

Grundlagen der Sportlerernährung

Gilt aus ernährungswissenschaftlicher Sicht: Sportler ist gleich Sportler? Wenn nein, welche Unterschiede gibt es? Im Wesentlichen wird zwischen Breiten- (synonym: Freizeit-) und Leistungssportlern unterschieden. Die Differenzierung basiert auf dem zusätzlichen Energiebedarf für die körperliche Aktivität. Während Leistungssportler pro Tag 1000–3000 kcal zusätzlich verbrauchen (entsprechend ca. 1–3 Stunden intensiver Belastung), sind es beim Breitensportler weniger als 1000 kcal. Diese Einteilung ist nicht unbedingt kompatibel mit einer Einteilung nach Wettkampftätigkeit. Leistungssportler im oben genannten Sinn können durchaus nur für sich trainieren (z. B. Laufband), während Breitensportler auch Wettkämpfe bestreiten (z. B. Fußballspiel). Eine Sonderstellung nehmen Extremsportler (Ultra-Ausdauersportler) ein wie Teilnehmer am Hawaii-Ironman-Triathlon oder am Race Across America. Ein Gesamtenergiebedarf von täglich 10.000 kcal ist nicht ungewöhnlich, ebenso die Verwendung von Spezialnahrungsmitteln wie Flüssignahrung.

Einführung

Trotz der immer wieder zu lesenden Tipps für eine sportlergerechte Ernährungsweise zeigt die Durchsicht der Literatur, dass sich Sportler in den meisten Fällen nach dem gleichen Muster ernähren wie der Durchschnitt der Bevölkerung. Das bestätigt beispielsweise eine in Österreich an Breitensportlern durchgeführte Studie

[47]. Gemessen an den Referenzwerten für die Nährstoffzufuhr [9], lag der Kohlenhydratverzehr allerdings nur 2–3 Energieprozent (En%) unterhalb des Richtwertes, geringfügig oberhalb der Verzehr der anderen energieliefernden Nährstoffe Fette, Proteine und Alkohol. Eine Analyse der Mikronährstoffzufuhr veranlasste die Autoren zu der Schlussfolgerung, besonderes Augenmerk sei auf die Aufnahme von Vitamin D und E, Folsäure, Calcium, Eisen (Frauen) und Jod zu legen. Dies entspricht im Wesentlichen den Angaben im Ernährungsbericht 2004 [10].

Für Leistungssportler finden sich ebenfalls Angaben in der Literatur. Am besten untersucht sind Mädchen in ästhetischen Sportarten wie Kunstturnen, Rhythmische Sportgymnastik und Eiskunstlauf. Hier fällt vor allem die geringe Energiezufuhr auf. Sie geht in vielen Fällen mit einer suboptimalen Zufuhr an Kohlenhydraten und Mikronährstoffen einher [25]. Eine repräsentative Studie an norwegischen Leistungssportlerinnen [40] hebt hervor, dass ästhetische sowie Gewichtsklassen- und Ausdauersportarten ein höheres Risiko für eine energetische Unterversorgung bergen als technische, Spiel- und Kraftsportarten.

Im Ausdauersport imponiert die gute Versorgung mit Energie (Ausnahme: Läuferinnen), Flüssigkeit und Hauptnährstoffen. Engpässe bestehen bei einigen Mikronährstoffen, vor allem Vitamin E, Calcium, Magnesium, Zink und – bei Frauen – Eisen [2]. Außerdem ist Deutschland ein endemisches Jodmangelgebiet [20].

Im Kraftsport ist eine Überversorgung mit Proteinen zu beobachten [42]. Diese

geht auf Kosten der Kohlenhydrate. Nicht unerheblich ist überdies die Energiezufuhr durch alkoholische Getränke.

Im Spportsport werden ebenfalls zu wenige Kohlenhydrate verzehrt [26]. Männliche Teamsportler nehmen außerdem zu viel Fett und Alkohol auf [43].

Bei der Ernährungsberatung von Sportlern ist das vorrangige Ziel die Erläuterung einer bedarfsdeckenden Zufuhr an Flüssigkeit, Energie, Haupt- und Mikronährstoffen in Form von Lebensmitteln des üblichen Verzehrs, z. B. nach mediterranem Vorbild [37]. Außerdem sollte über den Sinn des Einsatzes von Nahrungsergänzungsmitteln gesprochen werden [35].

In manchen Fällen, z. B. bei erhöhtem Trainingsaufwand oder in Wettkampfphasen, wo wenig Zeit für das Einnehmen der Mahlzeiten und die erforderliche „Verdauungsphase“ zur Verfügung steht, kann es erforderlich sein, einen bestimmten Prozentsatz des täglichen Energie- und Nährstoffbedarfs mit Hilfe von Konzentraten und Supplementen zu decken. Dieses Zeit-Mengen-Problem besteht vor allem dann, wenn noch die Schule besucht oder bereits einer beruflichen Tätigkeit nachgegangen wird. Es sollte jedoch nicht dazu verleiten, schlechte Ernährungsgewohnheiten beizubehalten. Denn „Pillen und Pülverchen“ enthalten nicht annähernd die Vielfalt an Nähr- und Inhaltsstoffen wie die üblichen Lebensmittel pflanzlicher und tierischer Herkunft.

Im Folgenden werden die Grundregeln für eine sportlergerechte Ernährungsweise zusammenfassend dargestellt. Umfangreiche Informationen zu aktuellen Fragen der Sportlerernährung finden sich bei

Burke und Deakin [4], McArdle, Katch und Katch [22] und Schek [38].

Grundlagen

Für Personen, die regelmäßig mehr als 1000 kcal pro Tag für sportliche Betätigung aufwenden, gelten für die Zufuhr an energieliefernden Nährstoffen dieselben Empfehlungen wie für die Allgemeinbevölkerung [9]:

- 50–55 En% Kohlenhydrate,
- 30–35 En% Fette,
- 10–15 En% Proteine.

Diese Angaben werden in neuerer Zeit durch Absolutwerte ergänzt (■ **Tab. 1**), so z. B. im Consensus Statement des IOC [21], weil die tatsächlich aufgenommene Nährstoffmenge von der Energieaufnahme abhängt und diese nicht immer bedarfsdeckend ist.

Energie

Die in ■ **Tab. 2** aufgeführten Richtwerte für die tägliche Energiezufuhr bei mittlerer körperlicher Aktivität [9] entsprechen der geschätzten Summe aus Grund-, Arbeits- und Freizeitenergiebedarf. Während der Freizeitumsatz bei Breitensportlern den Energieaufwand für die sportliche Betätigung einschließt, muss das Konzept bei Leistungssportlern um den Trainingsumsatz erweitert werden. Den Energieverbrauch je kg Körpergewicht und Stunde bei verschiedenen Sportarten zeigt ■ **Tab. 3**. Studienergebnissen zufolge liegt der Trainingsumsatz „wettkampforientierter Freizeitsportler“ je nach Alter zwischen 400 und 1200 kcal/d für Männer bzw. 200 und 800 kcal/d für Frauen, während Kaderathleten rund doppelt so hohe Werte erreichen [2].

Bei Personen mit abgeschlossenem Längenwachstum ist eine Deckung des Energiebedarfs gleichbedeutend mit einem langfristig konstant bleibenden Körpergewicht. Als Normbereich gilt ein Body Mass Index (BMI) von 19–24 kg/m² für Frauen bzw. von 20–25 kg/m² für Männer. Ein über der Norm liegendes Körpergewicht ist nicht immer ein Hinweis auf Fettleibigkeit. Gerade im Sport kann ein BMI über 25 auch ein Zeichen für eine große Muskelmasse sein. Von Unter-

Zusammenfassung · Abstract

Ernährung 2008 · 2:196–204 DOI 10.1007/s12082-008-0178-8
© Springer Gesundheits- und Pharmazieverlag 2008

A. Schek

Grundlagen der Sportlerernährung

Zusammenfassung

Es ist unstrittig, dass sportliche Leistungen von einer Vielzahl an Einflussgrößen bestimmt werden. Regelmäßiges Training ist sicherlich der wichtigste Faktor. Daneben gewinnt die Optimierung trainingsbegleitender Maßnahmen sowie des sportlichen Umfelds zunehmend an Bedeutung.

Im Spektrum der trainingsbegleitenden Faktoren nimmt die bedarfsangepasste Ernährung einen hohen Stellenwert ein. Ernährungsfehler, z. B. zu wenig Kohlenhydrate oder Flüssigkeit, können sich negativ auf die Leistungsfähigkeit auswirken. Auf der anderen Seite gibt es einige Tricks, die das Training erleichtern oder die Leistung im Wettkampf begünstigen. Hierüber sollte im Rahmen einer fundierten Ernährungsberatung auf der

Basis wissenschaftlich begründeter Fakten ebenso gesprochen werden wie über den Einsatz von Sportlernahrungen wie Energieriegel, Kohlenhydratgelen, Proteinkonzentrate, Isogetränke, Multivitamin-Mineralstoffpräparate u. ä.

Der Beitrag fasst die Grundlagen der Sportlerernährung zusammen und gibt Antworten auf häufig gestellte Fragen. Neben allen Regeln sollten aber der Genusswert der Nahrung und die soziale Rolle des Essens nicht aus dem Blickfeld geraten.

Schlüsselwörter

Breitensportler · Leistungssportler · Basisernährung · Sportlernahrung · Energie · Hauptnährstoffe · Mikronährstoffe · Flüssigkeit

Fundamentals of nutrition for athletes

Abstract

It is indisputable that athletic performance is determined by a multitude of factors. Regular training is certainly the most significant factor. Moreover optimizing the activities associated with training and the athletic environment has become increasingly important.

In the spectrum of training-associated factors, need-adjusted nutrition plays a key role. Improper nutrition, e.g., not enough carbohydrates or fluids, can negatively impact performance. On the other hand, there are some tricks that can facilitate training and benefit performance during athletic competition. These topics should be addressed within the scope of well-founded dietary counseling based on scientifically established

facts. The use of food products designed for athletes is also discussed, such as energy bars, carbohydrate gels, protein concentrates, isotonic drinks, and multivitamin/mineral preparations, etc.

This contribution summarizes the fundamentals of sports nutrition and provides answers to frequently asked questions. Besides all the rules, one should not lose sight of the value of taste enjoyment and the social role of eating.

Keywords

Recreational athlete · Competitive athlete · Basic nutrition · Sports nutrition · Energy · Main nutrients · Micronutrients · Fluid

Tab. 1 Wünschenswerte Zufuhr an energieliefernden Nährstoffen für Ausdauer- und Kraftsportler (nach [4, 21])

Hauptnährstoff	Ausdauersportler	Kraftsportler
Kohlenhydrate	< 10 h Sport/Woche: 5–7 g/kg/d > 10 h Sport/Woche: 8–10 g/kg/d	5–7 g/kg/d
Fette	1–3 g/kg/d	1–2 g/kg/d
Proteine	1,6 g/kg/d	Muskelerhaltung: 1,2 g/kg/d Muskelaufbau: 1,4 g/kg/d (Frauen 20 Prozent weniger)

Tab. 2 Richtwerte für die tägliche Energiezufuhr bei mittlerer körperlicher Aktivität (nach [9]), d. h. ohne Berücksichtigung des Trainingsenergieumsatzes

Alter	Männer	Frauen
7–9 Jahre	75 kcal/kg/d	68 kcal/kg/d
10–12 Jahre	64 kcal/kg/d	55 kcal/kg/d
13–14 Jahre	56 kcal/kg/d	47 kcal/kg/d
15–18 Jahre	46 kcal/kg/d	43 kcal/kg/d
19–24 Jahre	41 kcal/kg/d	40 kcal/kg/d
25– 51 Jahre	39 kcal/kg/d	39 kcal/kg/d

gewicht spricht man nach Abschluss des Längenwachstums bei einem BMI von weniger als 19 kg/m² bei Frauen bzw. von weniger als 20 kg/m² bei Männern. Untergewicht muss zwar nicht, kann aber ein Hinweis auf eine Essstörung sein. In jedem Fall muss bei Sportlern unter Berücksichtigung des trainingsbedingten Mehrbedarfs an Energie eine dauerhaft unzureichende Energiezufuhr – weniger als 2500 kcal/d für Männer bzw. 2000 kcal/d für Frauen; dies sind die Richtwerte für Personen mit überwiegend sitzender Beschäftigung [9] – als alarmierend für die Erhaltung von Gesundheit und Leistungsfähigkeit angesehen werden.

Praktische Hinweise

Um den Energie- und Nährstoffbedarf zu decken, müssen die täglich verbrauchten Kohlenhydrate, Fette und Proteine mit der Nahrung wieder zugeführt werden. In aller Regel reichen Lebensmittel des üblichen Verzehrs zur Versorgung mit Energie aus. Kann der Energiebedarf z. B. bei einem Zeit-Mengen-Problem nicht in Form einer vollwertigen Mischkost gedeckt werden, sind Energiekonzentrate dem Verzehr fettreicher Snacks wie Schokolade, Kekse, Eis oder Chips vorzuziehen.

In Ausnahmesituationen wie bei Wettkämpfen (Logistik) oder Bergtouren (Gepäck) kann es hilfreich sein, auf Energiekonzentrate zurückzugreifen. Hier-

zu gehören Energieriegel und Formu-lösungen. Letztere werden in verschiedenen Geschmacksrichtungen (z. B. Vanille, Schokolade, Erdbeere, Mokka) angeboten und liefern pro 100 ml etwas mehr als 100 kcal in Form von rund 13 g Kohlenhydraten, 4 g Fett und 4 g Protein sowie Elektrolyte und gegebenenfalls Vitamine.

Riegel gibt es in unzähligen Varianten. Geeignet sind solche, die ein ausgewogenes Nährstoffverhältnis, einen ausreichend hohen Ballaststoffgehalt und einen bedarfsangepassten Zusatz an Mikronährstoffen aufweisen. Unter „normalen“ Trainingsbedingungen leisten Marmeladenbrötchen und Bananen aber ebenso gute Dienste wie Riegel.

Kohlenhydrate

In relativen Zahlen gelten für Sportler dieselben Empfehlungen für die Kohlenhydratzufuhr wie für Nicht-Sportler: mindestens 50 En% [9]. In absoluten Zahlen variieren die Angaben je nach wöchentlichem Trainingspensum zwischen 5 und 10 g/kg/d (vgl. **Tab. 1**). Wie in der Einführung erwähnt, erreichen die meisten leistungsorientierten Ausdauersportler diese Vorgaben, wogegen Team-, Kraft-, Breiten- und Nicht-Sportler in aller Regel darunter liegen.

Um die Glykogenspeicher optimal aufzufüllen und die Leistungsfähigkeit positiv zu beeinflussen, ist es ratsam, den An-

teil der Kohlenhydrate in der Basiskost von den tatsächlichen 45 auf 50–55 En% zu erhöhen. Die Verteilung der Energiezufuhr auf sechs anstatt drei Mahlzeiten beeinflusst den Glykogengehalt von Leber und Muskeln vermutlich ebenfalls positiv [22].

Dagegen gerät die in der Literatur zur Vorbereitung auf Marathonläufe und ähnliche Events seit 40 Jahren empfohlene Kohlenhydratsuperkompensation – eine Kombination aus glykogenentleerender Belastung und mehrtägiger Erhöhung der Kohlenhydratzufuhr auf 70 En% – zunehmend in die Kritik. Die Trainingskapazität ist tagelang eingeschränkt, die Lebensmittelauswahl begrenzt, und nach neuen Erkenntnissen beruht die positive Wirkung auf die Leistungsfähigkeit nicht auf einer vermehrten Glykogeneinlagerung, sondern auf einem psychischen Effekt [5, 23].

Bei der Auswahl der Kohlenhydratquellen ist der glykämische Index zu beachten, der die Wirkung kohlenhydrathaltiger Lebensmittel auf den Blutglukosespiegel und damit auch auf die Insulinausschüttung beschreibt [39]. Da Produkte mit hohem glykämischen Index wie Weißmehlerzeugnisse, Limonaden und Bonbons in aller Regel wenig Vitamine und Mineralstoffe enthalten, setzt übermäßiger Verzehr bei bedarfsgerechter Energiezufuhr die Mikronährstoffdichte in der Nahrung herab bzw. gefährdet die Versorgung mit essenziellen Nährstoffen. Reich an Vitaminen und Mineralstoffen und außerdem an Ballaststoffen und sekundären Pflanzenstoffen sind Gemüse, Obst, Hülsenfrüchte und Vollkornerzeugnisse, die zudem einen niedrigen bis mittleren glykämischen Index aufweisen. Im Gegensatz zu Lebensmitteln mit hohem glykämischen Index führt alleiniger Verzehr in größeren Mengen und auf leeren Magen nicht zum Auftreten einer hyperinsulinämischen Hypoglykämie, d. h. einer Unterzuckerung durch Überschießen des Glukose- bzw. Insulinspiegels. Eine solche Unterzuckerung, auch „Hungerast“ genannt, geht mit Heißhunger, Schwitzen, Herzklopfen, Schwindelgefühl und Koordinationsstörungen einher.

Eine körperliche Belastung von mindestens einer bis mehr als zwei Stunden Dauer kann auch insulinunabhängig zu einer die Leistung beeinträchtigenden Ab-

nahme des Blutglukosespiegels führen. Je höher die Intensität, desto eher gehen die körpereigenen Glykogenreserven zur Neige, denn mit steigender Belastungsintensität erhöhen sich die aerobe (durch Oxidation) und die anaerobe (durch Laktatbildung) Energiebereitstellung aus Glukose. Allerdings ist mit zunehmendem Trainiertheitsgrad bei gleicher absoluter Intensität ein höherer Fettsäurenanteil an der Energiebereitstellung zu verzeichnen, wodurch Glykogen eingespart wird [33].

Die Auswirkung der Belastungsdauer auf das Substratverhältnis ist geringer als die der Intensität. Dennoch ist mit zunehmender Belastungsdauer eine signifikante Glykogeneinsparung zu verzeichnen. Der Anteil der Fette an der Energiebereitstellung nimmt zu, der Anteil der Kohlenhydrate entsprechend ab, wie **Abb. 1** am Beispiel einer Fahrradergometerbelastung mit gleich bleibender Intensität zeigt [30]: Im Verlauf von 5 Stunden nimmt der Anteil der aus Muskeln und Fettgewebe stammenden Fettsäuren an der Energielieferung um 10% zu – eine weitere Erhöhung ist ohne Reduktion der Belastungsintensität jedoch nicht möglich. Der Anteil des Muskelglykogens an der Energiebereitstellung nimmt um 15% ab, während sich der Anteil der aus der Leber stammenden Glukose um rund 5% erhöht. Der Anteil der glukogenen Aminosäuren nimmt nur geringfügig zu – selbst nach 5 Stunden stammen weniger als 5% der erforderlichen Energie aus Proteinen. Noch niedriger fällt der Proteinanteil aus, wenn während der Belastung Glukose zugeführt wird. Vorrangig schon eine solche Glukosesubstitution jedoch das Leberglykogen.

Praktische Hinweise

Um einer Unterzuckerung und dem damit verbundenen Leistungsabfall bei intensivem Training und im Wettkampf vorzubeugen, sind drei Grundregeln zu beachten:

1. Mit sportlichen Aktivitäten sollte nicht nüchtern begonnen werden, da dann fast kein Leberglykogen vorhanden ist. Man sollte also in jedem Fall kohlenhydratreich frühstücken und ca. 45 Minuten vor jeder Trainingseinheit einen kleinen kohlenhydrathaltigen Snack zu sich nehmen (z. B. Fruchtschnitte, reife Banane,

Tab. 3 Trainingsenergieumsatz für verschiedene Sportarten (nach [22])

Energieumsatz	Sportarten
6–7 kcal/kg/h	Kanu, Tennis, Badminton
8–9 kcal/kg/h	Reiten, Krafttraining, Aerobic, Hockey, Fußball, Basketball
10–11 kcal/kg/h	Tanzen, Schwimmen, Radrennen, Judo
12–13 kcal/kg/h	Boxen, Squash
14–17 kcal/kg/h	Skilanglauf, Laufen (< 4 min/km)

Scheibe Weißbrot mit Honig oder Konfitüre).

2. Während langdauernder Belastungen ist es empfehlenswert, regelmäßig Kohlenhydrate zuzuführen, z. B. in Form von Obst, Rosinenbrötchen, Glukosetäfelchen, Kohlenhydratgels oder isotonen Getränken. Wegen der notwendigen Flüssigkeitszufuhr bieten sich letztere besonders an. Weil körperliche Belastung den Insulinspiegel senkt, kann die schnell verfügbare Energie genutzt werden, ohne dass es zu einem Überschießen des Blutglukosespiegels mit nachfolgender Unterzuckerung kommt. Vielmehr wird die Zeit bis zum Auftreten der belastungsbedingten Unterzuckerung (Erschöpfung) verlängert, weil die Kohlenhydratzufuhr der Entleerung der Glykogenspeicher in der Leber entgegenwirkt. Da die Geschwindigkeit des oxidativen Abbaus oral zugeführter Kohlenhydrate maximal 1,1 g/min beträgt, gilt es als optimal, in 15-Minuten-Abständen ungefähr 200 ml einer 8%-igen Glukose-Elektrolyt-Lösung oder Fruchtsaftschorle zu trinken [8].

3. In der Erholungsphase stehen der Ausgleich der Flüssigkeitsbilanz und die Wiederauffüllung der Glykogenreserven im Vordergrund. Nach einer intensiven Aktivität sind als Kohlenhydratlieferanten neben isotonen Getränken, die auch bei ausbleibendem Hungergefühl gern genommen werden, Lebensmittel empfehlenswert, die bereits in verhältnismäßig geringen Mengen für einen raschen Nachschub an Glukose sorgen (u. a. Brot mit süßem Aufstrich, Cornflakes, Süßfrüchte, Kartoffelpüree und Gnocchi). Bestimmte Lebensmittel wie Fruchtsaftschorle, Banane oder Weißbrot mit Honig eignen sich ebenso zur Kohlenhydratzufuhr wie Konzentrate (Glukose-Elektrolyt-Lösung, Glukosepolymer-Lösung, Energieriegel). Die Gehalte an Energie, Kohlenhydraten und Mikronährstoffen unterscheiden sich – mit Aus-

nahme von Energieriegeln, die u. a. wegen des höheren Fettgehalts eine größere Energiedichte haben als Weißbrot mit Honig – nicht stark voneinander. Riegel mit einem Fettgehalt bis 35 En% können von Vorteil sein, wenn die Verpflegung schnell und unkompliziert erfolgen muss, z. B. auf dem Weg zum Sport. In solchen Fällen oder bei tiefen Umgebungstemperaturen bieten sich auch Glukose-Polymerlösungen an.

Fette

Der Richtwert für die Fettzufuhr beträgt 30 En% für Erwachsene mit leichter und mittelschwerer Arbeit [9]. Für Kinder und Schwerstarbeiter bzw. Leistungssportler mit einem hohen täglichen Energieumsatz werden bis zu 35 En% angegeben. Dieser Wert wird von den meisten Sportlern wie Nicht-Sportlern überschritten.

In seltenen Fällen, z. B. bei extremen Ausdauerbelastungen über mehrere Tage, sind 40–45 En% Fett in der Nahrung erforderlich, um die Speicher an intramuskulären Triglyzeriden zu füllen [17, 27, 45]. Eine Abnahme der Glykogenreserven ist dabei nicht zu befürchten [46]. So beeinflusst eine moderate Erhöhung des Fettanteils in der Kost von 35 auf 45 En% bei gleichzeitiger Reduktion des Kohlenhydratanteils von 46 auf 39 En% Leistungsparameter wie Maximalleistung und Zeit bis zur Erschöpfung nicht [7]. Werden also während Ultra-Ausdauerbelastungen neben kohlenhydratreichen Lebensmitteln auch solche verzehrt, die Fette enthalten (z. B. Nussriegel, Butterbrot, Joghurt), wirkt sich dies nicht mindernd auf die Ausdauerleistungsfähigkeit aus [49]. Paradoxerweise nehmen Ultra-Ausdauersportler oft weniger als 20 En% Fett mit der Nahrung auf [6, 13, 15, 19]. Dies ist insofern von Bedeutung, als angenommen wird, dass die Ausdauerleistungsfähigkeit

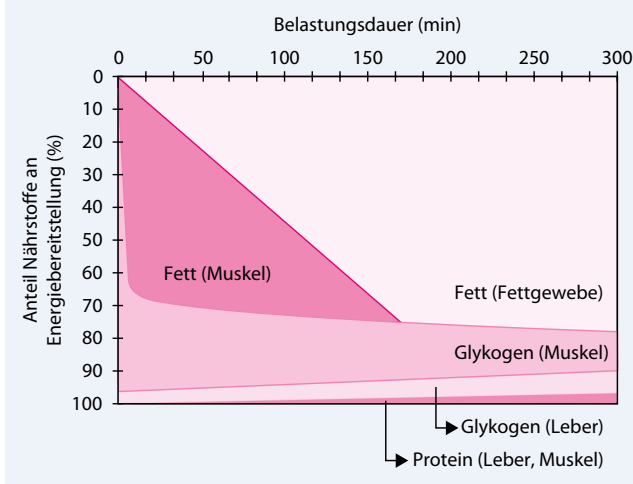


Abb. 1 ◀ Nährstoffverbrauch in Prozent der Energiebereitstellung als Funktion der Belastungsdauer bei mittlerer Intensität (nach [30])

higkeit bei einer Fettzufuhr von weniger als 30 En% suboptimal ist [27]. Andererseits kann auch bei vergleichsweise geringem Fettanteil in der Kost noch eine Fettzufuhr von 3 g/kg/d (Tab. 1) erreicht werden, wenn die Energieaufnahme nur ausreichend hoch ist.

Unter präventiv-medizinischen Aspekten ist neben der Fettmenge auch deren Zusammensetzung wichtig. Eine günstige Verteilung auf die verschiedenen Fettsäuregruppen sieht bei einer Zufuhr von 30 En% folgendermaßen aus [10]:

- (höchstens) 10 En% gesättigte Fettsäuren (inkl. trans-Fettsäuren),
- ungefähr 7 En% mehrfach ungesättigte Fettsäuren, wobei das Verhältnis von ω -6- zu ω -3-Fettsäuren nicht größer als 5 zu 1 sein sollte und
- ungefähr 13 En% einfach ungesättigte Fettsäuren.

Der Richtwert für die Cholesterinzufuhr beträgt 300 mg/d [9].

Praktische Hinweise

Um den Fettverzehr zu reduzieren, genügt es meist, den Verzehr von Lebensmitteln mit hohem Gehalt an (versteckten) Fetten wie beispielsweise Mayonnaise, Schlagsahne, verschiedene Wurst- und Käsesorten oder Schokolade einzuschränken bzw. sie durch fettärmere bzw. -reduzierte Varianten zu ersetzen. Fettarme, aber energiereiche Snacks sind u. a. Obstkuchen mit Hefeteig (176 kcal/100 g), Fruchtschnitten (325 kcal/100 g) oder Salzstanzen (389 kcal/100 g). Sie enthalten 2–17 En% Fett [38].

Um den Fettverzehr zu erhöhen, bietet sich eine großzügigere Verwendung von Speiseölen an (2 Esslöffel Pflanzenöl am Tag sind die Untergrenze zur Sicherung einer ausreichenden Zufuhr an essenziellen Fettsäuren). Raps- und Olivenöl weisen die günstigste Fettsäurezusammensetzung auf: Der Gehalt an einfach ungesättigten Fettsäuren ist hoch, das ω -6- zu ω -3-Verhältnis niedrig. Pflanzliche Öle sind tierischen Fetten (außer vom Fisch) hinsichtlich der Fettsäurezusammensetzung grundsätzlich überlegen. Das Cholesterin in tierischen Lebensmitteln liegt zusammen mit dem Fett vor. Die Auswahl magerer Produkte und ein Verzicht auf Inneren begrenzen daher die Fett- und die Cholesterinzufuhr.

Proteine

Der experimentell ermittelte durchschnittliche Bedarf eines mäßig sportlich aktiven Erwachsenen an Protein hoher Qualität (wahre Verdaulichkeit $\geq 95\%$) liegt bei 0,6 g/kg/d. Bei der Ableitung der Zufuhrempfehlung erhöht sich dieser Wert durch Sicherheitszuschläge für individuelle Schwankungen und die geringere Wertigkeit pflanzlicher Proteine in einer gemischten Kost auf 0,8 g/kg/d [9]. Kindern und Jugendlichen wird wegen des Wachstums eine Proteinzufuhr von 0,9 g/kg/d empfohlen.

Diese Werte werden üblicherweise überschritten, von Kraftsportlern teilweise sogar um bis zu 400% [38]. In relativen Zahlen beläuft sich die Zufuhrempfehlung für Proteine auf 10–15 En%. Diese Menge gewährleistet eine ausreichende

Versorgung mit essenziellen Aminosäuren bzw. Proteinen selbst bei Personen mit erhöhtem Bedarf wie Sportlern.

Während Ausdauerbelastungen sind Aminosäuren höchstens zu 5% an der Energiebereitstellung beteiligt (Abb. 1). Die bei leistungsmäßig Ausdauersport betreibenden Personen zum Ausgleich der Stickstoffbilanz erforderliche Menge an Protein wurde von Meredith et al. mit 1,2 g/kg/d [24], von Gontzea et al. mit 1,5 g/kg/d [14] veranschlagt. Tarnopolsky et al. ermittelten bei gut trainierten Ausdauersportlern mit einem Energieumsatz von 4590 kcal pro Tag einen Proteinbedarf von 1,37 g/kg/d [41]. Durch Addition eines Sicherheitszuschlags wurde daraus eine Zufuhrempfehlung von 1,6 g/kg/d für Ausdauersportler abgeleitet (Tab. 1). Diese Menge wird mit der Empfehlung von 10–15 En% Protein erreicht.

Kraftsport erhöht den Proteinbedarf ebenfalls, aber in viel geringerem Ausmaß als allgemein angenommen wird, wie ein Beispiel verdeutlicht: Bei einem Muskelaufbau von 5 kg pro Jahr nimmt das Körperprotein nur um ca. 1000 g zu, weil die Muskeln nur zu 20% aus Protein bestehen. Bezogen auf das Körpergewicht der Person ergibt sich ein täglicher Mehrbedarf an Protein für den Muskelzuwachs von weniger als 0,04 g/kg/d. Hieraus lässt sich schließen, dass die empfohlene Proteinzufuhr von 10–15 En% den Bedarf von Kraftsportlern deckt, also Proteinkonzentrate und Aminosäurelösungen nicht benötigt werden.

Für moderat trainierende Kraftsportler ermittelten Tarnopolsky et al. einen Proteinbedarf von 0,82 g/kg/d, woraus sie eine Empfehlung von 1,2 g/kg/d ableiteten [41] (Tab. 1). Für optimalen Muskelzuwachs bei Trainingsanfängern korrigierten Lemon et al. den Absolutwert der wünschenswerten Proteinzufuhr auf 1,4–1,7 g/kg/d [18], wobei Frauen etwa 20% weniger benötigen als Männer [42]. Bei Zufuhren bis 2,8 g/kg/d muss nicht mit schädlichen Auswirkungen auf die Nierenfunktion gerechnet werden [28]. Um die Nieren zu entlasten, wird Kraftsportlern allerdings prinzipiell empfohlen, die Trinkmenge der Proteinzufuhr anzupassen, also mindestens 3 l/d zu trinken.

Praktische Hinweise

Um bei limitierter Fettzufuhr die Empfehlung zur Proteinzufuhr zu erreichen, bietet es sich an, neben Gemüse, Getreideprodukten und Hülsenfrüchten regelmäßig fettarme Milcherzeugnisse, magere Fleischsorten, Geflügel und Fisch auf den Speiseplan zu setzen. Durch tierische Erzeugnisse erhöht sich außerdem die biologische Wertigkeit der Kost.

Eine Aufnahme von Proteinen während Ausdauerbelastungen, z. B. als Zusatz zu Glukose-Elektrolyt-Lösungen, wirkt sich weder auf die Leistung noch auf die Regeneration vorteilhaft aus [31]. Ebenso wenig fördern Proteine die Resynthese von Glykogen in der Erholungsphase, wenn die Kohlenhydratzufuhr ausreichend ist [44]. Bei suboptimalem Kohlenhydratverzehr allerdings beschleunigen Proteine die Glykogenbildung. Eine Mischung aus Proteinen und Kohlenhydraten (z. B. Salzkartoffeln mit Spiegelei), kurz nach einem Krafttraining verzehrt, wirkt sich positiv auf die Stickstoffbilanz aus [4], möglicherweise durch Verminderung des Proteinabbaus (via Insulin) bei gleichzeitiger Stimulation der Proteinsynthese (via Aminosäurenverfügbarkeit).

Vitamine und Mineralstoffe

Die empfohlenen Nährstoffdichten für ausgewählte Vitamine und Mineralstoffe sind in **Tab. 4** zusammengestellt. Bei angemessener energetischer Versorgung deckt eine entsprechende Zufuhr den höheren Bedarf von Sportlern, der größtenteils auf Verluste im Schweiß zurückzuführen ist. Untersuchungen von Mikronährstoffverlusten im Belastungsschweiß machen deutlich, dass die zu ersetzenden Mengen häufig überschätzt werden. Denn die Konzentrationen an wasserlöslichen Vitaminen und Mineralstoffen nehmen – mit Ausnahme von Natrium und Chlorid – mit zunehmender Belastungsdauer ab und erreichen nach ca. 60 Minuten ein Minimum [11]. Zusätzlich vermindern sich die Konzentrationen als Folge regelmäßigen Trainings, allerdings bei steigender Schweißsekretionsrate, was diesen Spareffekt teilweise wieder aufhebt. Grundsätzlich ist ein Mikronährstoffdefizit weniger auf sport-

Tab. 4 Referenzwerte für die Mikronährstoffzufuhr für Personen zwischen 10 und 50 Jahren (nach [9])

Mikronährstoff	Referenzwerte pro 1000 kcal Energiebedarf	
	Männer	Frauen
Vitamin A	0,42 mg RÄ	0,42 mg RÄ
Vitamin D	2,1 µg	2,5 µg
Vitamin E	5,9 mg TÄ	6,2 mg TÄ
Vitamin K	28 µg	31 µg
Vitamin C	38 mg	50 mg
Thiamin	0,5 mg	0,5 mg
Riboflavin	0,6 mg	0,6 mg
Niacin	6,7 mg NÄ	6,7 mg NÄ
Pyridoxin	0,63 mg	0,63 mg
Folsäure	0,16 mg FÄ	0,21 mg FÄ
Pantothensäure	2,4 mg	3,1 mg
Biotin	12-24 µg	15-31 µg
Cobalamin	1,17 µg	1,55 µg
Natrium	230 mg ^a	230 mg ^a
Chlorid	350 mg ^a	350 mg ^a
Kalium	840 mg	1090 mg
Calcium	420 mg	540 mg
Phosphor	290 mg	380 mg
Magnesium	160 mg	160 mg
Eisen	5,4 mg	7,9 mg
Jod	80 µg	105 µg
Fluorid	1,5 mg	1,5 mg
Zink	3,8 mg	3,8 mg
Selen	12-28 µg	15-36 µg
Kupfer	0,4-0,6 mg	0,5-0,8 mg
Mangan	0,8-2,0 mg	1,0-2,6 mg
Chrom	12-40 µg	15-50 µg
Molybdän	20-40 µg	25-50 µg

^aPro Liter Schweiß können bis zu 0,5 g Natrium und 0,75 g Chlorid verloren gehen

liche Aktivität an sich zurückzuführen, als vielmehr auf eine inadäquate Ernährungsweise, bei der die zur Deckung des (Mehr-)Bedarfs an Mikronährstoffen erforderlichen Nährstoffdichten nicht erreicht werden.

Natrium(chlorid) muss als kritischer Nährstoff angesehen werden, denn anders als bei den anderen Mikronährstoffen steigt die Konzentration im Schweiß mit steigender Fließrate an, wodurch sich mit zunehmender Belastungsdauer die pro Zeiteinheit ausgeschiedene Menge bis zu einem individuellen Maximalwert erhöht. Bei regelmäßigen schweißtreibenden Beschäftigungen erhöht sich allerdings – gekoppelt an die Steigerung der Schweißsekretionsrate – auch die Reabsorptionskapazität der Schweißdrüsen, sodass die Natrium(chlorid)-Konzentration als Funktion der Belastungsdauer bei Trainierten auf einem niedrigeren Niveau ein Plateau erreicht als bei Untrainierten – ein weiteres Beispiel für einen adaptionsbedingten Spareffekt des

Körpers (vgl. Glykogenabbau). Wird der Natriumbedarf durch Nahrung und Getränke nicht gedeckt, kann es durch Störungen der nervalen Reizleitung zu Muskelkrämpfen kommen.

Lebensbedrohlich kann sich eine Hyponatriämie (< 12 mmol/dl Blut) als Folge übermäßiger Flüssigkeitszufuhr, v. a. natriumarmer Getränke, auswirken. Almond et al. haben gezeigt, dass 0,6% der Teilnehmer an einem Boston-Marathon kritische Natriumwerte aufwiesen. Die betroffenen Personen benötigten mehr als vier Stunden für die Strecke und wogen im Ziel mehr als beim Start [1].

Praktische Hinweise

Mit einer Ernährung nach den 10 Regeln der DGE werden Vitamine und Mineralstoffe in ausreichenden Mengen zugeführt, wenn der Energiebedarf dauerhaft gedeckt ist. Zu den Risikogruppen für eine unzureichende Versorgung mit einem oder mehreren Mikronährstoffen zählen

Sportler mit Zeit-Mengen-Problem, Personen mit einer Energiezufuhr von weniger als 1200 kcal/d und Vegetarier.

Sportler mit Zeit-Mengen-Problem wählen oft fettreiche Snacks (z. B. Schokolade, Kekse, Chips) und stark gezuckerte Getränke (z. B. Limonaden, Colagetränke, Energydrinks), um ihren Energiebedarf zu decken. Solche Produkte mit hoher Energiedichte weisen jedoch in aller Regel eine geringe Nährstoffdichte auf, enthalten also vergleichsweise wenig Vitamine und Mineralstoffe. Energiekonzentratoren wie Riegeln und Formula-Lösungen werden dagegen verschiedene Vitamine und Mineralstoffe zugesetzt. Daher eignen sie sich als Zwischenmahlzeiten besser als die genannten Snacks und Getränke.

Personen, die über längere Zeit eine strenge Reduktionsdiät einhalten, können selbst bei gezielter Nahrungswahl nicht alle Mikronährstoffe in ausreichender Menge zuführen. In diesem Fall ist es notwendig, vor allem Nährstoffe mit geringer Reservedauer, wie Vitamin C, die meisten B-Vitamine oder Magnesium, zu substituieren. Um die Entstehung eines Defizits auszuschließen, bietet es sich an, für die Dauer der Diät auf Präparate zurückzugreifen, die alle Vitamine und Mineralstoffe in Höhe der empfohlenen Zufuhr enthalten.

Sowohl Laktovegetarier als auch Veganer benötigen ein fundiertes Ernährungswissen, um alle Mikronährstoffe in bedarfsdeckenden Mengen zuzuführen. Um eine Unterversorgung auszuschließen, sollten regelmäßig klinisch-chemische Untersuchungen durchgeführt werden. Wird ein Mangel festgestellt, sind die jeweiligen Nährstoffe zu substituieren.

Zum Ersatz der Natriumverluste im Schweiß eignen sich natriumreiche Mineralwässer (auch als Fruchtsaftschorlen) und Glukose-Elektrolyt-Lösungen. Reichen diese Maßnahmen nicht aus, bietet es sich an, die Speisen etwas stärker (aber nicht übertrieben) zu salzen. Hierfür sollte bevorzugt jodiertes Speisesalz verwendet werden.

Flüssigkeitszufuhr

Die tägliche Wasseraufnahme sollte im Bereich von 1 ml je 1 kcal Tagesenergiebedarf liegen [9], wobei dieser Wert für

mitteleuropäische Klimaverhältnisse gilt. Körperliche Betätigung erhöht den Wasserbedarf größtenteils durch Steigerung der Schweißproduktion. Die Thermoregulation erfolgt über die Sekretion von Schweiß, bei dessen Verdunstung dem Körper Wärme entzogen wird. Die Schweißmenge, die pro Stunde verdunstet, kann bei über 1,0 l liegen. Dies entspricht einem Gesamtschweißverlust von bis zu 1,5 l/h, da ein Teil der abgesonderten Schweißmenge zusätzlich abtropft.

Wie viel Schweiß ein Sportler insgesamt verliert, hängt aber nicht nur von der Intensität und Dauer der Belastung sowie vom Trainiertheitsgrad (Trainierte haben mehr aktive Schweißdrüsen als Untrainierte) ab, sondern auch von der Veranlagung (Männer haben mehr Schweißdrüsen als Frauen) und den klimatischen Verhältnissen. Hitzeeinwirkung (z. B. Sonneneinstrahlung, Sauna) erhöht die Schweißproduktion. Dasselbe gilt für eine hohe Luftfeuchtigkeit, weil in diesem Fall mehr Schweiß abtropft. Intensive sportliche Belastungen bei großer Hitze und hoher Luftfeuchtigkeit können zu Schweißverlusten von 2,5 l/h führen; in Extremsituationen (z. B. beim Ironman-Triathlon auf Hawaii) wurden Verluste von bis zu 20 l an einem Tag beobachtet. Auch ein Aufenthalt in großer Höhe steigert den Wasserbedarf, da einerseits der Wassergehalt der Einatemungsluft gering, andererseits das Atemminutenvolumen infolge des erniedrigten Sauerstoffdrucks erhöht ist.

Von einer die sportliche Leistung beeinträchtigenden Entwässerung (Dehydratation) spricht man bei einer Abnahme des Körperwassergehalts um 2% und mehr. Sportler mit hohem Trainiertheitsgrad überstehen allerdings auch Flüssigkeitsverluste in Höhe von 4% des Körperwassergehalts ohne nennenswerte Leistungsminderungen.

Bei Belastungen, die länger als eine Stunde dauern, ist auf adäquaten Flüssigkeitseratz nicht erst nach, sondern bereits während der Aktivität zu achten [34]. Die Flüssigkeitszufuhr sollte in aller Regel erfolgen, bevor Durstempfindungen auftreten, da diese bei körperlicher Beanspruchung verzögert einsetzen. Die während der Belastung getrunkene Flüssigkeit muss schnell in den Körper aufge-

nommen werden, um die Schweißverluste zu ersetzen. Die Absorption von Wasser erfolgt vorrangig im Dünndarm, gekoppelt an die Absorption von Glukose und Natrium, wobei die pro Zeiteinheit in den Körper gelangende Flüssigkeitsmenge direkt vom Verhältnis der Absorptions- zur Sekretionsrate im Dünndarm abhängt. Indirekt hängt die Geschwindigkeit der Wasseraufnahme auch von der Magenentleerungsrate ab, denn es kann nicht mehr Flüssigkeit absorbiert werden, als der Magenpförtner (Pylorus) dem Dünndarm verfügbar macht.

Die Magenentleerungsrate wiederum wird beeinflusst von der Magenfüllung und dem Gehalt an gelösten Teilchen (Kohlenhydrate und andere Nährstoffe) im Getränk. Glukose in einer Konzentration von bis zu 5% verzögert die Flüssigkeitsabgabe in den Dünndarm nicht wesentlich. Für Saccharose oder Maltodextrine gilt dies bis zu einer Konzentration von 8%. Je größer das Flüssigkeitsvolumen im Magen ist, umso schneller erfolgt die Entleerung in den Dünndarm. Die Zufuhr eines Flüssigkeitsbolus vor der Belastung wirkt sich daher positiv auf die Magenentleerungsrate aus, ebenfalls die periodische Zufuhr größerer Trinkmengen während Belastung [29].

Die höchsten Wasserabsorptionsraten ermöglichen hypo- und isotone Lösungen, die Glukose bzw. Saccharose sowie Natrium und evtl. andere Elektrolyte enthalten, wobei höher konzentrierte Lösungen größere Mengen schnell verfügbarer Energie liefern. Isotone Getränke haben eine Osmolalität, die der des Blutes von 285 mosm/kg nahekommt. Hypotone Getränke haben, wie der Schweiß, eine Osmolalität von weniger, hypertone Getränke eine von mehr als 285 mosm/kg.

Aus Studienergebnissen kann man schließen, dass zuckerfreie hypotone Getränke wie Mineralwasser trotz höchster Magenentleerungsrate langsamer absorbiert werden als zuckerhaltige hypo- und isotone Getränke [32]. Dagegen werden hypertone Getränke nicht nur langsamer aus dem Magen entleert, sondern führen außerdem zu einer jejunalen Flüssigkeitssekretion und damit zu einer (vorübergehenden) Verstärkung der Dehydratation. Erst in tieferen Darmabschnitten werden zugeführte und sezernierte Flüssigkeiten

vollständig absorbiert. Es gibt Hinweise darauf, dass organische Säuren, zumindest bei sensitiven Personen, die Wasserabsorption beeinträchtigen [3].

Unter optimalen Bedingungen beträgt die Wasserabsorptionsrate im Dünndarm maximal 0,9 l/h, denn die Magenentleerung erfolgt kaum schneller [29]. Da die Schweißsekretionsrate durchaus höher liegen kann, ist ein vollständiger Ersatz der Schweißverluste während Belastung nicht immer möglich. Daraus resultieren physiologischen Anpassungen wie eine Erhöhung der Körperkerntemperatur oder Leistungsbeeinträchtigungen (Ermüdungserscheinungen).

Die als optimal erachtete Getränktemperatur liegt bei 15 °C [4]. Bei kalter Witterung ist gegen eine höhere Gradzahl jedoch nichts einzuwenden. Auf eisgekühlte Getränke sollte dagegen verzichtet werden, da sie eine Magensturzentleerung auslösen könnten, die sich als Durchfall äußern würde.

Praktische Hinweise

Da die Flüssigkeitsabgabe vom Magen in den Dünndarm um so schneller erfolgt, je größer das Flüssigkeitsvolumen im Magen ist, wird empfohlen, nicht nur während der sportlichen Betätigung zum Ersatz der verlorenen Schweißmengen zu trinken (Rehydratation), sondern schon vor dem Sport den „Wassertank“ aufzufüllen (Hyperhydratation). Für die Hyperhydratation wird eine Flüssigkeitszufuhr von 600 bzw. 400 ml etwa 40 bzw. 20 Minuten vor dem Start als optimal erachtet, zur Rehydratation gilt eine solche von 200–250 ml alle 15–20 Minuten als wünschenswert.

In der Praxis sind Trinkmengen um 0,9 l/h nur bei Sportarten zu realisieren, bei denen der Magen-Darm-Trakt verhältnismäßig ruhig gehalten wird, also z. B. beim Fahrradfahren. In anderen Sportarten, wo der Magen-Darm-Trakt größeren Erschütterungen ausgesetzt ist, z. B. beim Laufen, hat es sich bewährt, zwei Stunden vor dem Sport noch einmal ausgiebig zu trinken, wenige Minuten vor Belastungsbeginn 150–300 ml und während der Aktivität alle 15–20 Minuten 150–200 ml zuzuführen. Es ist wichtig, das Trinken während Belastung zu üben und

einen den individuellen Bedürfnissen angepassten Trinkmodus zu entwickeln.

Unmittelbar nach dem Sport sollte getrunken werden, um mögliche Flüssigkeitsdefizite auszugleichen. Die Höhe der erforderlichen Trinkmenge lässt sich anhand der Differenz des Körpergewichts vor Beginn und nach Ende der Aktivität abschätzen.

Ein Getränk zur schnellen Rehydratation sollte hypo- bis isoton sein und 2–8% Kohlenhydrate sowie 400–1100 mg Na⁺/l enthalten. Ein Zusatz an weiteren Elektrolyten ist nicht erforderlich, denn die Zufuhr mit der Nahrung nach dem Sport reicht zur Kompensation belastungsbedingter Verluste aus. Besonders bewährt haben sich Fruchtsaftchorlen mit einem Mischungsverhältnis von 1 Teil Fruchtsaft zu 1 Teil Mineralwasser (natriumreich, aber kohlenensäurearm), Glukose-Elektrolyt-Lösungen sowie – im Fall höheren Energie- als Flüssigkeitsbedarfs wie z. B. bei tiefen Temperaturen – Glukosepolymer-Lösungen mit einer Konzentration von bis zu 17% Kohlenhydraten. Bei individueller Verträglichkeit eignen sich auch alkoholfreies Bier, Molke und gezuckerter Tee.

Leitungs- und Mineralwasser sind hypoton und sollten daher nur bedingt als Rehydratationsgetränke verwendet werden, zumal sie keine Energie liefern. Energydrinks, Colagetränke, Limonaden, Fruchtsäfte und Malzbier sind hyperton und bewirken eine Wassersekretion in das Dünndarminnere, wodurch die Dehydratation und das Durstempfinden zunächst noch verstärkt werden. Der hohe Zuckergehalt (bis 15%) wirkt sich außerdem negativ auf die Magenentleerungsrate aus. Daher sind diese Getränke zur schnellen Rehydratation nicht geeignet.

Fazit

Die Praxis zeigt, dass

- Freizeitsportler den Energieverbrauch für die sportliche Aktivität oft (weit) überschätzen und nach dem Sport entsprechend viel essen und/oder trinken. Besonders bei bestehendem Übergewicht sollte in der Beratung auf diesen Sachverhalt eingegangen werden.
- Leistungssportler sich mehr für (angeblich) leistungsfördernde Substanzen

oder spezielle Ernährungstechniken interessieren als für eine vollwertige Basiskost. Diese sollte als eine der wichtigsten beeinflussbaren Größen für eine hohe Leistungsfähigkeit jedoch besonders detailliert erläutert werden.

Bedenklich stimmt die Zunahme der Häufigkeit des Auftretens von Anorexia athletica bei Leistungssportlich aktiven Kindern, Jugendlichen und jungen Erwachsenen [36], vor allem bei Mädchen im vorpuberalen Alter [12]. Hier gilt es, mit Hilfe von Gewichts- und Längen- [48] sowie BMI-Perzentilen [16] regelmäßige anthropometrische Kontrollen durchzuführen.

Korrespondenzadresse

HP Dr. oec. troph. Alexandra Schek



Mühlstraße 11
35390 Gießen
kontakt@praxis-schek.de

Interessenkonflikt. Der korrespondierende Autor gibt an, dass kein Interessenkonflikt besteht.

Literatur

1. Almond CSD, Shin AY, Fortescue EB et al. (2005) Hyponatremia among runners in the Boston Marathon. *New Engl J Med* 352: 1550–1556
2. Berg A, Bauer S, Keul J (1992) Besonderheiten in der Sportlerernährung. *Ernährungs-Umschau* 39 (Sonderheft): 102–108
3. Brouns F, Kovacs E (1996) Optimale Zusammensetzung eines Sportgetränks. *TW Sport & Med* 8: 163–166
4. Burke L, Deakin V (2006) *Clinical Sports Nutrition*. McGraw-Hill, Sydney
5. Burke LM, Hawley JA, Schabort EJ et al. (2000) Carbohydrate loading failed to improve 100-km cycling performance in a placebo-controlled trial. *J Appl Physiol* 88: 1284–1290
6. Clark N, Tobin J, Ellis C (1992) Feeding the ultraendurance athlete: practical tips and a case study. *J Am Diet Assoc* 92: 1258–1262
7. Cox CM, Brown RC, Mann JI (1996) The effects of high-carbohydrate versus high-fat dietary advice on plasma lipids, lipoproteins, apolipoproteins, and performance in endurance trained cyclists. *Nutr Metab Cardiovasc Dis* 6: 227–233
8. Coyle EF (1991) Carbohydrate feedings: effects on metabolism, performance and recovery. In: Brouns F (ed) *Advances in Nutrition and Top Sport*. Karger, Basel S 1–14
9. DGE, ÖGE, SGE, SVE (Hrsg) (2001) Referenzwerte für die Nährstoffzufuhr. 1. korr. Nachdruck, Umschau Braus Verlag, Frankfurt
10. DGE (Hrsg) (2004) *Ernährungsbericht 2004*. DGE, Bonn

11. Eck P (1993) Untersuchung zur Ausscheidung der Mineralstoffe Kalzium und Magnesium im Schweiß bei einer Ausdauerbelastung. Diplomarbeit. Gießen
12. Fröhner, G. (2008) Sportmedizinische Empfehlungen zur Sicherung der Belastbarkeit im Nachwuchssport. Teil 4: Physiotherapie – Orthopädie – Ernährung – Infektionsprävention. Leistungssport 38 (3) 43–47
13. Garcia-Roves PM, Terrados N, Fernandez SF, Patterson AM (1998) Macronutrients intake of top level cyclists during continuous competition – change in the feeding pattern. J Sports Med 19: 61–67
14. Gontzea I, Sutzescu P, Dumitrache S (1974) The influence of muscular activity on the nitrogen balance and on the need of man for proteins. Nutr Rep Int 10: 35–43
15. Knechtle B, Müller G (2002) Ernährung in einem Extremausdauerwettkampf. Dtsch Z Sportmed 53: 54–57
16. Kromeyer-Hauschild K, Wabitsch M, Kinzle D et al. (2001) Perzentile für den Body-Mass-Index für das Kindes- und Jugendalter unter Heranziehung verschiedener Stichproben. Monatsschr Kinderheilk 149: 807–818
17. Larson-Meyer DE, Newcomer BR, Hunter GR (2002) Influence of endurance running and recovery diet on intramyocellular lipid content in women: a 1H NMR study. Am J Physiol Endocrinol Metab 282: E95–E106
18. Lemon PWR, Tarnopolsky MA, McDougall JD, Atkinson SA (1992) Protein requirements and muscle mass/strength changes during intensive training in novice bodybuilders. J Appl Physiol 73: 767–775
19. Lindemann AK (1991) Nutrient intake of an ultra-endurance cyclist. Int J Sport Nutr 1: 79–85
20. Manz F (2000) Jodversorgung und Jodmangelprophylaxe in Deutschland – „Jod-Monitoring 1996“. In: DGE (Hrsg) Ernährungsbericht 2000. Frankfurt. S. 58–65
21. Maughan RJ, Burke LM, Coyle EF (eds) (2004) Food, Nutrition and Sports Performance II. The International Olympic Committee Consensus on Sports Nutrition. Routledge, London
22. McArdle WD, Katch FI, Katch VL (2006) Exercise Physiology. Energy, Nutrition, and Human Performance. Lippincott Williams & Wilkins, Philadelphia
23. McInerney P, Lessard SJ, Burke LM et al. (2005) Failure to repeatedly supercompensate muscle glycogen stores in highly trained men. Med Sci Sports Exerc 37 (3): 404–411
24. Meredith CN, Zackin MJ, Frontera WR et al. (1989) Dietary protein requirements and body protein metabolism in endurance-trained men. J Appl Physiol 66: 2850–2856
25. Osterkamp-Baerens C, Pogan K (2003) Ansatzpunkte für die Ernährungsoptimierung im Leistungssport in der Trainingsphase. Leistungssport 33 (5): 5–11
26. Osterkamp-Baerens C, Schrey R (2003) Ansatzpunkte für die Ernährungsoptimierung im Leistungssport während des Wettkampfs. Leistungssport 33 (5): 12–15
27. Pendergast DR, Leddy JJ, Venkatraman JT (2000) A perspective on fat intake in athletes. J Am Coll Nutr 19: 345–350
28. Poortmans JR, Dellalieux O (2000) Do regular high protein diets have potential health risks on kidney function in athletes? IJSNEM 10: 28–38
29. Rehrer NJ, Brouns F, Beckers EJ et al. (1990) Gastric emptying with repeated drinking during running and bicycling. Int J Sports Med 11: 238–243
30. Romijn JA, Coyle EF, Sidossis LS et al. (1993) Regulation of endogenous fat and carbohydrate metabolism in relation to exercise intensity and duration. Am J Physiol 265: E380–E391
31. Romano BC, Todd MK, Saunders MJ (2004) Effect of a 4:1 ratio carbohydrate/protein beverage on endurance performance, muscle damage and recovery. Med Sci Sports Exerc 36: S126
32. Saris WHM, Brouns F, Beckers EJ, Rehrer NJ (1992) Flüssigkeits- und Nährstoffverfügbarkeit während körperlicher Belastung. Einfluß der Getränkezusammensetzung und der gastrointestinalen Funktion (Teil 1). Ernährungs-Umschau 39: 355–361
33. Schek A (1997) Kohlenhydrate in der Ernährung des Ausdauersportlers. Leistungssport 27 (6): 15–19
34. Schek A (2000) Sportlergetränke. Ernährungs-Umschau 47: 228–234
35. Schek A (2001) Nahrungsergänzungsmittel im Leistungssport. Notwendigkeit oder Marketing-Strategie? Leistungssport 31 (5): 10–16
36. Schek A (2002) Eß(verhaltens)störungen im Leistungssport. Leistungssport 32 (1): 22–29
37. Schek A (2003) Mediterrane Kost auch für Leistungssportler?! Leistungssport 33 (5): 16–24
38. Schek A (2005) Top-Leistung im Sport durch bedürfnisgerechte Ernährung. 2. Aufl., Philippka-Sportverlag, Münster
39. Schek A (2008) Ernährungslehre kompakt. 3. Aufl., Umschau-Zeitschriftenverlag, Sulzbach (in Vorbereitung)
40. Sundgot-Borgen J, Larsen S (1993) Pathogenic weight-control methods and self-reported eating disorders in female elite athletes and controls. Scand J Med Sci Sports 3: 150–155
41. Tarnopolsky MA, MacDougall JA, Atkinson SA (1988) Influence of protein intake and training status on nitrogen balance and lean body mass. J Appl Physiol 64: 187–193
42. Tarnopolsky MA (2000) Gender differences in metabolism, nutrition and supplements. J Sci Med Sport 3: 287–298
43. van Erp-Baart AMJ, Saris WHM, Binkhorst RA et al. (1989) Nationwide survey on nutritional habits in elite athletes. Int J Sports Med 10 (Suppl. 1): 3–16
44. van Loon LJC, Saris WHM, Kruijshoop M, Wagenmakers AJM (2000) Maximizing post exercise muscle glycogen synthesis: carbohydrate supplementation and the application of amino acids or protein hydrolysate mixtures. Am J Clin Nutr 72: 106–111
45. van Loon LJC, Schrauwen-Hinderling VB, Koopman R et al. (2003) Influence of prolonged endurance cycling and recovery diet on intramuscular triglyceride content in trained males. Am J Physiol Endocrinol Metab 285: E804–E811
46. Vogt M, Puntschart A, Howald H et al. (2003) Effects of dietary fat on muscle substrates, metabolism, and performance in athletes. Med Sci Sports Exerc 35: 952–960
47. Wasserbacher B, Weichselbaum E, Elmadfa I (2002) Ernährungsverhalten im Breitensport. Ernährungsgewohnheiten, Ernährungswissen und Nährstoffzufuhr von Österreichischen Breitensportlern. Ernährung/Nutrition 26: 357–365
48. Weimann E (2007) Hormonstörungen bei Leistungssport treibenden Jugendlichen. Monatsschr Kinderheilk 156: 39–46
49. Whitley HA, Humphreys SM, Campbell IT et al. (1998) Metabolic and performance responses during exercise after high-fat and high-carbohydrate meals. J Appl Physiol 85: 418–424

Leitlinie Fett kompakt

Die Deutsche Gesellschaft für Ernährung veröffentlichte kürzlich die „Leitlinie Fett kompakt“. Diese basiert auf der evidenzbasierten Leitlinie „Fettkonsum und Prävention ausgewählter ernährungsmitbedingter Krankheiten“ (www.dge.de/leitlinie) und ist als Hilfestellung für die Praxis gedacht.



Die Kurzfassung erläutert das methodische Vorgehen bei der Erstellung der Leitlinie und liefert Informationen zur Ableitung von Evidenzklassen und Härtegraden. Die Beweislage der Beziehung zwischen Fett(-säuren)konsum und ausgewählten ernährungsmitbedingten Krankheiten (Adipositas, Diabetes mellitus Typ 2, Fettstoffwechselstörungen, Bluthochdruck, koronare Herzkrankheit, Schlaganfall und Krebs) wird zusammenfassend dargestellt. Das Glossar im Anhang erklärt wichtige Begriffe und liefert Hintergrundwissen im Kontext der evidenzbasierten Leitlinie.

Deutsche Gesellschaft für Ernährung e. V. (Hrsg)
Leitlinie Fett kompakt
Bonn: DGE 2008, 38 S., Art.-Nr. 130060, ISBN 978-3-88749-213-3, 4,80 EUR zzgl. Versand, Bezug über DGE-MedienService, Birkenmaastr. 8, 53340 Meckenheim, Tel. 0228 9092-626, Fax 0228 9092-610, info@dge-medien-service.de, www.dge-medien-service.de.