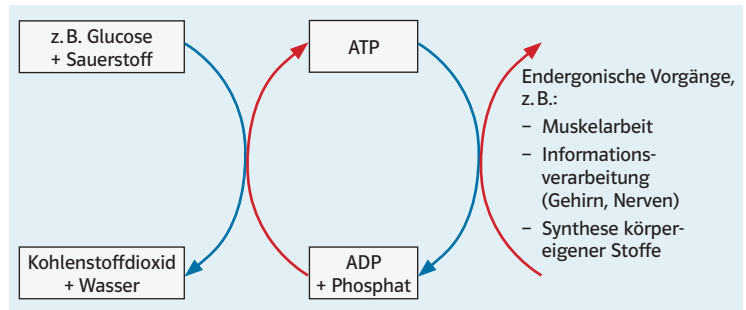


1.15 Entropie und Leben

In Lebewesen laufen ständig endergonische Reaktionen ab, z. B. bei der Synthese von Proteinen. Trotzdem gilt der Zweite Hauptsatz der Thermodynamik (Kap. 1.13) für Lebewesen genauso wie für unbelebte Systeme. Die endergonischen Reaktionen können ablaufen, weil sie Teile von Fließgleichgewichten sind und daher nie einen Gleichgewichtszustand erreichen und weil sie mit exergonischen Reaktionen gekoppelt sind.

Fließgleichgewichte. Ein Lebewesen ist immer ein *offenes System*; es nimmt ständig Stoffe aus der Umgebung auf. Diese werden in *Fließgleichgewichten* (Kap. 1.10) in andere Stoffe umgewandelt. Die Endprodukte sind u. a. Baustoffe (z. B. Strukturproteine), Reservestoffe (z. B. Fette) und „Abfallstoffe“, die der Organismus ausscheidet.

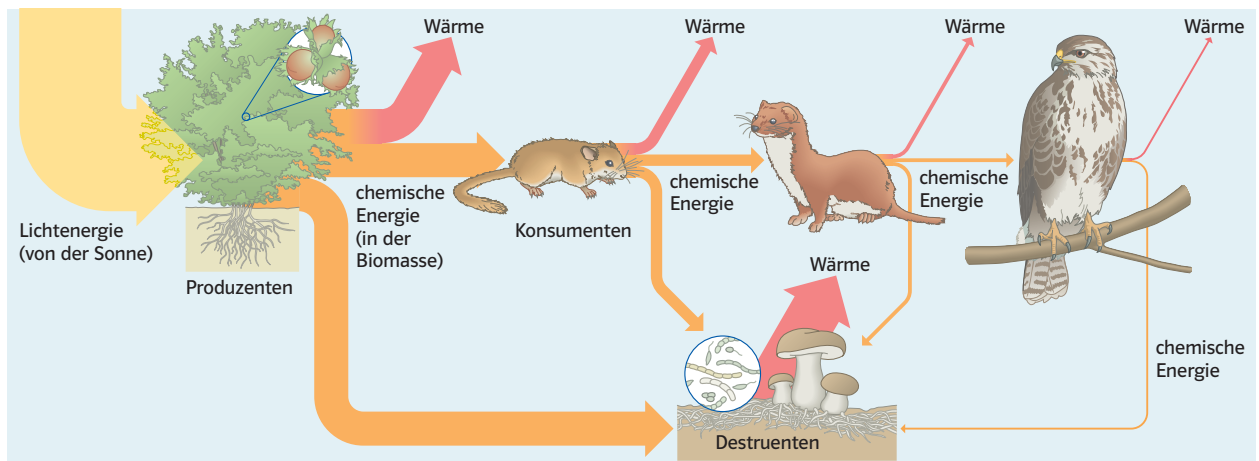
Energetische Kopplung. Einer der wichtigsten Stoffwechselfvorgänge ist der Aufbau von ATP (Adenosintriphosphat) [B2]. Diese *endergonische* Reaktion läuft ab, weil sie über Enzyme mit dem *exergonischen* Abbau einer energiereichen Verbindung, z. B. Glucose, gekoppelt ist. ATP ist der universelle Energieträger in Lebewesen. Die meisten endergonischen Vorgänge in Zellen werden ermöglicht, indem sie mit der exergonischen Spaltung von ATP in ADP (Adenosindiphosphat) und Phosphat gekoppelt werden.



B2 Energetische Kopplung von exergonischen (blau) mit endergonischen (rot) Stoffwechselfvorgängen

Entropie in der Nahrungskette. Die Sonne liefert die Energie für die endergonische *Fotosynthese* [B1]. Die dadurch aufgebaute Glucose wird von den grünen Pflanzen (Produzenten) selbst genutzt, u. a. zum Aufbau weiterer energiereicherer Stoffe. Von den energiereichen Stoffen dieser Produzenten, also indirekt von der Sonnenenergie, ist die gesamte Nahrungskette abhängig. Nach und nach wird die in Form von chemischer Energie gespeicherte Sonnenenergie durch Abgabe von Wärme in innere Energie der Umgebung umgewandelt. Dies führt zu einer schrittweisen Erhöhung der Entropie der Umgebung. Kurz gesagt: Lebende Organismen erhalten in ihrem Inneren eine relativ niedrige Entropie aufrecht, indem sie ständig die Entropie der Umgebung erhöhen.

ATP (Adenosintriphosphat) wird beim Abbau unterschiedlicher energiereicherer Verbindungen aufgebaut. Es steht dann an beliebigen Orten in der Zelle als „genormter“ Energieträger zur Verfügung



B1 Energiefluss in einem Wald: In jedem Glied der Nahrungskette steigt die Entropie der Umgebung durch Zufuhr von Wärme