanälchen**). Die Hering-Kanälchen münden periportal in die **Ductuli biliferi interlobulares**. Diese verlaufen dort zusammen mit den intrahepatischen Blutgefäßen und bilden mit ihnen die sog. **Glisson-Trias**. Mit zunehmendem Kaliber (**Ductus biliferi interlobulares**) münden sie schließlich im Bereich der Leberpforte in den **Ductus hepaticus dexter** und den **Ductus hepaticus sinister**. Über den gemeinsamen extrahepatischen Ausführungsgang (Ductus hepaticus communis) wird die Gallenflüssigkeit weiter abtransportiert.

1.2.4.2 EXTRAHEPATISCHE GALLENWEGE

Der **Ductus hepaticus communis** vereinigt sich mit dem aus der Gallenblase kommenden **Ductus cysticus** zum **Ductus choledochus**. Dieser verläuft zusammen mit der A. hepatica propria und der V. portae im **Lig. hepatoduodenale**. Nachdem er dieses verlassen hat, zieht er hinter dem Duodenum und dem Pankreaskopf extraperitoneal weiter.



Meist vereinigt sich der Ductus choledochus mit dem Ausführungsgang der Bauchspeicheldrüse (**Ductus pancreaticus**). Die gemeinsame Endstrecke ist häufig erweitert (**Ampulla hepatopancreatica**) und mündet auf der **Papilla duodeni major** (auch: Papilla Vateri) im dorsalen Bereich der Pars descendens des Duodenum. Bevor sich die beiden Gänge vereinigen, werden sie jeweils von einem Schließmuskel aus glatter Muskulatur umgeben (**M. sphincter ductus choledochi** und **M. sphincter ductus pancreatici**). Zusätzlich besitzt die gemeinsame erweiterte Endstrecke noch einen eigenen Schließmuskel, den M. sphincter ampullae hepatopancreaticae (**M. sphincter Oddi**).

1.2.5 WELCHE GEFÄßE FÜHREN DER LEBER BLUT ZU / AB?

1.2.5.1 ARTERIELLER ZUFLUSS

Der erste unpaare arterielle Abgang aus der Aorta abdominalis ist der Truncus coeliacus. Hieraus entspringt neben der A. splenica und der A. gastrica sinistra die **A. hepatica communis**. Aus dieser Arterie geht die **A. hepatica propria** (30%) hervor, welche die Leber mit Sauerstoff versorgt und sich im Bereich der Leberpforte in einen Ramus dexter und einen Ramus sinister aufteilt.

1.2.5.2 VENÖSER ZUFLUSS

Die **Vena portae** (70%) sammelt das venöse, aber nährstoffreiche Blut aus den unpaaren Bauchorganen und führt es der Leber zu. Sie entsteht hinter dem Pankreaskopf durch den Zusammenfluss der **V. mesenterica superior** und der **V. splenica** und verläuft im Lig. hepatoduodenale zur Leberpforte. Dort teilt sie sich in die rechte und die linke Portalvene auf.

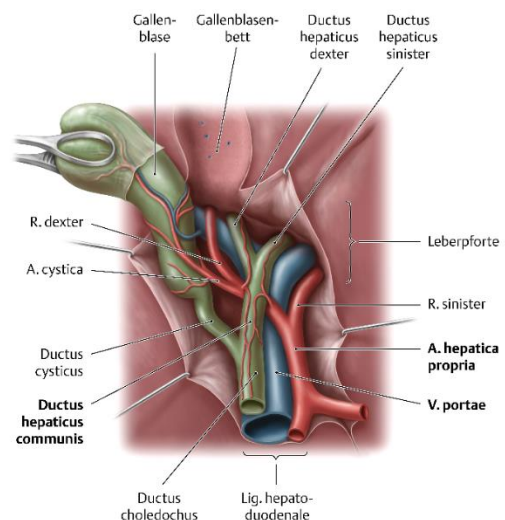
1.2.5.3 VENÖSER ABFLUSS

Der gesamte Blutabfluss aus der Leber erfolgt über die kurzstreckigen intersegmental gelegenen Vv. hepaticae. Sie sammeln das Blut aus der **V. centralis** im Zentrum der klassischen Leberläppchen und münden dann über die **Vv. hepaticae** in die **V. cava inferior**. Aufgrund dieses Gefäßverlaufs kann ein Thrombus (Blutgerinnsel) aus der V. hepatica über das rechte Herz in die Lungenarterie verschleppt werden.

1.2.6 WELCHE STRUKTUREN FINDEN SIE IN DER LEBERPORTE?

Die Leberpforte (**Porta hepatis**) liegt mittig auf der Facies visceralis zwischen Lobus quadratus und Lobus caudatus. Hier finden sich 3 wichtige ein- bzw. austretende Strukturen („**portale Trias**“):

- **Ductus hepaticus communis**: An der Leberpforte vereinigen sich der Ductus hepaticus dexter und sinister zum Ductus hepatis communis, der nach kurzem Verlauf in den Ductus choledochus übergeht.
- **V. portae**: Sammelgefäß für venöses, aber nährstoffreiches Blut aus den unpaaren Bauchorganen.
- **A. hepatica propria**: führt sauerstoffreiches Blut. Sie ist das Vas privatum der Leber.



Bis zur Leberpforte verlaufen diese Leitungsbahnen innerhalb des Lig. hepatoduodenale, das vom Duodenum zur Leberpforte zieht.

1.2.7 WAS WIRD UNTER DEN BEGRIFF „PORTOKAVALE ANASTOMOSEN“ VERSTANDEN?

Portokavale Anastomosen sind physiologisch bestehende **Umgehungskreisläufe** zwischen dem Einzugsgebiet der **V. portae hepatis** und der **Vv. cavae** (V. cava inferior und superior). Sie werden **klinisch relevant, wenn der Blutfluss über die V. portae gestört ist** (z.B. bei einer Leberzirrhose). Das Blut kann dann über die vorhandenen Anastomosen in das Hohlvenensystem abfließen.

Es gibt 4 wichtige Umgehungskreisläufe. Sie bestehen über:

- Vv. Oesophageales
- Vv. paraumbilicales
- Vv. colicae
- V. rectalis media/inferior (rektaler Venenplexus).

1.2.8 WELCHE ZELLTYPEN BEFINDEN SICH IN DER LEBER?

Hepatozyten: Als Parenchymzellen haben sie metabolische Funktionen, insbesondere die **Metabolisierung der Nährstoffe**, die Funktion der **Biotransformation** und **Sekretion** und die **Bildung der Galle**. Sie dienen außerdem dem **Abbau von Hormonen und Signalstoffen**, der **Säure-Basen-Regulation** und der Synthese der Akute-Phase-Proteine und Komplementfaktoren, s. auch **Stoffwechselfunktionen**.

Kupfer-Zellen: Gehören als **Makrophagen** zum Immunsystem. Sie befinden sich im Lumen der Sinusoide auf den Sinusendothelien und haben die Funktion der **Phago- und Pinozytose**, der Abgabe von Signalstoffen, der Elimination von Toxinen, der Synthese von Matrixkomponenten und der Antigenpräsentation.

ITO-Zellen (Sternzellen): Im Disse-Raum kommen Perisinusoidalzellen (Ito-Zellen) vor, die **Vitamin A- und Fettspeicherzellen**.

Sie **bilden Kollagen** und bauen damit den Intrazellulärraum auf.

Endothelzellen:

Gallengangepithelzellen:

PIT-Zellen: **Leber-spezifische Lymphozyten** (mit Killerzellfunktion)

1.2.9 IN WELCHER VENE SAMMELT SICH DAS BLUT AUS DEN ZENTRALVENEN DER LEBERLÄPPCHEN?

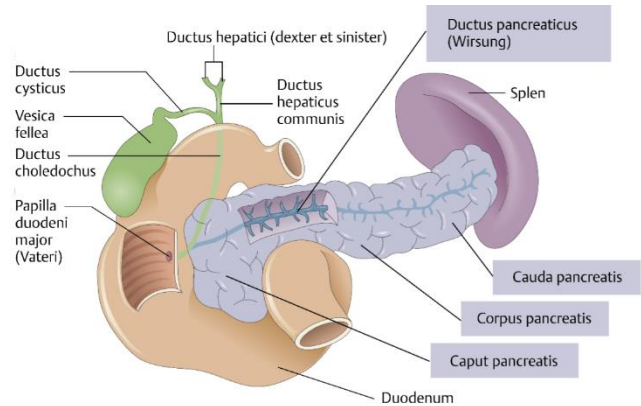
Im Zentrum V. centralis, von dort fließt Blut in die Vv. Sublobulares, welche sich zu den 3 **Vv. Hepaticae** vereinigen und schließlich in die V. cava inferior

1.3 PANKREAS

1.3.1 IN WELCHE ABSCHNITTE WIRD DIE PANKREAS UNTERTEILT?

Das Pankreas (Bauchspeicheldrüse) ist ein langgestrecktes, sekundär retroperitoneal gelegenes Organ, das etwa in Höhe des 2. Lendenwirbels quer im Oberbauch liegt. Man unterscheidet 3 Abschnitte:

- **Caput pancreatis** (Pankreaskopf) mit einem hakenförmigen Fortsatz (Processus uncinatus).
- **Corpus pancreatis** (Pankreaskörper) mit einer Vorwölbung im kopfnahen Bereich (Tuber omentale), das durch die dorsal liegende Aorta abdominalis aufgeworfen wird.
- **Cauda pancreatis** (Pankreasschwanz).



Länge: 14-20cm

Gewicht: 40-120g

Entwicklung: das Pankreas entsteht aus 2 Knospen des Darmrohrs

1.3.2 MIT WELCHEM DARMABSCHNITT IST DER PANKREASKOPF TOPOGRAPHISCH ASSOZIIERT?

Der Pankreaskopf liegt in der **C-förmigen Schlinge des Duodenums**, der Pankreasschwanz reicht bis zum Milzhilum.

1.3.3 IN WELCHEM DÜNNDAARMABSCHNITT ENDEN DIE AUSFÜHRUNGSGÄNGE DES PANKREAS?

Die Ausführungsgänge der exokrinen Drüsenzellen des Pankreas vereinen sich zu einem Hauptausführungsgang (**Ductus pancreaticus** oder Wirsung-Gang). Er leitet den Pankreassaft ins Duodenum. Dort **mündet er an der Papilla duodeni major in das Duodenum (Pars descendens duodeni)**, meist **gemeinsam mit dem Ductus choledochus**. Die gemeinsame Endstrecke ist häufig erweitert (Ampulla hepatopancreatica). Kurz vor der Mündung in die Ampulle wird der Ductus pancreaticus von einem Schließmuskel umgeben (**M. sphincter ductus pancreatici**).

In 40 % ist noch ein zweiter kleinerer Ausführungsgang vorhanden (**Ductus pancreaticus accessorius**). Dieser mündet an der **Papilla duodeni minor** (Santorini-Papille) in das Duodenum (Pars descendens duodeni).

1.3.4 WELCHE HORMONE PRODUZIERT DER ENDOKRINE DRÜSENTEIL DES PANKREAS?

Der **endokrine Teil** der Bauchspeicheldrüse wird durch Zellinseln gebildet, die sich überwiegend im Pankreasschwanz verteilen und als **Langerhans-Inseln** bezeichnet werden. Man unterscheidet vier verschiedene **hormonproduzierende Zelltypen**, deren Hauptfunktion die Regulation des **Glucosestoffwechsels** durch die Produktion von Glukagon und Insulin ist:

- Zellansammlung besteht aus 2000-3000 endokrinen Zellen

- Zelltypen:
 - 20% **A-Zellen** **Glukagon** (Steigerung des Blut-Glucose-Spiegels)
 - 70% **B-Zellen** **Insulin** (Senkung des Blut-Glucose-Spiegels)
 - 5% **D-Zellen** **Somatostatin** (Hemmung der Insulin- und Glukagon-Sekretion)
 - 2% **PP-Zellen** **pankreatisches Polypeptid** (Hemmung des exokrinen Pankreas,
Steigerung des Sättigungsgefühls)
 - ε-Zellen** **Ghrelin** (Steigerung des Hungergefühls)

1.3.5 WELCHE STOFFKLASSEN SYNTHETISIERT DER EXOKRINE TEIL DER BAUCHSPEICHELDRÜSE?

Das exokrine Pankreas ist eine rein seröse Drüse. Sie stellt die wichtigste Verdauungsdrüse des Menschen dar und sezerniert zahlreiche **Verdauungsenzyme** bzw. Proenzyme. Daneben produzieren die Epithelzellen der Ausführungsgänge **Bicarbonat**, das im Duodenum für die Neutralisation der Magensäure wichtig ist. Die Menge und Zusammensetzung des Pankreassekrets hängt von der Art der aufgenommenen Nahrung ab. Beim Menschen können bis zu 1,5 Liter Sekret täglich produziert werden. Es enthält unter anderem:

- Enzyme zur Eiweißspaltung (**Proteasen**)
 - Trypsinogen
 - Chymotrypsinogen
 - Elastase
- Enzyme zur Kohlenhydratspaltung (**Glykosidasen**)
 - Alpha-Amylase
 - Ribonukleasen
- Enzyme zur Fettspaltung (**Lipasen**)
 - Pankreaslipase
- **Nucleasen** (DNasen und RNasen zur Spaltung von Nucleinsäuren)

Insbesondere die Proteasen liegen innerhalb der Drüse zunächst in einer inaktiven Form vor, um eine Selbstverdauung des Drüsegewebes zu vermeiden. Sie werden erst im Duodenum aktiviert.

1.3.6 WELCHE ZELLEN PRODUZIERE GLUKAGON?

A-Zellen

1.3.7 WELCHE WICHTIGEN ERKRANKUNGEN DES MAGEN-DARMTRAKTS, DER LEBER UND DES PANKREAS KENNEN SIE?

2 NIERE

2.1.1 WIE IST DIE NIERE AUFGEBAUT (KAPSEL, RINDE, MARK, MARKPYRAMIDEN, NIERENPAPILLEN, NIERENBECKEN, HILUM)?

Die Nieren haben die Form einer Bohne und befinden sich unterhalb des Diaphragmas im retroperitonealen Raum.

Jede Niere ist von drei Hüllenstrukturen umgeben, von innen nach außen:

- **Capsula fibrosa** (Organkapsel)
- Capsula adiposa (Fettkapsel)
- Fascia renalis (Fasziensack)

Sie ist aber nicht fest mit dem Bindegewebe fixiert, was für die Beweglichkeit wichtig ist. Die Niere ist atemverschieblich. Die rechte Niere liegt etwas tiefer, da sie von der Leber nach unten verdrängt wird.

Am oberen Pol sitzt die Nebenniere auf. Diese hat funktionell nichts mit der „normalen“ Niere zu tun, sie ist ein endokrines Organ.

Hilum reales (Nierenhilus): In der Mitte einer Niere tritt die **A. renalis** ein und die **V. renalis** tritt aus. Außerdem tritt der **Ureter** (Harnleiter) aus.

Nierenbecken (**Pelvis renalis**): sammelt den Harn und gibt ihn in den Harnleiter weiter.

Das Nierenparenchym wird das innen liegende **Mark** (**Medulla renalis**) und die außenliegende **Rinde** (**Cortex renalis**) untergliedert.

Nierenrinde (Cortex renalis): Das Nierenrindengewebe ist etwa 6-10mm breit, außerdem senkt es sich in Form von **Nierensäulen** (**Columnae renalis**) zwischen den Markanteilen in Richtung Sinus renalis.

Nierenmark (Medulla renalis): besteht aus 6-12 **Markpyramiden** (**Pyramis renalis**) welche die „Leitungen“ zum Nierenbecken sind. Die Spitzen der Markpyramiden heißen **Nierenpapillen** (**Papilla renalis**) und bilden zusammen das Nierenbecken. Die einzelnen Pyramiden werden durch die **Nierensäulen** (**Columnae renalis**) voneinander abgegrenzt.

2.1.2 WELCHE FUNKTIONEN HAT DIE NIERE?

Die Niere **reguliert**:

- **Wasserhaushalt!** (Menge, Osmolarität)
- Säure-Base-Haushalt (pH-Wert)
- Salzhaushalt (Ionenkonzentration)

...produziert:

- **Renin** (hormonähnliches Enzym): Blutdruck (Renin-Angiotensin-Aldosteron-System)
- EPO (Erythropoetin), das zur Erythropoese (Blutbildung) im Knochenmark anregt
- Kalzitriol für die Calciumaufnahme und den Knochenaufbau

...scheidet aus:

- **Filtration des Blutes**, um Harnstoff zu beseitigen (=> Stickstoff loswerden)
- Detoxifikation: Auscheidung von Stoffwechselprodukten wie Harnsäure und körperfremden Stoffen

2.1.3 WELCHE STRUKTUREN (LEITUNGEN) FINDEN SICH AM NIERENHILUM?

In der Mitte einer Niere tritt die **A. renalis** ein und die **V. renalis** tritt aus. Außerdem tritt der **Ureter** (Harnleiter) aus.

2.1.4 WELCHE GEFÄßE IN DER NIERE VERLAUFEN AN DER GRENZE ZWISCHEN RINDE UND MARK?

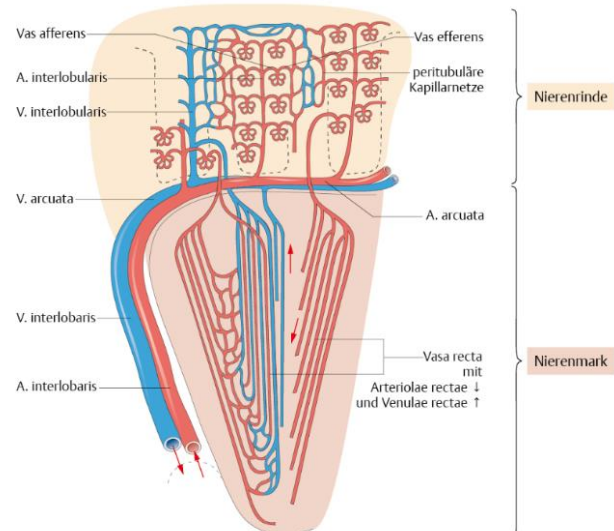
V. arcuata und **A. arcuata**

2.1.5 IST DAS VAS AFFERENZ EINE ARTERIOLE, VENOLE ODER EINE KAPILLARE?

Zuführende Arteriole (glatte Muskulatur)

2.1.6 IST DAS VAS EFFERENZ EINE ARTERIOLE, VENOLE ODER EINE KAPILLARE?

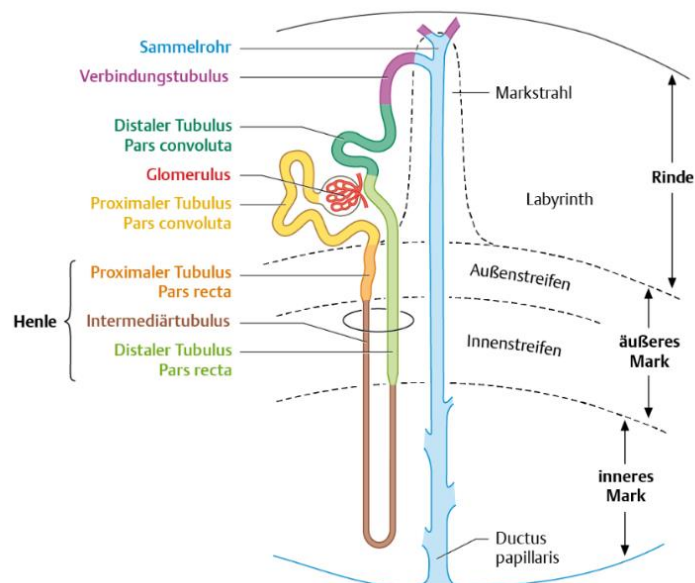
Abführende Arteriole



2.1.7 WIE IST EIN NEPHRON AUFGEBAUT?

- kleinste Einheit der Niere
- 1 Millionen pro Niere
- Besteht aus:
 - o **Nierenkörperchen** (Corpusculum renale)
 - Glomerulus
 - BOWMANsche Kapsel
 - o **Nierentubuli**

Die Tubulussysteme mehrerer Nephronen münden in ein **Sammelrohr**. Letztere leiten den Harn in Richtung Papillenspitze, wo er in das Kelchsystem des Nierenbeckens fließt und von dort über den Harnleiter in die Blase.



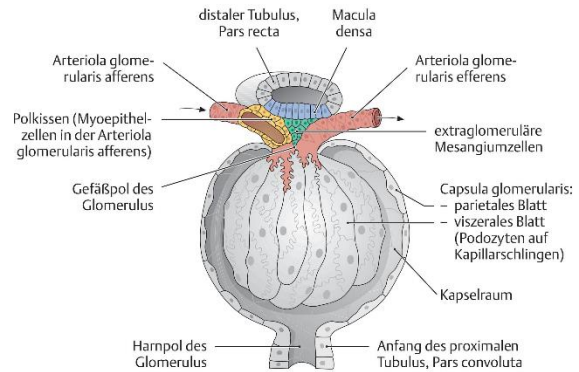
2.1.8 ERKLÄREN SIE DEN WEG DES PRIMÄRHARNS BZW. HARNS VOM PROXIMALEN TUBULUS BIS ZUM NIERENBECKEN.

Sammelrohr – Nierenkelch – Hauptkelch – Nierenbecken - Harnleiter

2.1.9 WIE IST DAS NIERENKÖRPERCHEN DEFINIERT?

In den Nierenkörperchen oder **Corpusculum renale** (also in der Rinde der Niere) findet die **Ultrafiltration** statt. Es besteht aus dem **Kapillarknäuel (Glomerulus)** und der **doppelwandige Bowman-Kapsel (Capsula glomeruli)**, die den Glomerulus umgibt.

Der **Glomerulus** (Kapillarknäul) liegt in der Nierenrinde. Hier wird Blut abfiltriert: Die Wand der Gefäßschlingen besteht aus **fenestriertem Endothel**, das einer Basalmembran aufliegt, die als **größenselektiver Filter** zu großen Plasmabestandteilen den Durchtritt verweigert. Zwischen den Schlingen liegen **Mesangiumzellen** (phagozytierende Funktion), die zusammen mit den **Podozyten** für die Erneuerung der endothelialen Basalmembran sorgen.



Die **Bowman'sche Kapsel** (**Capsula glomerularis**) bildet eine Hülle um den Glomerulus. Sie besteht aus einem viszeralem und parietalem Blatt:

- Das **viszerale Blatt** umgibt den Glomerulus mit einer Schicht aus **Podozyten**, die dem Gefäßendothel außen aufliegen und mit zahlreichen Fortsätzen einen unvollständigen Überzug der Basalmembran bilden
- Nach außen hin grenzt das **parietale Blatt** aus platten Epithelzellen das Nierenkörperchen gegen das umgebende Parenchym ab
- Zwischen den beiden Blättern liegt der Kapselraum, in den der Primärharn aus dem Blutplasma filtriert wird.

→ In den Nierenkörperchen entsteht also der Primärharn.

2.1.10 WO FINDEN SIE DIE GLOMERULI; IN DER RINDE ODER IM MARK?

In der **Rinde**

2.1.11 NENNEN SIE DIE ABSCHNITTE DES TUBULUSSYSTEMS?

Im Tubulussystem wird der Primärharn durch Wasserentzug auf etwa 1% des ursprünglichen Volumens konzentriert (Rückresorption) und in seiner chemischen Zusammensetzung verändert. Durch das einschichtige Epithel ist Transport und Austausch von Stoffen relativ einfach möglich.

- **Proximaler Tubulus (Hauptstück)**, viele Mitochondrien
 - o Pars convoluta (gewundener Teil)
 - o Pars recta (gestreckter Teil)
- **Intermediärtubulus (Überleitungsstück)**, dünner Teil der Henle-Schleife
- **Distaler Tubulus**
 - o Pars recta
 - o Pars convoluta
- **Tubulus reuniens (Verbindungstubulus)**

Mehrere Verbindungstubuli münden schließlich in ein **Sammelrohr**, wo der Harn weiter konzentriert wird.

- **Hauptzellen:** besitzen Aldosteronrezeptoren
 - o Rückresorption von Natrium
 - o Sekretion von Kalium
 - o ADH-vermittelt können sie Aquaporine in ihre Zellmembran einbauen und dadurch Wasser rückresorbieren
- **Schaltzellen**
 - o Wesentlich an der Regulation des pH-Werts beteiligt, indem sie über Kotransporter H^+ -Ionen oder HCO_3^- -Ionen sezernieren können

2.1.12 WELCHE ABSCHNITTE DES TUBULUSSYSTEMS SIND WASSER-IMPERMEABEL?

Henle-Schleife:

- **absteigenden Teil:**
 - Pars recta des proximalen Tubulus
 - Pars descendens des intermediären Tubulus
- **aufsteigenden Teil:**
 - Pars ascendens des intermediären Tubulus
 - Pars recta des distalen Tubulus

Der aufsteigende Teil der Henle-Schleife ist Wasser-impermeabel.

Sowie der Pars convoluta des distalen Tubulus.

Der Verbindungstubulus und das Sammelrohr besitzen ebenfalls nur wasserdichte tight-junctions. Die Plasmamembran ist jedoch hormonell regulierbar (Hormon ADH) wasserdurchlässig.

2.1.13 IM WELCHEN ABSCHNITT DES TUBULUSSYSTEMS WIRD DAS MEISTE WASSER RESORBIERT?

Im proximalen Tubulus werden etwa $\frac{2}{3}$ des filtrierten Wassers durch parazelluläre Osmose und transzellulären Transport (Aquaporin 1) resorbiert.

2.1.14 WELCHE AUFGABEN BESITZEN MESANGIUMZELLEN?

Zwischen den Kapillarschlingen befinden sich sternförmige intraglomeruläre Mesangiumzellen. Am Gefäßpol setzen sie sich in das extraglomeruläre Mesangium fort. Die Mesangiumzellen besitzen kurze Fortsätze und sind durch Gap Junctions miteinander verbunden. Die kontraktilen Zellen stützen die Kapillarschlingen und phagozytieren Substanzen, die in der GBM hängen geblieben sind.

2.1.15 WELCHE FUNKTION BESITZEN PODOZYTEN?

Die Podozyten steuern wie groß die Poren sind (5nm), durch die Moleküle aus dem Blutplasma gefiltert werden können. Wasser und kleine Moleküle können ungehindert passieren. Plasmaproteine und Blutzellen werden jedoch zurückgehalten (z.B. Albumin).

Bilden Netz.. Porenppassage

2.1.16 WO FINDEN SICH IN DER NIERE GEFENSTERTE ENDOTHELZELLEN?

Fenetrisches Endothel der Glomeruluskapillaren (70-100nm)

2.1.17 ERKLÄREN SIE DAS GRUNDLEGENDE PRINZIP DER FILTRATION.

2.1.18 WIE IST DAS FILTERSYSTEM IM NIERENKÖRPERCHEN ZELLULÄR AUFGEBAUT?

2.1.19 IST DIE BASALMEMBRAN ZWISCHEN ENDOTHELZELLEN UND PODOZYTEN GEFENSTERT?

nein

2.1.20 WO BEFINDET SICH DIE MACULA Densa?

Im **Juxtaglomerulären Apparat**

Wand des pars recta des proximalen Tubulus

2.1.21 WO FINDEN SIE HAUPTZELLEN UND SCHALTZELLEN?

Im **Sammelrohr und Verbindungstubulus**

Hauptzellen resorbieren aldosteronstimuliert Natrium und sezernieren Kalium

Aquaporine werden ADH-stimuliert in die Hauptzellen eingebaut

2.1.22 WO WERDEN ALDOSTERON UND ADH GEBILDET?

Aldosteron wird in der Nebennierenrinde gebildet und wirkt an den Hauptzellen im Sammelrohr.

ADH/Vasopressin wird in der Hypothalamus gebildet und in der Neurohypophyse ausgeschüttet und gespeichert und wirkt an den Aquaporinen die in die Hauptzellen im Sammelrohr eingebaut sind.

2.1.23 WIE VIEL PRIMÄRHARN BILDET DIE NIERE PRO TAG?

180l/Tag Primärharn

2.1.24 WIE IST DER JUXTAGLOMERULÄRE APPARAT AUFGEBAUT?

2.1.25 KANN SICH DAS NIERENGeweBE GUT REGENERIEREN?

Niere kann sich **nicht vollständig** regenerieren.

Nephronen können nicht mehr wiederhergestellt werden.

Der Glomeruläre Filter ist nicht regenerativ.

2.1.26 ERKLÄREN SIE DAS GRUNDLEGENDE PRINZIP DER NATRIUM- UND WASSERRESORPTION.

2.1.27 ERLÄUTERN SIE DAS RENIN-ANGIOTENSIN-ALDOSTERON-SYSTEM.

2.1.28 WELCHE HORMONE PRODUZIERT DIE NIERE?

- **EPO** (Erythropoetin) -> Wachstumsfaktor für Bildung Erythrozyten
- **Kalzitriol** (Vitamin-D-Hormon) -> Kalziumspiegel im Blut steigend
- Renin (eig. hormonähnliches Enzym) -> Blutdruck steigend

3 ENDOKRINE ORGANE

Exokrine Sekretion (äußere Sekretion): Abgabe der relevanten Substanzen durch spezialisierte Drüsenepithelien direkt oder über Drüsengänge zu inneren oder äußeren Oberflächen.

Die endokrine Sekretion (innere Sekretion): Freisetzung von Hormonen oder Mediatoren (Botenstoffe) ins Blut.

Unter Endokrinen Organen versteht man Organe, welche durch **endokrine Sekretion** von **Hormonen** die Steuerung komplexer Körperfunktionen vollziehen. Zu diesen Organen gehören:

- Schilddrüse und Nebenschilddrüse
- Hypothalamus und Hypophyse
- Nebenniere

Auch andere Organe wie die Niere und die Pankreas haben endokrine Anteile (EPO bzw. Insulin/Glukagon), zählen aber aufgrund ihrer überwiegend exokrinen Funktion nicht zu den endokrinen Organen, sondern zum **diffusen endokrinen System**.

Unterteilung:

- **Glandulär**: Hauptaufgabe Drüse
- **Aglandulär**: Nebenaufgabe Drüsen.. andere Hauptaufgabe

3.1.1 IN WELCHE ABSCHNITTE KANN MAN DIE HYPOPHYSE EINTEILEN?

- **Adenohypophyse** (Hypophysenvorderlappen) $\frac{3}{4}$ der Hypophyse, gehört nicht zum ZNS, nicht aus Nervengewebe sondern aus Drüsengewebe, Hormonproduzierende Drüse, Entwicklung aus Rathke-Tasche
- **Neurohypophyse** (Hypophysenhinterlappen), gehört zum ZNS, Ausstülpung des Zwischenhirns (Diencephalon)

3.1.2 WELCHER ABSCHNITT DER HYPOPHYSE IST EINE AUSSTÜLPUNG DES ZWISCHENHIRNS (DIENCEPHALON)?

Als Rathke-Tasche bezeichnet man die Ausbuchtung im Bereich des Ektoderms des primitiven Rachendachs, die im Laufe der embryonalen Entwicklung Anschluss an das Zwischenhirn findet und sich zur **Adenohypophyse** weiterentwickelt.

3.1.3 WO WERDEN FSH UND LH GEBILDET UND WIE WIRD DIE FREISETZUNG STIMULIERT?

Die **Adenohypophyse** gehört entwicklungsgeschichtlich nicht zum ZNS, sondern entwickelt sich aus der Rathke-Tasche. Sie bildet die **glandotropen Hormone (wirken auf periphere Drüsen)**:

- adrenocorticotropes Hormon (ACTH)
- thyreoideastimulierendes Hormon (TSH)
- **follikelstimulierendes Hormon (FSH)**
- **luteinisierendes Hormon (LH)**

sowie die **Effektorhormone (wirken an einem Effektorgan)**:

- Prolactin
- Wachstumshormon (STH, GH)

- melanozytenstimulierendes Hormon (MSH)

Die **Hormonausschüttung** wird durch **hypothalamisch gebildete Releasing- und Inhibitinghormone** gesteuert, die über die Blutgefäße des hypophysären Pfortadersystems die Adenohypophyse erreichen.

FSH und LH: die Freisetzung wird durch das im Hypothalamus freigesetzte Gonadotropin-Releasing-Hormon (GnRH, Gonadoliberin) ausgelöst, GnRH wird durch Sekretion von FSH/LH gehemmt

3.1.4 WO WERDEN VASOPRESSIN UND OXYTOCIN GEBILDET UND WO WERDEN SIE FREIGESETZT?

In der **Neurohypophyse** werden die hypothalamisch gebildeten Hormone ADH (antidiuretisches Hormon, **Vasopressin**) und **Oxytocin** gespeichert und freigesetzt. Diese Hormone gelangen über axonalen Transport durch das Infundibulum vom Hypothalamus zur Neurohypophyse.

3.1.5 AN WELCHEN GEWEBEN/ORGANEN WIRKEN VASOPRESSIN, FSH, LH, TSH, ACTH, OXYTOCIN?

Adenohypophyse:

- **FSH** Stimulation von Wachstum und Östrogensekretion (Frau) / Spermatogenese (Mann)
- **LH** Stimulation von Androgenen / Östrogenen in den Keimdrüsen (Gonaden)
- **TSH** Steuerung der Schilddrüse -> Stimulation der T₃/T₄ Ausschüttung ins Blut
- **ACTH** steuert die Bildung von Cortison und Cortisol der Nebennierenrindenzellen
- **Prolaktin** Stimuliert Brustdrüse zum Wachstum und zur Sekretion von Milch
- **GH** Wachstumshormon

Neurohypophyse:

- **Vasopressin** Konzentrierung des Urins in der Niere (V₂-Rezeptoren) und Vasokonstriktion (V₁-Rezeptoren) (Wasser reinholen)
- **Oxytocin** Wehen auslösend, durch Stimulation der glatten Uterusmuskulatur. Milchabgabe in der Brustdrüse. Beim Mann führt Oxytocin zu einer Kontraktion der glatten Muskelzellen der Samenkanälchen.

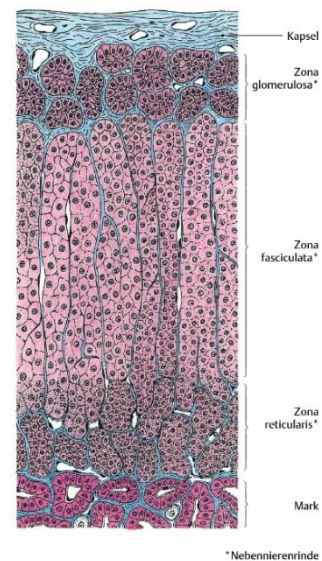
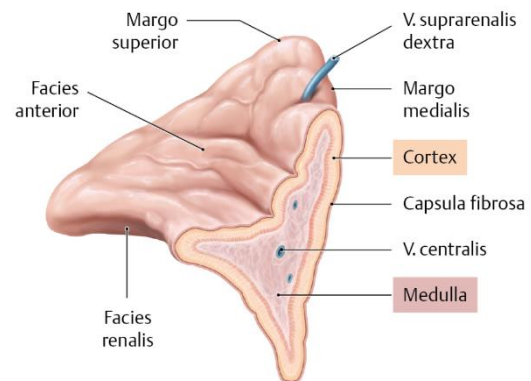
3.1.6 WIE IST DIE NEBENNIERE AUFGEBAUT?

Die Nebenniere (Glandula suprarenalis) ist ein paarig angelegtes endokrines Organ, das jeweils dem oberen Nierenpol aufsitzt und von der Capsula adiposa der Niere umgeben ist. Die verschiedenen Anteile der Nebennieren (Rinde und Mark) bilden lebenswichtige Hormone:

Nebennierenrinde (90%): Sie produziert die Corticosteroide:

- **Mineralocorticoide**, z.B. Aldosteron (Zona glomerulosa)
- **Glucocorticoide**, z.B. Cortisol und Cortison (Zona fasciculata) -> schnell nutzbare Energieträger
- Geschlechtshormone, v.a. **Androgene**, in geringerem Ausmaß auch Östrogene (Zona reticularis).

Nebennierenmark (10%): Die chromaffinen Zellen des Nebennierenmarks produzieren die beiden Katecholamine **Adrenalin** und **Noradrenalin**.



3.1.7 AUS WELCHEN SCHICHTEN BESTEHT DIE NEBENNIERENRINDE?

Die Nebennierenrinde ist in 3, nicht klar abgrenzbare, Zonen unterteilt:

- **Zona glomerulosa** (lat. glomerulum = Knäuel)
- **Zona fasciculata** (lat. fasciculus = Strang)
- **Zona reticularis** (lat. reticulum Netz)

3.1.8 IM FOLLIKELLEN DER SCHILDDRÜSE WIRD WELCHE SUBSTANZ GESPEICHERT?

Die Schilddrüsenhormone **Triiodthyronin (T3)** und **Tetraiodthyronin (Thyroxin, T4)** können an Thyreoglobulin gebunden mehrere Wochen im Follikellumen der Schilddrüse gespeichert werden.

Wirkung

T3 und T4 wirken als intrazelluläre Liganden für Transkriptionsfaktoren und steuern die Expression bestimmter Gene.

Ihre Wirkungen sind vielfältig:

- Erhöhung des Grundumsatzes und der Wärmeproduktion
- Steigerung des Glucosestoffwechsels, des Citratzyklus und der Atmungskette
- Regulierung des Fettstoffwechsels
- Förderung des Knochenwachstums und der Gehirnentwicklung
- Erhöhung der Kontraktionskraft des Herzmuskels und des Herzzeitvolumens
- Regulation des Bindegewebstoffwechsels

Regulation

Die Schilddrüsenhormone werden durch einen klassischen Regelkreis über den **Hypothalamus** und die Hypophyse reguliert. Der Hypothalamus schüttet **TRH** (Thyreotropin-Releasing-Hormon) aus und stimuliert damit die Hypophyse zur Freisetzung von **TSH** (Thyrotropin, Thyreoidea-stimulierendes Hormon). TSH wiederum stimuliert die Schilddrüse zur Produktion der Schilddrüsenhormone **T3 und T4**. Die Schilddrüsenhormone ihrerseits hemmen durch eine **negative Rückkopplung** die Ausschüttung von TSH und TRH.

3.1.9 WIE HEIßEN DIE TESTOSTERON-PRODUZIERENDEN ZELLEN IM HODEN?

Leydig-Zellen

Spezielle Zellen des Hodens, die Leydig-Zwischenzellen, produzieren vor allem das männliche Geschlechtshormon Testosteron. Zusätzlich bilden die Zellen andere Steroidhormone wie Dihydrotestosteron (DHT), Dihydroepiandrosteron (DHEA) und auch das weibliche Geschlechtshormon Östradiol.

Grundgerüst für die Hormone ist Cholesterin. In den Zielorganen (Prostata, Haut, Geschlechtsorgane) wird Testosteron in Dihydrotestosteron umgewandelt. Im Fettgewebe und in der Leber entsteht aus Testosteron Östradiol. Ist viel Fettgewebe vorhanden (Übergewicht), wandelt der Körper viel Testosteron in Östradiol um. Deshalb haben übergewichtige Männer häufig erhöhte Östrogenwerte im Blut. Diese können dazu führen, dass der Körper der Männer „weiblicher“ aussieht: Die Brust kann sich vergrößern (Gynäkomastie) und die Brustbehaarung kann verschwinden.

3.1.10 WIE HEIßEN DIE ÖSTROGEN-PRODUZIERENDEN ZELLEN IM OVAR?

In den Eierstöcken (Ovar) bilden die Thecazellen Androgene (Geschlechtshormone), die von den Granulosazellen in Östrogene umgewandelt werden.

Regulation der Freisetzung Bei beiden Geschlechtern wird Synthese und Freisetzung der Östrogene durch das hypothalamische GnRH bzw. die glandotropen Hormone FSH und LH der Hypophyse reguliert. Aus dem Hypothalamus wird GnRH pulsatil freigesetzt, was wiederum zur pulsatilen Freisetzung von FSH und LH aus der Hypophyse führt. Bis zu einer bestimmten Konzentration wirkt Östrogen in einer negativen Rückkopplungsschleife auf die Gonadotropinfreisetzung in der Hypophyse (siehe Bild). Steigt die Konzentration in der zweiten Hälfte des Menstruationszyklus über einen bestimmten Wert, schaltet die negative Rückkopplung auf eine positive Rückkopplung um und die Gonadotropinfreisetzung wird stark stimuliert. Es kommt zum FSH- bzw. LH-Peak, der dann die Ovulation auslöst.

3.1.11 NENNEN SIE DREI ENDOKRINE DRÜSENZELLTYPEN AUS DEM MAGENSCHLEIMHAUTEPITHEL?

- **enterochromaffin-like Zellen (ECL-Zellen)**, Histamin
- **G-Zellen**: Gastrin
- **D-Zellen**: Somatostatin

Die verschiedenen Subtypen der enteroendokrinen Zellen bilden u. a. Gastrin, Sekretin, Cholezystokinin und Serotonin.

3.1.12 NENNEN SIE VIER ENDOKRINE DRÜSENZELLTYPEN AUS DEM PANKREASGEWEBE?

Siehe 1.3.4

- **α-Zellen**: produzieren Glucagon und Pankreastatin

- **β-Zellen:** produzieren Insulin und Chromatostatin
- **D-Zellen:** synthetisieren Somatostatin
- **PP-Zellen:** synthetisieren pankreatisches Peptid

3.1.13 WELCHES HORMON WIRD IM VORHOF DES HERZENS GEBILDET UND WELCHE FUNKTION BESITZT ES?

Die natriuretischen Peptide **ANP (atriales natriuretisches Peptid)** und BNP (brain natriuretic peptide) sind Antagonisten des Renin-Angiotensin-Aldosteron-Systems (RAAS). Sie werden bei einer Druck- oder Volumenbelastung des Herzens (z.B. infolge eines erhöhten Blutvolumens) vermehrt freigesetzt. **ANP wird vorwiegend in den Myozyten der Vorhöfe gebildet**, BNP v.a. in den Herzmuskelzellen der Ventrikel.

Die Peptidhormone erhöhen die glomeruläre Filtrationsrate (GFR) und die Na⁺-Ausscheidung über die Nieren (Natriurese). Dies führt zu einer vermehrten Wasserausscheidung, wodurch das Blutvolumen und der Blutdruck gesenkt werden.

BNP und das physiologisch inaktive NT-proBNP (N-terminales Propeptid BNP) können als Herzinsuffizienzmarker bestimmt werden.

3.1.14 IN WELCHEM ORGAN WIRD EPO HERGESTELLT UND WAS BEWIRKT ES?

Das Hormon **Erythropoetin (Epo)** **fördert die Entwicklung der roten Blutkörperchen (Erythrozyten)**. Erythropoetin **wird in der Niere produziert**. Wenn der Sauerstoffgehalt im Blut sinkt oder wenn zu wenige rote Blutkörperchen vorhanden sind, bildet die Niere vermehrt Erythropoetin.

Bei Hypoxie (Sauerstoffarmut) und Anemie (Blutarmut) wird es hergestellt.