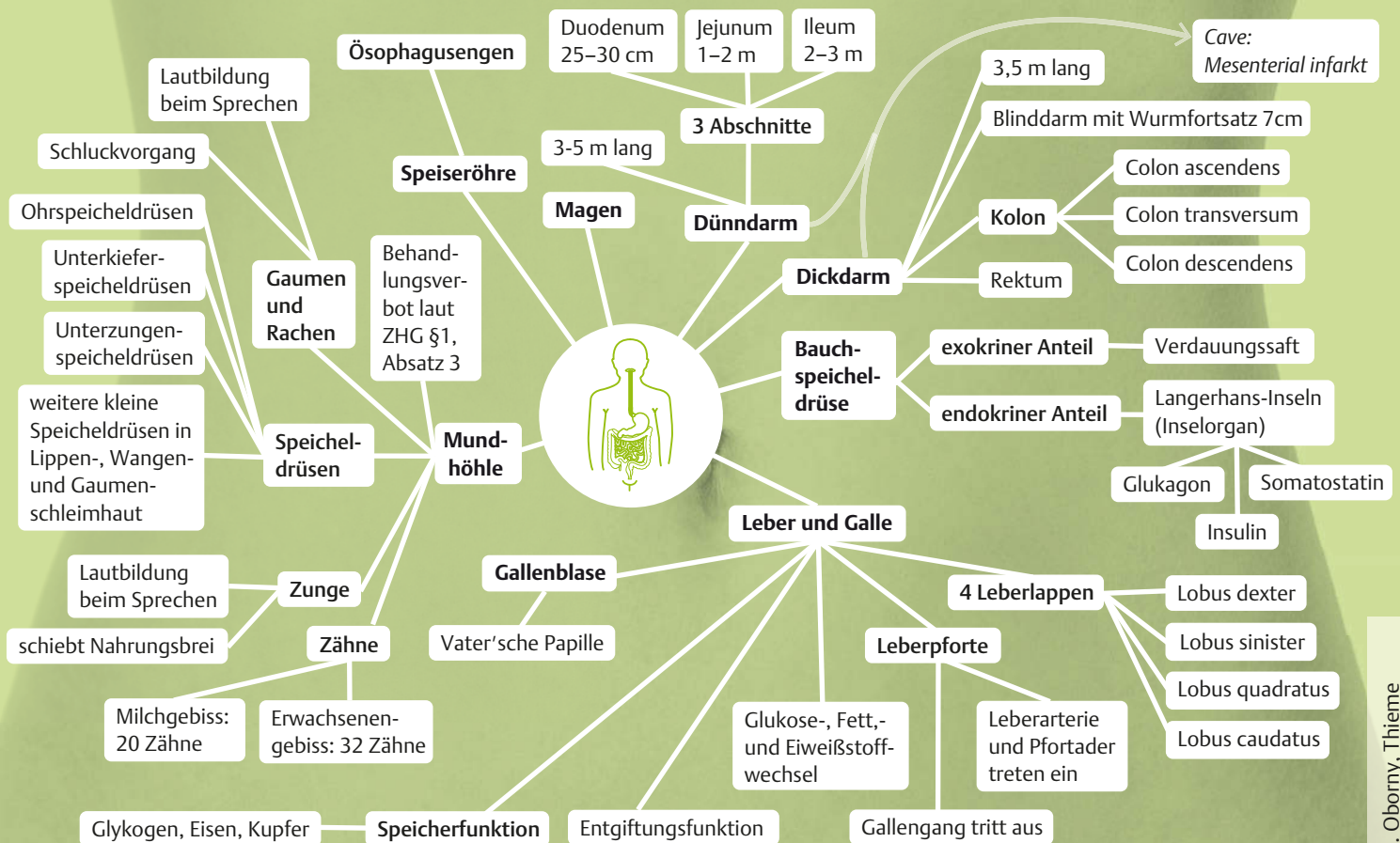




1 Anatomie und Physiologie

Definition

Verdauung

Bei der Verdauung werden die Nährstoffe (Kohlenhydrate, Fette, Proteine) mit der Nahrung aufgenommen, zerkleinert und so aufgeschlüsselt, dass sie vom Organismus verwertet werden können. Nicht verwertbare Bestandteile werden ausgeschieden. Die mechanische Zerkleinerung der Nahrung und enzymatische Aufspaltung wird als **Digestion** bezeichnet, die Aufnahme der Nährstoffe als **Resorption**.

Über das Verdauungssystem (► **Abb. 1.1**) wird der Körper mit Nährstoffen versorgt. Die Nahrung wird zuerst mechanisch zerkleinert und dann mithilfe der **Verdauungssäfte** in ihre einzelnen Bestandteile zerlegt. Die Verdauungssäfte enthalten v.a. Verdauungsenzyme und Stoffe, die für die Fettverdauung wichtig sind. Sie werden von der **Bauchspeicheldrüse** und der **Leber** gebildet und in den Dünndarm abgegeben.

Die Nahrungsbestandteile werden hauptsächlich über die **Darmschleimhaut** aufgenommen. Nahezu alle Stoffe, die im Darm aufgenommen werden, erreichen über die Pfortader als erstes Organ die **Leber**. Hier entscheidet sich dann, ob die Stoffe direkt verbraucht, gespeichert, in andere Stoffe umgewandelt oder abgebaut werden. Unverdauliche Nahrungsbestandteile werden über den Stuhl ausgeschieden.

Abb. 1.1 Verdauungssystem.

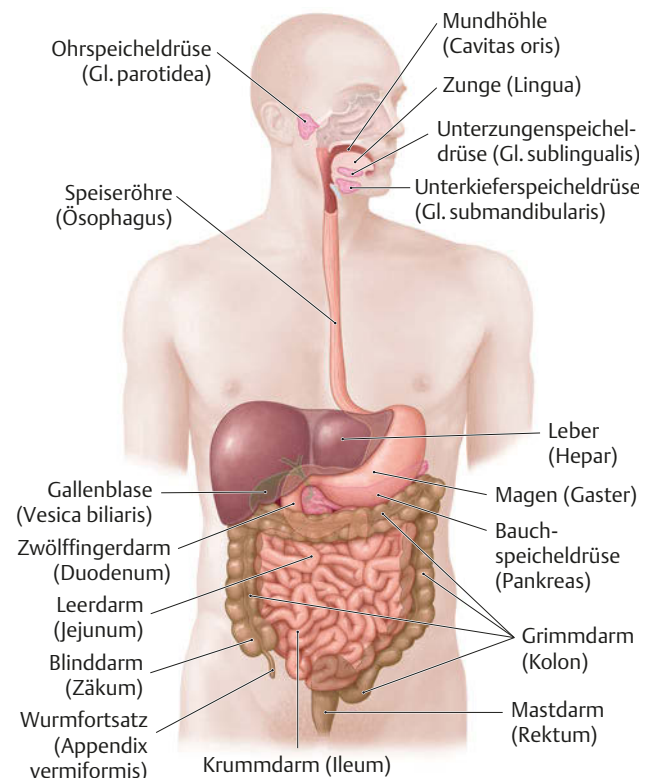


Abb. aus: Schünke M, Schulte E, Schumacher U.: Prometheus LernAtlas der Anatomie - Innere Organe. Illustrationen von M. Voll und K. Wesker. 5. Aufl. Stuttgart: Thieme; 2018



Merke

Pfortader

Die Leber erhält die entsprechenden Nährstoffe über die Pfortader, ein vorgeschaltetes Gefäßsystem, dass die unpaarigen Bauchorgane drainiert.

Bis auf die Mundhöhle, den Rachen und den oberen Teil der Speiseröhre befinden sich alle Verdauungsorgane in der **Bauch- und Beckenhöhle**. Die Wand von Speiseröhre, Magen und Darm ist mit **Mukosa**, **Submukosa** und **Muskularis** dreischichtig aufgebaut. Die darauf liegende äußerste Schicht wird als **Serosa**, bei Organen ohne Bauchfellüberzug als **Adventitia** bezeichnet.

In der Submukosa liegt der **Meissner-Plexus**. Er steuert die Aktivität der Drüsen, die in der Schleimhaut des Verdauungstraktes liegen. Der **Auerbach-Plexus** in der Muskularis reguliert die Peristaltik. Beide Nervengeflechte werden durch das vegetative Nervensystem (Sympathikus und Parasympathikus) beeinflusst.

Die Organe des Verdauungssystems bilden im Prinzip einen zusammenhängenden Schlauch, der an der Mundhöhle beginnt und am After endet:

- Mundhöhle (Cavitas oris) mit Speicheldrüsen, Zunge, Zähnen und Gaumen
- Speiseröhre (Ösophagus)
- Magen (Gaster)
- Darm (Intestinum)
 - Dünndarm (Intestinum tenue)
 - Zwölffingerdarm (Duodenum)
 - Leerdarm (Jejunum)
 - Krummdarm (Ileum)
 - Dickdarm (Intestinum crassum)
 - Blinddarm (Zäkum) mit Wurmfortsatz (Appendix vermiformis)
 - Grimmdarm (Kolon)
 - Mastdarm (Rektum)
 - Analkanal (Canalis analis)

1.1 Mundhöhle

Sie bildet den Beginn des **oberen Verdauungstraktes**, der am Duodenum endet. Die **eigentliche Mundhöhle** wird von den Zahnbögen, dem Schlund, dem Mundboden und dem Gaumen begrenzt. Hier befinden sich die Zunge und die Mündungen der Speicheldrüsen (außer der Ohrspeicheldrüse). Der **Mundvorhof** liegt zwischen den Zahnbögen und den Wangen bzw. Lippen. Hier mündet die Ohrspeicheldrüse.



HP-Praxis

Heilpraktikergesetz (HeilprG) und Zahnheilkundengesetz (ZHG)

Spannungsfeld Mundhöhle?

Die Behandlung von Krankheiten der Zähne, des Mundes und des Kiefers ist die Domäne der Zahnärzte (ZHG § 1, Absatz 3). Die Ausübung der Zahnheilkunde fällt nach § 6 HeilprG nicht unter die Bestimmungen dieses Heilpraktikergesetzes, ist Heilpraktikern folglich untersagt. Was aber ist, wenn einem Heilpraktiker bei der Inspektion Schleimhautveränderungen im Bereich des Mundes auffallen?

Der Heilpraktiker darf tätig werden, wenn es Hinweise auf Störungsbilder im Organismus gibt und es keinen direkten Bezug zu den oben genannten Zahnarztvorbehalten gibt.

Manchmal tut sich ein Spannungsfeld auf, wenn z. B. ein Keim aus dem dentalen Bereich eine krankhafte Veränderung an Organen auslöst. Für den Heilpraktiker ist es wichtig (im Sinne des Patientenschutzes), dem Patienten anzuraten, einen Zahnarzt oder Arzt aufzusuchen.

Erlaubt sind alle Maßnahmen, die der Prävention dienen, wie der Aufbau einer gesunden Mundflora, eine Symbioselenkung der Darmflora zur Vermeidung von Parodontose und ähnlichen Maßnahmen.

Weitergeleitet zur ärztlichen Diagnostik und Therapie werden auf jeden Fall Patienten mit Verdacht auf eine Leukoplakie als Präkanzerose oder mit anderen Gewebeveränderungen, die auf Karzinomgeschehen hinweisen.

In der mündlichen Prüfung empfiehlt es sich, auch an sexuell übertragbare Erkrankungen wie Lues zu denken, z. B. bei geschwürigen Veränderungen im Mund- und Lippenbereich. Mehr dazu lesen Sie im Lernmodul 1: „Beruf Heilpraktiker“.

1.2 Speicheldrüsen

Sie bilden pro Tag etwa **1 l Speichel**. Für die Speichelbildung ist der Parasympathikus zuständig; der Speichel wird bei entsprechenden Geschmacks- und Geruchsreizen, bei Appetit und Lippenschluss sezerniert. Durch den Speichel wird die Mundschleimhaut feucht gehalten und die Nahrung gleitfähig gemacht. Er enthält Schleimstoffe, die zuckerspaltende Amylase, Lysozym, Antikörper (IgA) und Mineralstoffe. Der Hauptbestandteil des Speichels ist mit 99,5 % Wasser.

Die **Ohrspeicheldrüse** (Parotis) liegt auf beiden Seiten vor dem Ohr und wird vom Gesichtsnerv (N. facialis), der A. carotis externa und der Oberkieferarterie (A. maxillaris) durchzogen. Sie mündet oben im hinteren Bereich des **Mundvorhofs**. Die beiden **Unterkieferspeicheldrüsen** liegen unterhalb der Parotis im Kieferwinkel, die beiden **Unterzungspeicheldrüsen** im Mundboden. Die Drüsen einer Seite münden gemeinsam links bzw. rechts am Mundboden. In der Lippen-, Wangen- und Gaumenschleimhaut befinden sich zusätzlich **kleine Speicheldrüsen**.

Der Speichel enthält Immunglobuline (IgA) und dient so der Abwehr von Bakterien. Außerdem ist ein gut durchgekauter Bissen (Bulus) entsprechend feucht und lässt sich leicht schlucken.

1.3 Zunge

Sie schiebt beim **Kauen** die Nahrung in der Mundhöhle umher und ist beim **Sprechen** an der Lautbildung beteiligt. Die Zunge ist über die Zungenwurzel am Unterkieferknochen, dem Zungenbein, dem Schläfenbein und der Mundbodenmuskulatur befestigt. Sie besteht überwiegend aus **Muskulatur** und ist sehr beweglich. Die Schleimhaut der Zungenoberseite enthält zahlreiche **Papillen**, an denen Nerven für die Sinneswahrnehmung enden. Je nach Papillentyp haben sie unterschiedliche Aufgaben: Zerkleinerung der Nahrung, Tast- und Geschmackssinn oder Temperaturempfindung. Im Mund liegen die kleinen und die 3 großen

Speicheldrüsen: Ohrspeicheldrüse (Glandula parotidea), Unterkieferspeicheldrüse (Glandula submandibularis), Unterzungenspeicheldrüse (Glandula sublingualis).

1.4 Zähne

Beim **Erwachsenen** besteht das Gebiss aus **32 Zähnen**: 8 Schneidezähnen, 4 Eckzähnen, 8 Backenzähnen, 12 Mahlzähnen (davon 4 Weisheitszähne). Das **Milchgebiss** der Kinder setzt sich aus **20 Zähnen** zusammen. Es fehlen die Backen- und die Weisheitszähne.

Jeder Zahn besteht aus den Abschnitten Zahnkrone, Zahnhals und Zahnwurzel. Die Zähne sind überzogen vom Zahnschmelz, einer der härtesten Substanzen, die im menschlichen Organismus vorkommen.

1.5 Gaumen und Rachen

Der Gaumen spielt eine wichtige Rolle beim **Schluckvorgang** und bei der Bildung der Laute beim **Sprechen**. Ertrennt die Mund- von der Nasenhöhle. Sein vorderer Anteil, der **harte Gaumen** (Palatum durum), besitzt eine knöcherne Grundlage. Sein hinterer Anteil, der **weiche Gaumen** (Palatum molle), besteht nur aus Muskeln, Fett- und Bindegewebe. Er bildet das **Gaumensegel** und endet im **Zäpfchen**.

Über den Schluckvorgang gelangt der Speisebrei in den mittleren Rachenabschnitt (Oropharynx) und dann in den unteren Abschnitt (Hypopharynx), der in die Speiseröhre mündet.

1.6 Speiseröhre

Durch die schlauchförmige Speiseröhre (Ösophagus) gelangt die Nahrung aus der Mundhöhle in den Magen. Sie beginnt am Kehlkopf mit dem **Ösophagusmund**, zieht durch das Mediastinum und tritt durch das Zwerchfell in die Bauchhöhle. Dort endet sie am **Mageneingang**. Ihre Gesamtlänge beträgt etwa 25 cm.



Merke

Ösophagusengen

Es gibt im Verlauf der Speiseröhre 3 Engstellen:

- obere Ösophagusenge: **Ösophagusmund** mit dem oberen Ösophagussphinkter,
- mittlere Ösophagusenge: **Kreuzungsstelle der Speiseröhre mit der Aorta** auf Höhe des 9. Brustwirbels,
- untere Ösophagusenge: Durchtritt der Speiseröhre durch das **Zwerchfell**.

Am Ende der Speiseröhre befindet sich der **untere Ösophagussphinkter**, der verhindert, dass saurer Magensaft in die Speiseröhre gelangt. In der Submukosa der Speiseröhre liegt ein **Venengeflecht**. Das venöse Blut des oberen Abschnitts fließt in die obere Hohlvene, das des unteren Abschnitts in die Pfortader.

1.7 Bauchhöhle

Sie wird vom Bauchfell (**Peritoneum**) ausgekleidet. Zwischen dessen äußerem und innerem Blatt liegt die **Peritonealhöhle** (Bauchfellhöhle), die eine geringe Menge **Peritonealflüssigkeit** enthält.

Das Bauchfell bildet auch das **Gekröse** (auch „Meso“ genannt; von lat. „Mesenterium“), über das die intraperitonealen Organe an der hinteren Bauchhöhlenwand befestigt sind. Im Gekröse verlaufen die Gefäße und Nerven zum Organ. Je nach Organ wird dem Terminus „Meso“ noch eine genauere Bezeichnung nachgestellt: Das Kolon z. B. ist über das Mesokolon an der Bauchwand befestigt, der Magen (Gaster) über das Mesogastrium. Beim Dünndarm ist die Herleitung leider nicht ganz so logisch, sein Gekröse heißt Mesenterium.

Zwischen dem Peritoneum und der hinteren Bauchwand besteht ein schmaler Spaltraum, der sog. **Retroperitonealraum**, in dem ebenfalls einige Organe (z. B. die Nieren) liegen.

! Cave

Mesenterialinfarkt

Weil die Arterien zur Versorgung des Darms im Mesenterium verlaufen, wird ein Verschluss dieser Gefäße (z. B. durch ein Blutgerinnsel) als **Mesenterialinfarkt** bezeichnet. Wird er nicht sofort erkannt, besteht die Gefahr, dass die Darmschlingen absterben.

1.8 Magen

Hier wird die Nahrung durch die Magenperistaltik weiter zerkleinert und mit dem Magensaft vermischt. Es entsteht der Speisebrei (**Chymus**), der nach etwa 2 Stunden weiter in den Dünndarm transportiert wird.

Der Magen liegt intraperitoneal im **linken Oberbauch**, sein Fassungsvermögen beträgt etwa **1,5l**. Seine längere, nach außen gewölbte Seite wird als **große Kurvatur** bezeichnet, die kürzere, nach innen gewölbte als **kleine Kurvatur**. Am Mageneingang (**Kardia**) mündet die Speiseröhre. Der **Magenfundus** liegt oberhalb der Kardia direkt unter dem Zwerchfell. Unterhalb der Kardia schließt sich der **Magenkörper** an. Er endet am Magenpförtner (**Pylorus**). Dort befindet sich der Magensphinkter, der den Magen zum Dünndarm hin verschließt.

In der Magenschleimhaut liegen die **Magendrüsen**. Sie produzieren täglich ca. **2l** Magensaft und sind aus verschiedenen Zelltypen aufgebaut:

- **Belegzellen**: Sie bilden **Salzsäure**, die Erreger abtötet, Eiweiße denaturiert und Pepsinogen zu Pepsin aktiviert, außerdem den **Intrinsicfaktor**, der zwingend notwendig für die Resorption von Vitamin B₁₂ ist.
- **Hauptzellen**: Sie bilden **Pepsinogen**, eine Enzymvorstufe für die Eiweißverdauung, und die **Magenlipase**, ein Enzym für die Fettverdauung.
- **Nebenzellen**: Sie bilden Schleim, als Schutz vor Selbstverdauung.

Lerntipp

Merksatz Magendrüsen

Die Magendrüsen und ihre Funktion als Merksatz: **Hauptsache Pepsi, Nebenbuhler sind Schleimer**, außerdem ist die **interne Belegschaft sehr sauer**.

Die **Salzsäure** verändert die Nahrungsproteine so, dass sie besser verdaut werden können. Sie wird vermehrt gebildet, wenn sich der Magen fällt, der Parasympathikus aktiv ist und die Nahrung viel Eiweiß enthält. Eine weitere Funktion ist das Abtöten von Krankheitserregern. Gehemmt wird die Salzsäurebildung durch einen sehr niedrigen pH-Wert im Magen oder im Dünndarm, durch Somatostatin aus den Pylorusdrüsen und durch Cholecystokinin aus den Dnndarmzellen. Dieses wird ausgeschüttet, wenn die Nahrung sehr viel Fett enthält.

Pepsinogen wird durch die Salzsäure in Pepsin umgewandelt. Das Enzym Pepsin trägt zur Proteinverdauung bei.

Als Schutz vor der Magensäure sondern die Zellen der **Magenschleimhaut** ein schleimiges Sekret ab. Die **Pylorusdrüsen** im Bereich des Magenausgangs produzieren neben Schleim auch die Hormone **Gastrin** und **Somatostatin**, die zusammen mit anderen Botenstoffen die Verdauung steuern.

1.9 Dünndarm

Hier werden die Nahrungsbestandteile mithilfe des **Verdauungssaftes der Bauchspeicheldrüse**, der **Galle** und der **Enzyme des Bürstensaums** in kleine Bausteine zerlegt. Dies ist notwendig, weil die Nährstoffe vom Dünndarmepithel nur in Form von Einfachzuckern, Aminosäuren, Monoglyzeriden, Fettsäuren, Cholesterin und Phospholipiden aufgenommen werden können. Im Dünndarm werden außerdem Vitamine, Elektrolyte und der größte Teil des Wassers resorbiert. Die Nahrungsbestandteile, die im Dünndarm nicht verdaut werden können, heißen **Ballaststoffe**. Der Parasympathikus fördert die Dnndarmverdauung, der Sympathikus hemmt sie.

Durch **Misch-** und **Pendelbewegungen** der Dnndarmwand wird der Darminhalt während der Verdauung durchmischt. Nach 2–10 Stunden (abhängig von der Zusammensetzung der Nahrung) kommt es zu **Transportbewegungen**, durch die er in den Dickdarm gelangt.

Der Dünndarm ist 3–5 m lang. Seine Schleimhautoberfläche ist durch zahlreiche Einbuchtungen (**Krypten**) und Schleimhautfalten mit **Zotten** stark vergrößert. Ihre **Enterozyten** besitzen längliche Ausstülpungen (**Mikrovilli**), die gemeinsam den **Bürstensaum** bilden. Er enthält verschiedene Verdauungsenzyme. Die anderen Zelltypen der Dünndarmschleimhaut produzieren Schleim zum Schutz der Darmschleimhaut oder Hormone zur Steuerung der Verdauung, wie z. B. Cholecystokinin oder Sekretin.

Merke

Dünndarm

Der Dünndarm besteht aus 3 Abschnitten:

- **Duodenum** (Zwölffingerdarm)
- **Jejunum** (Leerdarm)
- **Ileum** (Krummdarm)

Das **Duodenum** ist **25–30 cm** lang und bildet den Abschluss des oberen Verdauungstraktes. Es beginnt am Magenpfortner, verläuft um den Kopf der Bauchspeicheldrüse und endet an seinem Übergang ins Jejunum. Im Duodenum enden die Ausführungsgänge der **Gallenblase** und der **Bauchspeicheldrüse**.

Das **Jejunum** stellt den ersten Abschnitt des **unteren Verdauungstraktes** dar und ist 1–2 m lang. Es geht ohne deutliche Grenze in das 2–3 m lange Ileum über. Das **Ileum** endet mit der **Bauhin-Klappe** am Dickdarm. Gemeinsam bilden Jejunum und Ileum das **Dnndarmkonvolut**. Es ist über sein Gekröse (**Mesenterium**) an der hinteren Bauchwand befestigt. Im Mesenterium verlaufen die Gefäße und Nerven zu den beiden Darmabschnitten. Das Duodenum wird von Ästen des **Truncus coeliacus** und der **A. mesenterica superior** mit arteriellem Blut versorgt, Jejunum und Ileum nur von Ästen der A. mesenterica superior. Das venöse Blut fließt in die Pfortader.

In der Schleimhaut des Ileums liegen die **Peyer-Plaques**. Dabei handelt es sich um größere Ansammlungen von lymphatischem Gewebe.

Merke

Erbsbreiartiger Durchfall bei Typhus

Die Zerstörung der Peyer'schen Plaques bei Typhus verursacht den erbsbreiartigen Durchfall im Verlauf der Erkrankung. Zu Beginn kann eine Obstipation zu den unspezifischen Allgemeinsymptomen gehören, weil es zu einer Schwellung in diesem Bereich kommt.

1.10 Dickdarm

Hier entsteht durch weiteren Wasserentzug der **Stuhl** (Fäzes). Dieser besteht zu ca. 75 % aus Wasser, weitere Bestandteile sind nicht verdaute Nahrungsreste, alte Epithelzellen der Darmschleimhaut, Bakterien (Mikrobiom), Schleim und Sterkobilin als Farbstoff.

Merke

Dickdarm

Der Dickdarm ist etwa 1,5 m lang und besteht aus:

- **Blinddarm** (Zkum) mit dem **Wurmfortsatz** (Appendix vermiformis),
- **Kolon** (Grimmdarm),
- **Rektum** (Mastdarm) und **Analkanal** (Canalis analis).

Die Dickdarmwand besitzt **keine** Zotten, dafür aber **Tnien** (Lngsmuskelbndel, die auf ihrer Oberfläche verlaufen) und **Haustren** (Ausbuchtungen, die dadurch entstehen, dass sich die Ringmuskulatur zusammenzieht).

Das Ileum mündet in den **Blinddarm** (Zkum oder Caecum). Er liegt im **rechten Unterbauch** und ist ca. **7 cm** lang. Unten endet er blind mit dem **Wurmfortsatz** (Appendix vermiformis). Dessen Wand enthält Lymphgewebe, die sog. Darmtonsille.

Nach oben geht der Blinddarm ins **Kolon** ber. Das Kolon umgibt das Dnndarmkonvolut oben und an den Seiten wie ein Rahmen: Der **aufsteigende Teil** (Colon ascendens) verläuft vom

rechten Unterbauch nach oben, der **quer verlaufende Teil** (Colon transversum) zieht mehr oder weniger waagrecht nach links und der **absteigende Teil** (Colon descendens) verläuft auf der linken Seite nach unten. Daran schließt sich noch ein gebogener Teil (Colon sigmoideum oder **Sigma**) an, der vom linken Unterbauch in die Mitte zieht, wo er ins Rektum übergeht.

Das **Rektum** liegt im Becken und ist etwa **15 cm** lang. Durch seinen gebogenen Verlauf entstehen in seinem Inneren 3 Schleimhautfalten, die größte davon heißt **Kohlrausch-Falte**. Auf sie folgt die **Ampulla recti**. Das Rektum verlässt die Beckenhöhle durch die Muskulatur des Beckenbodens und geht in den **Analkanal** (Canalis analis) über. Er ist etwa 4 cm lang, zieht durch den Beckenboden und endet am **After**. Mehrere Verschlussmechanismen verhindern, dass der Stuhl ungewollt den Analkanal verlässt. Diese sind:

- der **innerer Schließmuskel**: Er besteht aus glatter Muskulatur und wird über den Parasympathikus kontrolliert.
- der **äußerer Schließmuskel**: Er besteht aus quergestreifter Muskulatur und kann willentlich angespannt und entspannt werden.
- die **Analssäulen**: Diese Längsfalten in der Schleimhaut des Analkanals entstehen durch darunterliegende Gefäßgeflechte. Wenn diese viel Blut enthalten, schwellen die Analssäulen an und helfen, den Analkanal zu verschließen.

Unter Einfluss des Parasympathikus verstärkt sich die Dickdarmtätigkeit und der innere Schließmuskel entspannt sich. Der Sympathikus hemmt die Dickdarmtätigkeit und spannt den inneren Schließmuskel an. Der äußere Schließmuskel wird über den sog. Schamnerv (N. pudendus) willentlich gesteuert.

Die **Bakterienflora** des Dickdarms ist in der Lage, einige der Ballaststoffe aufzuspalten, wobei Gase und kurzkettige Fettsäuren entstehen. Die Fettsäuren werden, genauso wie weiteres Wasser, von der Schleimhaut des Dickdarms aufgenommen.

Die Gesamtheit aller Mikroorganismen ist das **Mikrobiom**, „Darmflora“ ist ein veralteter Begriff. Die Bakterien bilden mit einem Anteil von 2–3 kg die mengenmäßig größte Gruppe, aber auch Viren, Pilze und Urbakterien zählen zum Mikrobiom. Mittlerweile gibt es immer mehr Forschungen zu Beschwerden und Krankheitsbildern, die durch ein Ungleichgewicht im Darm-Mikrobiom entstehen können.

Der Darminhalt bleibt 1–3 Tage im Dickdarm, bevor er ausgeschieden wird. 3- bis 4-mal pro Tag entstehen sog. **Massenbewegungen**, die den Stuhl in Richtung Darmausgang schieben. Dadurch gelangt der Darminhalt in die **Ampulla recti**, deren Wand sich dehnt. Dies löst den **Stuhldrang** aus. Eine wichtige Querfalte, die Kohlrausch-Falte, am kranialen Teil der Ampulle wirkt wie eine Bremse zur Entlastung des Schließmuskels. Der gesunde Erwachsene kann den Stuhlabgang (Defäkation) bis zu einem gewissen Grad hinauszögern, indem er willentlich den äußeren Schließmuskel anspannt. Bis ins Kleinkindalter hinein entspannen sich dagegen über den Parasympathikus reflexartig der innere und der äußere Schließmuskel und der Stuhl wird durch Wellenbewegungen der Rektumwand nach außen gepresst. Das Auspressen kann durch die **Bauchpresse** unterstützt werden.

Transferbeispiel

Überprüfungssituation „Wie ist Ihr Stuhlgang?“ – eine wichtige Frage in der Anamnese.

Prüfer: „Das Auspressen von Kot kann unter Umständen zu Komplikationen führen. Welche Möglichkeiten fallen Ihnen ein und was empfehlen Sie Ihren Patienten?“

HPA: „Ich denke da an Hämorrhoiden und eine Lungenembolie. Meine Empfehlung: Eine ballaststoffreiche Ernährung mit viel Gemüse und ausreichendes Trinken sorgen für eine gleichmäßige Darmpassage und einen weichen Stuhl. Um den Stuhlgang zu erleichtern, können die Füße auf einen kleinen Hocker gestellt werden. Grundsätzlich ist eine gesunde Lebensführung anzuraten mit ausreichend Bewegung, Stressreduktion, genügend Zeit für den Stuhlgang, Verzicht auf Rauchen, wenig Alkohol. Bei einer venösen Schwäche und Krampfadern abklären lassen, ob die tiefen Beinvenen durchgängig sind.“

Prüfer: „Wunderbar, genau das wollte ich hören.“

Eventuelle personenbezogene Daten fiktiv, Fallbeispiel frei erfunden.

Die Stuhlmenge, die pro Tag entsteht, und die Häufigkeit des Stuhlgangs hängen vor allem von der Nahrungszusammensetzung ab.

1.11 Bauchspeicheldrüse

Pro Tag stellt die Bauchspeicheldrüse (Pankreas) **1,5–2 l Verdauungssaft** her. Dieser enthält verschiedene **Enzyme**, die Proteine, Zucker, Fette und Nukleinsäuren der Nahrung spalten können. Die Bildung des Verdauungssaftes wird vom Parasympathikus, von **Sekretin** und von **Cholecystokin** gefördert.

Die Bauchspeicheldrüse liegt auf Höhe des 1. Lendenwirbels der hinteren Bauchwand an. Sie gliedert sich in den **Pankreaskopf**, den **Pankreaskörper** und den **Pankreasschwanz** und ist von einer dünnen Bindegewebskapsel überzogen.

Die Bauchspeicheldrüse besitzt einen **exokrinen Anteil**, der den Verdauungssaft bildet, und einen **endokrinen Anteil**, der Insulin und Glukagon freisetzt. Die **exokrinen Drüsen** machen dabei den Hauptanteil des Pankreasgewebes aus. Von ihnen gelangt der Verdauungssaft über kleine Ausführungsgänge in den Hauptausführungsgang der Bauchspeicheldrüse, den **Wirsung-Gang (Ductus pancreaticus)**, der ins **Duodenum** mündet.

Das Pankreassekret enthält Enzyme zur Spaltung von Eiweißen wie Trypsinogen, Chymotrypsin und Elastase, die Proteasen. Diese werden, um eine Zerstörung der Gewebe zu vermeiden, erst im Duodenum in eine aktive Form umgewandelt.

Die α -Amylase dient der weiteren Aufspaltung von Kohlehydraten und die Pankreaslipase der Fettspaltung.

Den endokrinen Anteil stellen die **Langerhans-Inseln** dar, die verstreut im exokrinen Gewebe liegen. Ihre Zellen bilden Hormone (u. a. Insulin und Glukagon), die ins Blut abgegeben werden. Alle Langerhans-Inseln zusammen werden als **Inselorgan** bezeichnet.

Wichtige Hormone des endokrinen Pankreasanteils sind **Glukagon, Insulin, Somatostatin**.

Glukagon **erhöht** den Blutzuckerspiegel über Glykogenabbau und Glukoneogenese, Insulin **senkt** den Blutzuckerspiegel und Somatostatin **hemmt** Verdauungsfunktionen.

Sogenannte PP-Zellen sezernieren pankreatisches Polypeptid, einen Gegenspieler des Gastrins. Die ϵ -Zellen des Pankreas sezernieren Ghrelin, ein Hormon, das erst seit 1999 bekannt ist, in unterschiedlichen Organen zu finden ist und eine große Wirkung auf Nahrungsaufnahme, Gewicht, Appetit und die Sekretion von Wachstumshormonen hat.



Entzündung der Bauchspeicheldrüse

Wenn der Ausführungsgang der Bauchspeicheldrüse verstopft ist, kann der Verdauungssaft nicht mehr abfließen und staut sich zurück ins Pankreasgewebe. Die aktivierten Enzyme, besonders die Proteasen, greifen dann die Pankreaszellen an, und das Organ verdaut sich quasi selbst. Dadurch kommt es zu einer Entzündung der Bauchspeicheldrüse (**Pankreatitis**).

1.12 Leber und Galle

Die Hauptaufgaben der Leber (Hepar) sind der Kohlenhydrat-, Protein- und Fettstoffwechsel, die Entgiftung und die Bildung der Galle und der Plasmaproteine.

Die Leber befindet sich überwiegend im **rechten Oberbauch** direkt unter dem Zwerchfell. Sie gliedert sich in 4 Leberlappen: den **rechten** und den **linken Leberlappen** (Lobus dexter und Lobus sinister), den **Lobus quadratus** und den **Lobus caudatus**. Eine Einteilung, die man von außen nicht sehen kann, ist diejenige in die **8 Lebersegmente**. Sie folgt den Versorgungsgebieten der Blutgefäße und der Gallengänge.

Die Leber ist von einer bindegewebigen Kapsel umgeben, die sensibel innerviert ist, die Leber selbst ist nicht sensibel innerviert.



Merksatz Leber

„Der Schmerz der Leber ist die Müdigkeit.“

Typische Begleiterscheinungen von Lebererkrankungen sind Leistungsabfall, **Müdigkeit** und Abgeschlagenheit. Nicht immer weisen ein Ikterus oder ein Organschmerz auf die Leberbeteiligung hin. Da die Leber selbst keine Nerven enthält, schmerzt sie nur bei starker Vergrößerung (Kapselspannung).

An der **Leberpforte** treten die **Leberarterie** und die **Pfortader** ins Lebergewebe ein und der linke und der rechte **Gallengang** verlassen dort die Leber.



Lebermetastasen

Bösartige Tumoren des Darms bilden häufig Metastasen in der Leber. Das liegt daran, dass Tumorzellen, die von einem Darmtumor abgeschwemmt werden, mit dem Pfortaderblut zuerst in die Leber gelangen. Dort bleiben sie im Kapillarnetz hängen und siedeln sich an. Durch ihre Vermehrung entsteht dann eine Absiedelung des ursprünglichen Tumors, die sog. **Metastase**.

Die Leberzellen (**Hepatozyten**) bilden die Galle. Die **Galle** ist wichtig für die **Fettverdauung**. Sie verbessert die Verteilung des Nahrungsfettes im Chymus, sodass die Enzyme der Fettverdauung besser angreifen können. Täglich werden etwa **850 ml** Gallenflüssigkeit von den Leberzellen gebildet. **Davon fließt etwa die Hälfte direkt ins Duodenum**, die andere wird in der **Gallenblase** zwischengespeichert.



Enterohepatischer Kreislauf

Nur ein kleiner Teil der Gallensäuren wird mit dem Stuhl ausgeschieden. Etwa 95 % werden aus dem Darm wieder aufgenommen und über die Pfortader zur Leber zurücktransportiert (sog. **enterohepatischer Kreislauf**). Dort werden sie wieder zur Gallebildung verwendet.

Ihre grünliche Farbe hat die Galle vom **Gallenfarbstoff**. Dabei handelt es sich um **Bilirubin**, ein Abbauprodukt des roten Blutfarbstoffs. Es wird zusammen mit der Galle in den Darm abgegeben und dort weiter abgebaut. Dadurch entsteht **Sterkobilin**, das dem Stuhl die braune Farbe gibt. Urobilin färbt den Urin.



Gallensteine

Wenn die Galle zu viel **Cholesterin** enthält, können sich **Gallensteine** bilden (**Cholelithiasis**).

Außer **Cholesterin** kann auch **Bilirubin** die Grundlage für Gallensteine bilden. Wegen ihrer schwarzen oder braunen Farbe werden sie **Pigmentsteine** genannt.

Die Leberzellen sind zu **Leberläppchen** angeordnet, von denen jedes eine funktionelle Einheit bildet. In der Mitte jedes Leberläppchens befindet sich eine **Zentralvene**, die das Blut von der Leber weg in eine der 3 großen Lebervenen leitet. Diese münden in die **untere Hohlvene** und ziehen **nicht** durch die Leberpforte.

Zwischen den Leberläppchen verlaufen Zwischenläppchen-Venen, -Arterien und -Gallengänge: Die **Zwischenläppchen-Venen** leiten das nährstoffreiche Blut aus der **Pfortader** ins Lebergewebe. Die Pfortader ist ein Zusammenschluss der Milzvene (V. splenica) und der beiden Gekrösevenen (V. mesenterica superior bzw. inferior). Die **Zwischenläppchen-Arterien** versorgen das Lebergewebe mit Sauerstoff. Die Zwischenläppchen-Gefäße stehen über die **Lebersinusoiden** mit der Zentralvene in Verbindung. In den Lebersinusoiden findet der Stoff- und Gasaustausch mit dem Lebergewebe statt.

Die gebildete Galle wird in den Leberläppchen von den **Gallenkanälchen** aufgenommen. Von dort gelangt sie über die **Zwischenläppchen-Gallengänge** in den rechten bzw. linken **Gallengang**, durch die sie die Leber verlässt. Kurz nach der Leberpforte vereinigen sich der rechte und der linke Gallengang zum **gemeinsamen Gallengang** (Ductus hepaticus communis = DHC). Über diesen fließt die Galle entweder in die **Gallenblase** oder in das **Duodenum**.

Portokavale Anastomosen. Die Venen der Speiseröhre, des Kolons und einige Venen des Rektums haben eine Besonderheit: Neben ihrem Anschluss an die Pfortader besitzen sie **zusätzliche** Verbindungen zu einer der beiden Hohlvenen. Über die portokavalen Anastomosen „Kurzschlüsse“ zwischen dem Pfortader- und dem Hohlvenensystem können sie das Blut direkt in den Körperkreislauf leiten, ohne dass es zuerst durch die Leber fließt.



Merke

Unechte Hämorrhoiden?

Ein Grund dafür, dass das Blut durch das Gefäß der portokavalen Anastomose geleitet wird, kann eine **Leberzirrhose** sein. Wenn die Anastomose-Gefäße wegen des Pfortaderhochdrucks mehr Blut erhalten als gewöhnlich, weiten sie sich und es entstehen Varizen, die auch bluten können. Die häufigsten sind die **Ösophagusvarizen** und die **Rektumvarizen**. Letztere werden auch als **unechte Hämorrhoiden** bezeichnet und führen – im Gegensatz zu den echten Hämorrhoiden – venöses statt arterielles Blut.

1.12.1 Aufgaben der Leber

Die Leber ist ein wichtiges Organ zur Steuerung von Glukose-, Fett- und Eiweißstoffwechsel.

Kohlenhydratstoffwechsel. Wenn der Blutzuckerspiegel sinkt, kann die Leber Glukose ins Blut abgeben, damit er wieder ansteigt.

Dazu hat sie zwei Möglichkeiten:

- **Glukoneogenese:** Die Leberzellen können aus Laktat (aus dem Muskelstoffwechsel), aus Aminosäuren (aus den Nahrungsproteinen oder dem Eiweißstoffwechsel) oder aus Glycerin (aus dem Fettabbau) neue Glukose bilden.
- **Glykogenabbau:** Die Leber kann Glukose aus dem Blut aufnehmen und in Form von **Glykogen speichern**. Beim Abbau dieser Speicher entsteht wieder Glukose.

Bei einem Energieüberschuss wandelt die Leber die überschüssige Glukose in Fettsäuren um. Insulin bewirkt in der Leber eine gesteigerte Bereitstellung von Glukose und hemmt den Fettabbau.

Fettstoffwechsel. Damit die wasserunlöslichen Fette von der Leber zu anderen Organen befördert werden können, werden sie in den **Leberzellen** mit einer Proteinhülle umgeben und damit wasserlöslich gemacht. Hülle und umhüllte Fette werden gemeinsam als **Lipoproteine** bezeichnet.

Typen von Lipoproteinen:

- **VLDL:** Sie transportieren Triglyzeride (Fettsäuren + Cholesterin) von der Leber zum Muskel- und Fettgewebe.
- **LDL:** Sie entstehen dadurch, dass im Muskel- und Fettgewebe die Fettsäuren aus den VLDL herausgelöst werden. Die LDL enthalten deshalb vorwiegend Cholesterin. Sie werden, außer von der Leber, von allen Geweben aufgenommen.

- **HDL:** Sie werden ebenfalls von der Leber freigesetzt und enthalten nur sehr wenig Fett. Ihre Aufgabe ist es, das Cholesterin, das von den Zellen über die LDL aufgenommen wurde, wieder zurück zur Leber zu transportieren.

Eine weitere Form der Lipoproteine sind die **Chylomikronen**. Sie werden von den Zellen der **Darmschleimhaut** gebildet. Dort werden die Fette, die aus dem Darminhalt aufgenommen wurden, mit einer Proteinhülle umgeben und in das **Lymphsystem** abgegeben. Über den Milchbrustgang (Ductus thoracicus) gelangen sie in den Blutkreislauf, geben Fettsäuren an das Muskel- und Fettgewebe ab und werden dann von der Leber aufgenommen.

Wenn in Hungersituationen zur Energiegewinnung Fett abgebaut wird, entstehen in der Leber aus Fettsäuren **Ketonkörper**. Das sind wasserlösliche, energiereiche Verbindungen, die von vielen Organen – insbesondere dem Gehirn – anstelle von Glukose zur Energiegewinnung verwendet werden können.

Aminosäurestoffwechsel. Die Leber nutzt die Aminosäuren aus der Nahrung, um **Plasmaproteine** herzustellen:

- **Albumine:** Sie sind für den kolloidosmotischen Druck im Blutplasma verantwortlich.
- **Globuline:** Sie dienen im Blut als Transportproteine für andere Stoffe.
- **Faktoren des Komplementsystems:** Sie sind Teil des Immunsystems.
- **Gerinnungsfaktoren:** Sie sind wichtiger Bestandteil der Blutgerinnung.

Die Leber kann die Aminosäuren auch abbauen oder aus Produkten des Fettsäureabbaus nicht essenzielle Aminosäuren herstellen. Beim Aminosäureabbau entsteht als Abfallprodukt **Ammoniak**.

Entgiftungsfunktion. Viele körperfremde Stoffe (z. B. Medikamente oder Gifte), aber auch körpereigene Abbauprodukte können nicht ausgeschieden werden und würden sich deshalb im Körper ansammeln. Die Leber baut diese Stoffe so um, dass sie entweder über die **Niere** oder mit der **Galle** den Körper verlassen können. So wandelt sie z. B. das giftige **Ammoniak**, das beim Abbau von Aminosäuren entsteht, in **unschädlichen Harnstoff** um, der über den **Urin** ausgeschieden wird.

Arzneistoffe, die geschluckt werden (Tabletten, Kapseln, Säfte usw.), gelangen mit dem Pfortaderblut zunächst in die Leber, wo sie ebenfalls umgebaut werden. Diese Umwandlung wird als **First-Pass-Effekt** bezeichnet. Manche Wirkstoffe verlieren dadurch an Wirkung, andere werden aus einer inaktiven Form (Prodrug) überhaupt erst in ihre wirksame Form umgewandelt.

Alkohol wird hauptsächlich durch die Leber über stufenweisen Abbau durch mehrere Enzymsysteme eliminiert. Alkoholdehydrogenase sorgt für den Umbau in das giftige Azetaldehyd. Dieses wird in einem zweiten Schritt durch Aldehyddehydrogen zur ungefährlichen Essigsäure abgebaut.

Azetaldehyd bewirkt eine Veränderung des Transferrins, da es die Glykosylierung hemmt. Diese unvollständigen Transferrinmoleküle (Carbohydrat-defizientes Transferrin, CDT) haben neben den erhöhten MCV-Werten und der erhöhten Gamma-GT einen hohen diagnostischen Wert bei chronischem Alkoholabusus.

Lerntipps

Leber-Labor

Neben den typischen Leberwerten, die einen Hinweis auf eine Leberzellschädigung oder einen Gallenstau geben, gilt der folgende Merksatz: Alles, was die Leber produziert, ist im Blut erniedrigt; alles, was die Leber speichert, ist erhöht.

Speicherfunktion. Die Leber speichert neben Glukose in Form von Glykogen auch Eisen und Kupfer. Fette werden als Lipoproteine gespeichert, ebenso die fettlöslichen Vitamine und Vitamin B₁₂.

Transferbeispiel

Überprüfungssituation – Hepatische Enzephalopathie

Prüfer: „Ein Patient mit bekannter Leberzirrhose, seit Jahren trockener Alkoholiker, kommt mit seiner Frau in Ihre Praxis. Er ist in letzter Zeit immer so müde. Seine Frau denkt, dass es an seiner ungesunden Ernährung liegt; er liebt einfach Fleisch- und Wurstwaren und verabscheut das ‚Grünzeug‘. Sie möchte gerne Nahrungsergänzungsmittel für ihn. Zudem macht sie sich in letzter Zeit Sorgen, weil er oft Dinge vergisst und sich nicht so gut konzentrieren kann. Das findet ihr Mann nicht und gibt den Ball zurück. Allerdings sind sie sich einig, dass er, ein begnadeter Handwerker, seit einiger Zeit nicht mehr so geschickt ist und deshalb Arbeiten liegen lässt. Können Sie sich den Zustand des Mannes erklären, wonach fragen Sie und welche Empfehlung geben Sie. Bekommt er Nahrungsergänzungsmittel?“

HPA: „Ich sehe schon einen Zusammenhang mit der Leberzirrhose und frage ihn, ob er eventuell auch Schlafstörungen hat und, hier beziehe ich seine Frau ein, ob Stimmungsschwankungen aufgetreten sind.“

Prüfer: „Das verneinen sie.“

HPA: „Ich bleibe trotzdem bei meinem Verdacht einer schleichend beginnenden hepatischen Enzephalopathie. Die Leber ist ja nicht mehr in der Lage, angemessen zu entgiften, und vor allem Ammoniak kann nicht mehr ausreichend in Harnstoff umgewandelt werden. Da Ammoniak ein Produkt des Eiweißstoffwechsels ist und sie seine Ernährungsgewohnheiten ausdrücklich beschrieben haben, gehe ich davon aus, dass die Gifte eine ödematöse Schwellung im Gehirn ausgelöst haben. Allerdings sehr moderat, sonst hätte der Patient eine ausgeprägtere Symptomatik.“

Prüfer: „Und bekommt er jetzt Nahrungsergänzungen und muss vegan leben?“

HPA: „Ich schicke den Patienten erst einmal zu seinem Hausarzt. Eventuell gibt es einen Auslöser wie eine gastrointestinale Blutung, die abgeklärt werden muss.“

Prüfer: „Was hat denn eine Blutung mit einer Ammoniakerrhöhung zu tun?“

HPA: „Blut enthält Eiweiß ...“

Prüfer: „Und was ist denn mit ‚vegan‘?“

HPA: „Eine Weile seinen Fleischkonsum zu reduzieren und mehr pflanzliche Eiweiße und Milchprodukte zu essen, würde meinem Patienten guttun. Eventuell verschreibt sein Arzt auch noch Medikamente, die die Aufnahme von Ammoniak verhindern.“

Prüfer: „Wunderbar, vielen Dank.“

Eventuelle personenbezogene Daten fiktiv, Fallbeispiel frei erfunden.

HP-Praxis

Cholesterin

VLDL, LDL und HDL können im Blut gemessen werden. Dabei gilt das Cholesterin in den HDL als „**gutes Cholesterin**“, das in den LDL und VLDL als „**schlechtes Cholesterin**“. Das hat den Grund, dass LDL und VLDL das Cholesterin zu den Gefäßzellen hin transportieren und dort abgeben. Wenn es sich in den Gefäßwänden ablagert, entstehen **arteriosklerotische Plaques**, die die Gefäße schädigen. HDL-Cholesterin wurde dagegen aus den Zellmembranen entfernt und wird zur Leber zurücktransportiert. Es gilt als „gutes Cholesterin“, weil es der Entstehung der Plaques entgegenwirkt. Der HDL-Spiegel im Blut sollte daher möglichst im Normbereich (> 40 mg/dl) liegen.

1.13 Gallenblase

Die Gallenblase (Vesica biliaris oder Vesica fellea) ist über Bindegewebe mit der **Unterseite der Leber** verbunden. Sie hat ein Volumen von ca. 50 ml. Der Zu- und Abflussweg der Gallenblase ist der **Gallenblasengang** (Ductus cysticus). Er mündet in den **gemeinsamen Gallengang** (Ductus hepaticus communis); nach dieser Vereinigung spricht man vom **Ductus choledochus** (auch Hauptgallengang oder großer Gallengang genannt). **Der Ductus choledochus vereinigt sich kurz vor seiner Mündung in das Duodenum meist mit dem Ausführungsgang der Bauchspeicheldrüse (Ductus pancreaticus).** Die Eintrittsstelle – eine Schleimhautfalte – bezeichnet man auch als **Vater'sche Papille** (bzw. Papilla duodeni Vateri).

In der Gallenblase wird die Galle, die nicht sofort in das Duodenum gelangt, gespeichert. Dabei wird der Lebergalle Wasser entzogen, wodurch die stärker konzentrierte **Blasengalle** entsteht. Wenn für die Verdauung viel Galle benötigt wird, zieht sich die Gallenblase zusammen und gibt ihren Inhalt ins Duodenum ab.

Fazit – Das müssen Sie wissen

Verdauungssystem

Der Verdauungstrakt zieht vom Kopf bis zum Becken und ist wie ein Rohr, durch das der Nahrungsbrei weitergeleitet wird. An einigen Stellen münden Verdauungsdrüsen in entsprechende Abschnitte ein.

Die Abschnitte sind:

- Mundhöhle mit Speicheldrüsen
- Rachen
- Speiseröhre
- Magen
- Dünndarm mit Mündung des Gallengangs und Pankreasgangs in das Duodenum; Jejunum, Ileum
- Dickdarm mit Zäkum (Appendix vermiformis), Colon ascendens, Colon transversum, Colon descendens, Colon sigmoideum, Rektum, Analkanal

Zum Verdauungssystem gehören der Magen-Darm-Trakt (Gastrointestinaltrakt) und die Drüsen (Speicheldrüsen, Leber, Pankreas).