

Volle Energie beim Sport



Foto: Techniker Krankenkasse

Andrea Barth

Damit unser Körper Energie für sportliche Leistungen bereitstellt, laufen im Stoffwechsel komplizierte Vorgänge ab. Wer das Zusammenspiel von Energiegewinnung, Training und Ernährung kennt, kann aus sich die bestmögliche Leistung herausholen.

Ob im Wettkampf oder in der Freizeit, für Erfolg im Sport spielen regelmäßiges Training und die richtige Ernährung eine entscheidende Rolle. Durch regelmäßiges Training lernt der Stoffwechsel, die benötigte Energie auf effektive Weise bereitzustellen. Die Muskeln ermüden weniger schnell und die Leistungsfähigkeit steigt. Sind dann noch die richtigen Kraftquellen aus der Nahrung verfügbar, steht persönlichen sportlichen Höchstleistungen nichts mehr im Wege.

ATP: Die Energiequelle der Muskeln

Ob zum Bleistift heben oder 400-Meter-Lauf, der Muskel bekommt die Energie immer über eine chemischen Reaktion in seinen Zellen. Der Brennstoff für die Muskelarbeit ist das Adenosintriphosphat, kurz ATP. Zur Energiegewinnung gibt das ATP einen seiner drei Phosphatreste ab; übrig bleibt das Adenosindiphosphat oder ADP. Der Vorrat an ATP in der Muskulatur ist verschwindend gering. Er reicht nur für wenige Sekunden, beispielsweise eine Wurfbewegung. Danach muss ATP auf andere Weise bereitgestellt werden. Zur Verfügung stehen hierfür Kreatinphosphat, Kohlenhydrate und Fette. In Ausnahmefällen zieht der Körper auch Aminosäuren zur Energiegewinnung heran.

Am schnellsten wird die Energie aus Kreatinphosphat (KP) geliefert. Kreatin stellt der Körper selbst aus zwei Aminosäuren her, um es vorwiegend als Phosphatüberträger im Energiestoffwechsel zu nutzen. Das hauptsächlich im Muskel gespeicherte KP gibt sein Phosphat an ADP ab, so dass ATP wieder hergestellt werden kann. Die Energiebereitstellung über diesen Weg funktioniert nur wenige Minuten. Erst nach einer Pause von zwei bis fünf Minuten sind die Kreatinspeicher wieder einsetzbar. Durch Training lässt sich die Speicherfähigkeit für Kreatinphosphat geringfügig steigern. Ist es verbraucht, bezieht der Muskel seine Energie zu-

nächst aus Kohlenhydraten. Dazu nutzt er ausschließlich den Einfachzucker Glucose, der im Muskel in Form von Glykogen gespeichert ist.

Glykogen – ohne geht nicht viel

Das durch Muskelarbeit von ATP abgespaltene Phosphat gibt dem Körper das Signal, Glykogen zur Energiegewinnung zu mobilisieren. Das Besondere an Glykogen bzw. Glucose: Sie kann den Körper mit und ohne Sauerstoff mit Energie versorgen. Wenn ausreichend Sauerstoff vorhanden ist (aerober Stoffwechsel), wird Glykogen bzw. Glucose über den Citratzyklus und die Atmungskette vollständig zu Kohlendioxid (CO₂) und Wasser verstoffwechselt. Geht es um eine kurze und intensive Belastung wie einen 400- oder 800-Meter-Lauf oder Sprints im Handball oder Fußball, muss die Energiegewinnung ohne Sauerstoff ablaufen (anaerober Stoffwechsel). Als Endprodukt entsteht Laktat, das heißt Milchsäure. Bei Aktivitäten von mehr als zwei Minuten wird vor allem der aerobe Weg genutzt. Die Energiegewinnung mit Sauerstoff läuft langsamer ab als der anaerobe Weg. Dafür ist sie deutlich effektiver und bringt fast 13-mal so viel an ATP ein. Die anaerobe Energiegewinnung läuft zwar schneller ab, sie hat aber einen Nachteil: Das entstehende Laktat sammelt sich im Muskel an und übersäuert ihn. Die Stoffwechsellvorgänge können bei niedrigem pH-Wert nicht mehr richtig ablaufen, so dass der Muskel ermüdet. In der Erholungsphase wird das Laktat in der Leber wieder zu Glucose aufgebaut, die dann erneut Energie liefern kann.

Die Kohlenhydratspeicher in Muskulatur und Leber sind begrenzt. Sie reichen selbst bei aerobem Stoffwechsel kaum für einen Marathon aus. Ist die Versorgung mit Sauerstoff ausreichend, liefert das Muskelglykogen Energie für maximal zwei Stunden, abhängig von der Intensität. Schneller sind die Glykogenreserven bei anaerobem

Carbo-Loading: Pasta-Party für Sportler

Aus Glykogen kann pro Liter eingeatmetem Sauerstoff mehr Energie gewonnen werden als aus Fett oder Eiweiß. Zudem ist die Energie schneller verfügbar als bei Fett. Deshalb ist für Sportler die Größe der Glykogenvorräte von großer Bedeutung. Der normale Glykogengehalt liegt bei etwa 1 bis 1,5 Gramm pro 100 Gramm Muskulatur. Durch gezielte Ernährung lässt sich die Menge bis auf das Dreifache steigern. Ausdauersportler wie Triathleten, Marathon- oder Skilangläufer nutzen das so genannte Carbo-Loading vor Wettkämpfen. Dazu müssen die Glykogenspeicher zunächst durch Sport entleert und anschließend durch eine kohlenhydratreiche Kost neu aufgefüllt werden. Etwa 70 Prozent der aufgenommenen Tagesenergie stammen dabei aus Kohlenhydraten wie Haferflocken, Müsli, Brot, Nudeln, Erbsen, Mais oder Linsen. Nach ungefähr 24 Stunden ist das Ausgangsniveau der Muskelglykogenreserven wieder erreicht. Nach weiteren ein bis zwei Tagen "Kohlenhydratmast" sind diese bis auf das Dreifache aufgestockt. In diesen drei kohlenhydratreichen Tagen sollte nicht oder nur in minimalem Umfang trainiert werden.



Stoffwechsel verbraucht, beispielsweise bei Kampfsportarten wie Ringen oder Boxen.

Die in Form von Glykogen in den Muskelzellen gespeicherten Kohlenhydrate können nur in der jeweiligen Zelle genutzt werden. Sind beispielsweise durch Sprints die Glykogenvorräte der Beinmuskeln erschöpft, können die der Armmuskeln nicht aushelfen. Lediglich das in der Leber gespeicherte Glykogen kann Glucose ins Blut abgeben und ist somit theoretisch in der Lage, auch die Muskelzellen anderer Körperorgane mit Energie zu versorgen. Die Aufgabe des Leberglykogens besteht allerdings vorwiegend darin, den Blutzuckerspiegel ständig auf einem konstanten Niveau zu halten. Die Vorräte in der Leber reichen dazu rund drei Stunden. Sind die Reserven aufgebraucht, kann es zur Unterzuckerung kommen, der so genannten Hypoglykämie, weniger fachlich als Hungerrast bezeichnet. Sowohl die Glykogenspeicher im Muskel als auch in der Leber lassen sich durch Training steigern (siehe Kasten Carbo-Loading).

Fette sind die größten Energiespeicher

Parallel zur Energiegewinnung aus Kohlenhydraten wird auch die aus Fetten bzw. Fettsäuren angekurbelt. Es scheint, dass auch dieser Stoffwechselweg durch Phosphat aktiviert wird. Fette bzw. Fettsäuren sind neben Kohlenhydraten der entscheidende Energielieferant. Die Muskulatur greift zu allererst auf ihre eigenen Fettspeicher, die Triglyceride, zurück. Sind diese aufgebraucht, bekommen die Muskeln über das Blut freie Fettsäuren aus dem Unterhautfettgewebe oder den Fettspeichern anderer Körperorgane. Selbst bei schlanken Menschen ist das Depotfett ein nahezu unbegrenzter Energiespeicher.

Die Fettsäuren werden im Stoffwechsel vollständig zu CO₂ und Wasser abgebaut. Zwar dauert diese Art der Energiegewinnung am längsten, liefert dafür aber auch die höchste Ausbeute, nämlich fast dreimal mehr als der aerobe Abbau der Kohlenhydrate. Die Produktion von ATP aus Fettsäuren kann aber nur dann erfolgen, wenn ausreichend Sauerstoff vorhanden ist und zwar mehr, als für die Energie-

gewinnung aus Glykogen benötigt wird. Da bei großer Anstrengung meist Sauerstoff der begrenzende Faktor ist, nutzt der Körper Fettsäuren folglich nur bei niedrigen bis mittleren Intensitäten und bei lang andauernder Aktivität. Ist die Intensität zu hoch und entsteht im Stoffwechsel dadurch Laktat, wird die Verwertung der Fettsäuren blockiert.

Proteine nur im Notfall

Bei Ausdauerbelastungen wie einem Marathonlauf zieht der Körper auch Aminosäuren, die Bausteine der Eiweiße, zur Energiegewinnung heran. Sie werden nur in Notfallsituationen bzw. extremen Belastungen verwertet. Voraussetzung ist ein Mangel an Kohlenhydraten bei leeren Glykogenspeichern oder eine unzureichende Kohlenhydratzufuhr während der Belastung. Wird also zu häufig und zu extrem trainiert, bleibt das nicht ohne Folgen: Die Gefahr von Verletzungen und Infektionen steigt, weil auch die Eiweißbausteine, die das Immunsystem benötigt, abgebaut werden.

In der Praxis liefern aber nicht ausschließlich Kohlenhydrate oder nur Fette die Energie für die Muskulatur. Vielmehr kommt es je nach Belastungsintensität und -dau-

er zu Mischverbrennungen. Dabei spielt die Intensität eine größere Rolle als die Dauer: Je intensiver die Belastung, desto höher ist die Beteiligung der Kohlenhydrate. Mit zunehmender Dauer wird allerdings vermehrt Glykogen eingespart und der Anteil der Fette an der Energiebereitstellung nimmt zu. Ein gering beanspruchter Muskel bezieht seine Energie fast ausschließlich über Fette, mit zunehmender Intensität der Belastung erhöht sich der prozentuale Anteil der Kohlenhydrate und natürlich auch die gesamte ATP-Produktionsgeschwindigkeit.

Ob die Intensität der Belastung gering, mittel oder hoch ist, hängt vom Trainingszustand des Einzelnen ab und ist daher individuell sehr unterschiedlich. Trainierte Radrennfahrer oder Ruderer können beispielsweise trotz relativ hoher Kraftanstrengung noch einen großen Teil der Energie aus dem aeroben Stoffwechsel gewinnen. Untrainierte müssen dagegen bei viel geringeren Belastungen bereits auf den anaeroben Weg umstellen. Insbesondere beim Ausdauersport sollte für die lang andauernde Leistung die Belastungsintensität so gewählt werden, dass Fette als Energielieferanten dienen können. Da dies nur aerob, also mit Sauerstoff möglich ist, muss die Anstrengung entsprechend niedrig sein. Hier gilt die bekannte Faustregel, nur so schnell zu laufen oder zu radeln, dass man sich noch unterhalten

kann. Wer seine Ausdauer und damit seinen Stoffwechsel regelmäßig trainiert, kann auch bei höherer Belastungsintensität vermehrt Fette als Energiequelle nutzen. Die Glykogenspeicher werden dadurch für Leistungsspitzen geschont.

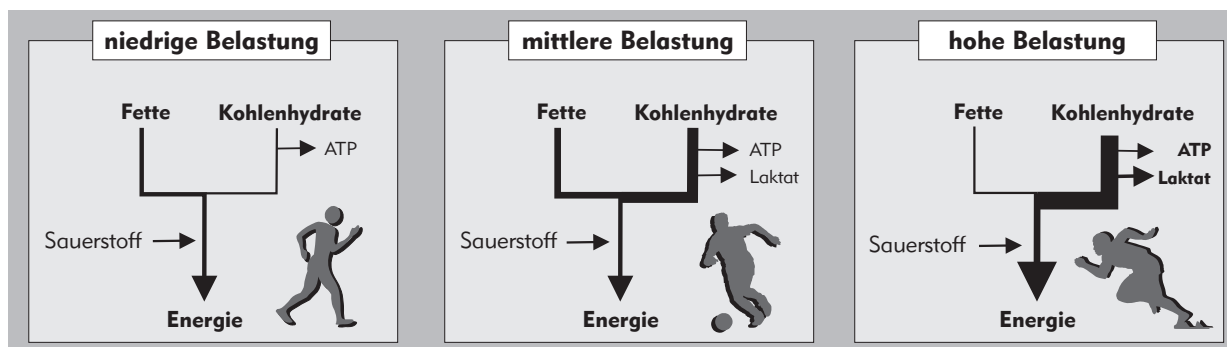


Bei Kampfsportarten wie Judo oder Boxen, bei denen hohe und niedrige Belastungen vorkommen, wird die Energie abwechselnd über Kohlenhydrate und Fette bereitgestellt. Energetisch ist die Leistung hierbei nicht nur wegen der Glykogenverarmung der Muskeln begrenzt. Es bildet sich auch Laktat, das die Muskulatur übersäuert und ermüdet. Das heißt, dass Kampfsportler nicht so lange ohne Pause trainieren können wie Ausdauersportler.

Gezieltes Essen steigert die Leistung

Zwei bis drei Stunden vor dem Sport ist es sinnvoll, vor allem über komplexe Kohlenhydrate mit niedrigem glykämischen Index (GI) für Energie zu sorgen. Der GI beschreibt, wie stark der Blutzucker

Energiegewinnung bei unterschiedlicher Sportintensität



Relativer Anteil der Kohlenhydrate und Fette an der Energiebereitstellung. Quelle: nach Baum 2004

cker nach Aufnahme einer bestimmten Menge eines kohlenhydrathaltigen Lebensmittels ansteigt. Bei niedrigem GI gehen die Kohlenhydrate langsam ins Blut über. Kohlenhydrate mit hohem GI bewirken dagegen einen raschen Blutzuckeranstieg mit einer hohen Insulinausschüttung. Dadurch sinkt zum einen der Blutzuckerspiegel nach kurzer Zeit wieder stark ab, zum anderen hemmt Insulin die Fettverbrennung. Isst man beispielsweise schon Stunden vor dem Training Weißbrot, Cornflakes oder Kuchen, das heißt Lebensmittel mit hohem GI, braucht der Körper durch den raschen Blutzuckerabfall schon vor dem Sport seine Glykogenreserven auf. Während und nach dem Training oder Wettkampf sorgen Kohlenhydrate

tung konnten dadurch gesteigert werden. Eine fettreiche Diät, so der Schluss der Experten, kann die Fettverbrennung nicht so weit erhöhen, dass Kohlenhydrate als Energiequelle für Ausdauerbelastungen vollständig ersetzt werden könnten. Außerdem stellt eine sehr fettreiche Kost einen Risikofaktor für zahlreiche Krankheiten wie Herzinfarkt oder Krebs dar, insbesondere dann, wenn sie mit einer hohen Aufnahme an Cholesterin und gesättigten Fettsäuren einhergehen.

Fit für ein gelungenes Training

Kohlenhydrate spielen in der Sportlernahrung eindeutig die Hauptrolle. Für Breiten-, ambitionierte Freizeit- und Leistungssportler gilt nach wie vor die Empfehlung, mindestens die Hälfte der täglichen Energiezufuhr über Kohlenhydrate zu decken. Dabei sollten vorzugsweise komplexe Kohlenhydrate, wie sie in Vollkornprodukten, Gemüse, Obst, Teigwaren, Kartoffeln etc. vorkommen, auf dem Speiseplan stehen. Das Training sollte nie nüchtern begonnen werden, weil in diesem Fall die Reserven an Leberglykogen fast leer sind und der

Blutzuckerspiegel daher schnell in den Keller rutschen kann. Es ist also wichtig, kohlenhydratreich zu frühstücken. Insgesamt sind mehrere kleine Mahlzeiten besser als wenige große. Dabei sollte aber ein ausreichender Abstand zum Training gewährleistet sein. Es ist ratsam, die letzte größere Mahlzeit mindestens zwei Stunden vorher zu essen. Eine halbe bis eine Stunde vorher ist ein kleiner kohlenhydratreicher Snack wie eine Banane oder ein Marmeladenbrot günstig, um das Absinken des Blutzuckerspiegel zu verhindern. Denn vor Wettkämpfen sorgen sowohl die Nervosität als auch das Aufwär-

men dafür, dass der erwartete Anstieg des Insulinspiegels ausbleibt. Dauert der Sport länger als eine Stunde, sollte man auch während der Belastung immer wieder schnell verfügbare Kohlenhydrate aufnehmen, am besten in flüssiger Form durch eine Apfelsaftschorle oder Ähnliches. Die Kohlenhydratzufuhr verhindert, dass die Reserven an Leberglykogen aufgebraucht werden. Dadurch ist insgesamt eine längere sportliche Leistung möglich.

Wer sich abwechslungsreich ernährt und regelmäßig viel Gemüse, Obst und Getreideprodukte sowie Teigwaren und Reis verzehrt, ist ausreichend mit Kohlenhydraten sowie allen lebensnotwendigen Nährstoffen versorgt und bleibt beim Sport lange fit und leistungsfähig. Eine vollwertige oder mediterrane Kost sind praktische Beispiele dafür, wie man lecker essen kann und gut gewappnet ist für jegliche sportliche Aktivität.

Anschrift der Verfasserin:
Dipl. oec. troph. Andrea Barth
Hirschlandstr. 93
D-73730 Esslingen

Literaturangaben:

- BAUM, K.: Ernährung und sportliche Leistungsfähigkeit: Möglichkeiten und Einflussfaktoren am Beispiel von Ausdauer und Kampfsportarten. In.: Ernährung im Fokus 2, 87-91, 2004
- FRANZ, W., TAJER, B.: Ist eine kohlenhydratreiche Ernährung immer das Richtige? UGB, Wettenberg 2004
- NEUMANN, G.: Ernährung im Sport. Meyer & Meyer, Aachen 2003
- WAGNER, G. u.a.: Trink Dich fit. pala, Darmstadt 2003
- SALWAY, J. G.: Routenplaner Stoffwechsel. Thieme, Stuttgart 2000
- SCHEK, A.: Top-Leistung im Sport durch bedürfnisgerechte Ernährung. philippka Sportverlag, Münster 2002
- SCOTT, P.: So vermeiden Sie die Brennstoffkrise. Runnersworld 7, S. 26-33, 2004



Dipl. oec. troph. Andrea Barth, Jg. 1973, studierte Oecotrophologie in München. Nach dem Diplom orientierte sie sich in Richtung Wissenschaftsjournalismus und war bis September 2002 Volontärin in der Redaktion des UGB-Forum. Derzeit arbeitet sie im Integrierten Gesundheitszentrum Esslingen in den Bereichen Kommunikation und Ernährungsberatung und ist als freie Autorin tätig.



Foto: IS

Vollkornbrote liefern komplexe Kohlenhydrate und sind für Sportler ideale Kraftspender.

mit mittlerem und hohem GI, wie ein Müsliriegel oder eine Banane dafür, die entleerten Energiespeicher möglichst schnell wieder aufzuladen. Die Energiespeicher sollte man möglichst bald nach dem Sport auffüllen, weil dann die Depots besonders aufnahmebereit sind.

Der Nutzen einer fettreichen Kost für Ausdauersportler wurde in Expertenkreisen viel diskutiert. Denn in mehreren Studien zeigte sich, dass eine fettreiche Ernährung die Fettverbrennung während der Belastung erhöht. Doch weder die Intensität noch die Dauer der Belas-