

HARDCORE

Das Energieversorgungssystem der Muskulatur

Der Muskel selbst verfügt über ein höchst wirksames System der Energiebereitstellung. Mit Hilfe eigener **Energiespeicher** kann er für kurze Zeit auch höchste Belastungen bewältigen. Diese Energiespeicher sind die sogenannten energiereichen Phosphate (ATP und CP) und die **Glykogenspeicher**. Glykogen, das in Form winziger Körnchen in der Muskelzelle vorliegt, ist nichts anderes als die Speicherform der durch die Nahrung aufgenommenen **Kohlenhydrate**. Aufgebaut werden diese Glykogenspeicher aus der über die Blutbahn in den Muskel transportierten Glukose, besser bekannt als Blutzucker. In geringen Mengen werden auch **Fette** in der Muskelzelle selbst gespeichert, um vor allem für längere Belastungen als zusätzlicher Energiespender zur Verfügung zu stehen. Sehen wir uns diese Vorgänge kurz an.

Die **energiereichen Phosphate** könnte man auch als Düsenantrieb des Muskels bezeichnen. Sie sind es, die bei kurzen, wenigen Sekunden dauernde Belastungen fast ausschließlich die Energiebereitstellung bestreiten. Für **Kraft- und Schnellkeitsleistungen** sind sie also der wichtigste Energieträger. In kürzester Zeit kann enorm viel Energie auf diesem Wege bereitgestellt werden, die den Körper in die Lage versetzt, Höchstleistungen zu vollbringen. Besonders hervorhebenswert ist, daß schon durch wenige Wochen gezieltes Training eine deutliche Verbesserung der Energiebereitstellung aus den energiereichen Phosphaten erzielt werden kann.

Bei sportlicher Belastung müssen die energiereichen Phosphate möglichst rasch wiederaufgebaut werden, da die Kapazität dieser Speicher sehr begrenzt ist.

Nun kommen wir zu den **Kohlenhydraten**, die zwar nicht so viel Energie auf einmal liefern können, dafür aber den Muskel wesentlich länger mit Energie versorgen. Dies kann auf zwei Wegen geschehen.

Die aerobe Energiegewinnung

Der normale Abbau der Kohlenhydrate findet in winzigen Zellorganellen, den **Mitochondrien** statt, die man wegen ihrer enormen Arbeitsleistung auch als Kraftwerke des Muskels bezeichnet. In diesen Kraftwerken wird, unter Beteiligung von Sauerstoff, der ebenfalls über die Blutbahn in die Muskelfaser gelangt, den Kohlenhydraten sehr viel Energie abgewonnen. Diese wird dann zum fortwährenden Wiederaufbau der energiereichen Phosphate genutzt. Die Mediziner sprechen hier von der sogenannten **aeroben Energiebereitstellung** (aerob heißt unter Mitwirkung von Sauerstoff).

Die anaerobe Energiegewinnung

Bei intensiven Belastungen, etwa ab 5 Sekunden Dauer, wird jedoch aufgrund des hohen Energiebedarfs, gleichsam als Reservemotor, noch ein weiterer Stoffwechselweg beschritten, nämlich der anaerobe Abbau der Kohlenhydrate (anaerob bedeutet ohne Mitwirkung von Sauerstoff). Dieser Weg erlaubt es, etwa doppelt so schnell wie in den Kraftwerken des Muskels Energie zu gewinnen.

Dabei werden allerdings auch wesentlich mehr Kohlenhydrate verbraucht, als dies in den Kraftwerken der Fall ist. Hinzu tritt ein noch wesentlich gewichtigerer Nachteil, den wohl jeder schon am eigenen Leibe erlebt hat, wenn er aus der Puste gekommen ist. Es kommt aufgrund der bei dieser Art des Kohlenhydratabbaus entstehenden **Milchsäure** zu einer Übersäuerung im Muskel. Diese Übersäuerung zwingt uns, wenn wir eine hohe Arbeitsintensität beibehalten, recht bald zum Abbruch. Dies ist eine **Schutzmaßnahme des Zentralen Nervensystems**, das Hemmpulse aussendet, um den Körper vor Überlastung zu bewahren.

Bei hoher Übersäuerung

kann es sogar zu einem Brechreiz kommen. Nicht nur, daß Sporttreiben unter solchen Bedingungen keinen Spaß macht, vielmehr kann man sich durch unangemessen hohe Arbeitsintensitäten letztlich nur schaden! In Extremfällen können sogar die muskeleigenen Eiweiße angegriffen und zur Energielieferung mißbraucht werden. Es ist also völliger Unsinn, wenn einige besonders eifrige Sportler glauben, erst wenn man so richtig schön „kaputt“ aus dem Training kommt, kann es auch wirklich etwas nutzen. Auch die Vorstellung, man könne das, was man in einem ausgefallenen Training versäumt hat, dadurch wieder ausgleichen, daß man beim nächstenmal doppelt so intensiv arbeitet, ist leider ebenso weit verbreitet wie falsch.

Letztlich seien noch die **Fette** erwähnt, die besonders bei Muskelarbeit mit relativ geringer Intensität und bei lange dauernden Beanspruchungen von Bedeutung sind: In Form von kleinen Fetttröpfchen im Muskel selbst sowie über die Blutbahn herantransportiert, leisten auch sie ihren Beitrag zur Energiebereitstellung. Die Fette werden ebenfalls in den Kraftwerken des Muskels unter Beteiligung von **Sauerstoff** abgebaut. Von daher ist es verständlich, daß für Übergewichtige besonders längere Belastungen mit geringer Intensität geeignet sind, den Abbau von **Fettpölsterchen** zu fördern. Im Vergleich zu den recht schnell erreichbaren Verbesserungen im Bereich der energiereichen Phosphate benötigen die Anpassungen des (aeroben) Kohlenhydrat- und Fettstoffwechsels einen wesentlich größeren zeitlichen Aufwand.

