

Kapitel 50

Ernährung muss viele Bedürfnisse decken

- Tiere sind heterotrophe Organismen, die ihre Energie und ihre molekularen Bausteine direkt oder indirekt von autotrophen Organismen beziehen.
- Kohlenhydrate, Fette und Proteine in der Nahrung versorgen Tiere mit Stoffwechselenergie. Eine Maßeinheit für den Energiegehalt der Nahrung ist die Kalorie oder das Joule. Ein Kalorienüberschuss in der Nahrung wird in Form von Fett und Glykogen gespeichert.
[Siehe Abbildung 50.2](#)
- Ein Tier, das zu wenige Kalorien aufnimmt, ist unterernährt und muss zur Deckung seines Energiebedarfs auf seine Glykogen- und Fettreserven und schließlich auf körpereigenes Protein zurückgreifen. Auch Überernährung kann große gesundheitliche Risiken bergen.
[Siehe Abbildung 50.3](#)
- Vielen Tieren liefert die Nahrung essenzielle Kohlenhydratgerüste, die sie nicht selbst synthetisieren können.
[Siehe Abbildung 50.4](#)
- Erwachsene Menschen benötigen acht essenzielle Aminosäuren in ihrer Nahrung. Alle sind in Milch, Eiern oder Fleisch enthalten, aber nicht in allen Gemüsen. Daher müssen Vegetarier darauf achten, eine Mischung einander ergänzender pflanzlicher Nahrungsmittel zu sich zu nehmen.
[Siehe Abbildung 50.5](#)
- Unterschiedliche Tierarten benötigen Mineralstoffe in unterschiedlichen Mengen. Makronährstoffe, wie Calcium, werden in großen Mengen benötigt, Mikronährstoffe, wie Eisen, hingegen nur in kleinen Mengen.
[Siehe Tabelle 50.1](#) und [Aktivität 50.1](#)
- Vitamine sind organische Moleküle, die mit der Nahrung aufgenommen werden müssen.
[Siehe Tabelle 50.2](#) und [Aktivität 50.2](#)
- Zu Mangelernährung (Fehlernährung) kommt es, wenn ein essenzieller Nährstoff in der Nahrung fehlt. Eine chronische Fehlernährung ruft eine Mangelkrankung hervor.

Anpassungen an die Art der Nahrungsaufnahme

- Tiere lassen sich nach der Art ihres Nahrungserwerbs einteilen: Saprobionten und Substratesser ernähren sich von toter organischer Materie, Filtrierer von kleinen Nahrungspartikeln, die sie aus dem Wasser seihen, Herbivoren von Pflanzen und Carnivoren von anderen Tieren. Omnivoren leben teils von Pflanzen und teils von Tieren.
- Verhaltensbiologische und morphologische Anpassungen spiegeln unterschiedliche Strategien des Nahrungserwerbs wider. Bei Säugetieren haben sich passend zur Ernährung spezielle Zahntypen entwickelt.
[Siehe Abbildung 50.7](#) und [Aktivität 50.3](#)

Verdauung

- Im Rahmen der Verdauung werden komplexe Nahrungsmoleküle zu Monomeren abgebaut, die von Zellen resorbiert und genutzt werden können. Bei den meisten Tieren erfolgt die Verdauung

extrazellulär und in Kontakt mit der Außenwelt; sie findet in einem schlauchförmigen Darm statt, bei dem verschiedene Abschnitte auf unterschiedliche Verdauungsfunktionen spezialisiert sind.

[Siehe Abbildung 50.8](#)

- Die Resorptionsflächen des Darms sind außerordentlich groß.
[Siehe Abbildung 50.9](#)
- Hydrolytische Enzyme spalten Proteine, Kohlenhydrate, Lipide und Nucleinsäuren in ihre monomeren Einheiten. Um zu verhindern, dass der Organismus selbst verdaut wird, werden diese Enzyme als inaktive Proenzyme (Zymogene) freigesetzt, die erst im Darm aktiviert werden.

Bau und Funktion des Verdauungstrakts der Wirbeltiere

- Der Wirbeltierdarm lässt sich in mehrere Kompartimente mit unterschiedlicher Funktion unterteilen.
[Siehe Abbildung 50.10](#) und [Aktivität 50.4](#)
- Die Zellen und Gewebe des Wirbeltierdarms sind über seine gesamte Länge in gleicher Weise organisiert. Die innerste Gewebeschicht, die Mucosa, scheidet Schleim ab und resorbiert Nährstoffe. Die Submucosa enthält sekretorische Zellen und Drüsen, Blut- und Lymphgefäße sowie Nerven. Auf die Submucosa folgt die Muscularis mit zwei Schichten glatter Muskulatur (Ring- und Längsmuskelschicht), die Nahrung durch den Darm bewegen. Zwischen den beiden Muskelschichten befindet sich ein Nervengeflecht, das die Darmbewegungen kontrolliert. Den Abschluss bildet die bindegewebige Serosa als äußere Hülle des Darmrohres.
[Siehe Abbildung 50.11](#)
- Schlucken ist ein Reflex, der Nahrungsbrocken in die Speiseröhre befördert. Mit Peristaltik wird die Nahrung anschließend den gesamten Darm entlang bewegt. An bestimmten Stellen verschließen Sphinkter den Weg, doch sie entspannen sich, wenn sich eine peristaltische Kontraktionswelle nähert.
[Siehe Abbildung 50.12](#)
- Die enzymatische Verdauung setzt im Mund ein, wo mit dem Speichel Amylase sezerniert wird. Die Proteinverdauung beginnt im Magen, wo die Magenschleimhaut Pepsin und HCl abscheidet. Die Magenschleimhaut sezerniert auch Schleim, der das Magengewebe schützt.
[Siehe Abbildung 50.13](#) und [Abbildung 50.14](#)
- Im Duodenum führen Pankreasenzyme den größten Teil der Verdauung durch. Galle aus Leber und Gallenblase unterstützt die Verdauung von Fetten, indem sie diese zu Micellen emulgiert. Bicarbonationen aus dem Pankreas neutralisieren den sauren Chymus aus dem Magen, um ein Milieu zu schaffen, das für das Wirken der Pankreasenzyme förderlich ist.
[Siehe Abbildung 50.15](#) und **Tabelle 50.3**
- Die endgültige enzymatische Spaltung von Oligopeptiden und Disacchariden findet zwischen den Mikrovilli der Dünndarmschleimhaut statt. Aminosäuren, Monosaccharide und viele anorganische Ionen werden von den Mikrovilli resorbiert. In vielen Fällen schaffen spezielle Transportproteine in den Plasmamembranen der Mucosazellen Nährstoff in die Zellen. Natrium-Cotransport ist ein häufiger Mechanismus zur aktiven Aufnahme von Nährstoffmolekülen und anorganischen Ionen.
- Fettstoffe werden von Lipasen abgebaut und überwiegend in Form von Monoglyceriden und Fettsäuren resorbiert. Diese Verbindungen wandern durch die Membranen der Mucosazellen und werden dann in den Zellen wieder zu Triglyceriden zusammengesetzt. Die Triglyceride werden mit Cholesterin und Phospholipiden gemischt und mit einem Proteinmantel versehen, um Chylomikronen zu bilden, welche die Mucosazellen verlassen und in die Lymphgefäße der Submucosa gelangen.
[Siehe Abbildung 50.16b](#) und [Tutorium 50.1](#)

- Während unverdauliche Stoffe im Dickdarm zu Fäzes komprimiert und von Zeit zu Zeit ausgeschieden werden, werden Wasser und Ionen resorbiert.
- Bei Herbivoren, wie Wiederkäuern und Kaninchen, weisen einige Darmkompartimente große Populationen von Mikroorganismen auf, welche die Verdauung von Cellulose unterstützen, die sonst für ihren Wirt unverdaulich wäre.

[Siehe Abbildung 50.17](#)

Kontrolle und Regulation der Verdauung

- Autonome Reflexe koordinieren die Aktivität in verschiedenen Abschnitten des Verdauungstrakts, der über ein eigenes enterisches Nervensystem (ENS) verfügt, das unabhängig vom ZNS arbeitet.
- Magen- und Dünndarmaktivität werden weitgehend von den Hormonen Gastrin, Sekretin und Cholecystokinin kontrolliert.

[Siehe Abbildung 50.18](#)

Kontrolle und Regulation des Energiestoffwechsels

- Die Leber spielt beim Umsatz energiereicher Moleküle eine Schlüsselrolle. In der Resorptionsphase nimmt die Leber Fette und Kohlenhydrate auf und speichert sie, indem sie Monosaccharide in Glykogen oder Fette umwandelt. Die Leber kann auch Aminosäuren aufnehmen und daraus Blutplasmae Proteine synthetisieren.
- Fett und Cholesterin werden als Lipoproteine geringer Dichte (LDL) aus der Leber abtransportiert. Lipoproteine hoher Dichte (HDL) dienen als Cholesterinvehikel und schaffen Fett und Cholesterin vermutlich zurück in die Leber.
- Der Energiestoffwechsel in der Resorptionsphase wird weitgehend von Insulin kontrolliert, das bei den meisten Körperzellen die Aufnahme und Nutzung von Glucose sowie die Glykogen- und Fettsynthese fördert. In der Postresorptionsphase blockiert der Insulinmangel bei den meisten Zellen mit Ausnahme von Nervenzellen Aufnahme und Nutzung von Glucose. Wenn der Blutzuckerspiegel sinkt, wird Glucagon sezerniert, das die Leber dazu anregt, Glykogen abzubauen und Glucose ins Blut freizusetzen.

[Siehe Abbildung 50.17](#), [Abbildung 50.19](#) und [Tutorium 50.2](#)

Regulation der Nahrungsaufnahme

- Die Nahrungsaufnahme wird durch Hunger- und Sättigungsempfinden reguliert, die von Mechanismen im Gehirn bestimmt werden.
- Leptin ist ein Hormon, das von Fettzellen produziert wird und die Nahrungsaufnahme offensichtlich hemmt, indem es dem Gehirn Feedback-Information über Fettreserven im Körper zuleitet.

Toxine in der Nahrung

- Neben Nährstoffen können pflanzliche und tierische Gewebe auch giftige Verbindungen enthalten. Menschliche Aktivitäten, wie der Einsatz von Pestiziden und die Freisetzung von Schadstoffen in die Umwelt, haben das Problem von Giftstoffen in der Nahrung noch verschärft.
- Ein Organismus kann toxische Verbindungen im Körper anhäufen, besonders dann, wenn diese Verbindungen lipidlöslich sind oder als Analogon eines natürlich vorkommenden Moleküls wirken.
- Toxine wie PCBs, die sich im Körper von Pflanzenfressern anreichern, werden im Körper ihrer Raubfeinde weiter konzentriert. Diese Bioakkumulation führt bei Tieren, die in der Nahrungskette weit oben stehen, zu hohen Giftkonzentrationen im Körper.