

Verdauung

Allgemein:

Die aufgenommene Nahrung besteht größtenteils aus großen Molekülen, die in diesem Zustand nicht diffundieren, nicht im Wasser gelöst und auch nicht als Bausteine zum Aufbau des eigenen Körpers verwendet werden können. Daher werden im Verlaufe der Verdauung die großen Moleküle chemisch gespalten, das heißt, in kleine Moleküle zerlegt. Diese Zerlegung erfolgt unter Einlagerung von Wasser mit Hilfe von Verdauungsenzymen. Die Enzyme befinden sich als chemisch wirksame Bestandteile in den Sekreten, das sind die Flüssigkeiten, die von den Darmgangsdrüsen und den Drüsenzellen der Darmwand abgeschieden werden. Die Sekrete bestehen hauptsächlich aus Wasser, beinhalten vielfach Schleimstoffe und außer den Enzymen noch Bestandteile, die den Säuregrad des Darminhaltes so regulieren, dass die enthaltenen Enzyme ihre Wirksamkeit entfalten können.

Die organischen Hauptbestandteile der Nahrung entsprechend unterscheidet man folgende

Enzym-Gruppen: eiweiß-, kohlenhydrat- und fettspaltende Enzyme.

Die verschiedenen **eiweißspaltenden Enzyme** zerlegen entweder die langkettigen Eiweißmoleküle in kleinere Bruchstücke oder spalten einzelne Bausteine, Aminosäuren, ab. Erst die losgetrennten Aminosäuren sind das Ergebnis der Eiweißverdauung; aus ihnen kann der Organismus in seinen Zellen wieder körpereigenes Eiweiß aufbauen. Daher sind die Eiweißbestandteile der Nahrung in erster Linie wichtige Baustoffe.

Die **kohlenhydratspaltenden Enzyme** bauen die Zweifachzucker und schrittweise auch die Mehrfachzucker in die einzelnen Bausteine ab. Zellulose und ähnliche Stoffe können von den höheren Tieren nicht verdaut werden. Nur Mikroorganismen erzeugen entsprechende Enzyme. Erst durch ihre Hilfe können im Rahmen von Verdauungssymbiosen diese Stoffe aufgeschlossen und als Nahrung verwendet werden. Aus den Kohlenhydraten gewinnen die Tiere Energie zum Betreiben ihrer Lebensvorgänge; diese Nahrungsbestandteile sind daher wichtige Betriebsstoffe.

Die **fettspaltenden Enzyme** zerlegen die Fette in Glycerin und die entsprechenden Fettsäuren. Dazu müssen die nicht wasserlöslichen Fette und Öle in fein verteilter Form vorliegen, um den Enzymen eine große Angriffsfläche zu bieten. Diese Aufgabe erfüllt z.B. die Gallenflüssigkeit. Fette und Öle sind Speicherstoffe der tierischen Organismen und vieler pflanzlicher Samen. Sie gehören auf Grund ihres bedeutenden Energiegehaltes ebenfalls zu den Betriebsstoffen.

In der Nahrung enthaltene niedermolekulare Stoffe (Traubenzucker, Mineralsalze, Vitamine) werden nicht durch Enzyme gespalten. Das ist für die Vitamine besonders wichtig, denn sie sind von Pflanzen gebildete organische Wirkstoffe verschiedener chemischer Zusammensetzung. Sie werden für den tierischen und menschlichen Körper zur Steuerung bestimmter Stoffwechselfvorgänge in geringen Mengen unbedingt benötigt.

Verdauungssymbiosen:

Viele Tiere beherbergen Mikroorganismen (Bakterien, Hefepilze) als Symbionten, die beim Aufschluss der Nahrung mitwirken und in vielen Fällen auch Ergänzungsstoffe zur Nahrung, vor allem Vitamine erzeugen. Die wichtigste Leistung der Verdauungssymbionten ist der Aufschluss der Zellulose. Viele Bakterien liefern zellulosespaltende Enzyme. Sie zerstören dadurch die Zellwände des pflanzlichen Nahrungsmaterials, ermöglichen so dem Wirt den Abbau des Zellinhaltes und lassen ihn zudem noch an den durch den Zelluloseabbau entstandenen Zucker teilhaben.

Resorption:

Die durch die Verdauung entstandenen Spaltprodukte sowie die in der Nahrung enthaltenen Vitamine und Mineralsalze werden resorbiert, das heißt, durch die Darmwand in das Körperinnere geführt. Dieses Durchwandern der Zellmembranen erfolgt teils osmotisch, teils mit Hilfe eigener Transportmechanismen unter Energieaufwand. Kohlenhydrate werden ausschließlich in Form von Einfachzuckern, Eiweißstoffe als einzelne Aminosäuren und Fette nach vollständigem Abbau in Glycerin und Fettsäuren resorbiert. Die Nahrungsteile, die nicht aufgeschlossen und nicht resorbiert worden sind, werden als Kot wieder abgegeben.

Verdauungsapparat

Der Verdauungsapparat ist ein langer, von Schleimhaut ausgekleideter Schlauch, dem mehr oder weniger umfangreiche Drüsen zugeordnet sind: Ihre Produkte dienen dem Abbau der aufgenommenen Nahrungsmittel.

Verdauungssystem

Es zerlegt die körperfremden Nährstoffe in einfachste Bausteine, die in flüssiger Form in den Körper aufgenommen und dort zur Energiegewinnung oder zum Aufbau körpereigener Substanzen verwendet werden.

Es lassen sich zwei Haupttypen der Verdauung unterscheiden:

die **intrazelluläre Verdauung**, bei der die Nahrungskörper durch die Zellmembran geschleust und innerhalb der Zellen verdaut werden,

und die **extrazelluläre Verdauung**, bei der die Nahrung im Darmlumen zerlegt und erst die verdauten Bruchstücke von den Zellen der Darmwand aufgenommen werden.

Intrazelluläre Verdauung

Bei allen fressenden Schwämmen, manchen Hohltieren, Strudelwürmern, Stachelhäutern und Weichtieren werden die zu verdauenden Nahrungskörper durch Phago- und Pinocytose in das Cytoplasma aufgenommen und bleiben von der Membran umschlossen. Das Phagosom verschmilzt mit Lysosomen, die anschließend enzymat. Prozesse gleichem im Prinzip denen der extrazellulären Verdauung. Der Ablauf in den Vakuolen lässt bei Protozoen und phagozytierenden Metazoen-Zellen mehrere Phasen erkennen:

- In der sauren Phase (Salzsäure) wird unter Wasserverlust die Nahrung abgetötet und verdichtet
- Während der 2. Phase weicht die saure Reaktion einer neutralen; Enzyme zersetzen die verdaul. Nahrungsbestandteile.
- Die gelösten Spaltprodukte werden unter Schrumpfung der Vakuole aufgesaugt
- Unverdauliches wird durch Platzen der Vakuole nach außen entleert

Extrazelluläre Verdauung

Ihr kommt eine viel größere Bedeutung bei Ringelwürmern, Gliederfüßern und Wirbeltieren zu. Hierbei sezernieren Drüsenzellen die Verdauungssäfte in die Darmhöhle, in der die Nahrung auch enzymatisch zersetzt wird. Im Sonderfall der **extraintestinalen Verdauung** der Außenverdauung (zB: Seesterne, Spinnen, Laufkäfer) werden die Verdauungssäfte in das Beutetier gespritzt, das dadurch schnell verflüssigt und ausgesogen werden kann. Eine Besonderheit ist auch **die endosmotische Aufnahme** der vom Wirt enzymatisch bereits resorbierbar gemachten Stoffe bei vielen Darmparasiten.

Die verschiedenen Abschnitte des Darmkanals sind bei allen höheren Tieren, bes. aber bei den Wirbeltieren, auf einzelne Stufen der Verdauung spezialisiert:

- Mundverdauung: direkte Berührungsreize der Nahrung oder Großhirnrindenimpulse lösen nervösreflektor. Speichelsekretion aus.
- Magenverdauung: Der saure, salzsäurehaltige Magensaft der Magenwanddrüse verwandelt durch Pepsin Eiweiße in kürzere Bruchstücke und bewirkt durch die Säure ein Abtöten von Bakterien, den Verschluss des Pförtners und die Aktivierung der Pepsinvorstufe Pepsinogen.
- Dünndarmverdauung: der neutralisierende alkal. Verdauungssaft führt die Verdauung zu Ende. Er bildet physiologisch eine Einheit, obwohl seine Bestandteile drei verschiedene Organe entstammen.

Ernährungsformen

Alle Tiere sind auf organische Stoffe als Nahrung angewiesen, die von Pflanzen oder von Tieren stammen. Der Aufschluss und die Verwertung dieser organischen Substanzen erfolgt fast immer nach den gleichen drei Prinzipien: Aufnahme der Stoffe in den Verdauungstrakt, Abbau der aufgenommenen Nahrung und Übertritt der abgebauten Stoffe in ein Kreislaufsystem zum Transport in alle Körperteile. Manche Tiere sind als sogenannte **Allesfresser** in der Lage, sich von einer großen Anzahl verschiedenster Substrate zu ernähren, andere leben im Gegensatz dazu als mehr oder weniger extreme Nahrungsspezialisten. So fressen die Raupen nur Blätter einer bestimmten Pflanzenart, die Larven der Wachsmotte nur Bienenwachs und die der Pelzmotte nur Hornsubstanz. Zwischen diesen Extremen gibt es alle Übergänge: grob nach den Nahrungsgrundlagen einteilen lassen sich Pflanzenfresser, Fleischfresser, Moderfresser (z.B.: der Regenwurm) und Kotfresser (z.B.: der Mistkäfer).

Anpassungen von Magen und Darm

Weiters sind auch Magen und Darm an die Ernährungsform angepasst. Grundsätzlich gilt dabei für die Darmlänge: Fleischfresser haben kurze Därme, Pflanzenfresser lange, was verschiedene Gründe hat. So geht Fleisch bei der Verdauung leicht in Fäulnis über, wenn es zu lange im Darm verbleibt. Damit die dabei entstehenden Fäulnisgifte nicht den Körper belasten, haben Fleischfresser kurze Därme, um ein zu langes Verweilen des Darminhaltes im Körper zu vermeiden. Z.B.: Ein Wolf hat einen etwa zwei Meter langen Darm.

Pflanzenmaterial hingegen muss lange im Darm verbleiben, um es der Darmflora zu ermöglichen, die chemisch recht „robusten“ pflanzlichen Zellwände (Cellulose) verdauen zu können. Ein typisches Hausrind verfügt folglich – neben vier Mägen – über einen zwölf Meter langen Darm.

Der Mensch als Allesfresser nimmt auch hier mit einer Darmlänge von sieben Metern eine Zwischenstellung ein, sein Darm ist darauf ausgelegt, sowohl pflanzliche als auch tierische Nahrung verwerten zu können.

Unverdauliches

Mit dem Wort "Unverdauliches" sind unverdauliche Faserstoffe gemeint, die dem Darm nur mit pflanzlichen Lebensmitteln zugeführt werden. Sie bilden das Gerüst aus Stütz- und Füllgewebe, das Pflanzen den Halt und die Form gibt. Weil diese von den Enzymen des Dünndarms nicht so abgebaut werden, dass sie als Nährstoffe zu gebrauchen sind, wurden sie einst für überflüssig gehalten und deshalb **Ballaststoffe** genannt. Heute weiß man aber, dass sie unverzichtbar für eine geregelte Verdauung, für die Funktion des Darmes und damit eben für die Gesundheit des Menschen sind. Sie binden nämlich Wasser an sich, was letztlich zu einer verstärkten Darmbewegung führt und Darmträgheit entgegenwirkt. Sie sind selbst lebensnotwendige Nährstoffe für die nützlichen Bakterien im Dickdarm, binden schädliche Substanzen aus den Nahrungsmitteln und vom Stoffwechsel an sich und senken die erhöhten Blutfettwerte, indem sie dem Körper Gallensäure entziehen, die die Leber aus Cholesterin dann neu bilden muss.

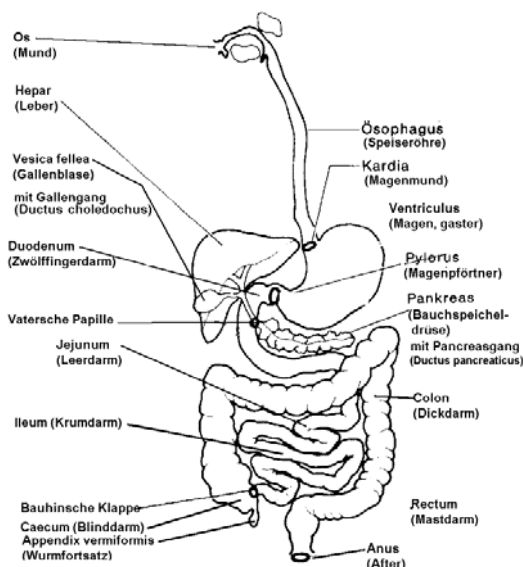
Verdauung des Menschen

Die Verdauung der Nahrung beginnt bereits im Mund durch die Zerkleinerung mittels unserer Zähne und die Zerlegung der Stärke durch das im Speichel enthaltene Enzym Ptyalin.

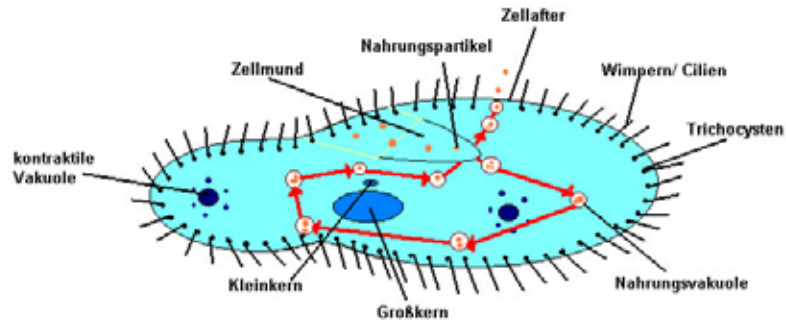
Die Speiseröhre stellt die Verbindung zum Magen her, dessen wichtigste Funktionen das Durchmischen des Nahrungsbreis mit Verdauungssäften ist. Die Verdauungssäfte des Magens bestehen aus Salzsäure und dem Eiweißspaltenden Enzym Pepsin. Eine Schleimschicht an der Mageninnenwand schützt den Magen selbst vor diesen aggressiven Substanzen.

Anschließend gelangt der Mageninhalt portionsweise in den Zwölffingerdarm. Das ist der erste Teil des Dünndarms, in dem die Sekrete von Bauchspeicheldrüse und Leber auf die Nahrung einwirken. Sie neutralisieren den sauren Speisebrei und zerlegen Eiweiß, Kohlenhydrate und Fette.

Im nachfolgenden Dünndarm werden die zerlegten Nährstoffe durch die Darmwände von Blut und Lymphe aufgenommen. Im Dickdarm schließlich entzieht der Körper dem verbliebenen Nahrungsbrei noch Wasser und darin gelöste Mineralsalze.



(für Folie vergrößern)

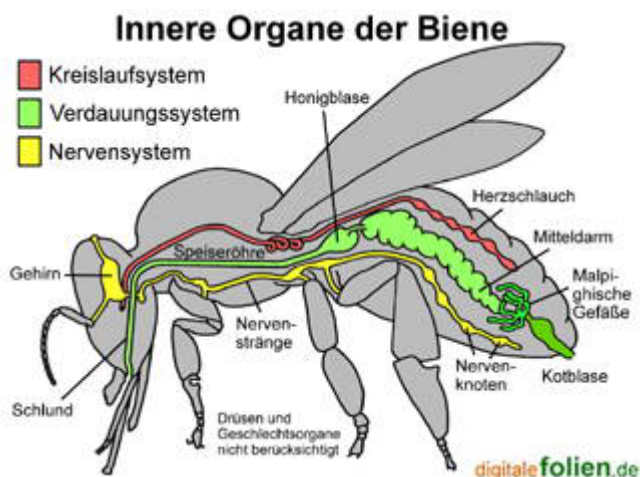


Pantoffeltierchen

Das Pantoffeltierchen ernährt sich vorwiegend von Bakterien, die durch Wimpernschläge zum Mundfeld befördert werden und die über den Zellschlund zum Zellmund gelangen, wo sie in eine Nahrungsvakuole importiert werden. Zu dieser Nahrungsvakuole führen zahlreiche bandartige Strukturen, mithilfe derer viele Membranbläschen herantransportiert werden, die die Nahrungsvakuole vergrößern. Hat sie eine bestimmte Größe erreicht, schnürt sie sich ins Zellinnere ab. Das überschüssige Wasser wird der Nahrungsvakuole entzogen. Über Lysosomen gelangen Verdauungsenzyme ins Bläschen, das von nun an Verdauungsvakuole heißt. Während die Verdauung abläuft und die Bakterien zersetzt werden, wird die Verdauungsvakuole auf einer ovalförmigen Bahn durch die Zelle transportiert. Dies nennt man Cyclose. Die verwertbaren Nahrungsstoffe werden resorbiert und die unverdaulichen Substanzen über die Cytopyge (den so genannten Zellafter) ausgeschieden. Damit dies geschehen kann, muss das Verdauungsbläschen als Kontaktvakuole am Zellafter Kontakt mit der Zellmembran aufnehmen.

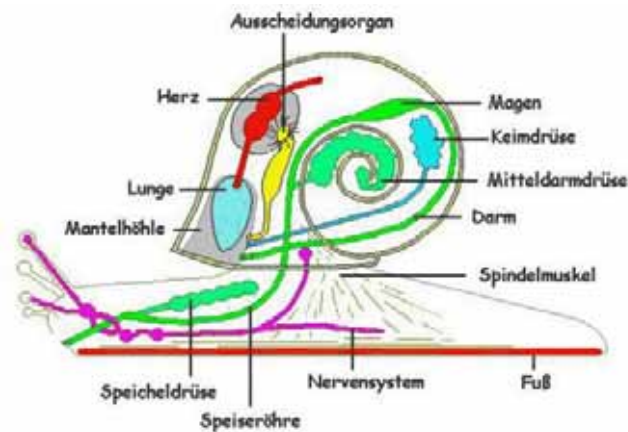
Innerer Bau der Honigbiene

Die Insekten besitzen im Vergleich zu den Wirbeltieren kein Innenskelett. Der offene Blutkreislauf, ausgeprägte Sinnesorgane, ein Nervensystem und ein spezialisiertes Verdauungssystem kennzeichnen alle Insekten. Bei der Honigbiene gelangt die Nahrung nach der Nahrungsaufnahme mit Hilfe der Mundwerkzeuge über den Schlund und die Speiseröhre in die Honigblase. Diese dient als Transportbehälter für Nektar und Wasser. Die transportierten Stoffe können jederzeit wieder ausgewürgt werden. Von der Honigblase ragt ein Ventiltrichter in den Mitteldarm. Dieses Organ holt sich bei Nahrungsbedarf aus der Honigblase die notwendige Nahrung. Dabei ist gewährleistet, dass keine Nahrung in die Honigblase zurückfließen kann. Im Mitteldarm findet die eigentliche Verdauung und die Übergabe der Nährstoffe ins Blut statt.



Die Weinbergschnecke

Das Verdauungssystem der Weinbergschnecken ist sehr einfach gebaut. Die Raspelzunge zerreibt die pflanzliche Nahrung, die anschließend von den großen Speicheldrüsen mit einem Verdauungsssekret versetzt wird. Der Nahrungsbrei gelangt über den Magen in den mehrfach gewundenen Darm. Die Mitteldarmdrüse verarbeitet die Nahrung weiter. Am Ende des Darms liegt der After.



Leberegel

Als Leberegel werden zwei Saugwurmartarten bezeichnet, die in der Leber und Gallenblase von verschiedenen Pflanzenfressern parasitieren. Dabei handelt es sich um den Großen Leberegel und den Kleinen Leberegel, wobei diese nicht näher miteinander verwandt sind. Beide Leberegel zeichnen sich durch einen Lebenszyklus aus, bei dem die Parasitierung der Endwirte über Zwischenwirte stattfindet. Dabei kommt beim Großen Leberegel nur ein Zwischenwirt vor, beim Kleinen Leberegel zwei. Beim großen Leberegel, dem ein Blutgefäß fehlt, übernimmt der Darm neben der Verdauung und Resorption auch die Nährstoffverteilung.

Die Kuh

Die Verdauungsorgane eines Wiederkäuers (z.B. Rind, Schaf, Ziege, Reh) sind völlig anders gebaut als die Verdauungsorgane eines Menschen oder des Schweins. Ihre Funktion ist sehr erstaunlich und ermöglicht es der Kuh, selbst Futtermittel wie Stroh, welches man für ein Schwein nur als Einstreu benutzen würde, in Milch umzusetzen.

Bei fast allen Organismen wird die Nahrung geregelt transportiert und verdaut.

Der Magen der Wiederkäuer enthält mehrere Kammern. Über Pansen, Netzmagen, Blättermagen und Labmagen gelangt die sehr intensiv aufbereitete Nahrung in den Darm des Rindes.

Symbiotische Wimperntierchen und Bakterien unterstützen den Verdauungsprozess.

Verdauungsapparat der Kuh

