



Ernährung

Themeninhalt:

- **Grundlegendes**
 - Einteilung der Sportarten
 - Muskulatur
 - Rote und weisse Muskelfasern
 - Muskelkontraktion
 - Energiegewinnung
 - Allgemein
 - ATP und KP
 - Glykolyse (anaerobe und aerobe)
 - Lipolyse
 - Zusammenfassung
- **Die Ernährung**
 - Energiebedarf
 - Kohlenhydrate
 - Allgemein
 - Glykämischer Index
 - Proteine
 - Allgemein
 - Biologische Wertigkeit
 - Fett
 - Vitamine
 - Vitamin B1 (Thiamin)
 - Vitamin B6 (Pyridoxin)
 - Vitamin C (Ascorbinsäure)
 - Vitamin E (Tocopherol)
 - Fazit
 - Mineralstoffe
 - Natrium
 - Kalium
 - Calcium
 - Magnesium
- **Der Wettkampf**
 - Ernährung bei Wettkämpfen
 - Vor dem Wettkampf
 - Am Wettkampf
 - Während des Wettkampfes
 - Nach dem Wettkampf
 - Auffüllen der Glykogenspeicher
 - Sportgetränke
 - Schweißverlust
 - Eigenschaften eines Sportgetränkes
 - Flüssigkeitsspeicher
- **Spielsportarten**
- **Nahrungsergänzende Mittel**
 - Kreatin
 - L-Carnitin
 - Weitere potentielle ergogene Substanzen
 - Def. Ergogene Substanzen
 - Viele Stoffe - Wenig Wirkung
 - Anabolika

Grundlegendes

Dass auch Sport "durch den Magen" geht, das weiss jeder, der auf irgendeine Weise aktiv ist. Richtige Ernährung ist im Spitzensport eine am häufigsten unterschätzte Voraussetzung für Spitzenleistungen.

Einteilung der Sportarten

Bei der Vielzahl der Sportarten scheint es sinnvoll, diese zweckmässig zu klassifizieren. Konopka unterteilt die verschiedenen Sportarten folgendermassen:

Sportart	Beispiele
Ausdauersportarten	Marathon, Triathlon, Langstreckenlauf, Schwimmen
Kraftsportarten	Gewichtheben, Stossdisziplinen, Kraftdreikampf
Ausdauersportarten mit hohem Krafteinsatz	Radfahren, Kanu, Skilanglauf
Schnellkraftsportarten	Sprungdisziplinen, Kurzstreckenlauf
Spielsportarten	Fussball, Tennis, Handball , Basketball
Kampfsportarten	Ringens, Judo, Boxen, Karate

Muskulatur

Rote und weisse Muskelfasern

Die Skelettmuskulatur ist aus unterschiedlichen Muskelfasertypen, den so genannten roten und weissen Muskelfasern, zusammengesetzt. Die roten Muskelfasern haben einen geringen Durchmesser und sind reich an Myoglobin (roter Muskelfarbstoff) und Mitochondrien (aerobe Energiegewinnung!). Sie sind für die Ausdauerleistung eines Muskels verantwortlich.

Die weissen Muskelfasern hingegen sind dicker, enthalten weniger Myoglobin und Mitochondrien und nutzen vorwiegend die anaerobe Glykolyse zur Energiegewinnung. Ihr Reichtum an Myofibrillen, also den kontraktilen Elementen, befähigt sie zu kurzfristiger Hochleistung.

Muskelkontraktion

Die Skelettmuskulatur besteht aus gebündelten Muskelfasern (Muskelzellschläuchen), die die fadenförmigen Myofibrillen enthalten. Sie sind die kontraktilen Elemente des Muskels. Die Myofibrillen bestehen aus den Muskelproteinen Actin und Myosin.

Bei der Muskelkontraktion schieben sich diese beiden Muskelfilamente teleskopartig ineinander und der Muskel verkürzt sich. Für diesen Vorgang ist Energie notwendig. Diese wird im Körper im wesentlichen von zwei energiereichen Phosphatverbindungen bereitgestellt, die letztlich bei allen Formen der Energiegewinnung (siehe unten) gebildet werden. Dabei handelt es sich um das Adenosin-Tri-Phosphat (ATP) und das Kreatinphosphat (KP).



Energiegewinnung

Allgemein

In Ruhe werden im Körper Kohlenhydrate und Fette etwa zu gleichen Teilen zur Energiegewinnung herangezogen. Hier nutzt der Muskel vor allem den Blutzucker, Fettsäuren aus dem Fettgewebe und so genannte Ketonkörper. Bei intensiver Belastung steigt der Anteil der Kohlenhydrate (Muskelglykogen) an, bei niedriger und mittlerer Intensität ist der Anteil der Fettverbrennung erhöht.

ATP und KP

Durch die Abspaltung eines Phosphatrestes von ATP entsteht Adenosin-Di-Phosphat (ADP) sowie die Energie, die der Körper für sportliche Aktivitäten benötigt. Die Energiebereitstellung durch ATP reicht nur wenige Sekunden aus. Mit Hilfe eines Enzyms (Kreatinkinase) wird vom energiereicheren Kreatinphosphat ein Phosphatrest abgespalten, welcher dazu dient, das ADP erneut zu ATP umzuwandeln. Die beiden Energiespeicher ATP und KP liefern, je nach Belastung, zwischen 5 und 20 Sekunden Energie. Diese Art der Energiegewinnung reicht also gerade für einen Kurzstreckenläufer (100/200m) aus. Bei länger andauernder Muskelarbeit erfolgt die Regenerierung des ATP durch den Abbau von Glucose.

Glykolyse

Glucose (Traubenzucker) wird im menschlichen Körper in Form von Glykogen in Leber und Muskulatur gespeichert. Während das Leberglykogen hauptsächlich für die Aufrechterhaltung des Blutzuckerspiegels verantwortlich ist, kann das Muskelglykogen für die Energiebereitstellung genutzt werden. Hierfür wird es in die stoffwechselaktive Form der Glucose umgewandelt (Glucose-6-Phosphat) und über mehrere Stoffwechselforgänge (Glykolyse) zu Brenztraubensäure (Pyruvat) abgebaut. Nun unterscheidet man zwei Vorgänge:

anaerobe Glykolyse

Darunter versteht man den Glucoseabbau ohne Sauerstoff (=anaerob) im Zytoplasma. Bei einer Muskelanspannung von etwa 20-90sec erfolgt die ATP-Gewinnung hauptsächlich aus der anaeroben Glykolyse. Die Glucose wird zu Milchsäure (Laktat) abgebaut. Bei dieser Reaktion entsteht ein Energiegewinn von 2 Mol ATP. Die steigende Milchsäurekonzentration im Blut (Laktazidose) schränkt jedoch diesen Stoffwechselweg ein, da hierdurch bestimmte, für Muskelkontraktion wichtige Enzyme gehemmt werden. Der Muskel ermüdet.

aerobe Glykolyse

Jetzt setzt in den Mitochondrien die sogenannte aerobe Glykolyse ein, d.h. für die Verstoffwechselung der Glucose wird nun Sauerstoff benötigt. Der Zucker wird umgewandelt in Acetyl-CoA, welches im sogenannten Citratzyklus vollständig oxidiert wird. Diese Reaktion liefert 38 Mol ATP und ist somit sehr effektiv. Sie setzt allerdings erst nach etwa einer Minute ein und wird hauptsächlich von Mittel- und Langstreckenläufern genutzt.

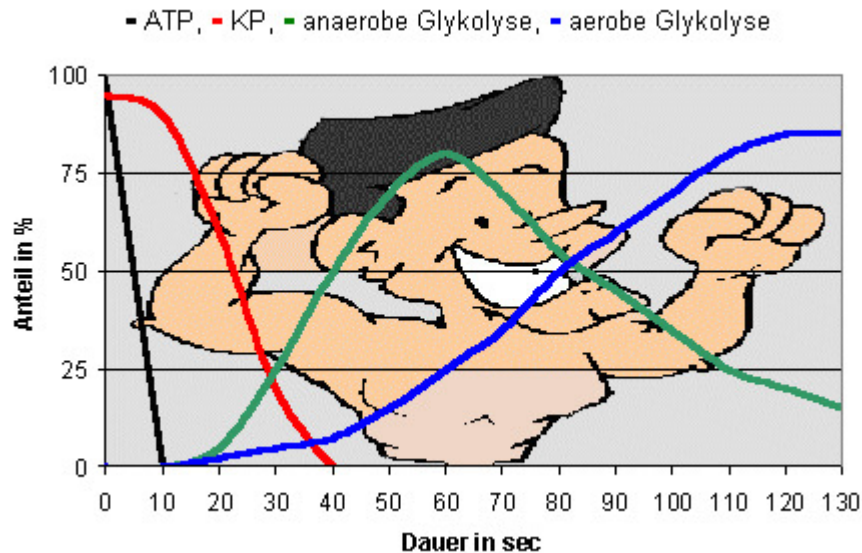
Lipolyse

Bei niedriger Belastungsintensität werden vorwiegend Fettsäuren zur Energiegewinnung herangezogen. Die Oxidation von Fettsäuren liefert 148 Mol ATP, also fast viermal soviel wie die Verbrennung von Kohlenhydraten. Da Fett ebenfalls im Citratzyklus verstoffwechselt wird, ist für diese Reaktion ebenfalls Sauerstoff notwendig.

Jedoch ist für die Oxidation von Fettsäuren mehr Sauerstoff notwendig als bei Kohlenhydraten. Da die Sauerstoffaufnahme durch die Lunge begrenzt ist, ist die Fettoxidation weniger effektiv als die Kohlenhydratoxidation. Das bedeutet, dass sowohl die Sauerstoffaufnahme als auch die Grösse der Glykogenspeicher für die Leistungsfähigkeit von grosser Bedeutung sind.



Zusammenfassung



Die Ernährung

Energiebedarf

Der Energiebedarf des Sportlers setzt sich wie der des Nichtsportlers aus Grund- und Leistungsumsatz zusammen. Der Grundumsatz steigt u.a. mit dem Anteil der Muskelmasse, der Leistungsumsatz richtet sich nach der entsprechenden Belastung.

Im Allgemeinen ist also der Energiebedarf des Sportlers erhöht. Dies gilt insbesondere bei Leistungs- und Hochleistungssportlern. Hier kann der Energieverbrauch kurzzeitig auf über 8000 kcal/Tag ansteigen, z.B. bei Bergetappen bei der Tour de France. Jedoch sind diesen Energiemengen physiologische Grenzen gesetzt (z.B. bei der Aufspaltung der Nährstoffe).

Bei Breitensportlern ist der Energiebedarf nur unwesentlich erhöht. Als Massstab für die Energiezufuhr kann hier das Körpergewicht dienen. Grundsätzlich gilt:

Zu wenig Energie führt zur Gewichtsabnahme, zu viel Energie führt zu einer Gewichtszunahme

Kohlenhydrate

Allgemein

Da die Leistungsfähigkeit mit der Grösse der Glykogenspeicher zusammenhängt, ist die ausreichende Zufuhr von Kohlenhydraten Voraussetzung für sportliche Aktivitäten. Sie stellen die wichtigste Energiequelle für den Sportler dar. Nach ihrer Aufspaltung im Verdauungstrakt werden sie in den Blutkreislauf aufgenommen und von dort zu den Zielorganen (Gehirn, Muskeln) transportiert.



Glykämischer Index

Die Wirkung der Kohlenhydrate auf den Blutzucker wird mit dem glykämischen Index (GI) ausgedrückt. Er gibt an, wie weit ein kohlenhydratreiches Lebensmittel den Blutzucker über den Normalwert anhebt. Der Glucose-bedingte Blutzuckeranstieg wurde gleich 100 gesetzt, d.h. ein GI von 50 bedeutet, dass der Blutzuckeranstieg dieses Lebensmittels nur die Hälfte des Anstieges der Glucose ausmacht.

Den GI kann man sich beim Auffüllen der Glykogenspeicher zunutze machen. Nach intensivem Training sind die Glykogenreserven entleert und die Umwandlung von Glucose zu Glykogen am effektivsten. Deshalb sollten nach der sportlichen Aktivität Lebensmittel mit einem hohen GI verzehrt werden, d.h. Lebensmittel, die den Blutzucker stark ansteigen lassen (z.B. Banane mit Honig). In den nächsten Stunden sollten Sie weitere Kohlenhydratmahlzeiten (insgesamt ca. 200g) zu sich nehmen, am besten aufgeteilt auf kleine Portionen à 50-100g. Diese Lebensmittel sollten einen mittleren bis hohen GI aufweisen (60-80).

Am nächsten Tag sollten Sie auf Lebensmittel mit niedrigem bis mittlerem GI zurückgreifen, da starke Blutzuckerschwankungen die Umwandlung von Kohlenhydraten in Fett begünstigen (ausser direkt nach dem Training!). Hier eignen sich insbesondere Vollkornbrot, Vollkornnudeln, verschiedene Obst- und Gemüsesorten sowie Hülsenfrüchte. Im Folgenden sehen Sie die glykämischen Indizes einiger Lebensmittel.

Nahrungsmittel	Glykämischer Index
Maltose (Malzzucker)	110
Glucose (Traubenzucker)	100
Weisse Rüben	97
Karotten	92
Honig	87
Vollweizenbrot	72
Kartoffeln	70
Weizenflocken	67
Müsli	66
Naturreis	66
Rosinen	64
Bananen	62
Saccharose (Haushaltszucker)	59
Kleie	51
Haferflocken	49
Weintrauben	45
Roggen-Vollkornbrot	42
Vollkornnudeln	42
Orangen	40
Bohnen, Konserve	40
Äpfel	39
Joghurt	36
Birnen	34
Erbsen	33

Proteine

Allgemein

Die Hauptfunktion der Proteine besteht im Aufbau von Körpersubstanz. Sie sind u.a. Baustein der beiden Muskelfilamente Actin und Myosin und transportieren Nährstoffe und Stoffwechselprodukte im Blutkreislauf. Sie dienen der Infektabwehr und sind Bestandteile von Hormonen und Enzymen. Die Proteine bestehen aus einzelnen Bausteinen, den Aminosäuren. 8 dieser Aminosäuren sind essentiell, d.h. sie können vom Körper nicht selbst gebildet werden und müssen mit der Nahrung zugeführt werden. Alle anderen Aminosäuren können im Körper aus den folgenden 8 essentiellen Aminosäuren aufgebaut werden:

- Leucin
- Isoleucin
- Lysin
- Valin
- Tryptophan
- Methionin
- Threonin
- Phenylalanin

Im gesunden Organismus besteht ein Gleichgewicht zwischen Anabolie und Katabolie, also zwischen dem Auf- und Abbau von Körpersubstanz. Um Muskelmasse aufzubauen, muss mehr Eiweiss zugeführt werden als der Körper verbraucht.

Biologische Wertigkeit

Sie gibt an, wie viele Gramm Körpereiwiss durch 100g Nahrungsprotein aufgebaut werden können. Eine BW von 80 bedeutet z.B., dass mit 100g des zugeführten Eiweisses 80g Körpereiwiss aufgebaut werden können. Entscheidend hierfür ist die Aminosäurezusammensetzung. Diese ist besonders günstig, wenn sie der des Körpereiwisses entspricht.

Grundsätzlich ist tierisches Eiweiss hochwertiger als pflanzliches. Jedoch enthält es meist auch unerwünschte Begleitstoffe wie Cholesterin, Purin und Fett. Deshalb sollte auf Eiweisslieferanten zurückgegriffen werden, die wenige dieser Substanzen enthalten, wie z.B. magere Milch und Milchprodukte.

Durch den gemeinsamen Verzehr von tierischen und pflanzlichen Lebensmitteln erreicht man eine besonders hohe biologische Wertigkeit, da sich diese Nahrungsmittel in ihrer Aminosäurezusammensetzung günstig ergänzen. So lassen sich biologische Wertigkeiten von bis zu 137 erzielen (Kartoffel-Ei).

Proteingemisch	Verhältnis	Biologische Wertigkeit (nach P. Semler)
Bohnen und Mais	52 : 48	101
Milch und Weizen	75 : 25	105
Vollei und Weizen	68 : 32	118
Vollei und Milch	71 : 29	122
Vollei und Kartoffel	35 : 65	137

Diese Tabelle macht deutlich, dass man nicht Unmengen an Fleisch essen muss, um seinen Eiweissbedarf zu decken, sondern dass auch eine vegetarische Ernährung eine ausreichende Proteinversorgung möglich macht. Um die günstigen Eiweisskombinationen zu nutzen, reicht es aus, die sich ergänzenden Lebensmittel in einem Zeitraum von 4-6 Stunden zu verzehren!



Fett

Obwohl ein hoher Fettanteil in der Nahrung die Entstehung sogenannter Zivilisationskrankheiten wie z.B. Arteriosklerose fördert, besitzt Nahrungsfett einige wichtige Funktionen. Fette sind wie die Kohlenhydrate Energielieferanten und sind am Aufbau der Zellmembranen beteiligt. Sie sind Träger der fettlöslichen Vitamine A, D, E, K und liefern essentielle Fettsäuren (Linolsäure).

Jedoch sollten statt der in Deutschland üblichen 40% maximal 30% der Energiezufuhr aus Fett bestehen. Es ist v.a. für Sportler sinnvoll, den Fettanteil zugunsten der beiden anderen Hauptnährstoffe (Kohlenhydrate, Eiweiss) zu reduzieren. Da proteinreiche Lebensmittel häufig auch viel Fett enthalten, sollte vorwiegend auf fettarme Nahrungsmittel zurückgegriffen werden. Besonders zu beachten sind die versteckten Fette, die sich v.a. in Wurst, Käse und Schokolade befinden.

Vitamine

Vitamin B1 (Thiamin)

Als Thiaminpyrophosphat ist dieses Vitamin Coenzym im Kohlenhydratstoffwechsel. Es katalysiert die Umwandlung der Brenztraubensäure in Acetyl-CoA (aerobe Glykolyse). Ein Vitamin B1-Mangel führt so zu einer verstärkten Milchsäurebildung (anaerobe Glykolyse), was zu einer verminderten Leistungsfähigkeit führt.

Der Vitamin B1-Bedarf steigt proportional zur Kohlenhydratzufuhr, d.h. er ist beim Sportler, v.a. beim Ausdauersportler, erhöht. Vollkorn-Getreideprodukte, Haferflocken, Naturreis, Milch und Kartoffeln sind besonders Vitamin B1-reiche Lebensmittel.

Vitamin B6 (Pyridoxin)

Vitamin B6 ist als Pyridoxalphosphat Coenzym im Eiweissstoffwechsel, so dass der Bedarf bei erhöhter Proteinzufuhr erhöht ist. Bei Kraftsportlern ist deshalb auf eine ausreichende Zufuhr zu achten. Besonders reich an Vitamin B6 sind Bierhefe, Vollkorn-Getreideprodukte, Fleisch, Leber, Hülsenfrüchte, Bananen, Milch und Kartoffeln.

Vitamin C (Ascorbinsäure)

Vitamin C besitzt im menschlichen Organismus eine Vielzahl an Funktionen. Es ist an der Wundheilung, der Narbenbildung sowie der Ausbildung von Knorpeln und Knochen beteiligt. Es erhöht die Resistenz des menschlichen Körpers gegenüber Infektionskrankheiten und verbessert die Eisenresorption.

Weiterhin ist Vitamin C in der Lage, freie Radikale zu "neutralisieren". Dabei handelt es sich um Sauerstoffradikale, die eine zellschädigende Wirkung besitzen. Die antioxidative Wirkung der Ascorbinsäure bewirkt eine geringere Anfälligkeit gegenüber bestimmten Krankheiten wie Krebs, Arteriosklerose, Katarakt, seniler Demenz u.v.m. Die Vitamine C, E und beta-Carotin besitzen einen synergistischen Effekt, d.h. sie ergänzen sich positiv in ihrer Wirkung.

Nach den Referenzwerten für die Nährstoffzufuhr nach D-A-CH sollte die tägliche Zufuhr 100mg betragen. Sportler weisen einen leicht erhöhten Bedarf auf, da etwa 50mg Vitamin C pro Liter Schweiß ausgeschieden werden. Vitamin C ist in allen Obst- und Gemüsesorten reichlich enthalten.

Vitamin E (Tocopherol)

Vitamin E ist ebenfalls ein wichtiger Radikalfänger und schützt so mehrfach ungesättigte Fettsäuren vor der Oxidation. Auch im menschlichen Organismus ist es antioxidativ wirksam. Tocopherol ist vorwiegend in pflanzlichen Ölen enthalten. Besonders reich sind Weizenkeim-, Walnuss-, Soja-, Maiskeim- und Sonnenblumenöl.



Fazit

Obwohl Sportler bei einigen Vitaminen einen erhöhten Bedarf aufweisen, lässt sich dieser Mehrbedarf in der Regel durch eine ausgewogene und gesunde Ernährung decken. Bislang konnte in keiner Studie ein leistungssteigernder Effekt einzelner Vitamine nachgewiesen werden. Eine gezielte Substitution kann in Einzelfällen sinnvoll sein, wie z.B. bei hypokalorischer Kost im Rahmen einer Gewichtsreduktion bzw. beim "Gewicht machen".

Mineralstoffe

Natrium

Das Alkalimetall ist an der Übertragung elektrischer Ladungen beteiligt und dient der Muskelreizbarkeit sowie der Muskelkontraktion. Natrium sorgt für einen normalen osmotischen Druck der Zellen, aktiviert mehrere Enzyme und ist entscheidend für die Aufnahme von Einfachzuckern (Monosacchariden) und Aminosäuren in den Blutkreislauf verantwortlich.

Als Kochsalz (Natriumchlorid) wird es hauptsächlich mit der Nahrung zugeführt. Statt der empfohlenen 6g/Tag werden in der Bundesrepublik mehr als die doppelte Portion verzehrt. Dies begünstigt die Entstehung von Zivilisationskrankheiten wie z.B. Bluthochdruck.

Sportler scheiden pro Liter Schweiß etwa 1200mg Natrium aus. Wird dieser Verlust nicht ausgeglichen, kann es zu einer Abnahme des Blutvolumens, Muskelkrämpfen, erhöhtem Puls sowie zu niedrigem Blutdruck führen. Der Sportler sollte deshalb die von der Deutschen Gesellschaft für Ernährung (DGE) empfohlenen 6g Kochsalz plus der durch das Schwitzen verlorenen Natriummenge zu sich nehmen. Eine weitere Erhöhung der Natriumchlorid-Zufuhr ist nicht sinnvoll.

Kalium

Kalium ist ebenfalls für die Aktivierung einiger Enzyme und den Transport elektrischer Ladungen verantwortlich. Bei einem Kaliummangel kommt es zu einem Natriumeinstrom in die Muskelzelle und dadurch zu einer Austrocknung. Dies äussert sich v.a. in Muskelschwäche bzw. Muskellähmung. Weiterhin kann dies zu Herzrhythmusstörungen, Darmverschlüssen und einer Alkalisierung des Blutes führen.

Da Kalium im Schweiß enthalten ist und es für die Muskelfunktion notwendig ist, sollte der Sportler auf eine ausreichende Zufuhr achten. Kalium ist besonders in Obst und Gemüse (v.a. Bananen) enthalten.

Calcium

Calcium dient im wesentlichen dem Aufbau und Erhaltung der Knochensubstanz. 99% des Calciums sind in der Knochenmatrix gespeichert. Weiterhin ist es an der Erregbarkeit von Nerven und Muskeln sowie an der Blutgerinnung beteiligt.

Die Beteiligung an der Muskelkontraktion und der Aktivierung wichtiger Enzyme des Kohlenhydratstoffwechsels (Glykogenolyse, Gluconeogenese) machen diesen Mineralstoff zu einem wichtigen Bestandteil der Sportlerernährung.

Calciummangel führt zu einem Abbau von Knochensubstanz (Osteoporose) und zu schmerzhaften Muskelkrämpfen. Der Tagesbedarf von 1000mg lässt sich am einfachsten durch den Verzehr von Milch und Milchprodukten decken.

Magnesium

Magnesium ist direkt an der Energiebereitstellung beteiligt, da es die Spaltung des ATP katalysiert. Es aktiviert ferner etwa 300 Enzyme und dient der Stabilisierung von biologischen Membranen. Ein Magnesiummangel führt u.a. zu Muskelkrämpfen, Erbrechen und Durchfall.

Der durch das Schwitzen auftretende Verlust muss durch die Aufnahme eines geeigneten Sportgetränkes bzw. durch magnesiumreiche Lebensmittel wie z.B. Vollkornbrot, Mineralwasser, Kartoffeln, Gemüse und Fleisch ausgeglichen werden.

Der Wettkampf

Ernährung bei Wettkämpfen

Vor dem Wettkampf

Diese Zeitspanne umfasst – je nach Sportart - etwa die letzten 3 bis 7 Tage vor dem Wettkampf. Entscheidend ist hier für alle Sportarten die optimale Auffüllung der Glykogenreserven, da die Energieausbeute bei der sogenannten Glykolyse (vgl. Energiegewinnung) am effektivsten ist.

Zum einen wird dadurch die Ausdauerleistung verbessert, zum anderen wird die Geschwindigkeit der Energiefreisetzung (Mobilisierung des Glykogens) durch gut gefüllte Glykogenspeicher erhöht, was vor allem bei Spiel-, Kampf- und Schnellkraftsportarten von Bedeutung ist.

Auch Kraftsportler profitieren von umfangreichen Glykogenreserven. Ihre Energiebereitstellung erfolgt zwar hauptsächlich durch ATP und KP, jedoch werden diese energiereichen Phosphatverbindungen durch den Abbau von Glykogen regeneriert.

Aus diesen Gründen können die Glykogenspeicher bei gleichem Trainingszustand der Sportler über Sieg und Niederlage entscheiden.

Am Wettkampftag

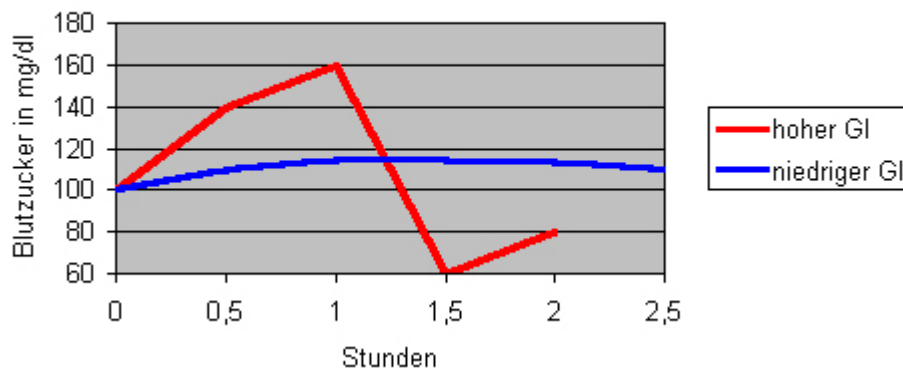
Die letzte grössere Mahlzeit vor der sportlichen Aktivität sollte 2-3 Stunden zurückliegen. Ein voller Magen behindert die Zwerchfellatmung, führt zu einer verstärkten Ansammlung von Blut im Verdauungstrakt und verhindert so die optimale Durchblutung der Muskeln.

Mit leerem Magen sollte ebenfalls nicht gestartet werden, da die mangelnde Aufnahme von Kohlenhydraten zu einem Absinken des Blutzuckerspiegels führt, wodurch die Leistungsfähigkeit herabgesetzt wird. Ein normaler Blutzucker liegt zwischen 80 und 120 mg/dl. Früher nahmen Sportler vor dem Wettkampf grosse Mengen Traubenzucker (Glucose) zu sich, um ihren Blutzuckerspiegel zu erhöhen. Daraufhin werden jedoch grosse Mengen des Bauchspeicheldrüsenhormons Insulin ausgeschüttet, was dazu führt, dass der Blutzucker unterhalb des Normbereiches absinkt. So erreicht man also genau das Gegenteil.



Günstiger ist es, die Kohlenhydrate in Form von Lebensmitteln zu sich zu nehmen, die den Blutzuckerspiegel langsam, aber kontinuierlich erhöhen (niedriger glykämischer Index!).

Blutzuckerverlauf nach Kohlenhydratmahlzeit



Während des Wettkampfes

Grundsätzlich gilt, dass man ernährungsbedingte Fehler, die man in der Vorbereitung gemacht hat, am Wettkampftag nicht kompensieren kann, d.h. die Vorbereitung spielt die entscheidende Rolle. Dies gilt v.a. für Ausdauersportarten, da die Nahrungsaufnahme während des Wettkampfes nicht oder nur unter Zeitverlust möglich ist. Daher muss der Sportler abwägen, ob die zusätzliche Energieaufnahme den möglichen Zeitverlust ausgleichen kann. Bei Sportarten, bei denen eine Pause (Sportsportarten) oder mehrere Einsätze an einem Tag vorgesehen sind (z.B. Kampfsportarten), sollte in der Zwischenzeit der Verlust von Flüssigkeit, Mineralstoffen und Kohlenhydraten ausgeglichen werden. Dies sollte in Form eines geeigneten Sportgetränkes sowie durch die Zufuhr leicht verdaulicher Kohlenhydrate (z.B. Banane) erfolgen.

Nach dem Wettkampf

Für die erste Mahlzeit nach dem Wettkampf gelten die gleichen Richtlinien wie für Mahlzeit nach einer harten Trainingseinheit. Hier müssen dem Körper die durch den Sport verbrauchten Nährstoffe zugeführt werden:

- Flüssigkeit
- Mineralstoffe
- Kohlenhydrate
- Eiweiss

Die Mahlzeit sollte möglichst im Anschluss an die sportliche Aktivität eingenommen werden.

Auffüllung der Glykogenspeicher

Eine kohlenhydratreiche Ernährung vor dem Wettkampf kann zwar dazu beitragen, die Glykogenspeicher zu füllen, jedoch erreicht man dadurch keine Vergrösserung. Dafür müssen die Speicher zunächst völlig entleert werden, was durch intensives Training bei gleichzeitiger kohlenhydratarmen Ernährung erreicht wird. Dies sollte etwa eine Woche vor dem Wettkampf stattfinden. Die letzten 3-4 Tage vor dem Wettkampf ernährt man sich dann fast ausschliesslich von Kohlenhydraten und reduziert die Trainingsintensität, um die Glykogenspeicherung nicht zu behindern. Dadurch erreicht man eine Vergrösserung des Glykogenbestandes (Superkompensationseffekt). Diese Methode wird jedoch nur bei extremen Ausdauersportarten wie z.B. Marathon angewandt, da sie sehr viel Disziplin erfordert.

Eine weitere Möglichkeit besteht darin, die Glykogenspeicher durch intensives Training bis etwa 4 Tage vor dem Wettkampf zu leeren und anschliessend auf eine kohlenhydratreiche Ernährung zu achten. Dadurch lässt sich ebenfalls eine Vergrösserung der Glykogenreserven erreichen, was für die meisten Sportarten ausreichend ist.

Neben einer kohlenhydratreichen Ernährung, die 60-80% der Energiezufuhr betragen sollte, ist auf eine ausreichende Zufuhr von Kalium und Wasser zu achten, da diese beiden Nährstoffe ebenfalls in der Muskelzelle gespeichert werden. Obst und Trockenobst sind besonders kaliumreiche Lebensmittel.

Sportgetränke

Schweissverlust

Wer Sport betreibt, kommt automatisch ins Schwitzen. Dies ist ein natürlicher Mechanismus zum Schutz vor Überhitzung. Durch die Verdunstung des Schweißes wird der Körper abgekühlt. Neben Wasser verliert der Mensch aber auch wichtige Mineralstoffe, die ebenfalls während bzw. nach der sportlichen Aktivität ersetzt werden müssen.

Mineralstoff	Menge in mg pro Liter Schweiß (nach Konopka 1980)
Natrium	1200
Chlorid	1000
Kalium	300
Calcium	160
Magnesium	36

Dafür eignet sich besonders eine Mischung aus Mineralwasser und Fruchtsäften (z.B. Apfelsaftschorle). Das Mineralwasser liefert hauptsächlich Natrium, Chlorid und Calcium, während Fruchtsäfte sich durch einen hohen Kalium- und Magnesiumgehalt auszeichnen.

Durch den Kohlenhydratanteil können die Kohlenhydratreserven regeneriert werden. Bei purem Fruchtsaft ist dieser jedoch zu hoch, so dass das Getränk langsamer vom Körper aufgenommen wird. Es liegt dann ein hypertonisches Getränk vor. Das bedeutet, die Flüssigkeit enthält mehr gelöste Teilchen als das Blutplasma. Sie besitzt also eine höhere Osmolarität.

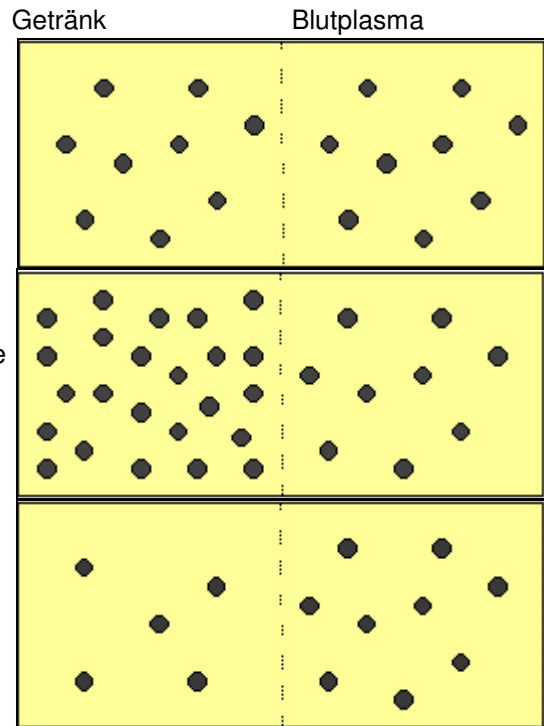


Eigenschaften eines Sportgetränkes

Als **isoton** bezeichnet man eine Flüssigkeit, die die gleiche Osmolarität wie Blutplasma hat!
 --> schnelle Resorption

Als **hyperton** bezeichnet man eine Flüssigkeit, die eine höhere Osmolarität als Blutplasma hat
 --> langsame Resorption

Als **hypoton** bezeichnet man eine Flüssigkeit, die eine niedrigere Osmolarität als Blutplasma hat
 --> sehr schnelle Resorption



Ein Sportgetränk sollte also immer isoton bis leicht hypoton sein (ca. 5% Kohlenhydrate), damit ausreichend Nährstoffe vorhanden sind, diese jedoch auch schnell genug resorbiert werden können.

Neben der günstigen Zusammensetzung besitzt eine normale Apfelschorle weitere Vorteile. Sie ist wesentlich kostengünstiger als professionelle Sportgetränke und schneidet im Geschmacks-Vergleich häufig besser ab.

Flüssigkeitsspeicher

Da 1g Glykogen 2,7 g Wasser bindet, können gut gefüllte Glykogenspeicher teilweise den Wasserverlust ausgleichen, da bei der Glykogenolyse (Umwandlung von Glykogen in Glucose-6-Phosphat) dieses Wasser erneut zur Verfügung steht. Für Sportler wird empfohlen, während der körperlichen Betätigung alle 15-20 Minuten 100-200 ml Flüssigkeit zu sich zu nehmen, da ein Flüssigkeitsdefizit die Leistungsfähigkeit stark einschränkt sowie weitere Symptome hervorrufen kann. Die Temperatur des Getränkes sollte 25°C nicht unterschreiten, da sich sonst die Verweildauer im Magen verlängert.

Symptome bei Wasserverlust in % des Körpergewichtes (nach Moesch)		
1-5%	6-10%	11-20%
Durst	Schwindel	Delirium
Appetitlosigkeit	Kopfschmerzen	Krämpfe
Erhöhte Herzfrequenz	Trockener Mund	Sehschwierigkeiten
Übelkeit	Sprechschwierigkeiten	Schluckbeschwerden

Spielsportarten

Diese Sportarten sind durch unregelmässige Belastungsspitzen gekennzeichnet (z.B. Zwischenspurts). Im Vordergrund steht die Ausdauerleistung, woraus einer erhöhter Kohlenhydratbedarf resultiert. Die Anforderungen entsprechen etwa den Anforderungen von Ausdauersportarten mit hohem Krafteinsatz. Dies äussert sich in den Ernährungsempfehlungen. Die Nährstoffrelation sollte folgendermassen aussehen:

- 55% Kohlenhydrate
- 12-18% Eiweiss
- 27-33% Fett

Charakteristisch für Spielsportarten sind zwei oder mehrere Pausen. Daraus ergibt sich die Möglichkeit der Flüssigkeits- und Nahrungsaufnahme während des Wettkampfes. Davon sollte in jedem Fall Gebrauch gemacht werden, da der Sportler so seine Energiespeicher auffüllen und das Flüssigkeitsdefizit ausgleichen kann. Besonders geeignet sind leicht verdauliche kleine Kohlenhydratmahlzeiten (z.B. Banane) sowie die Sportgetränke, die in einem extra Kapitel besprochen werden. Für sehr kurze Pausen eignen sich auch Kohlenhydrat-Mineralstoffgetränke.

Nährergänzende Mittel

Kreatin

Kreatin wird fast ausschliesslich in Leber, Niere und Bauschspeicheldrüse aus den Aminosäuren Arginin, Glycin und Methionin gebildet. Die Speicherung erfolgt zu etwa 95% in der Muskulatur.

Kreatin stellt in Form des Kreatinphosphats (siehe Energiegewinnung) neben Adenosintriphosphat (ATP) die wichtigste Energiequelle des menschlichen Körpers dar. Deshalb versuchen manche Athleten durch die orale Zufuhr von Kreatinmonohydrat (Vorstufe) ihre Leistungsfähigkeit zu erhöhen.

Der Mensch benötigt täglich ca. 2g Kreatin, wobei 1g vom Körper gebildet (endogene Synthese) und etwa 1g mit der Nahrung zugeführt wird. Tierische Lebensmittel enthalten mehr Kreatin als pflanzliche. Besonders reich sind Fisch und Fleisch. Aber auch die hier enthalten Mengen besitzen keinen leistungssteigernden Effekt. Dieser wurde nur bei Dosierungen von 20g Kreatin über die ersten 5 Tage erreicht. Der als "Aufladen" bezeichneten Phase folgt eine sogenannte Erhaltungsdosis von täglich 2g Kreatin.

Bei Sportarten, die durch kurze und/oder intervallartige Belastungsspitzen gekennzeichnet sind und ausreichend grosse Ruhephasen zwischen den Belastungen aufweisen, wurde ein leistungssteigernder Effekt beobachtet. Keinerlei Wirkung zeigte sich bei Ausdauersportarten, da hier die Energiebereitstellung durch Zucker- und Fettverbrennung erfolgt.

Die Einnahme von Kreatin hat neben einem Kraft- und Muskelzuwachs eine Zunahme des Körpergewichts zur Folge, was durch verstärkte Wassereinlagerungen noch verstärkt wird. Bei Sportarten, die in Gewichtsklassen eingeteilt sind, ist dieser Aspekt mit einzukalkulieren. In Amerika starben im Jahr 1999 drei Ringer, nachdem sie versucht hatten, die durch Kreatin verursachte Gewichtszunahme durch starken Schweißverlust ("abkochen") zu kompensieren.

Obwohl kurzfristig keine Nebenwirkungen unter Kreatin-Supplementierung beobachtet wurden, gibt es bislang keine kontrollierten Langzeitstudien, die eine völlige Unbedenklichkeit garantieren.



L-Carnitin

L-Carnitin ist ein nicht-essentieller Nährstoff, da es im Körper aus den Aminosäuren Lysin und Methionin aufgebaut werden kann. Mangelzustände treten also nur unter Hämodialyse oder bei Stoffwechselstörungen auf, die mit einer unzureichenden Synthese verbunden sind.

Die Hauptfunktion des L-Carnitins besteht darin, langkettige Fettsäuren in die Mitochondrien ("Kraftwerke der Zellen") zu transportieren, wo diese oxidiert ("verbrannt") werden. Deshalb werben die entsprechenden Firmen damit, dass L-Carnitin leistungssteigernd wirkt und die Fettverbrennung beschleunigt. Da L-Carnitin bei dem Transport jedoch nicht verbraucht wird, sondern immer wieder verwendet werden kann, besitzt die Einnahme von Nahrungsergänzungsmitteln keinen zusätzlichen Effekt. In bislang keiner seriösen Studie konnte ein positiver Effekt von L-Carnitin bezüglich Ausdauerleistung und Fettverbrennung nachgewiesen werden.

Weitere potentiell ergogene Substanzen

Def.: Ergogene Substanzen

Darunter versteht man Nahrungsbestandteile bzw. Nahrungsmittel, die einen leistungssteigernden Effekt besitzen sollen. Sie werden von Sportlern eingesetzt, um Kraft- und Ausdauerleistungen zu verbessern. Allerdings liegen für die wenigsten Wirkstoffe gesicherte wissenschaftliche Ergebnisse vor.

Viele Stoffe - wenig Wirkung

Substanz	postulierte Wirkung	Beurteilung
HMB (Hydroxy-Methyl-Butyrat)	Stimulation von Muskelaufbau und Fettverbrennung	wissenschaftlich nicht belegt
CLA (konjugierte Linolsäure)	anaboler Effekt	Ergebnisse beim Menschen nicht eindeutig belegt
Chrom	Verstärkung der Insulinwirkung als Bestandteil des Glucose-Toleranz-Faktors (GTF)	widersprüchliche Ergebnisse
Phosphatsalze	Leistungssteigerung, da Bestandteil von ATP und KP	widersprüchliche Ergebnisse
Alkalisalze (Bicarbonat, Citrat)	Leistungssteigerung durch Neutralisation der Milchsäure im Blut	widersprüchliche Ergebnisse, Magen-Darm-Beschwerden unter Bicarbonat beobachtet
Chitosan	Verminderung der Fettaufnahme durch Hemmung des fettspaltenden Enzyms (Lipase)	kann gesunde Ernährung nicht ersetzen, Nebenwirkungen: Blähungen, Fettstühle, Durchfall
Bienenerzeugnisse	hochkonzentrierte Mischung aus Vitaminen, Mineralstoffen, Kohlenhydraten und Aminosäuren	keine Leistungssteigerung, der Bedarf kann durch gesunde Ernährung gedeckt werden
Gelatine	Schutz des Bindegewebes, da ähnliche Aminosäurezusammensetzung	wissenschaftlich nicht belegt
Inosin	Leistungsverbesserung, da Cofaktor bei Glykogenolyse und als Inosinmonophosphat Vorstufe des ATP	wissenschaftlich nicht belegt
Coenzym Q10	Verbesserter oxidativer Abbau der Hauptnährstoffe als Bestandteil der Atmungskette	wissenschaftlich nicht belegt

Anabolika

Sie gehören zwar nicht zu den Nahrungsergänzungsmitteln, werden jedoch häufig von Sportlern missbraucht. Sie dienen im wesentlichen dem Aufbau von Körpersubstanz, wodurch ein Muskelzuwachs und eine Kraftsteigerung erreicht wird. Allerdings besitzen Anabolika eine Reihe von schwerwiegenden Nebenwirkungen.

Durch die Hemmung zweier Hormone (LH und FSH) der Hypophyse (Hirnanhangsdrüse) kommt es zu einer Abnahme der Hodengrösse und einer verminderten Spermienproduktion im Hoden. Bei Frauen führt die Einnahme anaboler Steroide zu einer "Vermännlichung". Dies kann Haarausfall, Bartwuchs und eine verstärkte Körperbehaarung bei Frauen auslösen. Männer entwickeln häufig weibliche Brüste (Gynäkomastie) und bei Jugendlichen ist mit einer Unterbrechung des Wachstums zu rechnen. Weiterhin besitzen Anabolika folgende Nebenwirkungen:

- Leberschäden bis hin zum Leberkarzinom
- Blutdruckerhöhung
- Wassereinlagerungen (Ödeme)
- Herzvergrößerung (Linksherzhypertrophie) bis zum Herzversagen
- Erhöhung des "schlechten" LDL-Cholesterins, Senkung des "guten" HDL-Cholesterins
- Veränderungen bei der Blutgerinnung
- Prostatakrebs
- Hohes Suchtpotential
- Psychische Nebenwirkungen: Psychosen, Schizophrenie, Aggressivität, Depressionen usw.

Weitere Informationen finden Sie auch unter den folgenden Links:

<http://www.was-wir-essen.de>

<http://www.talkingfood.de>