

Der Verdauungsapparat

Der Verdauungsapparat umfasst alle Organe, die am Verdauungsvorgang beteiligt sind, also vor allem den Magen und den Darm, aber auch alle Drüsen, die Verdauungssäfte liefern.

Mundhöhle

Zunge

Mit dem Geschmackssinn in der Schleimhaut der Zunge prüfen wir die Nahrung. Wir können mit diesem Sinnesorgan süß, sauer, salzig und bitter unterscheiden.

Zähne

Die Zähne zerkleinern die Nahrung. Zum Dauergebiss gehören normalerweise 32 Zähne, nämlich in jeder Kieferhälfte je 2 Schneidezähne, 1 Eckzahn und 5 Backenzähne. Das Milchgebiss, das von ungefähr 6 Jahren an durch das Dauergebiss ersetzt wird, zählt nur 20 Zähne, da in jeder Kieferhälfte nur 2 Backenzähne vorhanden sind.

Zahnstellung

Die Zähne, die einander im Ober- und Unterkiefer gegenüberstehen, sind so angeordnet, dass je ein Zahn des einen Kiefers zwischen zwei gegenüberliegende Zähne passt. Eine unregelmässige Zahnstellung kann das Kauen erschweren.

Trotz der verschiedenen Form sind alle Zähne gleichartig aufgebaut. Die weisse Krone ragt frei in die Mundhöhle, während die Wurzel in einer Tasche des Kieferknochens steckt. Zwischen Krone und Wurzel befindet sich der schmerzempfindliche Zahnhals. Das Zahnbein, ein knochenartiger Stoff, bildet die Hauptmasse des Zahns. An der Krone ist der Zahn vom harten, aber spröden Schmelz überzogen, der härtesten Substanz unseres Körpers. Abgebrochener Schmelz kann vom Körper nicht ersetzt werden. An solch ungeschützten Stellen können Bakterien in das entblösste Zahnbein eindringen und den Zahn zerstören. So entsteht Zahnfäulnis (Karies). Angefaulte Zähne erfüllen ihre Aufgabe nicht mehr vollständig, wodurch die ganze Verdauung gestört wird.

Zahnbein
Zahnschmelz

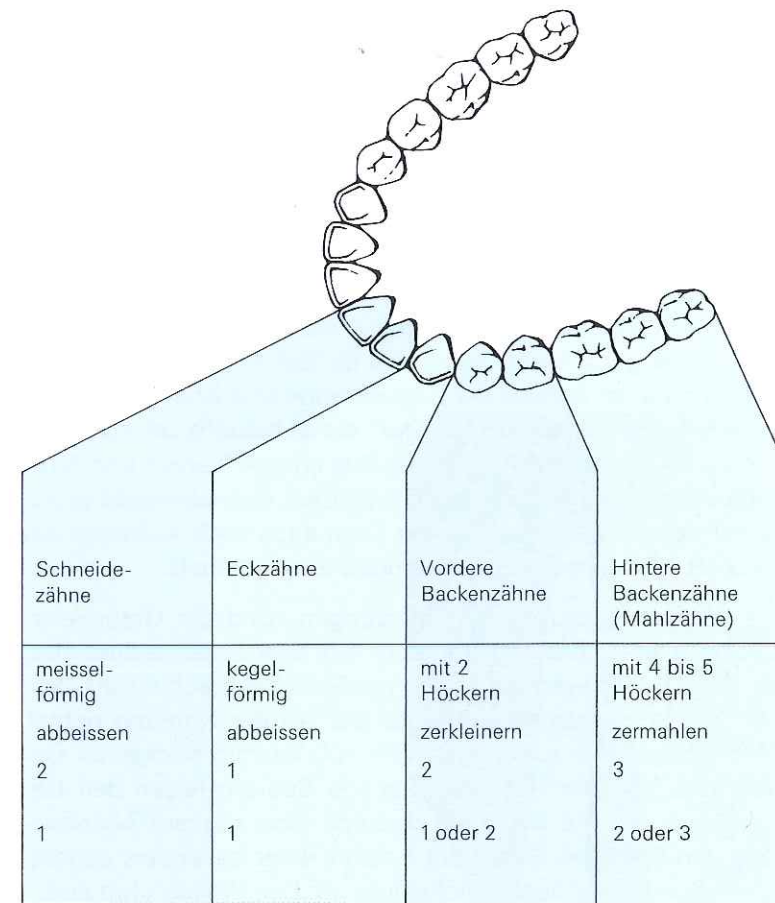


Abbildung 34
Form und Aufgabe
der Zähne

Form und Aufgabe
der Zähne stehen in
engem Zusammen-
hang.

Krone
Aufgabe
Anzahl in jeder
Kieferhälfte
Zahl der Wurzeln

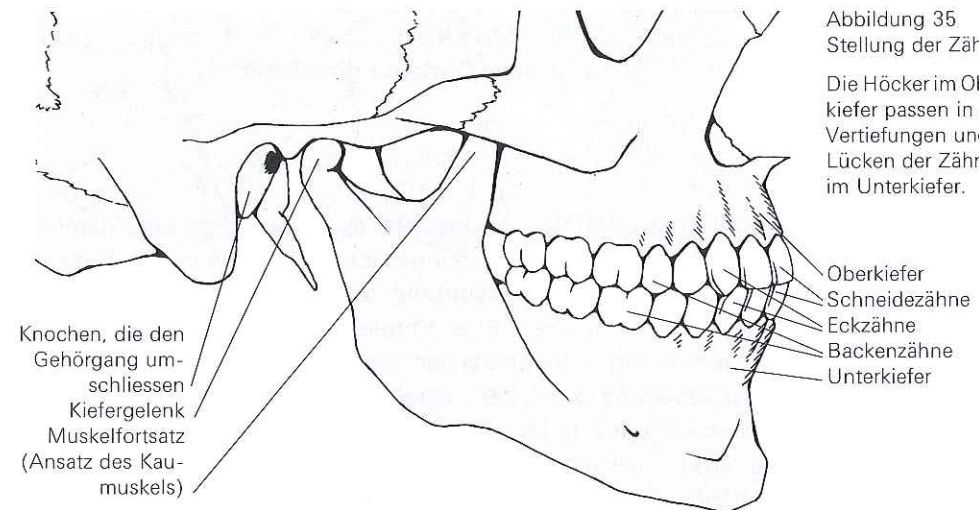


Abbildung 35
Stellung der Zähne

Die Höcker im Ober-
kiefer passen in die
Vertiefungen und
Lücken der Zähne
im Unterkiefer.

Knochen, die den
Gehörgang um-
schliessen
Kiefergelenk
Muskelfortsatz
(Ansatz des Kau-
muskels)

Oberkiefer
Schneidezähne
Eckzähne
Backenzähne
Unterkiefer

Zahnwurzel Die Wurzel ist mit Zahnzement bedeckt. Die Wurzelhaut bildet einen Halteapparat, der den Zahn in der Kiefertasche aufhängt, wodurch er ganz wenig beweglich ist. Beim Kauen muss dieser Halteapparat im Bereich der Backenzähne eine Kraft von nahezu 1000 Newton (N) aushalten (Kraft, die es braucht, um etwa 100 Kilogramm zu heben). Die Zahnhöhle enthält Nerven und Blutgefäße. Die Zähne leben, auch wenn wir normalerweise nichts davon spüren. Deshalb kann ein Zahn auch nach Aufhören des Wachstums Zahnbein ersetzen, nicht aber Schmelz.

Zahnhöhle

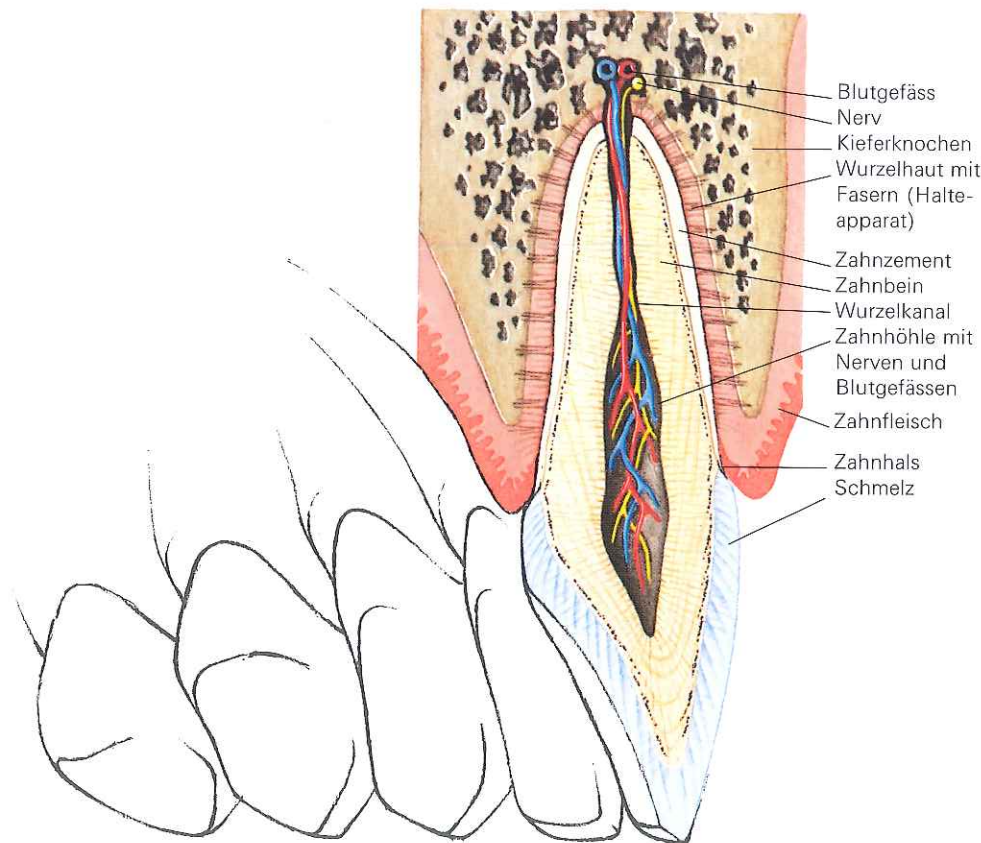
Speicheldrüsen Die Ohrspeicheldrüse, die Unterzungen- und die Unterkieferdrüsen sondern pro Tag ungefähr 1,5 Liter Speichelflüssigkeit ab. Beim Kauen wird die Speise mit Speichel durchmischt, dessen Zusammensetzung sich nach der Art der Nahrung richtet. So benötigen wir zum Kauen von 100 Gramm trockenem Gebäck fast 0,5 Liter Speichel! Scharfe Speisen reizen den Geschmackssinn und bewirken dadurch eine stärkere Absonderung von Speichel. Selbst der Anblick einer besonders appetitlichen Speise regt den Speichelfluss an: Das Wasser läuft einem im Munde zusammen. Der Speichel macht die Speise gleitfähig, so dass sie nachher leicht durch die Speiseröhre in den Magen befördert werden kann. Er enthält Ptyalin, einen Verdauungssaft, der bereits in der Mundhöhle Stärke in Malzzucker spaltet und damit die chemische Verdauung einleitet.

Rachen

Schluckvorgang Im Schlund oder Rachen kreuzen sich die Wege der Atemluft und der Speise. Wenn die Zunge den Speisebrei in den Rachen drängt, wird der Schluckvorgang ausgelöst. Dieser läuft in der Folge unwillkürlich ab. Eine Steuerung sorgt dafür, dass beim Schlucken die «Weichen» richtig gestellt werden. Bei der Schluckstellung wird der Kehlkopf gehoben, wobei sich der Kehldeckel darüber legt und den Eingang zur Luftröhre sperrt. Gleichzeitig verschließt das Halszäpfchen den Zugang zur Nasenhöhle. Diese Steuerung versagt, wenn wir zugleich schl-

Die Zahnkrone ragt in die Mundhöhle. Mit der Wurzel ist der Zahn im Kieferknochen verankert. Er wird durch Fasern in der Knochenhöhle festgehalten. Der Zahnhals zwischen Krone und Wurzel ist sehr schmerzempfindlich.

Abbildung 36
Längsschnitt durch
einen Schneidezahn



cken und einatmen wollen. Das ist der Fall, wenn wir beim Essen lachen. Dann geraten Speiseteile in die Luftröhre und reizen ihre Schleimhaut. Dies löst ein krampfartiges Husten aus. Die dabei auftretenden Luftstöße befördern die Fremdkörper aus der Luftröhre hinaus.

Die Rachen- und die Gaumenmandeln haben mit der Verdauung nichts zu tun. Sie gehören zu den Lymphorganen.

Speiseröhre

Die Speiseröhre ist ein Muskelschlauch mit Längsfalten auf der Innenseite. Sie liegt hinter der Luftröhre, durchbricht das Zwerchfell und führt zum Magen. Die Wand der Speiseröhre ist aus drei Schichten aufgebaut:

- Innenschicht mit einer drüsigen Schleimhaut
- Innere Ringmuskulatur
- Äussere Längsmuskulatur

Aus den gleichen drei Schichten besteht auch die Wand des übrigen Darmrohrs.

Die Speiseröhre befördert die Nahrung vom Schlund in den Magen. Während sich die Ringmuskulatur vor dem Bissen lockert, zieht sie sich hinter ihm zusammen. Durch die Längsmuskulatur wird der Brocken vorwärts geschoben. Dieses feine Zusammenspiel von Ring- und Längsmuskulatur heisst peristaltische Bewegung. Nach etwa 6 bis 8 Sekunden hat der Nahrungsbrocken den Mageneingang erreicht. Für Flüssigkeiten sind dafür 2 bis 3 Sekunden nötig. Nahrung und Getränke werden so auch gegen die Schwerkraft in den Magen gedrückt.

Magen

Der Magen liegt auf der linken Körperseite unterhalb des Zwerchfells. Wenn er gefüllt ist, gleicht seine Form einem Sack mit einem Eingang (Magenmund) und einem Ausgang (Pfortner). In leerem Zustand unterscheidet er sich kaum von einem Stück Darm. Er fasst etwas über 2 Liter Nahrungsbrei, den er

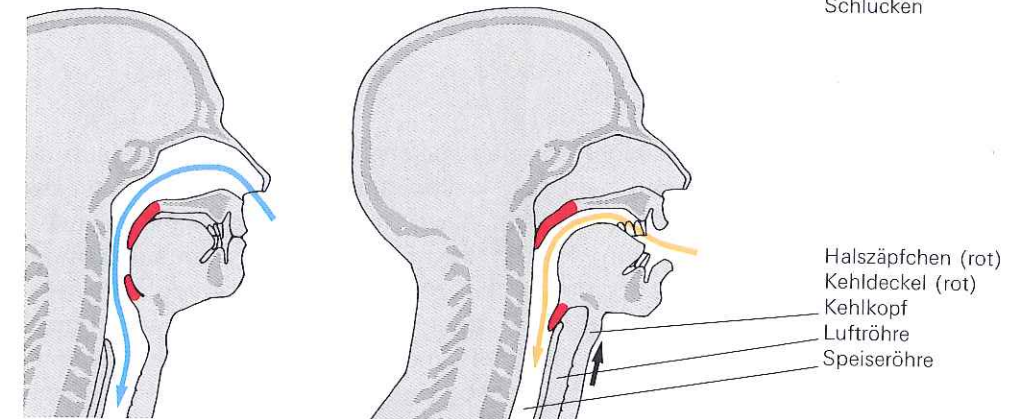
Aufbau der
Darmwand

Peristaltik

Fassungsvermögen

Im Rachen kreuzen sich die Wege von Atemluft und Speisen. Daher müssen beim Atmen und Schlucken verschiedene Bahnen geöffnet sein.

Abbildung 37
Atmen und
Schlucken



Atemstellung

Gaumensegel und Halszäpfchen hängen locker.

Der Kehldeckel ist nach oben geklappt.

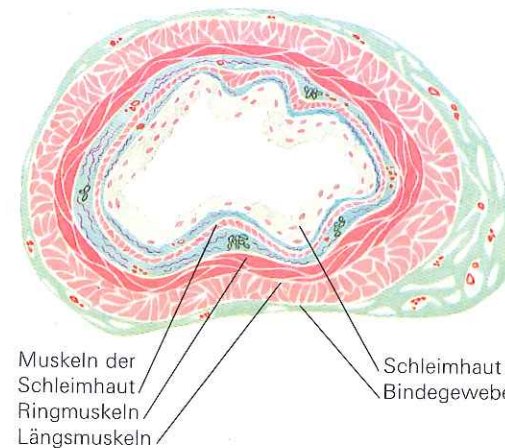
Der Kehlkopf liegt tief.

Schluckstellung

Gaumensegel und Halszäpfchen sind hochgezogen und schliessen die Nasenhöhle ab.

Der Kehldeckel legt sich nach hinten und verschliesst die Luftröhre.

Der Kehlkopf wird nach oben gezogen.



Oben: Querschnitt durch die Speiseröhre

Rechts: Ein Speisebrocken in der Speiseröhre
Das Bild zeigt einen Teil der Speiseröhre mit Längs- und Ringmuskeln. Durch das Zusammenspiel dieser beiden Muskelgruppen wird der Speisebrocken magenwärts befördert.



Abbildung 38
Speiseröhre

Die Speiseröhre ist ein elastischer Muskelschlauch. Ihre Wand besteht aus den gleichen Muskelschichten wie das übrige Darmrohr.

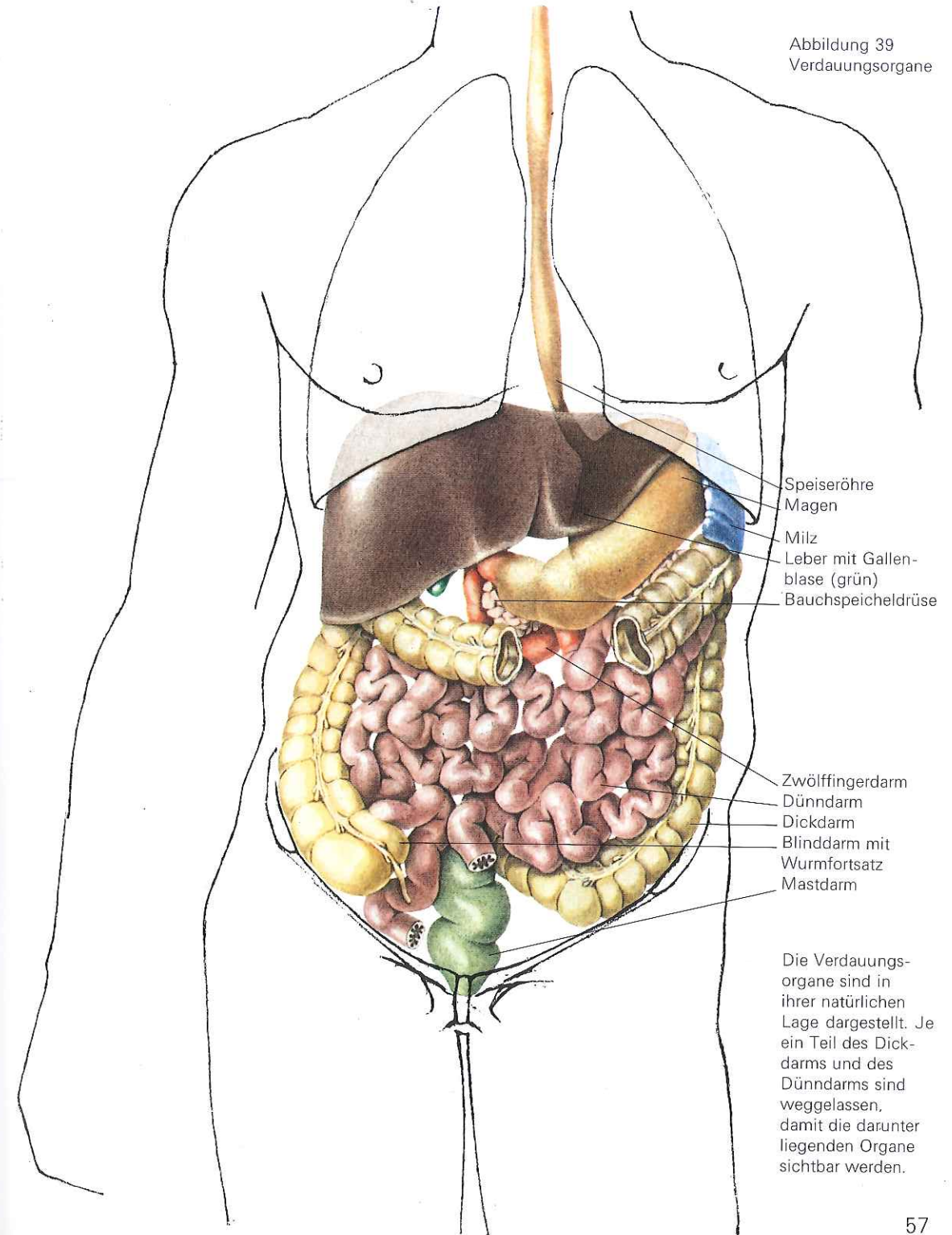
Magensaft

während einiger Stunden speichert. Die glatte Muskulatur der Magenwand zieht sich wellenartig zusammen und knetet den Nahrungsbrei, wodurch dieser mit der Magenschleimhaut in enge Berührung kommt. Fast 5 Millionen Drüsen sondern den Magensaft ab, der bei der chemischen Verdauung mithilft. Er enthält ungefähr 0,5 Prozent Salzsäure. Beim Erbrechen empfinden wir deren unangenehmen Geschmack. Die Salzsäure tötet mit der Nahrung eingedrungene Bakterien ab. Sie hilft ferner dem Pepsin, einem Enzym im Magensaft, die Eiweissstoffe chemisch zu zerlegen. Die Speisen verweilen während verschiedener langer Zeit im Magen, «schwerverdauliche» während längerer, «leichtverdauliche» nur während kurzer Zeit. Der saure Magensaft – beim Säugling ausserdem noch das Labferment – lässt getrunzene Milch im Magen sofort gerinnen. Die dadurch fest gewordene Milch bleibt länger im Magen und kann hier verdaut werden, während ihn sonst alle Flüssigkeiten rasch wieder verlassen. Nervosität, hastiges Essen, aber auch übermässiges Rauchen kann zu einer Entzündung der Magenschleimhaut führen und dadurch die Entstehung eines Magengeschwürs verursachen.

Zwölffingerdarm

Der Zwölffingerdarm umfasst nur die erste Darmschlinge und ist so lang, wie 12 Finger breit sind. Dieser Darmabschnitt ist der wichtigste Ort für die chemische Verdauung. Kohlenhydrate (Zucker und Stärke) werden zu einfachen Zuckern abgebaut, Eiweisse in ihre Bestandteile, die Aminosäuren, zerlegt. Fett wird in Fettsäure und Glycerin gespalten. Zwei grosse Drüsen, Bauchspeicheldrüse und Leber, liefern dazu die Verdauungssäfte.

Abbildung 39
Verdauungsorgane



Die Verdauungsorgane sind in ihrer natürlichen Lage dargestellt. Je ein Teil des Dickdarms und des Dünndarms sind weggelassen, damit die darunter liegenden Organe sichtbar werden.

Leber

Die 1,5 kg schwere Leber liegt rechts unterhalb des Zwerchfells auf gleicher Höhe wie der Magen. Sie ist die grösste Drüse unseres Körpers und sondert den bitteren, gelbgrünen Gallensaft ab. Dieser wird in der Gallenblase gespeichert und in den Zwölffingerdarm abgegeben, wenn fettreiche Nahrung verdaut werden muss. Der Gallensaft verteilt das Fett in kleinste Tröpfchen, an denen die fettabbauenden Enzyme angreifen können.

Gallensaft

Weitere Funktionen
der Leber

Die Leber spielt im Stoffwechselgeschehen unseres Körpers eine äusserst wichtige Rolle:

- Sie speichert überschüssigen Blutzucker in Form von Leberstärke (Glykogen). Diese steht dem Körper bei hohem Bedarf an Nährstoffen als Reserve zu Verfügung.
- Sie baut aus Aminosäuren körpereigenes Eiweiss auf.
- Sie bildet Harnstoff, einen Abfallstoff, und gibt ihn an das Blut ab, aus dem er durch die Niere entfernt wird.
- Sie entgiftet den Körper, indem sie Nikotin, Alkohol und andere Gifte zum Teil unschädlich machen kann. Eine zu grosse Menge solcher Giftstoffe schädigt die Leber.
- Sie ist ein Blutspeicher.
- Sie baut rote Blutkörperchen ab und hält das darin enthaltene Eisen zurück, um es wieder zu verwerten.
- Sie bildet den für die Blutgerinnung notwendigen Stoff Vorfibrin.

Durchblutung

Für diese vielfältigen Aufgaben muss die Leber sehr gut durchblutet sein. Pro Minute fliessen ungefähr 1,5 Liter Blut durch dieses Organ. Die Leber wird durch zwei verschiedene Blutgefässe versorgt:

- Die Pfortader bringt Blut aus dem Darm und aus der Milz. Die Leber entfernt aus diesem Blut überschüssigen Zucker, Giftstoffe und alte rote Blutkörperchen.
- Die Leberarterie versorgt die Leber mit sauerstoffhaltigem Blut. Die Lebervene führt das gefilterte Blut weg.

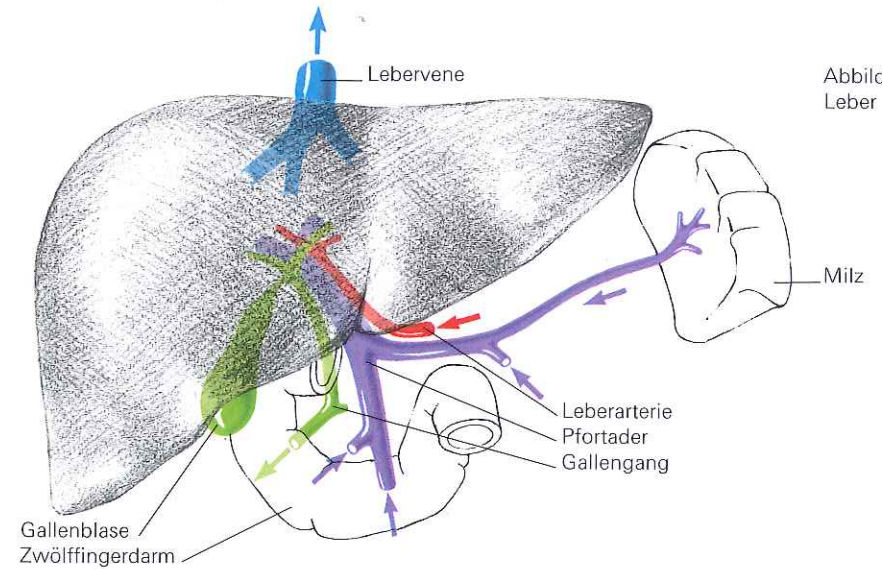


Abbildung 40
Leber

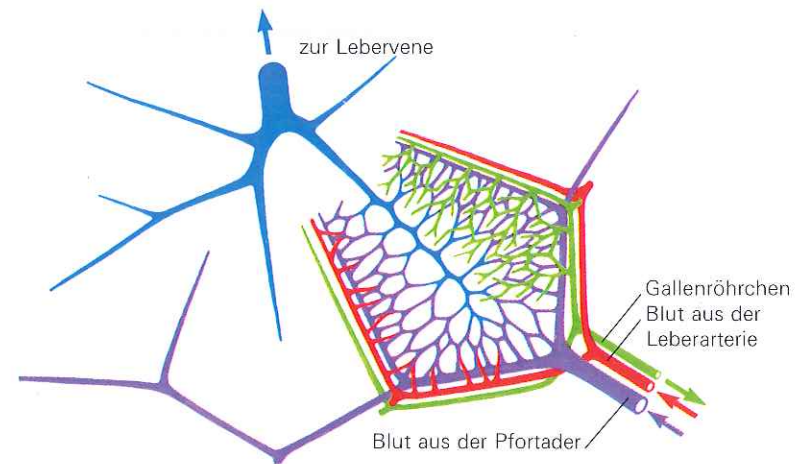


Abbildung 41
Blutbahnen in einem
Leberläppchen

Die Leber setzt sich aus kleinen Leberläppchen zusammen, in denen das Blut aus der Pfortader gefiltert wird. Die Leberarterie bringt Sauerstoff. Die Lebervene führt das gereinigte Blut in die untere Hohlvene.

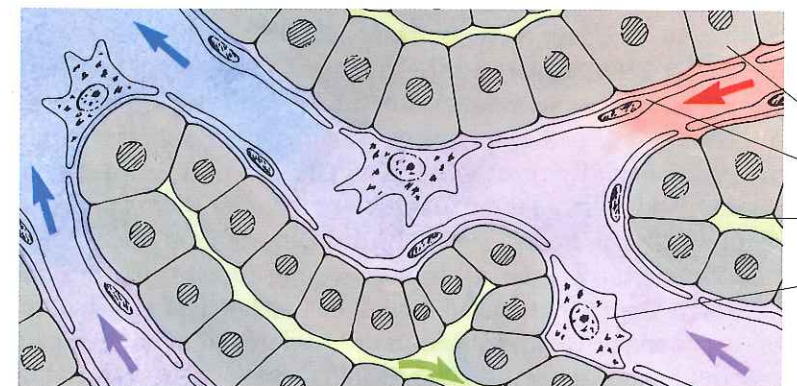


Abbildung 42
Zellgewebe in der
Leber

Leberzellen filtern Blut
Zellen der Blutgefässwand
Anfang eines Gallenröhrchens
Die Sternzellen fangen alte rote Blutkörperchen und Bakterien auf und bauen sie ab.

Enzyme

Bauchspeicheldrüse

Dieses langgestreckte, rötliche Organ liegt hinter dem Magen in der Schlinge des Zwölffingerdarms und sondert 0,5 bis 1 Liter Bauchspeichel pro Tag ab. Dieser enthält äusserst wichtige, verdauungswirksame Stoffe, die Enzyme. Jedes dieser Enzyme zerlegt nur einen bestimmten Nährstoff. So braucht es bestimmte Enzyme für die Spaltung von Stärke, andere für die Zerlegung der Eiweisse und wieder andere für den Abbau des Fettes. Die Enzyme nehmen an der chemischen Spaltung teil, ohne sich dabei zu verbrauchen. Man kann ihre Wirkungsweise mit derjenigen von Maschinen vergleichen, die einen Rohstoff verarbeiten und daraus neue Stoffe herstellen, ohne sich selbst zu verändern.

Besondere Zellgruppen liegen wie Inseln im Gewebe der Bauchspeicheldrüse. Sie erzeugen das Hormon Insulin, das den Zuckergehalt des Blutes kontrolliert.

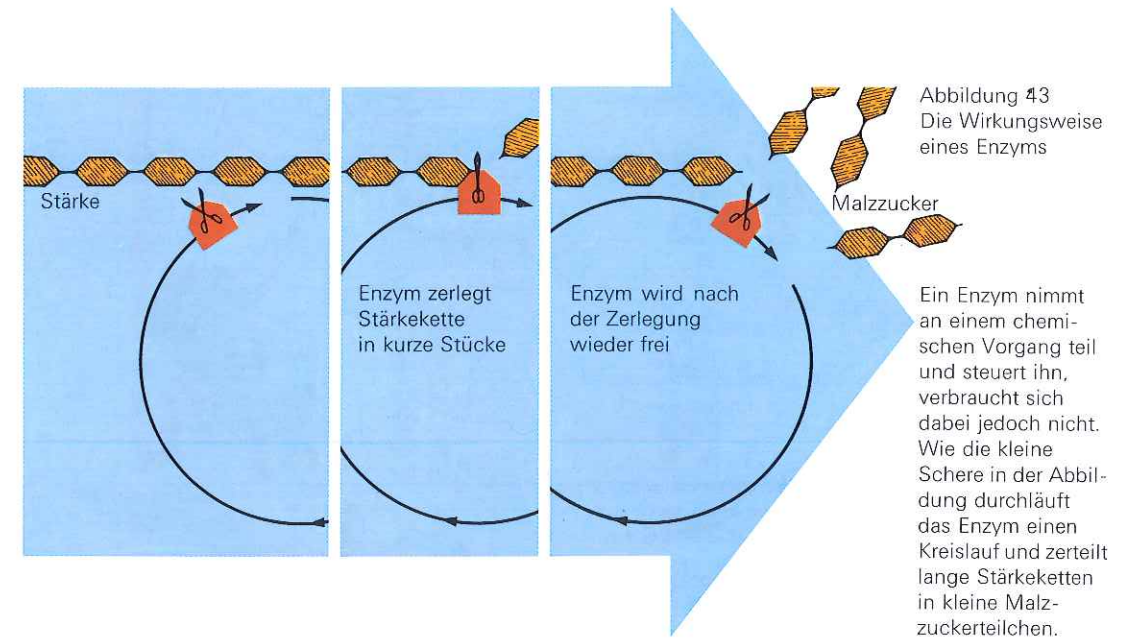
Dünndarm

Der Dünndarm schliesst an den Zwölffingerdarm an. Er hat eine Länge von ungefähr 2 Metern und bildet viele Schlingen. Er hängt in einer Falte des Bauchfelles an der Rückwand der Bauchhöhle. Die Dünndarmwand bildet den Darmsaft, der andere Enzyme enthält als der Bauchspeichel. Daher geht hier die chemische Verdauung weiter. Die Nährstoffe werden mit Ausnahme der Zellulose fertig abgebaut.

Die verdauten Stoffe werden durch die Wand des Dünndarms aufgenommen. Traubenzucker und Aminosäuren gelangen in die Haargefässe der Darmzotte, während Glyzerin und Fettsäuren in das zentrale Lymphgefäss übertreten. Für die Aufnahme der verdauten Stoffe ist die Oberfläche des Darms durch Ausbildung von Darmzotten auf das 25-Fache vergrössert. Jede Darmzotte ist von der Darmschleimhaut überzogen und besitzt im Innern ein Netz von feinen Blutgefässen. In der Mitte beginnt ein Lymphgefäss, welches die Fettstoffe ableitet.

Enzyme

Stoffaufnahme



Blinddarm

Nach mehreren Stunden gelangt der nun wasserdünne Darminhalt (Nahrungsbrei und Verdauungssäfte) durch eine mit Klappen versehene Mündung in den Dickdarm. Da diese Mündung seitlich am dickeren Darmteil liegt, entsteht ein Sack, der Blinddarm, ein Behälter für Darmbakterien. Diese helfen durch Gärung der Zellulose bei der Verdauung pflanzlicher Nahrung mit. Das Endstück des Blinddarms, der Wurmfortsatz, hat beim Menschen nichts mit Verdauung zu tun, sondern gehört zu den Lymphorganen.

Dickdarm

Im Dickdarm geht die Verdauung weiter. Bei der Gärung der Zellulose und bei der Fäulnis von Eiweissstoffen mit Hilfe von Darmbakterien entstehen Gase. Die Dickdarmwand entzieht dem Darminhalt Wasser (täglich 5 bis 6 Liter), das zum grossen

Darmbakterien

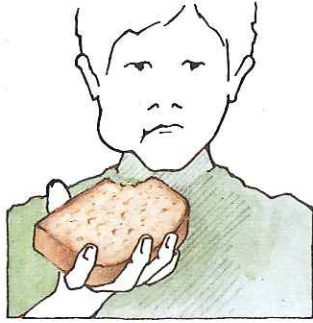
Wurmfortsatz

Gärung

Wasserentzug

Abbildung 44
Der Weg eines Speisebrockens

Mund



In der Mundhöhle wird die Speise zerkleinert und mit Speichel durchmischt.

Magen

Der Magen knetet den Speisebrei und durchmischt ihn mit Magensaft.

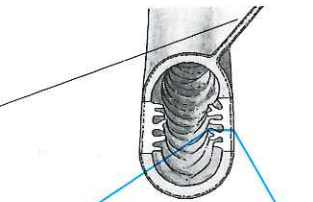
Zwölffingerdarm

Der Zwölffingerdarm ist die erste Darmschleife. Hier mündet der Gang von Leber und Gallenblase sowie derjenige der Bauchspeicheldrüse.

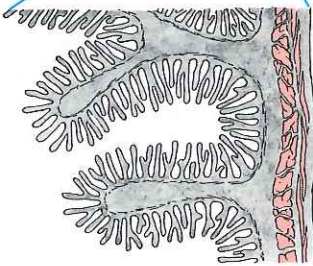
Dünndarm

Der Darm ist an einer Haut aufgehängt.

Aufhängeband



Querfalten im Dünndarm mit Darmzotten vergrößern die innere Oberfläche.



Dickdarm

Der Dickdarm entzieht dem Nahrungsbrei Wasser.

Mastdarm
After

Der Mastdarm besitzt eine kräftige Muskulatur.

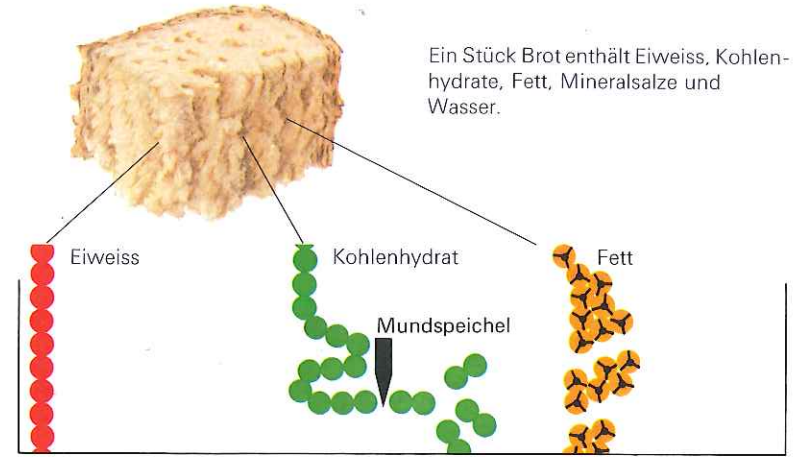
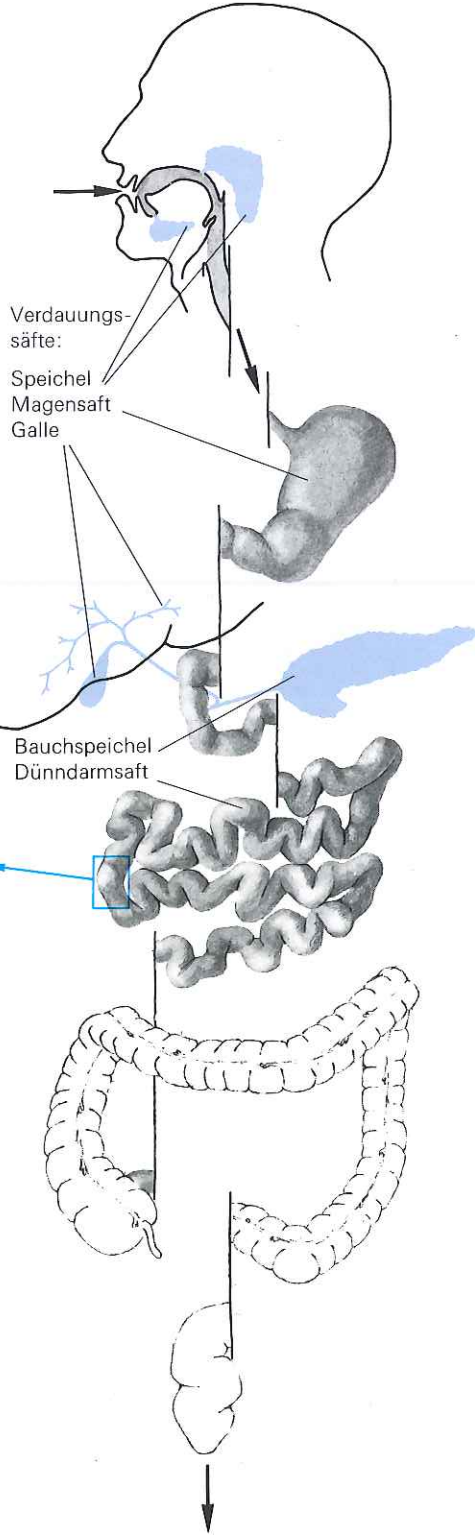
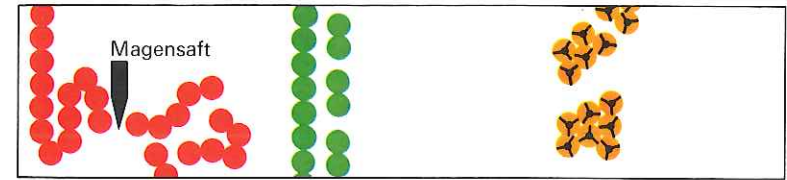


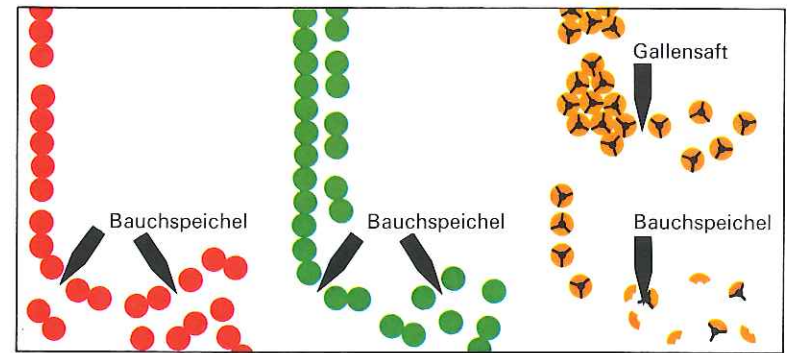
Abbildung 45
Die Verdauung eines Speisebrockens

Auf die mechanische Zerkleinerung in der Mundhöhle folgt die chemische Verdauung:

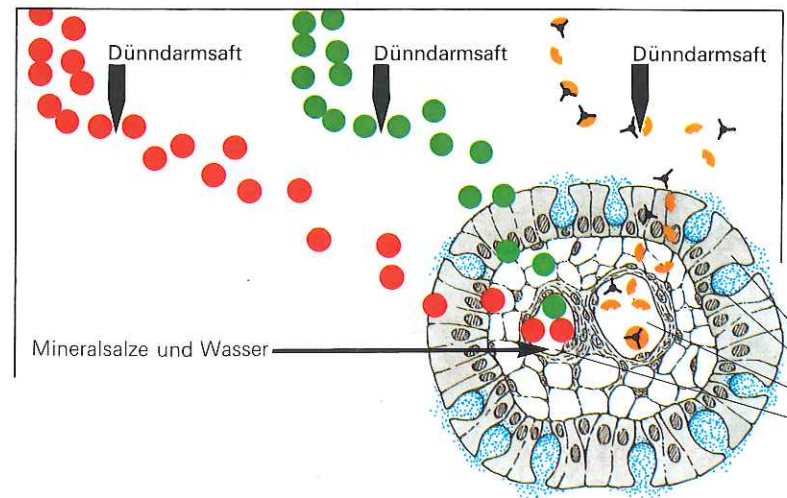
Im Mund zerlegt das Enzym Ptyalin Stärke in Malzzucker.



Im Magen spaltet das Enzym Pepsin Eiweissstoffe.



Im Zwölffingerdarm zerteilt Gallensaft das Fett. Enzyme des Bauchspeichels spalten es in Glycerin und Fettsäuren. Eiweisse werden in Aminosäuren zerlegt und Kohlenhydrate zu Traubenzucker abgebaut.



Im Dünndarm geht die chemische Verdauung weiter.

Darmzotte: Aufnahme der Stoffe

Schleimhautzelle
Drüsenzelle
Lymphgefäß
Haargefäß

Durchfall

Teil mit den Verdauungssäften in den Darm gelangt ist. Es wird vom Blut aufgenommen und dem Körper wieder zur Verfügung gestellt. Dadurch wird der Darminhalt zu Kot eingedickt. Wenn diese Wasserrücknahme gestört ist, haben wir Durchfall. Dabei geht viel Wasser verloren, was für den Körper gefährlich werden kann.

Mastdarm

Der Mastdarm scheidet den Kot mit Hilfe einer starken Muskulatur durch den After aus.

Zusammenfassung

- Der Betriebsstoffwechsel erzeugt Wärme und Energie für die Bewegung.
- Durch den Baustoffwechsel bildet der Körper eigenes Eiweiss für die Vermehrung und den Ersatz seiner Zellen.
- Die Nahrungsmittel enthalten nur wenige Arten von Nährstoffen: Kohlenhydrate, Fette, Eiweisse, Mineralsalze, Vitamine und Wasser. Kohlenhydrate und Fette sind Betriebsstoffe, Eiweiss ist ein Baustoff.
- Der Nährwert wird in Kilojoule oder Kilokalorien angegeben. Der menschliche Körper benötigt rund 9200 Kilojoule (2200 Kilokalorien) pro Tag.
- Der Überschuss an Nährstoffen wird als Glykogen oder als Fett gespeichert.
- Beim Vorgang der Verdauung unterscheiden wir drei Stufen:
 1. Mechanische Zerkleinerung durch die Zähne
 2. Chemischer Abbau durch die Enzyme in den Verdauungssäften
 3. Aufnahme der verdauten Stoffe ins Blut

- In der Mundhöhle wird die Nahrung mit dem Geschmackssinn geprüft, durch die Zähne zerrieben und mit Speichel vermengt.
- Im Rachen kreuzen sich Atem- und Speiseweg. Eine Steuerung sorgt dafür, dass der Atemweg beim Schlucken verschlossen ist, sich aber anschliessend sofort wieder öffnet.
- Ring- und Längsmuskulatur der Darmwand befördern den Nahrungsbrei weiter (peristaltische Bewegung).
- Der Magen ist ein Nahrungsreservoir. Die Salzsäure im Magensaft tötet Bakterien; das Pepsin baut Eiweissstoffe ab.
- Der Zwölffingerdarm ist der wichtigste Ort der chemischen Verdauung.
- Enzyme sind Stoffe, die spezielle Stoffwechselforgänge steuern und beschleunigen, ohne sich dabei zu verbrauchen.
- Die Leber ist ein zentrales Stoffwechselorgan mit folgenden Aufgaben: Speicherung von überschüssigem Blutzucker als Glykogen, Aufbau von Eiweiss, Bildung von Harnstoff, Entgiftung des Blutes, Blutspeicher, Abbau von roten Blutkörperchen, Bildung von Vorfibrin.
- Die Bauchspeicheldrüse liefert den Bauchspeichel für die Verdauung von Kohlenhydraten, Fetten und Eiweissen.
- Im Dünndarm werden die verdauten Stoffe ins Blut aufgenommen.
- Der Blinddarm ist ein Behälter für Darmbakterien.
- Im Dickdarm wird der Darminhalt durch Entzug von Wasser eingedickt.