

Wie der menschliche Körper Energie gewinnt

# Von den Spaghetti zur Bewegung

Beim Sporttreiben und im Einsatz als Feuerwehrangehöriger wird dem Körper je nach Intensität einiges an Bewegungsenergie abverlangt. Dazu benötigt der menschliche Körper Energie, die durch tägliche Nahrung aufgenommen wird. Im Körper wird die Nahrung dann in komplexen biochemischen Prozessen zu Bewegungsenergie umgewandelt.

■ Christian Mignot  
Eidg. dipl. Sportlehrer

Stoffwechselprozesse bilden die Lebensgrundlage jeder einzelnen Zelle und des ganzen menschlichen Organismus. Man unterscheidet zwischen dem Bau- und dem Betriebs- oder Energiestoffwechsel. Durch den Baustoffwechsel werden körperfremde Stoffe in körpereigene Substanzen umgewandelt. Durch die Nahrung nimmt der Mensch pflanzliche und tierische Eiweisse (Proteine) auf, welche im Verdauungstrakt in Aminosäuren zerlegt werden. Diese gelangen dann über die Blutbahnen in die Zellen und werden dort

## Ohne ATP läuft nichts

Alle Zellen in unserem Körper, somit auch die Muskelzellen, benötigen für ihre Arbeit chemische Energie in Form von ATP (Adenosintri-phosphat). ATP ist eine energiereiche Phosphatverbindung, welche benötigt wird, wenn im Organismus Prozesse ablaufen, die Energie benötigen. Dabei gibt ein ATP-Molekül einen Teil seiner Energie ab, indem es zu ADP (Adenosin-Di-Phosphat) und einer freien Phosphatgruppe (P) zerfällt. Da unser Organismus laufend Energie braucht, müssen laufend ATP-Moleküle hergestellt werden. Die Energie für die Herstellung von ATP (aus

ADP+P) liefert der Energiestoffwechsel, indem Nährstoffe abgebaut werden.

## Kohlehydrate, Fette und Eiweiss

Diese Nährstoffe müssen dem Körper jeden Tag durch die Nahrung zugeführt werden. Beim Kauf von Lebensmitteln liest man häufig, welche Bausteine die einzelnen Nahrungsmittel enthalten, z. B. Kohlehydrate, Fette, Mineralstoffe, Vitamine etc. Welche dieser Bausteine sind nun für unseren Körper wesentlich, damit dieser genügend Energie für die Arbeit bereitstellen kann? Für die Energiebereitstellung werden die Vitamine und Mineralstoffe nicht verwendet. Die wesentlichen Energieträger sind somit Kohlehydrate, Fette und Eiweisse. Kohlehydrate sind dabei nur Betriebsstoffe, sie werden nur für die Energiebereitstellung verwendet. Wegen des Gehaltes an essenziellen Fettsäuren und wegen ihrer Bedeutung bei der Aufnahme fettlöslicher Vitamine sind die Fette ein wichtiger Bestandteil unserer Nahrung. Überflüssige Energie, die der Mensch mit der Nahrung zu sich genommen hat und die der Körper nicht unmittelbar verwenden kann, wird als Fett gespeichert. Fett ist der optimale Speicher, da es energiereich und leicht ist. Proteine, zu Deutsch Eiweisse, sind Ketten von einzelnen Aminosäuren. Diese werden für den Aufbau des Körpers (Muskeln, Knochen etc.) gebraucht. Proteine können bei Bedarf in Kohlehydrate umgebaut werden. Die Proteine sind sowohl Aufbau- als auch Betriebsstoffe.



Energie für Bewegung nimmt der menschliche Körper in Form von Nahrung auf. Durch die Spaltung der Nährstoffe baut der Körper das energiereiche ATP (Adenosintri-phosphat) auf.

Fotos: Christian Mignot

zur Biosynthese von menschlichen Eiweissen verwendet. Damit dient der Baustoffwechsel dem Aufbau und Unterhalt der Zellen, Gewebe und Organe. Dank dem Baustoffwechsel kann der Organismus wachsen, sich entwickeln und den sich verändernden Bedingungen (z. B. im Training) anpassen.

## Spaltung liefert Energie

Die notwendige Energie für die Muskelarbeit und die sonstigen Prozesse im menschlichen Körper wird wie bereits erwähnt durch die Spaltung von ATP geliefert. Die Energie für die Herstellung von ATP wird von verschiedenen Energiesystemen geliefert. Diese Energiesysteme verarbeiten unterschiedliche Betriebsstoffe und funktionieren verschieden. Dabei

### Vereinfachte Darstellung der drei Energiesysteme

#### Kreatinphosphatsystem:

Kreatinphosphat (KrP) + Adenosindiphosphat (ADP) → Kreatin + Adenosintri-phosphat (ATP)

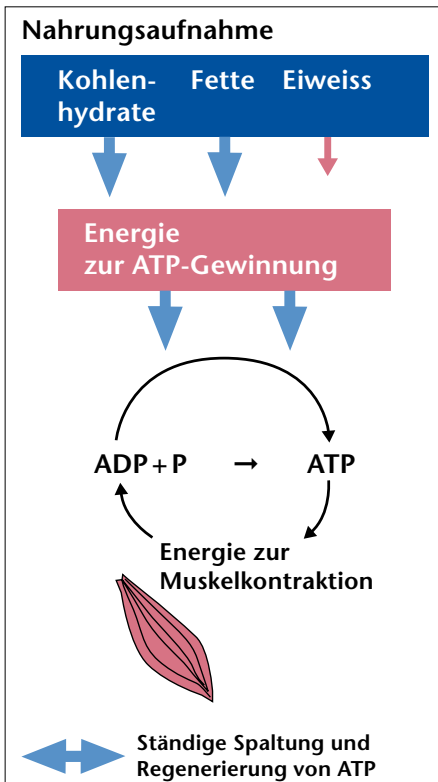
#### Kohlehydratsystem:

Glukose + Phosphat (P) + ADP → Milchsäure + ATP

Glukose + Phosphat (P) + ADP + Sauerstoff → Kohlendioxid + Wasser + ATP

#### Fettsystem:

Fettsäuren + Phosphat (P) + ADP + Sauerstoff → Kohlendioxid + Wasser + ATP



Vereinfachte Darstellung des Energiegewinnungsprozesses

wird zwischen dem «Kreatin-Phosphat-», dem «Kohlehydrat-» und dem «Fettsystem» unterschieden. Beim Kreatinphosphatsystem wird innerhalb von Sekunden ATP aufgebaut. Dabei wird die Phosphatgruppe von Kreatinphosphat abgespalten und mit dem ADP zu ATP resynthetisiert. Beim Kohlehydratsystem wird durch die Spaltung und Zerlegung von Kohlehydraten Energie frei, mit welcher ATP aufgebaut wird. In einem ersten Schritt werden Kohlehydrate zu Glukose zerlegt, die Einzelteile werden anschliessend weiter abgebaut. Auch dieser Prozess geschieht innerhalb von Sekunden und benötigt keinen Sauerstoff (sog. anaerober Prozess). Als Nebenprodukt entsteht Milchsäure. Müssen die Muskeln für eine längere Zeit sehr anstrengende Arbeit verrichten, fällt mehr Milchsäure an, als vom Körper abgebaut werden kann. Diese Überbelastung der Muskeln nimmt der Mensch mit einem Gefühl von leichten Schmerzen in den Muskeln wahr. Aus diesem Grund

spricht man umgangssprachlich auch von «sauren Beinen». Die zweite Abbaustufe des Kohlehydrats erfolgt durch die Zufuhr von Sauerstoff (sog. aerober Prozess). Durch diese Verbrennung mit Sauerstoff kann Glukose noch weiter aufgespalten und Abfallprodukte können wiederverwendet werden. Die Restprodukte dieser Verbrennung sind Kohlendioxid, das mit der Atmung aus dem Körper entfernt wird, und Wasser. Das Kohlehydrat kann in Form von Glykogen im Muskel und in der Leber gespeichert werden. Aus diesem Grund essen viele Sporttreibende vor einer körperlichen Belastung grössere Mengen an Kohlehydraten, beispielsweise in Form von Teigwaren.

Mitochondrien, den Kraftwerken der Muskelzelle, statt. Die Fettverbrennung setzt erst nach einer gewissen Leistungsdauer so richtig ein (etwa ab 20 Minuten) und wird maximal, wenn der Kohlehydratvorrat gesunken ist (ca. nach 40 Minuten). Die Sauerstoffzufuhr muss jedoch ausreichend sein. Gleichzeitig weiss man heute, dass die Fettverbrennung ohne einen kleinen Anteil an Glukoseabbau nicht funktioniert. Die Wiederaufbereitung von ADP zu ATP geschieht also mithilfe von Kreatinphosphat, Kohlehydraten und Fetten. Beim Kreatinphosphatsystem ist die ATP-Bildungsrate am höchsten, beim Fettsystem am kleinsten. Wann der Körper mit welchen dieser drei Energieträger hauptsächlich Energie gewinnt, hängt von der



Die Energie für körperliche Betätigung bezieht der Körper aus der Spaltung von ATP.

### Bei langer Belastung tiefe Intensität wählen

Um Fett zu verbrennen, brauchen die Zellen unbedingt Sauerstoff. Beim Abbau von Fettsäuren entsteht schliesslich das gleiche Zwischenprodukt wie beim Kohlehydratabbau. Nur ist der Abbauprozess viel komplexer und benötigt spezielle Zusatzstoffe (z. B. Enzyme). Wer den Fettabbau steigern will, muss ihn auch trainieren, konkret: Trainings durchführen, welche Fett verbrennen. Die ganze Verbrennung findet in der Muskelzelle, genauer in den

Intensität der Beanspruchung ab: Je grösser die Intensität bei einer körperlichen Betätigung ist, desto schneller wird ATP verbraucht und desto höher muss die ATP-Bildungsrate sein. Prozesse, welche eine sehr hohe ATP-Bildungsrate ermöglichen (wie das Kreatinphosphatsystem), können nur über kurze Dauer beansprucht werden. Je länger eine Belastung dauert, desto mehr muss deshalb die Intensität (Leistung) reduziert werden. Wer somit länger als eine halbe Stunde gehen, laufen oder Velo fahren will, kann dies nur tun, indem er die Intensität gering hält. ♦

Anzeige

# defibrillator.ch

PROCAMED AG • 8353 Elgg • Tel. 052 368 6000 • info@procamed.ch