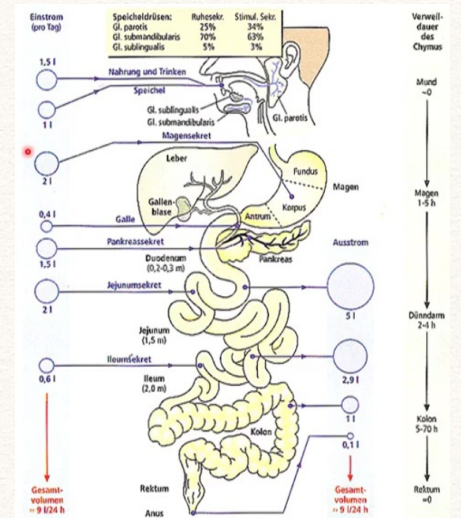
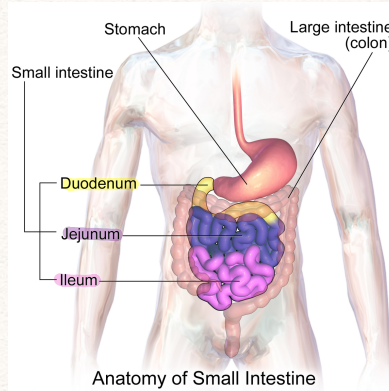


DÜNNDARM

Intestinum tenue

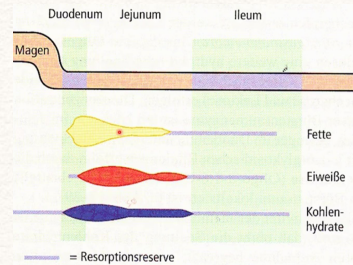
ALLGEMEINES

- Duodenum: Zwölffinger-Darm
- Jejunum: Leerdarm
- Ileum: Krummdarm
- Länge: 4-6 m
- Beginn: Pylorus des Magens
- Ende: Bauhinische Klappe (*Valva ileocaecalis*)

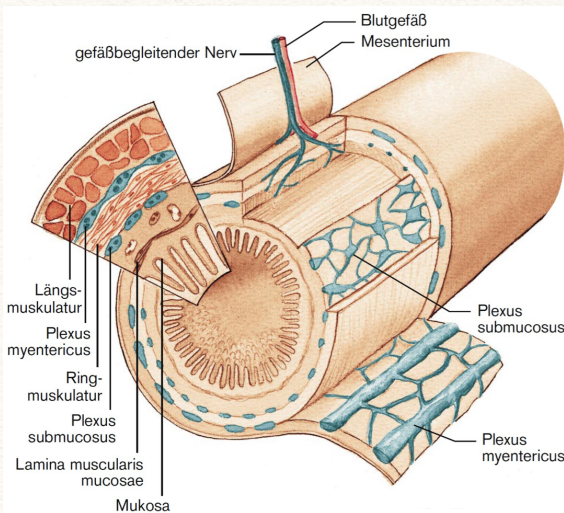


FUNKTION

- Enzymatische Aufspaltung der Nahrungsbestandteile in resorbierbare Nährstoffe
- Resorption der Nährstoffe, Elektrolyte, Wasser
- Sekretion
- Endokrine Funktion
- Immunologische Funktion



DARMRONT



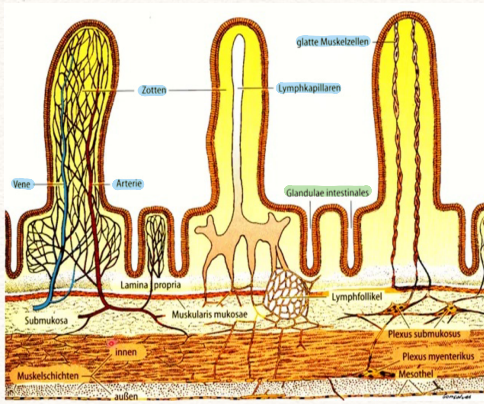
OBERFLÄCHEN

- Duodenum 20-30cm Treitz-Band
- Jejunum 1,5m
- Ileum 2m
- Gesamtlänge 3,75m
- post mortem: 6m
- Oberfläche

| Struktur | Relative Zunahme der Oberfläche (Zylinder = 1) | Gesamtoberfläche [m ²] |
|-------------------|--|------------------------------------|
| Darm als Zylinder | 1 | 0,33 |
| Kerkring-Falten | 3 | 1 |
| Zotten (Villi) | 30 | 10 |
| Microvilli | 600 | 200 |

Vergrößerung der Schleimhautoberfläche durch Kerkringfalten, Zotten (Villi) und Microvilli

AUFBAU

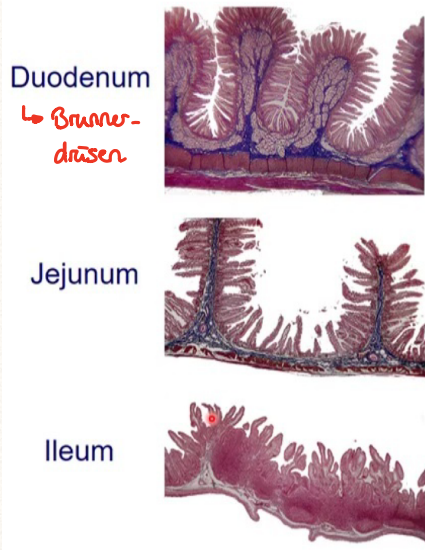
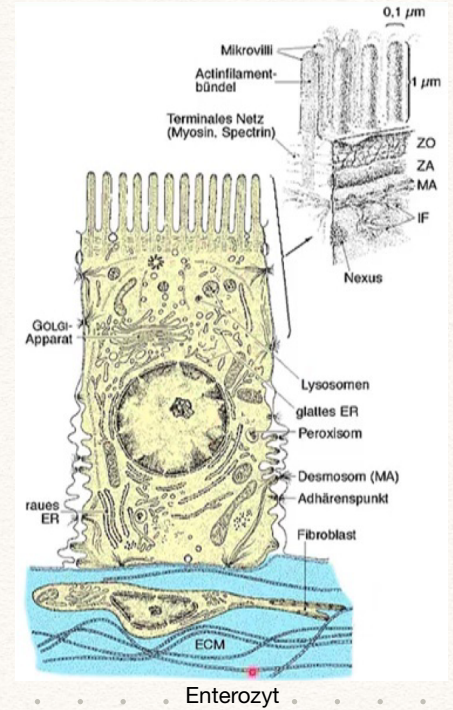


- **Dünndarmzotten (Villi)**
 - ▷ glatte Muskelzellen
 - ▷ Lymphkapillaren
 - ▷ Arterien & Venen
 - => **Resorption**
- **Glandulae intestinales (Lieberkühnische Krypten)**
 - => **Erneuerung der Epithelschicht**

| Struktur | Relative Zunahme der Oberfläche (Zylinder = 1) | Gesamtoberfläche (m ²) |
|-------------------|--|------------------------------------|
| Darm als Zylinder | 1 | 0,33 |
| Kerckring- Falten | 3 | 1 |
| Zotten (Villi) | 30 | 10 |
| Mikrovilli | 600 | 200 |

ZELLEN DES DARMEPITHELS

- Enterozyten:** Resorption
- Becherzellen:** Mucinbildung
- Enteroendokrine Zellen:** Peptid / Hormonbildung
- M-Zellen:** Immunologische Funktion
- Paneth Körnerzellen:** Sekretion (Lysozym), immunologische Funktion
- Stammzellen**

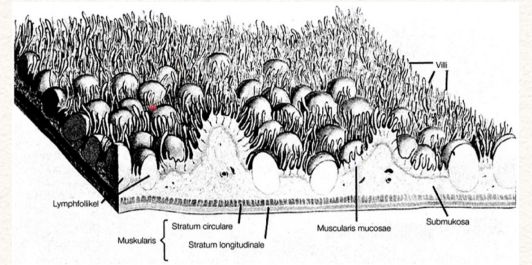


Oberflächengröße nimmt ab

Immunologische Funktion nimmt zu

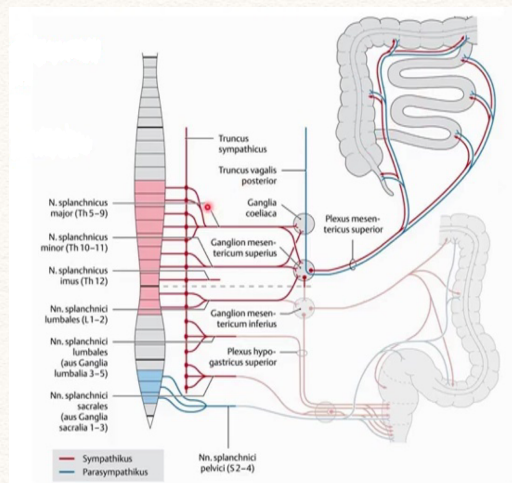
PEYER-PLAQUE

- Ansammlung von **Lymphfollikel**
- Gehören zu den **lymphatischen Organen** bzw. zum **GALT** (gut-associated lymphatic tissue)
- **M-Zellen**



INNERVATION

- Sympathisch:** Ggl. coeliaca, Ggl. mesentericum superius
- Parasympathisch:** Truncus vagalis posterior



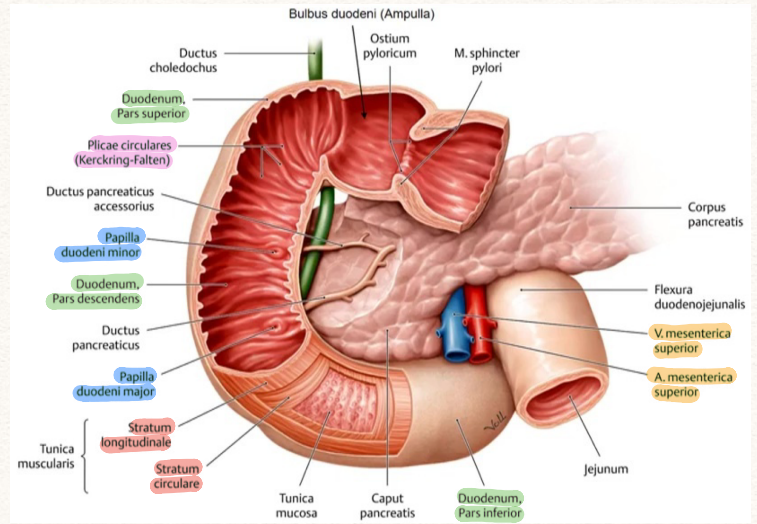
DUODENUM

Neutralisieren

Der saure Chymus wird durch ein alkalisches Sekret (Bicarbonat) neutralisiert. Bicarbonat wird von den Pankreas- und Gallengangszellen sowie den duodenalen Brunner-Drüsen sezerniert.

Aktivieren und Aufschluss

Die Verdauungsenzyme des Pankreas werden aktiviert. Die Gallenflüssigkeit mischt sich mit dem Chymus. Aufschluss von Proteinen, Kohlehydraten und Fetten.



• 25-30 cm lang, hufeisenförmig

Abschnitte

- ▷ Pars superior
- ▷ Pars descendens
- ▷ Pars horizontalis
- ▷ Pars ascendens

• enge topographische Beziehung zum Pankreaskopf

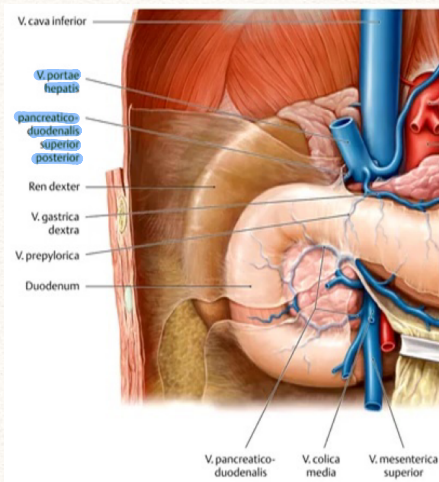
• Übergang ins Jejunum, LWK 2
▷ Flexura duodenojejunalis

• Pars superior ist durch Lig. hepatoduodenale mit der Leber verbunden

• In die Pars descendens münden der Pankreasgang und der Gallengang ein.

- ▷ Papilla duodeni major = Papilla Vateri
- ▷ Papilla duodeni minor = Papilla Santorini

• Pars ascendens ist durch M. suspensorium (Treitscher Kuschel) und Lig. suspensorium duodeni an aortalen Ursprung der A. mesenterica superior befestigt.

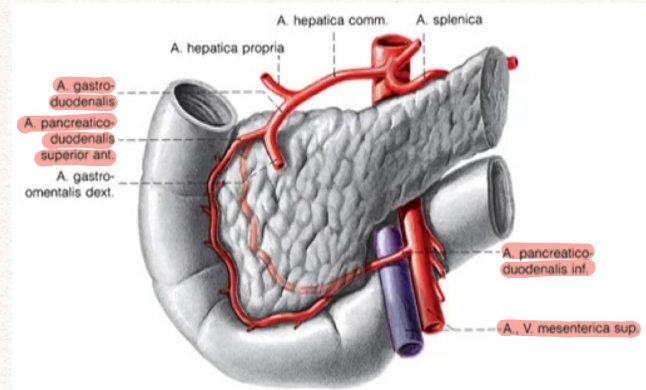


Truncus coeliacus

↓
Arteria mesenterica superior

↓
Vv. pancreatoduodenales

↓
Vena porta hepatis



JEJUNUM UND ILEUM

• mehrere Meter lang in Schlingen angeordnet
⇒ **Dünndarmkonvolut**

• Jejunum & Ileum nicht klar abgrenzbar
• Intraabdominale Lage (sehr beweglich, Mesenterium)

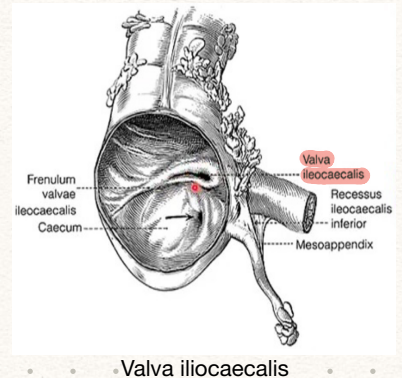
• Beginn: Flexura duodenojejunalis, ca. Höhe LWK 2
• Ende: Ileum mit Valva iliocaecalis = Bauhinsche Klappe

• Arteria mesenterica superior

▷ Aa. jejunales, Aa. ileales, A. ileocolica (versorgt terminales Ileum)

• Vena mesenterica superior

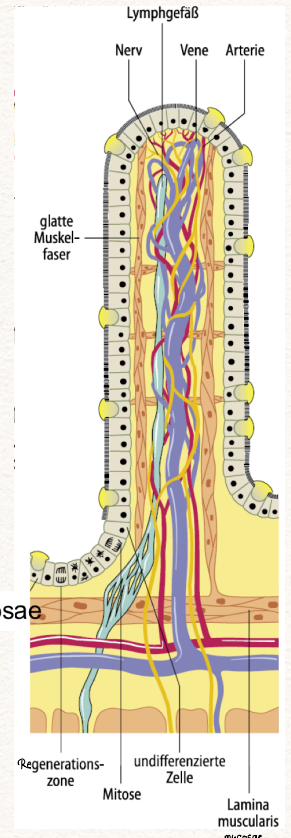
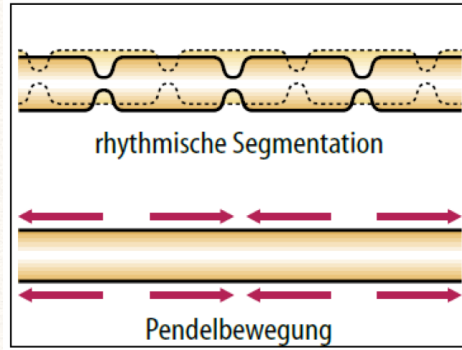
▷ Vv. jejunales, Vv. ileales, V. ileocolica (terminales Ileum)



Valva iliocaecalis

MOTILITÄT

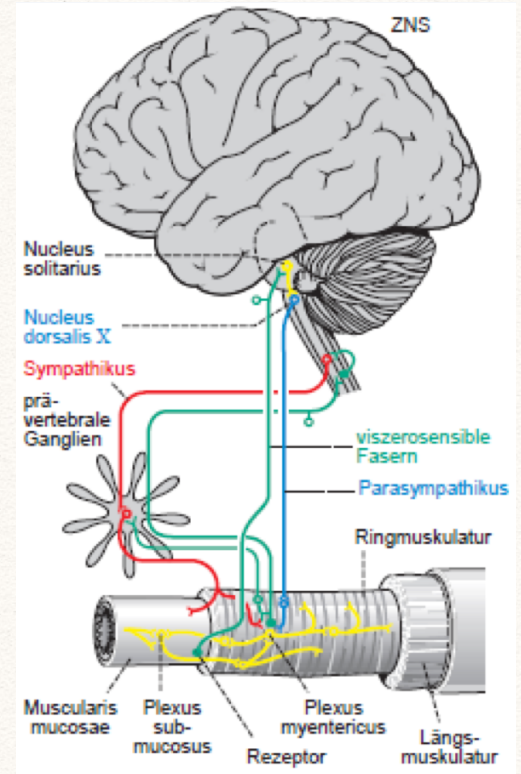
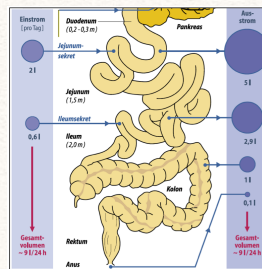
- Durchmischung von Chymus mit Verdauungssäften (**Pankrasssekret** und **Galle**)
- Rhythmische Segmentation und Pendelbewegungen
- Steuerung durch **myogenen Rhythmus**
- **Slow waves** des Membranpotentials der glatten Muskelzellen (**Tonus**) mit überlagerten Aktionspotentialen (**phasische Kontraktionen**)
- Schrittmacherfrequenz:
 Duodenum 12/min
 Ileum 8/min
 Frequenzgefälle führt zu langsamer aboraler **Verschiebung** des Darminhalts durch Segmentationen (**Druckabfall**)
- **Zottenbewegung** („Stempel“), Vermeidung unsteriler Layer, Entleerung Lymphgefäß (**Chylusgefäß**)
- **Propulsiver Transport** durch **peristaltische Wellen** (Dünndampassage 2-5h)



Lamina muscularis mucosae

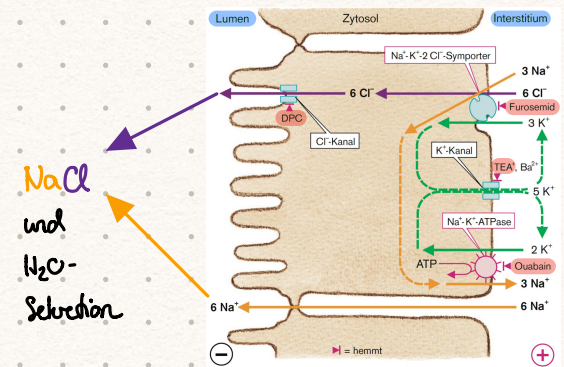
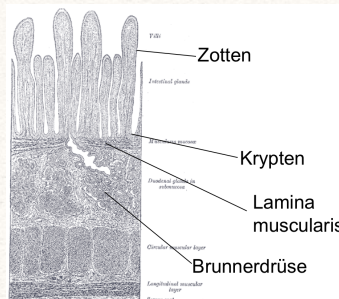
NERVÖSE STEUERUNG

- Reflexbogen auf Ebene des **Entzischen Nervensystems**, der prävertebralen **Ganglien** und des **Rückenmarks** (Medulla oblongata)
- Übergeordnet Einflüsse aus **Kortex** und **limbischen System** (Emotionen)
- **Entzisches Nervensystem**
 Plexus myentericus: peristaltische Wellen
 Plexus submucosus: Dehnung Darmwand, Chemosensoren, viszerale Afferenzen zu Rückenmark und Medulla oblongata
- **Sympathische Efferenzen**: hemmen Darmnervone, aktivieren glatte Sphinktermuskulatur
- **Parasympathische Efferenzen**: Tonus- und Sekretionssteigerung



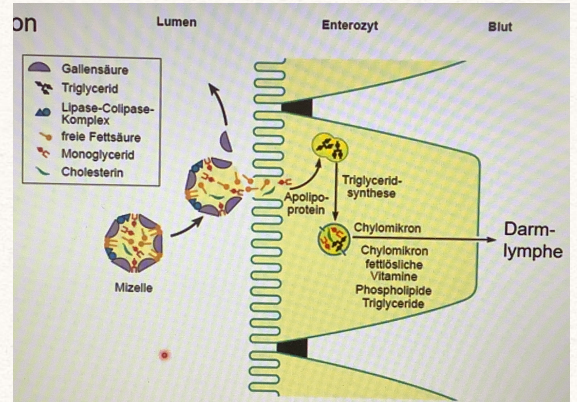
SEKRETION

- 2,5-3 l Darmsaft/ld
- **Mucin**/Schleim aus der **Bschwazellen** der **Zotten** und der **Krypten**
- Hauptzellen **Krypten** sekretieren plasmaitotone **NaCl-Lösung**
- **Brunnerdrüsen** (**Duodenum**): **Mucin-** und **HCO₃⁻**-reiches Sekret

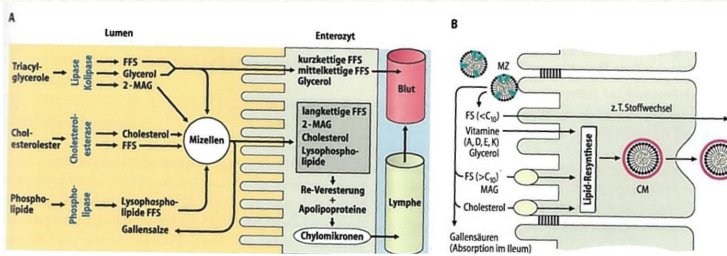


DURCHLÄSSIGKEIT DER DARMEPITHELIIEN

| | Jejunum | Ileum | Kolon |
|---|-----------------|-----------------|-----------------|
| Porendurchmesser der Tight Junctions | 0,75-0,8 nm | 0,3-0,35 nm | 0,2-0,25 nm |
| Durchlässigkeit | hoch | mittel | gering |
| elektrischer Widerstand | niedrig | mittel | hoch |
| Potentialdifferenz | 0-3 mV | 1-6 mV | 20-40 mV |



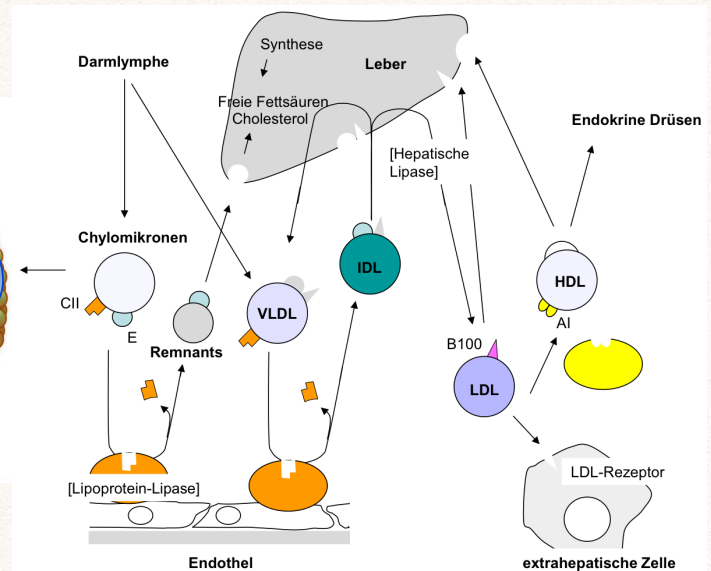
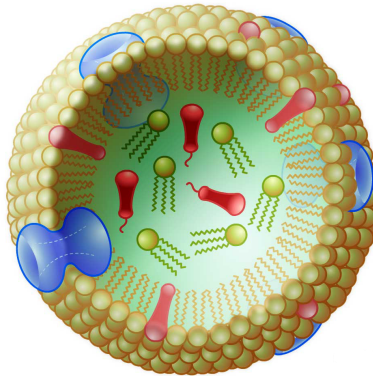
FETTABSORPTION



FFS = freie Fettsäuren
 2-MAG = 2-Monoacylglycerole
 Enterozyt → Triacylglycerole → Chylomikronen (Eiweißhülle)
 Eozytose Darmlymphe

Lipoprotein

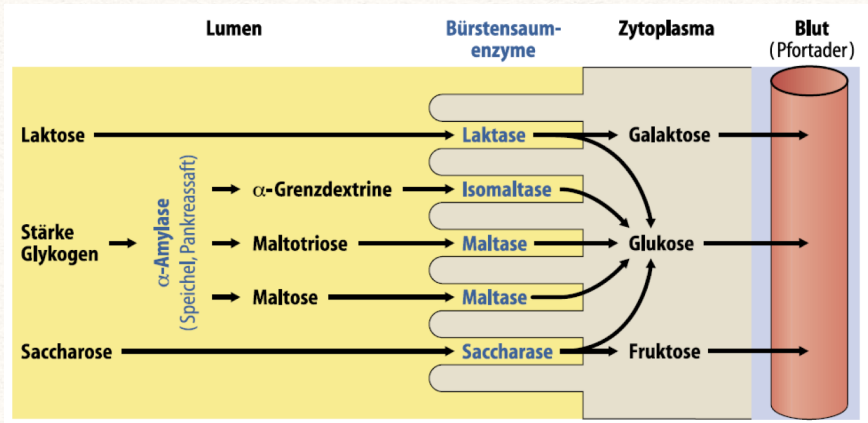
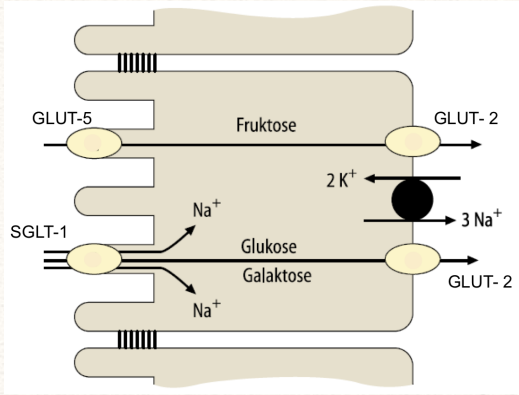
- Phospholipid
- Triglycerid
- unverestertes Cholesterin
- Cholesterin
- Apolipoprotein



LDL = Low Density Lipoprotein
 HDL = High Density Lipoprotein
 IDL = Intermediate Density Lipoprotein
 VLDL = Very Low Density Lipoprotein

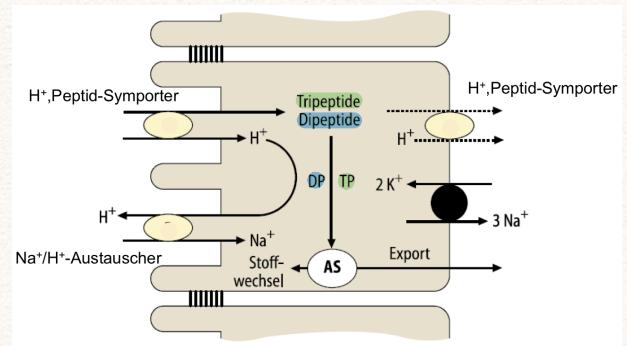
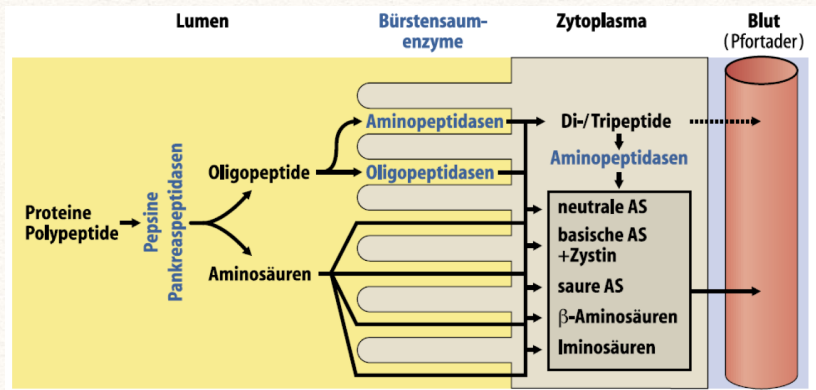
ABSORPTION VON ZUCKER

- Zelluläre Aufnahme als **Monosaccharide**
- Erleichterte Diffusion und **sekundär aktiv**



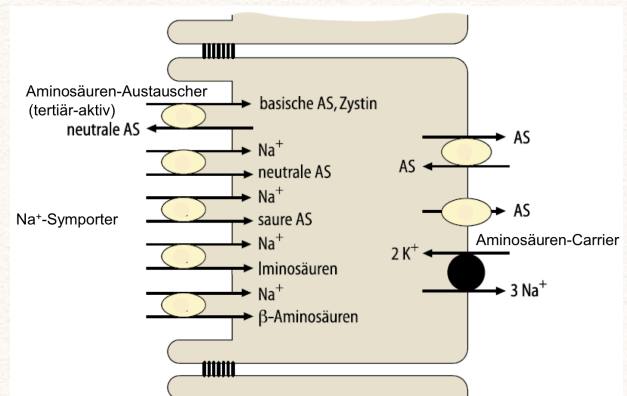
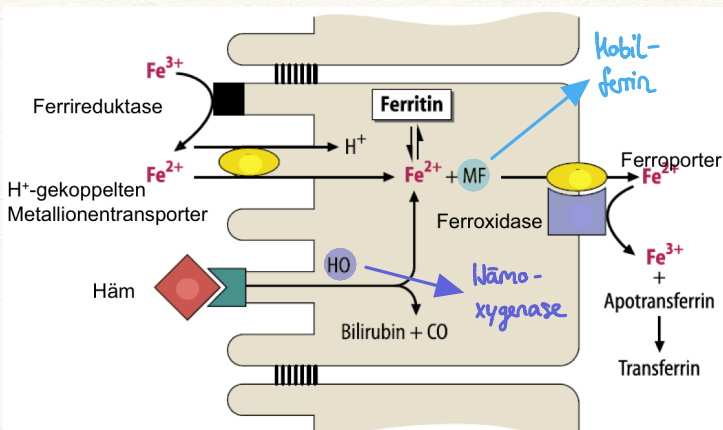
PROTEINABSORPTION

- Darmlumen**
Spaltung der Proteine und Polypeptide in Oligopeptide und Aminosäuren
- Bürstensaummembran**
Spaltung der Oligopeptide durch spezifische Peptidasen und Aufnahme der Aminosäuren und Di-/Tripeptide
- Zytosol**
Spaltung von Di- und Tripeptiden durch Zytosolpeptidasen in Aminosäuren
- Basolaterale Membran**
Ausschleusung der Aminosäuren aus der Zelle ins Pfortaderblut



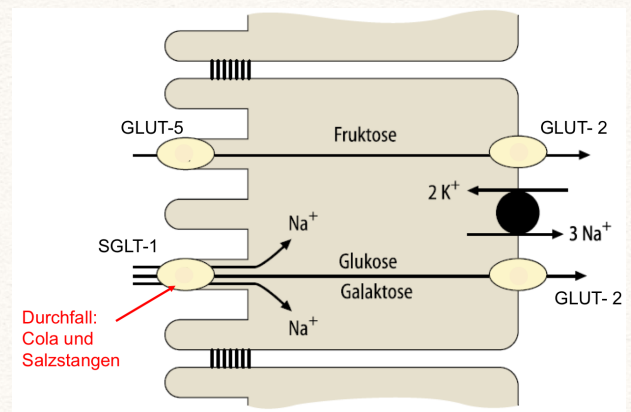
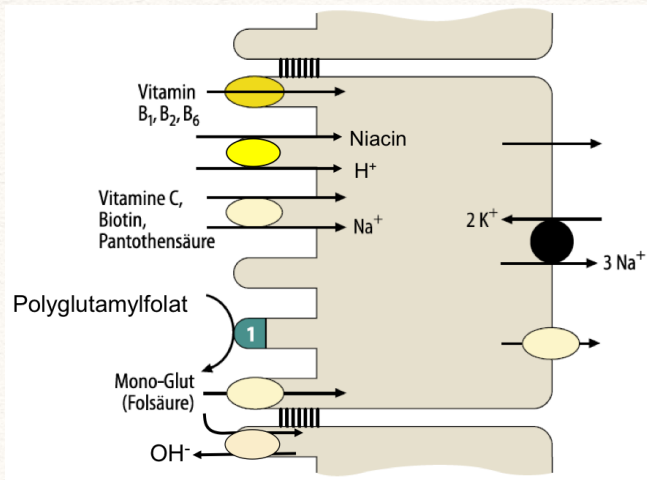
Absorptionsmechanismen für Di- und Tripeptide

ABSORPTION VON EISEN



Absorptionsmechanismen für Aminosäuren

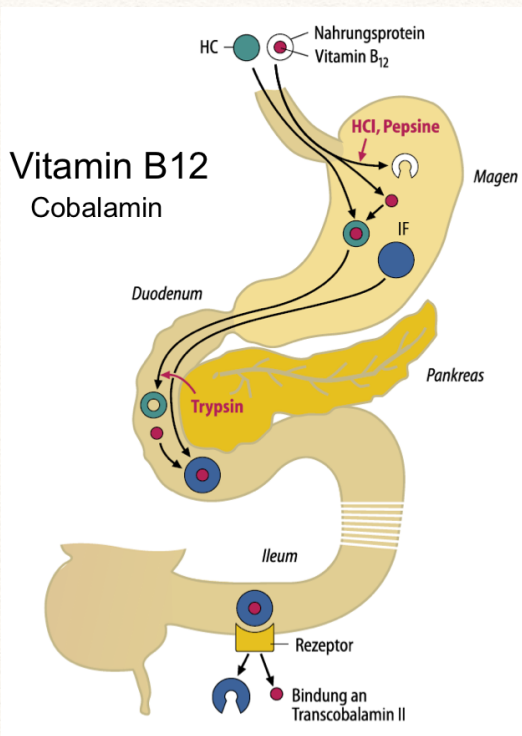
ABSORPTION VON WASSERLÖSLICHEN VITAMINEN



Absorptionsmechanismen für Monosaccharide

1: γ -Glutamylcarboxypeptidase

VITAMIN B12

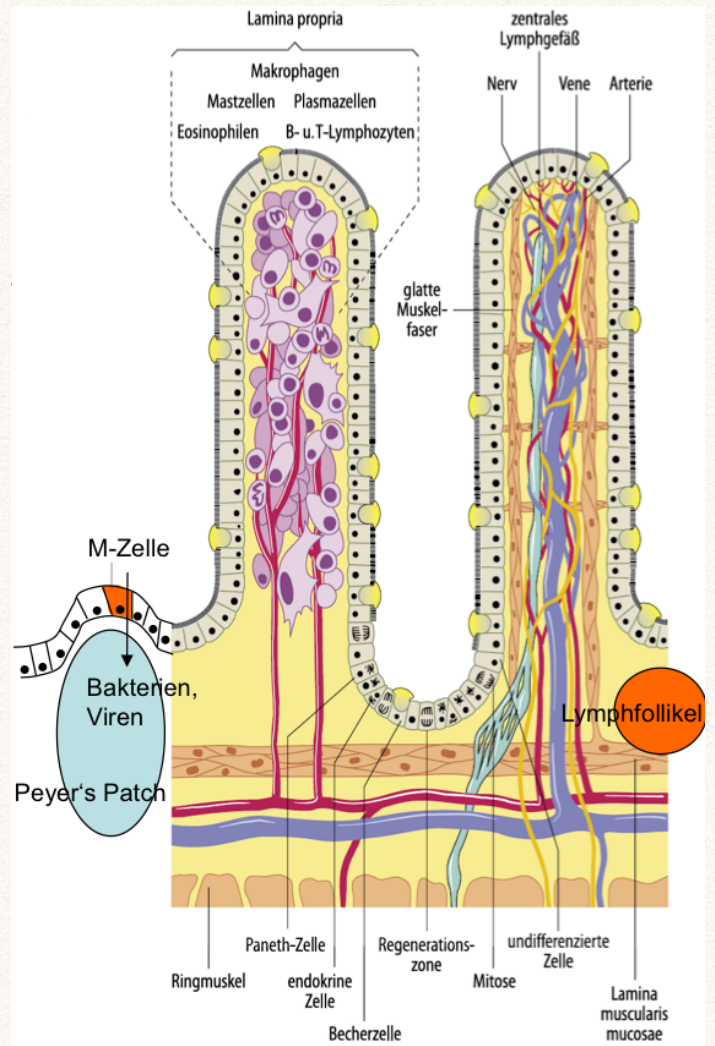


- Vitamin B12 an **Haptocominen (HC)** des Speichels **gebunden**
- **Nahrungsprotein gebundenes B12** wird im Magen durch **HCl** und **Pepsine freigesetzt** und anschließend ebenfalls an **Haptocominen gebunden**
- **Trypsin** **schlößt B12** aus diesem Komplex **wieder frei**, B12 wird dann vom **Trypsin-resistenten Intrinsic-Faktor (IF)** **aufgenommen**
=> **rezeptorgesteuerte Endozytose** des B12-IF-Komplex im **Ileum**
- Vitamin **B12** wird **gebunden** an **Transcobalamin II** an der basolateralen Membran durch **Exozytose** abgegeben

DARMIKIMUNSYSTEM

- Darm mit **200m²** größte Grenzfläche zwischen Organismus und Außenwelt
- **Barriere** durch **Mucin-Schutzfilm**
- **Reinigung** durch **myoelektrischen Motorkomplex**

- **Abtöten** von Mikroorganismen (NCE Magen, Gallensäuren-Detergenzien, Defensine aus **Panethzellen**)
↳ Peptid
- **Immunsystem**: 20-25% der Darmschleimhaut (Lymphozyten, Makrophagen, Plasmazellen in Lamina propria und zwischen Epithelzellen, Peyer's Patches und Lymphfollikeln)
- **Antigenerkennung** durch spezifische Epithelzellen (**K-Zellen**)
- **Sekretion** von Prokolyse-resistenten **IgA-Dimeren** in das Darmlumen durch **Enterozyt-Transzytose**
- **Zytotoxische T-Zellen**, NK-Zellen
⇒ orale Immunität, Suppressorzellen
⇒ orale Immuntoleranz



ZÖLIAKIE

- häufigste NLA-assoziierte Erkrankung mit Autoimmuncharakteristika
- manifestierte sich meist mit der Zufuhr der **glutenhaltigen Getreidesorten** Weizen, Roggen und Gerste im Alter von 6-12 Monaten
- unbehandelt erhöhte Gefahr von Darmtumoren

Symptome

- ▷ Diarrhoe
- ▷ Kinderwuchs
- ▷ Blähungen
- ▷ Antriebslosigkeit
- ▷ Eisenmangelsymptomatik
- ▷ Osteoporose
- ▷ Leistungsrück
- ▷ Depression
- ▷ Kopfschmerzen

Pathogenese

- NLA-Typ-abhängige Präsentation von dem Gliadin-Fremdantigen (Gluten) durch Enterozyten
- **immunologische Reaktionen** gegen Gliadin und Autoantigene im Endomysium und gegen Tissue-Transglutaminase (tTg)
- **Inflammatorische Zerstörung der Darmschleimhaut**
- **Nachweis**: Antikörper-Titer, Dünndarmbiopsie
- **Therapie**: lebenslange glutenfreie Ernährung

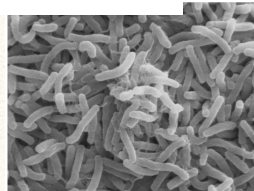
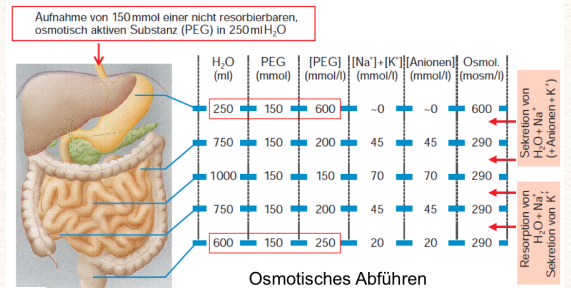
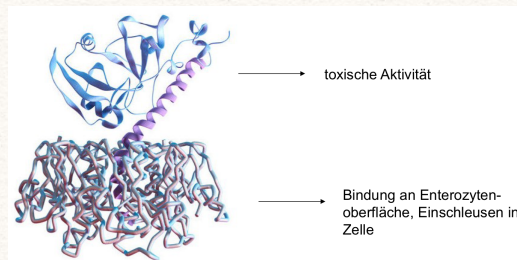
DINERNOE (Durchfall)

Osmotisch

Malabsorption,
Malabsorption,
Abführmittel

Secretorisch

bakterielle Toxine,
Parasympathikus ↑,
Coffein



Cholera (Vibrio cholerae)



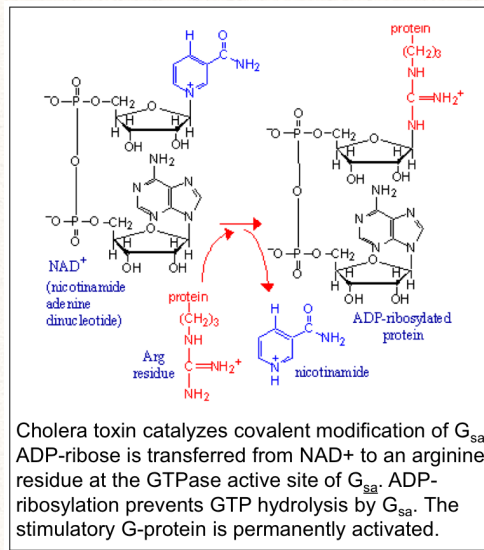
Verbreitung

REISEDIARRHOE

- Inzidenz 50% in Lateinamerika, Asien und Mittelwertfaktor bis 80% (Fluch des Pharaos oder Pyramiden-Sidestep)
- Entero toxin bildende *Escherichia coli* (ETEC)
- Zwei Toxine: hitzestabil LT und hitzestabiles ST

Staphylococcus aureus Entero toxine

- ▷ Brechdurchfall
- ▷ hitzestabil
- ▷ kurze Inkubationszeit (wenige Stunden)



ADP-Ribosylierung eines stimulatorischen G-Proteins

