

Adenosintriphosphat (ATP) dient zahlreichen Enzymen als Cosubstrat und hat eine besondere Bedeutung für den Energiehaushalt der Zelle.

Molekülbau

In einem ATP-Molekül ist die Nucleinbase Adenin verbaut, also der „Buchstabe A“ des genetischen Alphabets. Weiterhin besteht das Molekül aus dem Zucker *Ribose* und drei Phosphatgruppen die über Estergruppen hintereinander verknüpft sind. Die Baueinheit Ribose und Adenin wird zusammen als **Adenosin** bezeichnet. Adenosin ist eine der vier Nucleosid-Arten, die die RNA aufbauen. Mit einer Phosphatgruppe spricht man von **Adenosinmonophosphat (AMP)**. Das ist eine der vier Nucleosid-Arten, die die RNA aufbauen. Mit zwei hintereinander angeesterten Phosphatgruppen handelt es sich dann um **Adenosindiphosphat (ADP)**. Drei hintereinander angesterte Phosphate liegen schlussendlich im ATP vor.

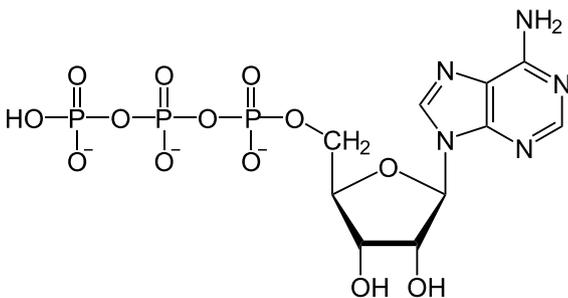
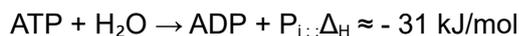


Abb. 1: Strukturformel von ATP

1. Kennzeichnen Sie die angesprochenen Unterstrukturen mit geschweiften Klammern. Markieren Sie weiterhin die Esterbindungen.

Unter physiologischem pH-Wert (ca. 7) ist ATP stabil. Außerhalb dieses Bereichs hydrolysiert es zu ADP, d.h. die letzte Phosphatgruppe wird als PO_4^{3-} -Ion (inorganic phosphate, P_i) abgespalten:



Die Esterbindung zwischen den Phosphatgruppen (P-O-P) sind also offensichtlich energiereich, d.h. bei der Spaltung von ...O-P-O... wird Energie frei. Bei der Hydrolyse von ATP zu ADP und Phosphationen (inorganic phosphate, P_i) im Reagenzglas steigt die Temperatur. Die Energie, die im ATP steckt wurde als Wärme vergeudet.

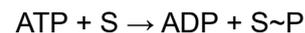
Physiologische Funktion von ATP

In lebenden Zellen wird die durch die Abspaltung des Phosphats verfügbare Energie nicht einfach als Wärme frei.

Sie wird von den ATP-spaltenden Enzymen genutzt, um aus energiearmen Substraten energetisch höher stehende Produkte herzustellen. Es handelt sich also um eine **energetische Kopplung** der ATP-Spaltung mit der Herstellung eines energiereichen Produkts.

Abb. 2: energetische Kopplung

Enzyme, deren Aufgabe die Herstellung energiereicher Produkte aus energieärmeren Substraten ist, nutzen in sehr vielen Fällen ATP als Cosubstrat. In manchen Fällen haben die Enzyme auch die Aufgabe, die bei der Spaltung anfallende Phosphatgruppe auch auf das Substrat zu übertragen. Diese Enzyme katalysieren damit die **Phosphorylierung** des Substrats.



Hier dient das ATP nicht nur als Energiequelle sondern auch als Phosphat-Lieferant.

Der ADP-ATP-Pool der Zelle

Anabole Stoffwechselwege werden diejenigen enzymatischen Reaktionsfolgen bezeichnet, die der Produktion energiereicher Stoffe dienen, beispielsweise als Bausubstanz für Zellen, Körperstrukturen wie Muskelfasern oder auch komplexer Signalmoleküle. Der Anabolismus verbraucht einen Großteil des ATPs als Energiewährung, wobei ADP anfällt. Die Quelle des ATPs sind die **katabolen Stoffwechselwege**. So werden die Reaktionsfolgen bezeichnet, die aus energiereichen Ausgangsverbindungen, etwa Glucose, über viele Zwischenstufen zu energiearmen Endprodukten, wie etwa CO_2 , führen. Der Katabolismus dient also der Regeneration des ADP zu ATP. Die bekanntesten Reaktionsfolgen sind die **Glykolyse** und der in den **Mitochondrien** ablaufende **Citratzyklus** mit anschließender **Atmungskette**. Mitochondrien haben sich auf die Regeneration von ADP zu ATP spezialisiert („Kraftwerke der Zelle“).

Es gibt also einen ständig umgewälzten ADP-ATP-Pool in den Zellen. Bei einem Erwachsenen entspricht die Menge ATP, die täglich auf- und abgebaut wird, etwa seiner halben Körpermasse. So setzt ein 80 kg schwerer Mann etwa 40 kg ATP am Tag um, was etwa 78,8 mol oder 10^{25} Molekülen entspricht, die wieder neu gebildet werden.