



Ernährung des Leistungssportlers in Training und Wettkampf

Alexandra Schek, Gießen

Die Ernährung beeinflusst die sportliche Leistung nachweislich. Um optimale Ergebnisse zu erzielen, müssen Athleten mit hohem Leistungsniveau auf eine ausgewogene, vielseitige Basiskost sowie auf spezielle Ernährungsmaßnahmen vor, während und nach intensiven Trainingseinheiten und Wettkämpfen achten. Die hierfür gegebenen Empfehlungen zu Menge, Zusammensetzung und Zeitpunkt der Nahrungsaufnahme werden im Folgenden besprochen. Sie unterstützen die Athleten dabei, effektiver und mit geringeren Risiken für Verletzungen und Erkrankungen zu trainieren und sich im Wettkampf zu behaupten. Um die persönlichen Leistungsreserven auszuschöpfen, kann eine individuelle, qualifizierte Ernährungsberatung hilfreich sein.

Einleitung

Seit mittlerweile rund 50 Jahren werden potenziell leistungssteigernde Ernährungsmaßnahmen vor und während physischer Belastungen untersucht und diskutiert, allen voran die Kohlenhydratsupplementation im Ausdauersport (Übersichten bei [1, 2]). Parallel dazu wurden Ernährungsempfehlungen für Training

und Wettkampf formuliert, die weitestgehend die Aufrechterhaltung der Leistung durch bedarfsgerechte Zufuhr von Energie, Flüssigkeit, Vitaminen und Mineralstoffen oder eine (angebliche) Leistungssteigerung durch Supplemente im Auge haben (Übersichten bei [3–5]). Regenerationsfördernde Ernährungsempfehlungen, auch unter dem Aspekt der Vermeidung von leis-

tungshemmenden Überbelastungen, rückten erst vor etwa zehn Jahren verstärkt in den Fokus.

Der aktuelle Stand der Forschung zur Zufuhr von Energie, Flüssigkeit, Kohlenhydraten, Proteinen, Fett, Vitaminen und Nahrungsergänzungsmitteln für Leistungssportler vor, während und nach dem Sport, im Training wie im Wettkampf, wird in diesem Beitrag dargestellt.

Energie

Der Energiebedarf von Leistungssportlern ist abhängig von der Sportart, der Trainingsbelastung (Intensität, Dauer, Frequenz) und dem Wettkampfprogramm.

Bis auf wenige Ausnahmen – hier sind vor allem Ultra-Ausdauerathleten wie Tour-de-France-Fahrer oder Teilnehmer am Race Across America sowie Sportler mit Zeit-Mengen-Problem zu nennen – ist die Deckung des Energiebedarfs durch Lebensmittel des üblichen Verzehrs möglich.

Eine ausgewogene und vielseitige Ernährung gewährleistet, dass Makro- und Mikronährstoffe – auch im Wachstum – in ausreichenden Mengen zugeführt werden. Somit ist die Verwendung von energiereichen bzw. nährstoffangereicherten Supplementen nur in den genannten Ausnahmefällen erforderlich.

Allgemein gilt es, ein längerfristiges Energiedefizit zu vermeiden, da ein solches mit Gewichtsabnahme, Einbußen in der Trainingsadaptation und Leistungsfähigkeit ebenso wie mit negativen Effekten auf die Gehirntätigkeit, die Knochengesundheit sowie metabolische, reproduktive und Immunfunktionen einhergehen kann. Der Energiebedarf gilt als gedeckt, wenn das Körpergewicht langfristig konstant bleibt (oder bei Hypertrophietraining zunimmt).

Eine wichtige Erkenntnis für die Ernährung in der Erholungsphase ist, dass intensive (Ausdauer-)Belastungen zu einer Unterdrückung des Appetits führen können. Dadurch wird die ad-libitum-Energieaufnahme gehemmt, sodass die beim Sport verbrauchte Energie nicht vollständig wieder zugeführt wird [6–8]. Leistungssportler sollten darüber aufgeklärt werden, dass der Appetit kein vertrauenswürdiger Indikator für ihren Energiebedarf ist [9], und deshalb dazu angehalten werden, „nach Plan“ zu essen, selbst wenn ihnen nicht danach ist. Ein Beispiel für einen Tages-Speiseplan für Aus-

dauersportler ist in ♦ Tabelle 1 dargestellt.

Darüber hinaus ist eine Vernachlässigung der Fettzufuhr zugunsten einer einseitigen Kohlenhydratzufuhr zu vermeiden, da das energetische Defizit bei ad-libitum-Verzehr einer kohlenhydratreichen Kost größer ausfällt als bei kohlenhydratarmer Kost [8] (♦ Abbildung 1).

Energieriegel können eingesetzt werden, wenn es gelegentlich schnell gehen muss (s. u.). Dabei ist allerdings darauf zu achten, ausgewogen zusammengesetzte Produkte auszuwählen (50–55 Energie% Kohlenhydrate, 30–35 Energie% Fett, 15–20 Energie% Protein).

Flüssigkeit

Im Leistungssport ist eine tägliche Flüssigkeitszufuhr über Getränke und Nahrung von rund 3 L zzgl. der belastungsbedingten Schweißverluste empfehlenswert.

Bei Belastungen von mehr als 60 Minuten Dauer gilt es, vor, während und nach dem Training bzw. Wettkampf zu trinken, weil größere Flüssigkeitsdefizite (Dehydratation) das Herz-Kreislauf-System belasten und die aerobe Leistungskapazität beeinträchtigen. Zur Prähydratation sollten 4 Stunden vor Belastungsbeginn 5–7 mL Flüssigkeit pro kg Körpergewicht (KG) langsam getrunken werden, zur Rehydratation während intensiver Belastungen wird eine ad-libitum-Flüssigkeitszufuhr von 400–800 mL/h als optimal erachtet [10]. Hierbei ist darauf zu achten, dass die Flüssigkeit 400–1100 mg/L Natrium enthält. Gemäß NOAKES ist es nicht ratsam, sich beim Trinken von dem Gedanken leiten zu lassen, beim Zieleinlauf dürfe der Grad der

Dehydratation nicht mehr als einer 3-prozentigen Abnahme des Körpergewichts entsprechen. Sinnvoller sei es, sich vom Durst leiten zu lassen. Eine Meta-Analyse zum Trinkverhalten hat ergeben, dass es keinen signifikanten Vorteil hat, über den Durst hinaus zu trinken [11].

In kalter ebenso wie in feucht-heißer Umgebung und in großer Höhe können die Schweißverluste 4 bis 10 L/Tag betragen. Dabei werden auch Elektrolyte ausgeschieden, wobei Natrium mit 3,5–7,0 g/d dominiert [12]. Zur Wiederauffüllung der Flüssigkeitsverluste werden leicht hypotone bis isotone Getränke empfohlen, die neben Natrium in der o. g. Menge auch Magnesium, Kalzium und Kalium enthalten können [3]. Bei hohen Außentemperaturen fördern (eis-)gekühlte Getränke die Leistung [13, 14]. Besonders wenn viel reines Wasser getrunken wird, kann es zur Entwicklung einer Hyponatriämie kommen. Die Flüssigkeitsmenge sollte daher nicht so groß sein, dass das Körpergewicht während der Belastung ansteigt [15].

Für die Erholungsphase gilt, dass die Flüssigkeits- und Elektrolytverluste „nach Belieben“ ersetzt werden können, solange das Flüssigkeitsdefizit weniger als 5 % beträgt und die nächste Belastung nicht innerhalb der nächsten 24 Stunden geplant ist. Bei starker Dehydratation, womit nach intensiven (Ausdauer-)Belastungen von mehr als 120 Minuten Dauer zu rechnen ist, und einer geplanten weiteren Belastung innerhalb der nächsten 8 Stunden ist es ratsam, unmittelbar zu Beginn der Regenerationsphase mit dem Flüssigkeits- und Natriumersatz zu beginnen und so viel hypotoner oder isotoner Getränke zu sich

Eine einheitliche Definition des Begriffs **Leistungssportler** gibt es nicht. In diesem Beitrag wird unter Leistungssportler eine Person verstanden, die an mindestens fünf Tagen pro Woche mindestens zwei Stunden pro Tag intensiv Sport treibt und dabei rund 800 kcal verbraucht. Daraus ergibt sich ein wöchentlicher sportbedingter Energieumsatz von 4000 kcal oder mehr. Somit sind Kaderathleten gleichermaßen gemeint wie Personen, die regelmäßig an Wettkämpfen teilnehmen und ein entsprechend energieaufwändiges Trainingspensum absolvieren.

Der Begriff **Zeit-Mengen-Problem** beschreibt den Umstand, dass manche Athleten, die beispielsweise einem Olympiakader angehören und gleichzeitig studieren (sog. duale Karriere), nicht genügend freie Zeit haben, um diejenigen Mengen an vollwertigen Lebensmitteln (zuzubereiten und) zu verzehren, die erforderlich sind, um den Energiebedarf zu decken. Und bei einem Athleten, der 8000 kcal/d benötigt, kann auch das Fassungsvermögen des Magen-Darm-Trakts zum Problem werden. In solchen Ausnahmefällen sind energiereiche Nahrungsergänzungen erforderlich.

Adaptation bedeutet Anpassung mit dem Ziel, veränderten Bedingungen besser gewachsen zu sein. Im Sport bezieht sich dies v. a. auf Trainingseffekte, z. B. Steigerung von Herzleistung und Sauerstoffaufnahme, Erhöhung der muskulären Glykogenkonzentration, Zunahme des Muskelfaserquerschnitts, wie sie aus einer ständigen Steigerung der Trainingsintensität resultieren und letztlich in eine Verbesserung der Leistungsfähigkeit münden.

Die **Immunfunktion** ist im Sport von besonderer Bedeutung, weil jeder krankheitsbedingte Trainingsrückstand mit Leistungsminderungen einhergeht. Nach intensiven Trainingsphasen von 1 bis 2 Wochen Dauer und nach Wettkämpfen besteht ein erhöhtes Risiko für Infektionen der oberen Atemwege. Als weitere Auslöser kommen Schlafmangel, mentaler Stress, Gewichtsverlust sowie inadäquate Ernährung (v. a. Energie-/Kohlenhydrat-/Vitaminmangel) infrage. Ursächlich scheint eine die Immunantwort unterdrückende Wirkung von Stresshormonen wie Adrenalin und Cortisol zu sein.

Hypertrophietraining verfolgt den Zweck, die Muskelmasse durch Verdickung der Muskelfasern wachsen zu lassen, also den Gesamtquerschnitt der Skelettmuskeln zu vergrößern. Dies erfolgt in der Regel durch Krafttraining.

Prähydratation bezeichnet die Flüssigkeitsaufnahme 2 bis 4 Stunden vor Belastungsbeginn, um zu gewährleisten, dass der Start mit ausgeglichener Flüssigkeitsbilanz erfolgt. Die früher praktizierte Hyperhydratation, d. h., das gezielte Trinken von Mengen, die zu einer positiven Wasserbilanz führen, wird heute nicht mehr praktiziert, da sie harntreibend wirkt. Unter Rehydratation versteht man den Flüssigkeitsersatz während und nach Belastung mit dem Ziel der Wiederherstellung einer ausgeglichenen Flüssigkeitsbilanz infolge dehydratisierender (= entwässernder) Belastung.

Hyponatriämie ist definiert als eine Natriumkonzentration im Blut von weniger als 120 mmol/L. Die sog. Wasserintoxikation kann ein Lungen- und Hirnödem mit Krampfanfall und sogar den Tod zur Folge haben. Hervorgerufen wird sie durch übermäßiges Trinken von Wasser mit geringem Natriumgehalt – Mengen von bis zu 15 L in 6 Stunden sind beschrieben worden. Am häufigsten betroffen waren untergewichtige Frauen, die für einen Marathon länger als 4 Stunden benötigten und im Ziel mehr wogen als am Start.

Muskel- und Leberglykogen liefern rasch mobilisierbare Glukose für körperliche Aktivitäten. Während im Kraftsport die anaerobe Laktatsynthese aus Glukose leistungslimitierend wirken kann, ist es im Ausdauersport die zur Verfügung stehende Menge an oxidierbarem Reservekohlenhydrat. Die durchschnittliche Glykogenkonzentration wird auf 350 g in der Muskulatur und auf 90 g in der Leber beziffert. Durch Kohlenhydrat-Superkompensation – eine Kombination aus erschöpfendem Training und nachfolgender Kohlenhydratzufuhr von 60–70 Energie% – lässt sich diese Menge um rund 50 % erhöhen. Geht das körpereigene Glykogen bei langdauernden Belastungen zur Neige, wird die Glukoneogenese aus Glycerol (Fettgewebe), Laktat (Muskeln) und glukogenen Aminosäuren (Leber) angekurbelt, was jedoch auf Kosten der Belastungsintensität geht. Daher ist es im Sinn eines Glykogenspareffekts ratsam, während Belastung in regelmäßigen Abständen Kohlenhydrate oral zuzuführen.

Eine **positive Stickstoffbilanz** tritt auf, wenn der Körper weniger (Harnstoff-)Stickstoff ausscheidet, als ihm (Protein-) Stickstoff zugeführt wird. Er befindet sich dann in einer anabolen Phase. Im Sport ist dies der Fall, wenn Muskelproteine nicht nur regeneriert, sondern neu aufgebaut werden (vgl. Hypertrophietraining). Eine Steigerung der Stickstoffzufuhr ist nicht prinzipiell gleichbedeutend mit einer positiven Stickstoffbilanz. Überschüssig zugeführte Proteine bewirken eine vermehrte Ausscheidung von Harnstoff im Urin.

Die **oxidative Kapazität der Muskeln** beschreibt das Ausmaß deren Fähigkeit, ATP oxidativ zu generieren. Ausdauertraining erhöht die oxidative Kapazität, was u. a. an einer erhöhten maximalen Sauerstoffaufnahme (Leistungsparameter) erkennbar ist. Nicht zu verwechseln ist die oxidative Kapazität mit dem oxidativen Potenzial. Hierunter ist die Summe der antioxidativen Möglichkeiten des Körpers zu verstehen.

zu nehmen, dass die Flüssigkeitsverluste kompensiert werden [16]. Dabei sollte jedoch nicht zu viel auf einmal getrunken werden, sondern besser mehrfach in kleineren Mengen, um die Diurese nicht anzuregen [17].

Zur schnellen Rehydratation eignen sich isotone Fruchtsaftschorlen (Verhältnis Saft zu Wasser 1 : 1), Glukose-Elektrolyt-Lösungen und Glukosepolymer-Lösungen gleichermaßen. Neuere Untersuchungen zei-

gen, dass auch fettarme Milch und Milchmischgetränke günstig einzustufen sind [18–21]. Sie sind zwar leicht hyperton und erzeugen ein Gefühl von „gefülltem Magen“, fördern die Diurese aber weniger als Wasser.

	Energie [kcal]	Kohlenhydrate [g]	Fett [g]	Eiweiß [g]
1. Frühstück				
1,5 dL ungesüßter Kaffee	0	–	–	–
1,5 dL Orangensaft	66	13,8	–	1,0
50 g Müsli	180	31,1	4,1	5,2
150 g Fruchtjoghurt (3,5%)	106	6,8	5,7	5,9
100 g Banane	92	21,2	0,2	1,2
75 g Weißbrötchen	172	36,7	0,9	5,7
5 g Butter	38	–	4,2	–
30 g Gouda (45%)	110	–	8,8	7,7
	764	109,6	23,9	26,7
2. Frühstück				
2 dL Mineralwasser	0	–	–	–
200 g Weintrauben	140	31,6	0,6	1,4
25 g Erdnüsse	146	3,1	12,0	6,4
	286	34,7	12,6	7,8
Mittagessen				
3 dL Mineralwasser	0	–	–	–
100 g Hähnchenschenkel	104	–	2,4	20,6
20 mL Pflanzenöl	180	–	19,8	–
200 g Karotten	50	9,5	0,4	2,0
90 g Reis (Trockengewicht)	312	70,9	0,5	6,1
100 g Schokoladenpudding	106	17,9	2,5	2,6
35 g Butterkekse	150	26,4	3,8	2,7
	902	124,7	29,4	34,0
Nachmittagsmahlzeit				
1,5 dL ungesüßter Tee	0	–	–	–
2 dL Gemüsesaft	34	6,0	0,2	1,6
100 g Aprikosen	44	8,7	0,1	0,9
100 g Hüttenkäse	104	3,4	4,3	12,3
100 g Obstkuchen	102	12,6	5,6	1,7
	284	30,7	10,2	16,5
Abendessen				
2 dL alkoholfreies Bier	56	11,0	–	0,6
150 g Roggenvollkornbrot	300	62,5	1,8	10,4
10 g Butter	76	0,1	8,3	–
50 g Camembert (50%)	160	0,1	12,7	10,4
150 g Tomaten	28	4,7	0,3	1,5
	620	78,4	23,1	22,9
Spätmahlzeit				
1,5 dL Mineralwasser	0	–	–	–
60 g Feigen	144	31,9	0,8	2,1
	144	31,9	0,8	2,1
Summe	3000	410,0	100,0	110,0
		55 Energie%	30 Energie%	15 Energie%

Tab. 1: **Vollwertiger 3000-kcal-Tages-Speiseplan für die (Ausdauer-) Trainingsphase***

6 Mahlzeiten mit folgender Energieverteilung: Frühstück 25 %, Zwischenmahlzeit 10 %, Mittagessen 30 %, Zwischenmahlzeit 10 %, Abendessen 20 %, Spätmahlzeit 5 %

(*zzgl. kalorienfreier Flüssigkeit in Höhe der Schweißverluste) Quelle: [5]

	Durchschnittlicher Gesamtenergieverbrauch		Durchschnittliche Energiezufuhr		Durchschnittliche Energiebilanz	
62 Energie%	2590 kcal/d	4180 kcal/d	2110 kcal/d	2220 kcal/d	-480 kcal/d	-1960 kcal/d
Kohlenhydratgehalt der Kost						
37 Energie%	2915 kcal/d	4260 kcal/d	3085 kcal/d	3350 kcal/d	+170 kcal/d	-910 kcal/d
	Sport-Energieverbrauch		Sport-Energieverbrauch		Sport-Energieverbrauch	
	0 kcal/d	840 kcal/d	0 kcal/d	840 kcal/d	0 kcal/d	840 kcal/d

Abb. 1: Ad-libitum-Energiezufuhr bzw. Energiebilanz nach kohlenhydratreicher vs. kohlenhydratarmer Ernährung (nach [8])

Acht schlanke, untrainierte Männer (Grundumsatz 1800 kcal, PAL 1,8), die vier Wochen lang in einer Respirationskammer lebten, trainierten zwei Wochen lang nicht und zwei Wochen lang täglich auf einem Fahrrad-Ergometer, wobei sie durchschnittlich 840 kcal/d verbrauchten. In je einer der Wochen ohne bzw. mit sportlicher Betätigung erhielten sie eine sehr kohlenhydratreiche Kost mit 62 Energie% Kohlenhydraten, 25 Energie% Fett und 13 Energie% Protein. In den anderen beiden Wochen ohne bzw. mit Sport erhielten sie eine sehr fettreiche Kost mit 37 Energie% Kohlenhydraten, 50 Energie% Fett und 13 Energie% Protein. In beiden Kostformen wurden entsprechend zusammengesetzte Speisen aus Lebensmitteln des üblichen Verzehrs in einem sich wiederholenden 3-Tages-Rhythmus angeboten. Beide Kostformen wurden von den Probanden mithilfe eines standardisierten Fragebogens als gleich wohlschmeckend bewertet, die Probanden durften so viel essen, wie sie wollten (ad libitum). Es zeigte sich, dass die Energiezufuhr an Sporttagen im Vergleich zu Nicht-Sporttagen nicht adäquat gesteigert wurde, woraus zu schließen ist, dass die sportbedingte Appetitanregung bei beiden Kostformen nicht ausreichte, um den erhöhten Energieverbrauch zu kompensieren. Besonders mit, aber auch ohne Sport fiel die Energiebilanz bei der sehr kohlenhydratreichen Ernährung schlechter aus als bei der sehr fettreichen. Das ist darauf zurückzuführen, dass Kohlenhydrate nur halb soviel Energie pro Gramm liefern wie Fette und eine kohlenhydratreiche Kost voluminöser ist als eine fettreiche.

Kohlenhydrate

Kohlenhydrate, am besten in Form von stärke- und ballaststoffreichen Lebensmitteln, sollten grundsätzlich den größten Anteil der Nahrungsenergie liefern: mindestens 50 %, jedoch nicht mehr als 60 %. Reichen die körpereigenen Reserven an Kohlenhydraten (Glykogen), bedingt durch eine intensive Trainingseinheit oder einen Wettkampf, nicht aus, um den Bedarf der Skelettmuskeln und des zentralen Nervensystems zu decken, wird die körperliche und geistige Leistung beeinträchtigt. Um dem entgegenzuwirken, ist es ratsam, vor und besonders während lang dauernder Belastungen Kohlenhydrate oral zuzuführen: bei Belastungen von 60 bis 120 Minuten Dauer 30 bis 60 g/h, bei Belastungen von mehr als 120 Minuten Dauer 60 bis 90 g/h [22, 23]. Diese sollen schnell ins Blut gelangen, weshalb Glukose, Fruktose, Saccharose, Maltose und/oder Dextrine in Form von Getränken bevorzugt empfohlen werden. Die höchst mögliche Oxidationsrate von 105 g Monosacchariden/h kann durch gleichzeitige Aufnahme von Glukose und Fruktose (Verhältnis 2 : 1) erreicht werden [2, 24, 25]. Ein wichtiges Ernährungsziel in

der Erholungsphase ist die Wiederauffüllung des Muskel- und Leberglykogens. Hierbei ist zu berücksichtigen, dass eine adäquate Energiezufuhr die Voraussetzung für eine optimale Glykogeneinlagerung darstellt. Wenn mehr als 24 Stunden Zeit bis zur nächsten Belastung ist, genügt es, auf eine ausgewogene Nährstoffverteilung zu achten [3]. Stehen weniger als 8 Stunden für die Regeneration zur Verfügung, sollten innerhalb der ersten Stunden 1,2 bis 1,5 g Kohlenhydrate/kg KG/h zugeführt werden. Mehrere kleinere Portionen sind hierbei einer großen vorzuziehen [26] und Lebensmittel mit hohem und mittlerem glykämischen Index solchen mit niedrigem glykämischen Index [27]. Alternativ können 0,8 g Kohlenhydrate/kg KG/h mit 0,2 bis 0,4 g Proteinen/kg KG/h kombiniert werden [28], denn mehrere Studien haben gezeigt, dass eine Zulage von rund 20 g Proteinen die Glykogensynthese beschleunigt, wenn die Kohlenhydratzufuhr weniger als 1,2 g/kg KG/h beträgt [29–32].

Kohlenhydratkonzentrate wie Glukosepolymer-Lösungen, Gels und Riegel werden von Ausdauersportlern während Trainings- und

Wettkampfphasen verwendet. Sie enthalten verschiedene Kohlenhydrate in kombinierter Form und sollen die Glukoseabsorption maximieren. Fruchtsaftschorlen, Bananen, Weißbrot mit Honig oder Milchreis leisten allerdings ähnlich gute Dienste zur Energieversorgung und können – auch bei Sportarten mit mehreren über den Tag verteilten Einsätzen (z. B. leichtathletischer oder turnerischer Mehrkampf, Schwimmwettbewerbe mit mehreren Einzel-/Staffelstarts, Tanzturniere) – genauso gut eingesetzt werden.

Fette

Für die Mehrzahl der Sportler gilt es, sich kritisch mit dem Fettgehalt und der Fettsäurezusammensetzung in der Kost auseinanderzusetzen. Besonders Teamsportler verzehren sowohl insgesamt viel Fett (mehr als 35 Energie%) als auch einen hohen Anteil an gesättigten Fettsäuren. Die Rolle des Fettsäuremusters in der Ernährung des Sportlers ist noch nicht ausreichend erforscht, um auf der Grundlage von Studienergebnissen Empfehlungen auszusprechen, die von solchen für die Allgemeinbevölkerung abweichen. Bei der Ge-

samtfettaufnahme ist davon auszugehen, dass eine Begrenzung der Fettzufuhr auf weniger als 25 Energie% nicht erforderlich bzw. sogar kontraproduktiv ist, weil neben Glykogen immer auch intramuskuläre Triglyceride an der Energiebereitstellung beteiligt sind [33–35]. Gemäß PENDERGAST et al. [36] wirkt sich ein Mangel an Fetten fast ebenso negativ auf die Ausdauerleistung aus wie ein Defizit an Energie und schwächt außerdem die Immunfunktion [37].

Insofern sollten gerade Ultra-Ausdauersportler, die wegen einer Überbetonung der Kohlenhydrate (70–85 Energie%) oft nur auf 10–15 Energie% Fett kommen, darauf achten, ihren Fettverzehr auf die von der DGE gegebene Empfehlung von 30 Energie% (Allgemeinbevölkerung) bzw. 35 Energie% (Leistungssportler) zu erhöhen.

Proteine

Für Sportler wird eine höhere Proteinzufuhr empfohlen als für Nichtsportler, weil Aminosäuren einerseits als energetisch verwertbare Substrate, andererseits als Ausgangssubstanzen für die Muskelproteinsynthese dienen. Hierbei ist anzumerken, dass der Körper gut trainierter Sportler schonender mit seinem Proteinpool umgehen kann (geringere Oxidations- bzw. höhere Wiederverwendungsrate) als der von Sportanfängern [38, 39]. Das *American College of Sports Medicine* empfiehlt 1,2–1,7 g Protein/kg KG/d für leistungsorientierte Ausdauer- und Kraftsportler [40]. Dabei ist in jedem Fall davon auszugehen, dass der zusätzliche Proteinbedarf für die sportliche Aktivität mehr als gedeckt wird, wenn die verbrauchte Energie in Form einer gemischten Kost wieder zugeführt wird. Es ist also im Normalfall auch bei Kraftsportlern keine über eine ausgewogene Kost hinausgehende Zufuhr von Proteinen notwendig.

Wenn Proteine unmittelbar im Anschluss an eine intensive Belastung

verzehrt werden, können sie das Auftreten von Muskelschäden – erkennbar beispielsweise an einem Anstieg der Serum-Kreatinkinase – reduzieren [41–43]. Darüber hinaus verfolgt die Zufuhr von Proteinen in der Erholungsphase das Ziel, die muskuläre Protein(re)synthese zu stimulieren und ggf. eine positive Stickstoffbilanz zu erreichen [44]. Einerseits wird dadurch die oxidative Kapazität wiederhergestellt oder sogar verbessert (Ausdauertraining [45, 46]), andererseits kann ein Zuwachs an Muskelmasse erzielt werden (Krafttraining [46–48]). MOORE et al. haben gezeigt, dass 20 g tierisches Protein, sofort nach einer Krafttrainings-Einheit verzehrt, ausreichen, um die Muskelproteinsynthese zu maximieren [49]. Über diese Menge hinaus verzehrtes Eiweiß fördert den Muskelaufbau nicht stärker und wird vom Körper lediglich zur Energiegewinnung genutzt.

Tierische Proteine sind pflanzlichen (z. B. Sojamilch) aufgrund ihres höheren Gehalts an Leucin und anderen unentbehrlichen (essenziellen) Aminosäuren vorzuziehen [18, 50, 51]. Außerdem sind flüssige Proteinquellen besser als feste, weil die Aminosäuren-Absorption rascher erfolgt, wobei Hydrolysate aus Molkenprotein als besonders effektiv beschrieben werden [52–54]. Sehr zu empfehlen sind fettarme Milch und fettarmer Kakao [18–21, 55–58], zumal sie im Gegensatz zu Proteinkonzentraten nicht das Risiko von Verunreinigungen mit Prohormonen bergen [59]. Allerdings sollten Milch und Milchmodiggetränke besser nach als während der sportlichen Aktivität getrunken werden, weil sie die Empfindung eines „gefüllten Magens“ auslösen, was sich evtl. leistungshemmend auswirken könnte [60].

Mikronährstoffe

Sportler haben einen höheren Bedarf an Mikronährstoffen als Nichtsportler, im Verhältnis zum Energiebedarf ist dieser jedoch nicht überproportional.

Eine im Vergleich zu den D-A-CH-Referenzwerten unzureichende Aufnahme mit der Nahrung wurde bei Leistungssportlern für Vitamin D, „ACE“, Folat, Vitamin B6 sowie Magnesium, Kalzium, Eisen, Zink und Jod festgestellt. Daraus kann geschlossen werden, dass es nicht allen Leistungssportlern gelingt, eine vollwertige Basiskost zu sich zu nehmen [61–64].

Besonders von Mikronährstoffdefiziten betroffen sind Athleten mit Zeit-Mengen-Problem, Sportler, die sich längerfristig unterkalorisch ernähren oder an Lebensmittelunverträglichkeiten leiden sowie Veganer. Zeigen Blut- und Urinanalysen eine unzureichende Versorgung, ist es angebracht, diese Mikronährstoffe gezielt zu substituieren. Grundsätzlich sollen Vitamin- und Mineralstoffpräparate – außer in Situationen, in denen eine angemessene Lebensmittelauswahl nicht möglich ist, beispielsweise auf Reisen – jedoch nicht verwendet werden, denn sie stellen keinen Ausgleich für eine ungünstige Lebensmittelauswahl dar.

Vitamin D

Wie kürzlich ausführlich berichtet [65], reicht die UV-B-Exposition in unseren Breiten nicht aus, um über das ganze Jahr hinweg eine ausreichende Eigensynthese an Vitamin D (Cholecalciferol) zu gewährleisten. Vitamin D spielt eine wichtige Rolle im Knochenstoffwechsel (Kalziumhomöostase) und beeinflusst darüber hinaus die Proteinsynthese und Zellproliferation im Skelettmuskel sowie die Immunfunktion. Studien, die belegen, dass ein Defizit an Vitamin D die sportliche Leistung beeinträchtigt, existieren bislang ebenso wenig wie Studien, die nachweisen, dass Vitamin-D-Gaben sich positiv auf die Leistung auswirken. Einzig LAPPE et al. [66] haben gezeigt, dass eine achtwöchige Supplementation weiblicher Navy-Rekruten mit einer Kombination aus 20 µg Vitamin D und 2000 mg Kalzium pro Tag die Inzidenz des Auftretens von Stressfrakturen zu senken vermochte. ▶

Das Risiko einer Unterversorgung mit Vitamin D ist bei Leistungssportlern ebenso hoch wie in der Allgemeinbevölkerung [67–70]. Daher kann eine Supplementierung von Vitamin D im Winterhalbjahr, wenn die Eigensynthese nicht signifikant zur Versorgung beitragen dürfte, erwogen werden, damit der Zielwert für eine angemessene Zufuhr (20 µg/d) erreicht wird. Die Auswirkungen (auch mögliche negative Auswirkungen) einer generellen Supplementierung von Vitamin D sind noch nicht ausreichend wissenschaftlich erforscht.

Antioxidative Vitamine

Sportliche Betätigung resultiert in einer gesteigerten Bildung von reaktiven Sauerstoffverbindungen („Radikale“), die Zellbestandteile wie Proteine, Fette und Nukleinsäuren schädigen können. Weil hiervon auch die Skelettmuskelzellen betroffen sind, wird die Ermüdung bei submaximalen Belastungen von mehr als 30 Minuten Dauer teilweise auf diesen so genannten oxidativen Stress zurückgeführt [71, 72]. Um dem entgegenzuwirken, wurde vorgeschlagen, dass Sportler, die sich aerob belasten, in der Erholungsphase antioxidative Vitamine – Vitamin E, Vitamin C, β-Carotin – in hohen Dosen supplementieren sollen [73]. Dagegen spricht jedoch, dass der sportbedingte oxidative Stress vorübergehend ist und regelmäßiges Training den Körper dazu veranlasst, vermehrt enzymatische und nicht-enzymatische Antioxidanzien in den Muskelfasern bereitzustellen (Adaptation), um Schäden an den biologischen Strukturen abzuwenden [74]. Es könnte daher vielmehr sein, dass Megadosen antioxidativer Vitamine negative Auswirkungen haben, denn reaktive Sauerstoffverbindungen dienen in den Skelettmuskelzellen als Signalgeber für die Expression zahlreicher antioxidativer und mitochondrialer Enzyme [71, 75]. So konnten GOMEZ-CABERA et al. [76] sowie RISTOW et al. [77] nachweisen, dass hoch dosiertes Vitamin C bzw. Vitamin E (15-mal mehr als empfohlen) die adaptiven

Effekte von aerobem Training auf die Leistung sogar behindert. Die Supplementierung von hoch dosiertem β-Carotin kann aufgrund der beobachteten möglichen Förderung einer Karzinomentstehung nicht empfohlen werden.

Nahrungsergänzungsmittel

Die Tatsache, dass die Leistungsdichte im Sport immer mehr zunimmt, trägt sicherlich dazu bei, dass Nahrungsergänzungsmittel (NEM¹) in Athletenkreisen häufig eingesetzt werden. Meist werden mehrere NEM gleichzeitig verwendet [78–80]. Als wesentliche Gründe für die Einnahme werden von Athleten genannt:

- zur Unterstützung der Regeneration (71 %),
- zur Gesunderhaltung (52 %),
- zur Leistungssteigerung (46 %),
- zur Verhinderung/Behandlung von Krankheiten (40 %),
- zur Kompensation einer unausgewogenen Ernährung (29 %) [81].

Demgegenüber steht der Appell der *International Olympic Committee* ([82], S. 54): „Athleten, die den Einsatz von Nahrungsergänzungsmitteln in Erwägung ziehen, sollten deren Wirksamkeit, Kosten, Risiken bezüglich Gesundheit und Leistung sowie die Möglichkeit einer positiven Testung auf Dopingsubstanzen bedenken.“ Dieses Zitat macht ein grundsätzliches Problem im Leistungssport deutlich: Mit der Einnahme von (mehreren) NEM wird in der Regel nicht gewartet, bis ausreichend Studien vorliegen,

„Athleten, die den Einsatz von Nahrungsergänzungsmitteln in Erwägung ziehen, sollten deren Wirksamkeit, Kosten, Risiken bezüglich Gesundheit und Leistung sowie die Möglichkeit einer positiven Testung auf Dopingsubstanzen bedenken.“

die eine mögliche leistungsverbessernde Wirkung bei gleichzeitigem Ausschluss gesundheitlicher Risiken bestätigen. Hinzu kommt, dass vielen Elite-Athleten (z. B. 36 % in einer Studie an jugendlichen

Top-Sportlern in Deutschland, [83]) nicht bewusst ist, dass NEM mit verbotenen Stoffen, z. B. anabolen Steroiden oder Stimulanzien, kontaminiert sein können, die einen positiven Doping-Test nach sich ziehen [84, 85]. GEYER et al. (2004) fanden in fast 15 % von 634 aus 12 europäischen Ländern und den USA stammenden NEM unerlaubte anabole Steroide [86] (♦ Tabelle 2).

Für die meisten der neuerdings auch über das Internet zu beziehenden NEM gibt es keinerlei wissenschaftliche Evidenz bezüglich positiver Effekte auf die sportliche Leistung.

Nur für Koffein, Kreatin und Natriumbicarbonat/-citrat existiert eine breite Datenbasis bezüglich einer leistungsfördernden Wirkung. Dies bedeutet jedoch weder, dass die Einnahme jedem Sportler nutzt, noch dass keine unerwünschten Wirkungen auftreten können (vgl. [5]). Aktuell sind Nitrat im Ausdauersport und β-Hydroxy-β-Methylbutyrat (HMB) im Kraftsport populär.

Nitrat

Seit 2007 untersucht eine britische Arbeitsgruppe um LARSEN, BAILEY und VENHATALO (Übersicht über die Studien bei [87]) die Wirkung von Nitrat (NO₃⁻) – als Natriumnitrat (NaNO₃) oder Rote-Beete-Saft – an mehrheitlich untrainierten Probanden. Hintergrund waren Überlegungen, dass Stickstoffmonoxid (NO[•]), das im Körper über die Zwischenstufe Nitrit (NO₂) aus Nitrat

gebildet wird, als Botenstoff sowohl an der Regulation des muskulären Blutflusses (Vasodilatation, Thrombozytenaggregation) als auch an der mitochondrialen Atmung (oxidative Energiebereitstellung) beteiligt ist.

Nation	Gesamtzahl getesteter NEM	positiv getestete NEM: Anzahl / %
Niederlande	31	8 / 25,8
Österreich	22	5 / 22,7
Großbritannien	37	7 / 18,9
USA	240	45 / 18,8
Italien	35	5 / 14,3
Spanien	29	4 / 13,8
Deutschland	129	15 / 11,6
Belgien	30	2 / 6,7
Frankreich	30	2 / 6,7
Norwegen	30	1 / 3,3
Schweiz	13	0 / 0
Schweden	6	0 / 0
Ungarn	2	0 / 0
Gesamt	634	94 / 14,8

Tab. 2: Auf anabole Steroide untersuchte Nahrungsergänzungsmittel (NEM) aus verschiedenen Ländern (Zeitraum: Oktober 2000 bis November 2001; Institut für Biochemie der Deutschen Sporthochschule Köln für das Internationale Olympische Komitee) [86]

Bei einer durchschnittlichen Supplementation von 350 mg Nitrat/d über 2–14 Tage wurden ein Anstieg der Nitritkonzentration im Plasma, eine Abnahme des systolischen Blutdrucks sowie eine Verminderung der (maximalen) Sauerstoffaufnahme (VO_2) gefunden. Bei intensiver submaximaler bis maximaler Belastung war die Zeit bis zur Erschöpfung verlängert. Hierbei ist von einer dosisabhängigen Wirkung auszugehen [88]. Abgesehen davon, dass es fraglich ist, ob sich Studienergebnisse an Untrainierten auf Leistungssportler übertragen lassen, ist an einer Nitrat-Supplementation in jedem Fall zweierlei problematisch: So hemmt Nitrat die Absorption von Jod und dessen Transport in die Schilddrüse. Dies ist bedenklich, weil Jod als Bestandteil der Schilddrüsenhormone unter anderem an Zellwachstum/-differenzierung und Wärmebildung beteiligt ist und Jodmangel in Deutschland endemisch ist. Zudem wird Nitrat zu ungefähr 5 % durch bakterielle Einwirkung in der Mundhöhle und im Magen in Nitrit umgewandelt, welches

im sauren Milieu des Magens mit Aminen und anderen nitrosierbaren Verbindungen zu N-Nitrosaminen reagieren kann, die als stark krebs-erregend eingestuft werden. Aus diesem Grund wurde der *Acceptable Daily Intake* – d. h. die duldbare tägliche Dosis, die ein Leben lang ohne gesundheitliche Beeinträchtigung zugeführt werden kann – für Nitrat auf 3,7 mg/kg KG/d festgesetzt. Diese Menge wurde in allen Studien überschritten und wird bereits durch den Verzehr von 250 g Rote Beete, Tiefkühl-Spinat, Eisberg-/Kopfsalat, Kohlrabi, Fenchel oder Radieschen erreicht. Dazu kommt noch das Nitrat aus dem Trinkwasser sowie Nitrat bzw. Nitrit aus gepökelten Fleisch-erzeugnissen.

HMB

Acht Studien aus den Jahren 2000 bis 2013 zum Einsatz von β -Hydroxy- β -Methylbutyrat (HMB) im Kraftsport sind bei SCHEK [89] vergleichend beschrieben. HMB ist ein Metabolit des Leucin-Stoffwechsels. Rund 5 % dieser verzweigt-kettigen Aminosäure werden intramuskulär in α -Ketoisocaproinsäure umgewandelt, welche in der Leber weiter zu HMB verstoffwechselt wird, woraus wiederum Cholesterin gebildet

wird. Viele Jahre wurde angenommen, dass HMB die Regeneration der Skelettmuskeln im Anschluss an hochintensive oder lang dauernde Belastungen beschleunigt, indem das aus ihm synthetisierte Cholesterin die Zellmembranen der Muskelfasern stabilisiert. Dementsprechend fokussierten erste Untersuchungen sowohl an untrainierten als auch an trainierten Kraftsportlern das Ausmaß trainingsbedingter Muskelschäden (Indikatoren: Kreatinkinase, Lactatdehydrogenase, 3-Methylhistidin). Später kamen Studien zum Einfluss auf Muskelmasse und Kraft hinzu. Aktuell werden zwei sich ergänzende Wirkungsmechanismen diskutiert: Zum einen soll HMB das Ubiquitin-Proteasom-System hemmen, das proteolytisch wirkt und unter katabolen Bedingungen verstärkt aktiv ist, zum anderen soll es die Proteinkinase mTOR stimulieren, die die Proteinsynthese fördert, also anabol wirkt.

In den bis heute durchgeführten Studien, in denen 3 g HMB/d über 2–12 Wochen supplementiert wurden, konnten mehrheitlich positive Wirkungen auf die Verhinderung von Muskelschäden bzw. auf den Kraftzuwachs festgestellt werden. Diese fielen bei Untrainierten deutlich stärker aus, was darauf zurückgeführt werden kann, dass bei weniger gut trainierten Personen vergleichbare Trainingsstimuli ausgeprägtere Adaptationen bewirken. Anders ausgedrückt: Ein kaum trainierter Muskel ist empfänglicher für Schädigungen an den Muskelfasern und hat einen höheren Proteinumsatz, weshalb im Zusammenhang mit der Einnahme antikataboler bzw. anaboler Substanzen stärkere adaptive Reaktionen zu erwarten sind.

ROWLANDS und THOMSON [90] kamen in einer Meta-Analyse zu dem Schluss, dass HMB bei Untrainierten über einen Zeitraum von ein bis zwei Monaten einen Kraftzuwachs von im Mittel $6,6 \pm 5,7$ % bewirken kann, die Leistung von Trainierten dagegen nicht signifikant verbessert. Die *International Society of Sports Nutrition* dagegen kommt in ihrem Posi-

¹ Dazu zählen sowohl Mikronährstoffe als auch ergogene Substanzen, jeweils in dosierter Form (z. B. Kapseln).

tionspapier zu dem Schluss [91], dass HMB auch bei erfahrenen Athleten wirken kann, wenn hochintensive Übungen häufig variiert werden (Periodisierung), um Gewöhnungen an das Trainingsprotokoll zu vermeiden.

Praxistipps: Ernährung im Wettkampf und zur Regeneration

♦ Übersicht 1 zeigt die wichtigsten Empfehlungen für eine leistungsfördernde und gesundheitserhaltende Ernährung von Leistungssportlern im Wettkampf.

Empfehlungen, die für die Regeneration Relevanz haben, sind in ♦ Tabelle 3 nach Sportarten zusammengefasst.

Dr. Alexandra Schek
Mühlstr. 11, 35390 Gießen.
E-Mail: Alexandraschek@aol.com

Die Literatur zu diesem Artikel finden Sie im Internet unter www.ernaehrungs-umschau.de/service/literatur-verzeichnisse/

ÜBS. 1: ERNÄHRUNGSRICHTLINIEN FÜR DEN LEISTUNGSSPORTLICHEN WETTKAMPF [5]

1. Bedarfsdeckende Energiezufuhr, wozu schmackhaft zubereitete und appetitlich präsentierte Speisen sowie eine entspannte Atmosphäre beim (gemeinschaftlichen) Essen beitragen.
2. Adäquate Getränkeauswahl, was neben Zusammensetzung und Temperatur auch die Verträglichkeit unter Belastung umfasst, die bereits im Vorfeld getestet werden muss. Die Flüssigkeitsmenge bemisst sich an den Schweißverlusten.
3. Bedarfsangepasste Kohlenhydratzufuhr, d. h. 8–10 g/kg KG/d bei ausdauerbetonten bzw. 5–7 g/kg KG/d bei kraftbetonten Sportarten, was stichprobenartig über Ernährungsanalysen quantifiziert werden sollte.
4. Berücksichtigung von glykämischem Index und glykämischer Last in dem Sinn, dass im Verlauf und im Anschluss an Wettkämpfe Produkte mit hohem Anteil an Zucker und Stärke, ansonsten jedoch Lebensmittel mit hohem Stärke- und Ballaststoffgehalt zu bevorzugen sind.
5. Nicht zu viel Fett, aber auch keine Fettphobie, außerdem Berücksichtigung einer ausreichenden Zufuhr von n3- und einfach ungesättigten Fettsäuren.
6. Kein völliger Verzicht auf tierische Erzeugnisse, weil die Proteine aus Eiern, Fisch, Fleisch und Milch(produkten) mehr Leucin und andere unentbehrliche (essenzielle) Aminosäuren liefern als pflanzliche Proteine.
7. Maßvoller Umgang mit Convenience Food, Süßwaren und Knabberartikeln, außerdem Vermeidung von Alkohol.
8. Fortführung der Substitution defizitärer Mikronährstoffe, falls damit bereits im Training begonnen wurde.
9. Ernährung nicht dem Zufall überlassen, sondern schon im Vorfeld Speisepläne erstellen.

Sportarten	Primäre Ernährungsziele nach dem Sport
Ausdauer: z. B. Triathlon, Marathon, Gehen, Orientierungslauf, Straßenradrennen, Langstreckenschwimmen, Skilanglauf ...	Flüssigkeitsersatz: mindestens gewichtsverlustausgleichend unmittelbar nach der Belastung in mehreren kleineren Portionen [92] Glykogenresynthese: ≥ 1,2 g KH/kg KG/h in den ersten 2 bis 3 Stunden [93] oder 0,8 g KH/kg KG/h + 20 g tierisches Protein [49]
Kraftausdauer: z. B. Mittelstrecke, Zeitfahren, Schwimmen, Rudern, Kanu, Eisschnelllauf, Biathlon ...	Glykogen- und Proteinresynthese: 0,8 g KH/kg KG/h + 0,2 g Protein/kg KG/h in den ersten 2–3 Stunden [28]
Kraft/Schnellkraft: z. B. Sprint, Wurf, Kugelstoßen, Gewichtheben, Ski alpin ...	Glykogen- und Protein(re)synthese: 0,8 g KH/kg KG/h + 0,4 g Protein/kg KG/h in den ersten 4–5 Stunden [32, 94]
Ästhetik: z. B. Turnen, Rhythmische Sportgymnastik, Tanzen, Wasserspringen, Eiskunstlauf ...	Glykogen- und Proteinresynthese: KH- und Proteinzufuhr innerhalb von 30 Minuten nach der Belastung bei 4–6 g KH/kg KG/d und 1,4–2,0 g Protein/kg KG/d [95] Während Gewichtsreduktionsphasen: Fokus auf Zufuhr essenzieller Nährstoffe bei max. Energiedefizit von 500 kcal/d [95]
Gewichtsklassen: z. B. Ringen, Judo, Karate, Boxen, Bodybuilding ...	wie unter „Ästhetik“
Ball sport: z. B. (Tisch-)Tennis, Badminton, Fußball, Basketball, Handball, Volleyball, Hockey ...	Flüssigkeitsersatz und Glykogenresynthese: KH-reiche Getränke und Snacks unmittelbar nach dem Spiel und eine KH-reiche Mahlzeit nach einigen Stunden [96]

KH = Kohlenhydrate

Tab. 3: Sportartbezogene Ernährungsrichtlinien zur Optimierung der Regeneration bei Wettkämpfen

Online-Fortbildung 10 Fragen

Weitere Informationen zur Online-Fortbildung finden Sie unter www.ernaehrungs-umschau.de

Bei allen Fragen ist jeweils nur eine Antwort richtig:

1. Für die Ernährung im Leistungssport gilt:

- A Der in Deutschland typische, gut-bürgerliche Ernährungsstil ist für Breitensportler wie auch Leistungssportler ausreichend. Entscheidend für die Leistung ist ausschließlich das Training.
- B Bis auf wenige Ausnahmen, z. B. Ultra-Ausdauerathleten, ist die Deckung des Energie- und Nährstoffbedarfs von Leistungssportlern durch Lebensmittel des üblichen Verzehrs möglich.
- C Eine ausgewogene, vielseitige Ernährung sollte im Leistungssport durch dem jeweiligen Sport angepasste, funktionelle Lebensmittel ergänzt werden.
- D Nahrungsergänzungsmittel gehören im Leistungssport zu einer leistungsfördernden Ernährung dazu.

2. Folgende Aussage zum Appetit vor und nach hohen sportlichen Belastungen trifft zu:

- A Intensive Ausdauerbelastungen können zu einer Unterdrückung des Appetits führen, deswegen müssen Leistungssportler darüber aufgeklärt werden, dass ihr Appetit kein vertrauenswürdiger Indikator für ihren Energiebedarf ist.
- B Intensive Ausdauerbelastungen können zu einer Steigerung des Appetits führen, deswegen müssen Leistungssportler darüber aufgeklärt werden, dass ihr Appetit kein vertrauenswürdiger Indikator für ihren Energiebedarf ist.
- C Leistungssportler sollten vor und nach Wettkämpfen v. a. gemäß ihres Appetits essen, da dieser am genauesten anzeigt, wieviel und welche Nahrung der Körper benötigt.
- D Leistungssportler sollten im Anschluss an eine hohe Belastung nach Appetit essen, um die Körperreserven wieder aufzufüllen, vor der Belastung dagegen nach einem speziell für jede Sportart und jedes Individuum anzufertigenden Plan.

3. Zur Wiederauffüllung von Flüssigkeitsverlusten durch sportliche Belastung wird empfohlen, ...

1. während der Belastung ad libitum (Richtwert 400–800 mL pro Stunde) zu trinken.
2. bereits vor und während der Belastung viel Wasser zu trinken, dabei über den Durst hinaus zu gehen.
3. isotone bis leicht hypertone Getränke zu trinken.
4. leicht hypotone bis isotone Getränke zu trinken.

- A Nur Antwort 1 ist richtig.
- B Nur die Antworten 1 und 4 sind richtig.
- C Nur die Antworten 2 und 4 sind richtig.
- D Nur die Antworten 1, 2 und 3 sind richtig.

4. Fettarme Milchgetränke sind ...

- A zur Prähydratation geeignet, da sie Protein liefern, welches in der Belastung gebraucht wird.
- B als Durstlöcher während der Belastung geeignet, da sie isoton sind.
- C zur Rehydratation nach einer sportlichen Belastung geeignet, weil sie weniger diuretisch wirken als Wasser bzw. Glukose-Elektrolyt-Getränke und weil sie Proteine enthalten.
- D für die Flüssigkeitszufuhr vor, während und nach Training und Wettkampf nicht geeignet, da sie hyperten sind.

5. Welche der folgenden Aussagen zum Zuckergehalt und glykämischen Index ist FALSCH?

- A Zuckerhaltige Lebensmittel mit hohem glykämischen Index sollten von Leistungssportlern, v. a. im Wettkampf, grundsätzlich gemieden werden.
- B Fruchtsaftchorlen, Weißbrot mit Honig oder Milchreis sind während des Wettkampfs geeignete Energie- und Kohlenhydratlieferanten.
- C Während sportlicher Belastungen sind aufgrund der schnellen Verwertbarkeit zuckerhaltige Getränke für die Kohlenhydratzufuhr geeignet.
- D In der Ernährung der Regenerations- und Vorbereitungsphase sollten ca. 50–60 Energie% Kohlenhydrate enthalten sein, bevorzugt solche mit niedrigem glykämischen Index.

6. Stehen weniger als 8 Stunden für die Regeneration bis zur nächsten Belastung zur Verfügung, sollten pro kg Körpergewicht innerhalb der ersten Stunden zugeführt werden:

- A 0,8–1,2 g Kohlenhydrate oder 0,2–0,4 g Protein
- B 1,2–1,5 g Kohlenhydrate oder 0,8 g Kohlenhydrate kombiniert mit 0,2–0,4 g Protein
- C 1,2–1,5 g Fett oder 0,8 g Fett kombiniert mit 0,2–0,4 g Kohlenhydraten
- D 1,5–2 g Kohlenhydrate

7. Welche der folgenden Aussagen zur Fettzufuhr bei Leistungssportlern trifft zu?

- A Ultra-Ausdauerathleten müssen den Fettgehalt in ihrer Ernährung bis auf 10–15 Energie% heruntersetzen, um ausreichend Kohlenhydratspeicher aufbauen zu können.
- B Leistungssportler sollen weniger Fett zu sich nehmen als für die Allgemeinbevölkerung empfohlen wird.
- C Ausdauerathleten müssen darauf achten, ihre Fettzufuhr nicht zu drastisch zu senken, da

sonst ein leistungsminderndes Defizit an intramuskulären Triglyceriden entstehen kann.

- D Leistungsmäßig Krafttraining betreibende Sportler müssen auf eine höhere Zufuhr von gesättigten Fettsäuren achten, da diese besser verwertbar sind.

8. Für Leistungssportler wird eine höhere Proteinzufuhr empfohlen als für Nichtsportler, hierfür gilt:

1. Kraftsportler benötigen neben eiweißreichen Lebensmitteln v. a. tierischer Herkunft zum Hypertrophietraining täglich Proteinpräparate.
2. Für die Proteinversorgung des Leistungssportlers gilt: Je mehr Protein verzehrt wird, desto besser. Ein Anteil von bis zu 55 Energie% wirkt leistungssteigernd.
3. Werden Proteine unmittelbar nach einer Belastung verzehrt, können sie das Auftreten von Muskelschäden reduzieren und die muskuläre Proteinsynthese stimulieren. Geeignet sind z. B. fettarme Milch oder fettarmer Kakao.
4. Der zusätzliche Proteinbedarf wird auch dann gedeckt, wenn verbrauchte Energie in Form einer ausgewogenen, gemischten Kost wieder zugeführt wird.

- A Keine Antwort ist richtig.
- B Nur Antwort 3 ist richtig.
- C Nur die Antworten 2 und 4 sind richtig.
- D Nur die Antworten 3 und 4 sind richtig.

9. Die Einnahme von Nahrungsergänzungsmitteln durch Leistungssportler ist ...

- A unabdingbar, weil die hohe Belastung höhere Ansprüche an den Körper stellt, die durch eine normale Ernährung nicht erfüllbar sind.
- B zu empfehlen, weil die dadurch erzielte Leistungssteigerung nicht zum Doping zählt, aber Vorteile im Wettkampf mit sich bringt.
- C günstig, um langfristig die Gesundheit des sportlich hoch belasteten Körpers zu fördern.
- D nicht empfehlenswert, da ihre Wirksamkeit in Bezug auf die Leistung sowie Risiken für die Gesundheit oft nicht ausreichend erforscht sind.

10. Zur empfohlenen Ernährung während der Wettkampfphase im Leistungssport gehört NICHT:

- A der Verzicht auf tierische Lebensmittel, da diese zu viel gesättigte Fettsäuren und Protein enthalten
- B eine bedarfsangepasste Kohlenhydratzufuhr, d. h. 8–10 g pro kg Körpergewicht und Tag bei ausdauerbetonten bzw. 5–7 g/kg Körpergewicht und Tag bei kraftbetonten Sportarten
- C nicht zu viel Fett, aber auch keine Fettphobie, außerdem Berücksichtigung einer ausreichenden Zufuhr von n3- und einfach ungesättigten Fettsäuren
- D ein maßvoller Umgang mit Convenience Food, Süßwaren und Knabberartikeln, außerdem die Vermeidung von Alkohol