

LEISTUNGS- SPORT

3/2019 - 4/2020
Zeitschrift für die Fortbildung von Trainern,
Übungsleitern und Sportlehrern

DGE-Position zur Sporternährung

Alexandra Schek

Der Deutsche Olympische Sportbund (DOSB) gibt seit den 1970er Jahren die sportwissenschaftliche Fachzeitschrift *Leistungssport* heraus. Diese richtet sich an Trainerinnen und Trainer im Nachwuchsleistungs- und Spitzensport sowie an alle an einem humanen Leistungssport Interessierten.

Das Themenspektrum umfasst die Veröffentlichung aktueller sportwissenschaftlicher Erkenntnisse, trainings- und wettkampfpraktischen Erfahrungswissens führender Trainerpersönlichkeiten sowie leistungssportrelevanter Aktivitäten des DOSB.

Neben einem qualitativ hochwertigen Training ist die bedarfsgerechte Ernährung für die Leistungsentwicklung in allen Bereichen und Sportarten von zentraler Bedeutung. Die im letzten Jahr initiierte Beitragsserie über den aktuellen Stand der Sporternährung wurde mit der *Leistungssport*-Ausgabe 4/2020 abgeschlossen. Eine Zusammenfassung der Positionen der Deutschen Gesellschaft für Ernährung (DGE) enthält dieses Kompendium.

Die Redaktion

DGE-Position Sporternährung (1)

Flüssigkeitsmanagement im Sport

Die Arbeitsgruppe Sporternährung¹ der Deutschen Gesellschaft für Ernährung (DGE) hat sieben wissenschaftliche Positionspapiere zur Ernährung des Sportlers verfasst, die in der Zeitschrift „Ernährungs Umschau“ in loser Folge veröffentlicht und in dieser und folgenden „Leistungssport“-Ausgaben in gekürzter Fassung wiedergegeben werden.

Die DGE ist die unabhängige wissenschaftliche Fachgesellschaft für alle Fragen rund um Ernährung. Sie fasst die ernährungswissenschaftliche Forschung zusammen, überträgt sie in die Praxis und ist damit Anlaufstelle für alle in der Wissenschaft und in der Praxis Tätigen².

Den Anfang macht die Stellungnahme von Stephanie Mosler et al. (2019), Flüssigkeitsmanagement im Sport, *Ernährungs Umschau*, 66 (3), M152-M159 (doi der open-access-Ausgabe auf Englisch: 4455/eu.2019.011). Eine ausreichende Hydratation ist eine wichtige Voraussetzung für die Gesundheit und die Leistungsfähigkeit des Sportlers. Bei intensiver körperlicher Aktivität sind der Wasser- und der Natriumbedarf aufgrund einer vermehrten Schweißproduktion erhöht. Die Schweißproduktion ist abhängig von der Sportart, der Dauer und Intensität der körperlichen Aktivität, den klimatischen Bedingungen, dem Geschlecht, dem Körpergewicht sowie der Bekleidung und

dem Trainingszustand. Trainierte Sportler schwitzen im Allgemeinen mehr als Untrainierte, was es ihnen ermöglicht, mehr Wärme abzugeben, um die Körpertemperatur unter dem kritischen Wert zu halten, ab dem die Leistungsfähigkeit beeinträchtigt wird. Bei intensiven sportlichen Belastungen bei hohen Temperaturen können pro Tag 4 bis 10 l Wasser und 3,5 bis 7 g Natrium verloren gehen. Eine hohe Luftfeuchtigkeit erhöht die Schweißproduktion zusätzlich, da weniger Schweiß verdunstet bzw. mehr abtropft. Weiterhin ist der Flüssigkeitsbedarf bei Aufenthalten in großer Höhe sowie bei tiefen Temperaturen gesteigert.

Sichere Zeichen für einen Wassermangel sind ein dunkler Urin infolge reduzierter Harnproduktion sowie Mundtrockenheit aufgrund verringerter Speichelbildung. Ein Flüssigkeitsdefizit beeinträchtigt sowohl die körperliche als auch die geistige Leistungsfähigkeit.

Ab einem Flüssigkeitsverlust von 2 bis 4 % des Körpergewichts, wie er z. B. auch im Rahmen des „Abkochens“ bei Gewichtsklassensportarten auftritt, sind Einschränkungen in der Kraft- und Ausdauerleistungsfähigkeit zu erwarten. Bei noch stärkerer Entwässerung (Dehydratation) kommt es bedingt durch eine Abnahme der Gehirndurchblutung zu Symptomen wie Müdigkeit, Kopfschmerzen, Konzentrationsstörungen sowie verlängerten Reaktionszeiten. Letztlich ist das Risiko für Hitzefolgen wie Krämpfe, Er-

schöpfung, Kollaps und Hitzschlag erhöht.

Das American College of Sports Medicine (ACSM) hat die Ergebnisse zahlreicher Studien zum Flüssigkeitsbedarf im Sport nach Evidenzgraden gelistet und daraus aktuelle Empfehlungen zur Flüssigkeitszufuhr abgeleitet. Entgegen früheren Empfehlungen wie „Trinken, bevor der Durst kommt“, betonen die Experten, dass Sportler auf ihr Durstgefühl vertrauen sollen, da Trinken nach Bedarf sowohl einer zu starken Dehydratation vorbeugen als auch das Risiko einer Hyponatriämie (Wasserintoxikation) minimieren könne. Von einer Hyponatriämie (< 135 mmol Natrium/l Plasma), die durch Übelkeit, Erbrechen, Kopfschmerzen, Muskelkrämpfe, Kurzatmigkeit und Bewusstseinseintrübung gekennzeichnet ist und bis zum Tod führen kann, sind allerdings meistens sehr schlanke Freizeitsportlerinnen betroffen, die für einen Marathon länger als vier Stunden benötigen und an jeder Trinkstation so viel (natriumarme) Flüssigkeit zu sich nehmen, dass sie im Ziel mehr wiegen als beim Start.

Trinken vor der Belastung: Sportler sollten immer gut hydratisiert und mit normalen Plasma-Elektrolyt-Konzentrationen an den Start gehen. Hierfür sollten im Tagesverlauf bedarfsdeckende Mengen Flüssigkeit getrunken und keine Mahlzeiten ausgelassen werden. Eine ausgeglichene Flüssigkeitsbilanz vor der sportlichen Aktivität wird in der Regel erreicht,

¹ Teilnehmer sind (in alphabetischer Reihenfolge): Hans Braun (DSHS Köln), Prof. Dr. Anja Carlsson (HAW Hamburg), Dr. Mareike Großhauser (OSP Rheinland-Pfalz/Saarland), Prof. Dr. Helmut Heskner (Universität Paderborn), Prof. Dr. Daniel König (Universität Freiburg), Prof. Dr. Alfonso Lampen (BfR Berlin), Dr. Stephanie Mosler (OSP Stuttgart), Prof. Dr. Andreas Nieß (Universitätsklinikum Tübingen), Dr. Helmut Oberitter (DGE Bonn), Klaus Schäbenthal (DGE Bonn), Dr. Alexandra Schek (Gießen), Prof. Dr. Peter Stehle (Universität Bonn), Dr. Kiran Virmani (DGE Bonn), Dr. Rainer Ziegenhagen (BfR Berlin)

² Sichtbar – hörbar – vernetzt: Deutsche Gesellschaft für Ernährung (DGE) (2019). Interview mit Dr. Kiran Virmani, Geschäftsführerin der DGE. *Ernährungs Umschau*, 66 (3), S22 f.

³ Der Natriumgehalt im Schweiß ist individuell sehr verschieden und wird in der Literatur mit 175 bis 1510 mg/l angegeben (Durchschnitt: 900 mg/l). So genannte „salty sweater“ verlieren verstärkt Natrium mit dem Schweiß, erkennbar an den Salzkristallen auf der Kleidung und der Haut.

⁴ Bei den Sportspielen (z. B. Fußball, Handball, Tennis etc.) wird eine Kohlenhydratzufuhr von 30 bis 60 g/h, bei Ausdauerbelastungen von mehr als 150 min Dauer eine von 60 bis 90 g/h empfohlen.

Bestimmung der Schweißrate im Training

1. Erfassung des Körpergewichts vor dem Training (unbekleidet, Blase entleert): 49,5 kg
2. Erfassung der Trainingsdauer: 105 min = 1,75 h
3. Erfassung des Körpergewichts nach dem Training: 47,9 kg
4. Differenz des Körpergewichts in kg = Schweißverlust in l: 49,5 kg – 47,9 kg = 1,6 l
5. Quotient aus Schweißverlust in l und Belastungsdauer in h = Schweißrate: 1,6 l : 1,75 h = 0,91 l/h

Tabelle 1: Beispielhafte Vorgehensweise zur Ermittlung der Schweißrate im Training

Trinkempfehlung anhand der individuellen Schweißrate

- Kalkulierter Flüssigkeitsverlust während der Belastung: 0,91 l/h • 2,5 h = 2,3 l
- Maximal empfohlene Trinkmenge = 80 % des Flüssigkeitsverlusts: 0,8 • 2,3 l = 1,84 l → 0,7 l/h
- Minimal empfohlene Trinkmenge (unter Berücksichtigung einer tolerierbaren Dehydratation von 2 bis 4 % bzw. ca. 1,3 l): 2,3 l – 1,3 l = 1,0 l → 0,4 l/h

Tabelle 2: Beispielrechnung zum Trinkverhalten während eines Marathons (2:32:45 h) anhand der individuellen Schweißrate

wenn eine Flüssigkeitsmenge von 5 bis 10 ml/kg Körpergewicht in den letzten 2 bis 4 Stunden vor der Belastung aufgenommen wird, sodass die Farbe des Urins hellgelb ist. Wenn mit dem Sport ausreichend hydratisiert begonnen wird, erfordern Aktivitäten bis zu 60 Minuten Dauer keine Flüssigkeitszufuhr während der Belastung.

Trinken während der Belastung: Um den individuellen Flüssigkeitsbedarf zu ermitteln, empfiehlt es sich, im Training den Schweißverlust mittels Gewichtskontrolle vor und nach der Belastung zu erfassen und daraus die Schweißrate zu berechnen, woraus wiederum die empfohlene Flüssigkeitszufuhr abgeleitet werden kann (siehe Tabelle 1 und 2). Das ACSM empfiehlt eine Flüssigkeitszufuhr von 0,4 bis 0,8 l/h während intensiver Ausdauerbelastungen als optimal, wobei die höhere Trinkmenge für schnellere, schwerere Athleten und höhere Temperaturen gilt. Eine vollständige Rehydratation bereits während der Belastung ist nicht notwendig, da eine Dehydratation im Bereich von 2 bis 4 % gut toleriert wird und größere Flüssigkeitsmengen eine Belastung für den Magen-Darmtrakt darstellen.

Ein optimales Rehydratationsgetränk soll den Sportler möglichst schnell mit Wasser

und Natrium³ versorgen und bei Belastungen von mehr als 90 Minuten Dauer auch mit Kohlenhydraten⁴. Die beste Wasserabsorption wird über leicht hypotone und isotone Getränke mit einer Kohlenhydratkonzentration von 4 bis 8 % und einer Natriumkonzentration von 450 bis 1150 mg/l erreicht. Die Zufuhr weiterer Mineralstoffe oder Vitamine ist während der Belastung nicht erforderlich. Sind dem Sportlergetränk dennoch weitere Elektrolyte zugesetzt, so sollten die Konzentrationen die Obergrenzen von ca. 200 bis 250 mg/l für Kalium und Calcium sowie von 75 bis 125 mg/l für Magnesium nicht überschreiten. Neben Sportlergetränken sind vor allem Fruchtsaftschorlen, gemischt aus einem Teil Saft und ein bis zwei Teilen natriumreichem, kohlenstoffarmem Mineralwasser, zur schnellen Rehydratation geeignet.

Trinken nach der Belastung: Nach dem Sport müssen der Flüssigkeits- und Elektrolythaushalt ausgeglichen werden. Wie rasch dies erfolgen sollte, hängt vom Ausmaß der Dehydratation und der Notwendigkeit einer schnellen Rehydratation ab. Ist das Körpergewicht um weniger als 5 % reduziert und steht in den nächsten 24 h keine erneute Belastung an, können Flüssigkeit und Elektrolyte nach Belieben er-

setzt werden. Der Verzehr von normalen Mahlzeiten und Snacks in Kombination mit Wasser ist ausreichend. Bei einer stärkeren Dehydratation und einer Regenerationszeit von weniger als 12 Stunden sollte die Flüssigkeitszufuhr – in kleinen Schlucken über einen längeren Zeitraum und zusammen mit Elektrolyten (z. B. in Verbindung mit einer Mahlzeit, die auch Kohlenhydrate liefert) – etwa 1,5 l pro kg Körpergewichtsverlust betragen. Nach der Belastung müssen auch die Glycogenreserven wieder aufgefüllt werden, wofür zusätzlich Kalium erforderlich ist, welches z. B. in Fruchtsäften und Trockenobst vorkommt.

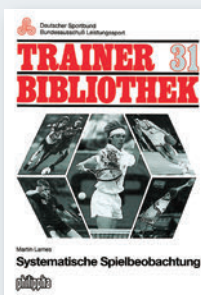
Als optimales Regenerationsgetränk bieten sich neben kommerziellen Sportlergetränken und hypo- bis isotonen Fruchtsaftschorlen auch fettarme Milch und Milchmodgetränke (z. B. Kakao) an, weil sie ein günstiges Kohlenhydrat- zu Proteinverhältnis aufweisen.

Bleibt noch einmal hervorzuheben, dass der Durst die treibende Kraft fürs Trinken im Sport sein sollte. Denn da das Durstgefühl durch Veränderungen der Plasma-Osmolalität hervorgerufen wird, kann es als guter Indikator für die Notwendigkeit der Flüssigkeitszufuhr genutzt werden.

Dr. Alexandra Schek

ANZEIGE

DSB-Trainerbibliothek



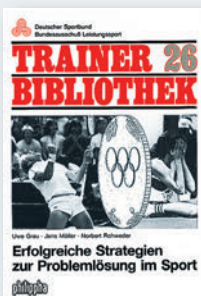
Zur Systematisierung von Wettkampfbeobachtungen mit dem Ziel, diese in die Trainingsplanung zu integrieren.

Systematische Spielbeobachtung.
160 Seiten • 11,90 €



Konzeption und Durchführung eines neuen Trainings in den azyklischen Sportarten unter Berücksichtigung speziellen Krafttrainings.

Ein neues Trainingssystem für azyklische Sportarten.
136 Seiten • 11,90 €



Den Schlüssel für die konstruktive Lösung von Problemen in der Athletenbetreuung zeigt dieses Buch der drei Kieler Sportpsychologen.

Erfolgreiche Strategien zur Problemlösung im Sport.
130 Seiten • 5,90 €



Betrachtung des Phänomens Wettkampf aus verschiedenen Perspektiven.

Der sportliche Wettkampf.
208 Seiten • 12,90 €



02 51/23 00 5-11



buchversand@philippka.de



Weitere Informationen auf www.philippka.de

DGE-Position Sporternährung (2)

Energie

Wie Hans Braun et al. (2019), Energiebedarf im Sport, *Ernährungs Umschau*, 66 (8), M460-M467 (doi der open-access-Ausgabe auf Englisch: 10.4455/eu.2019.040), im zweiten Positionspapier der Arbeitsgruppe Sporternährung¹ der Deutschen Gesellschaft für Ernährung (DGE) darlegen, ist der Energieverbrauch zwecks Aufrechterhaltung sämtlicher Prozesse im Organismus ein kontinuierlicher Vorgang, während sich die Energiezufuhr auf wenige Mahlzeiten am Tag beschränkt. Demnach ist eine bedarfsgerechte Energieaufnahme ein zentraler Baustein der (Sportler-)Ernährung. Im Regelfall entspricht der Energieverbrauch dem Energiebedarf. Das ist diejenige Menge an Nahrungsenergie, die ein stabiles Körpergewicht gewährleistet sowie die Gesundheit und Leistungsfähigkeit fördert. Der Energiebedarf ist keine fixe Größe. Er ist im Wesentlichen abhängig vom Ruheenergieumsatz, der von Geschlecht (Körperfettanteil), Gewicht, Größe und Alter (Wachstum) beeinflusst wird, und von der körperlichen Aktivität, die die variabelste Komponente darstellt. Trainingsinhalte, -dauer, -intensität, Periodisierung u. Ä. beeinflussen den Energiebedarf zusätzlich zu den anthropometrischen Faktoren. Der Gesamtenergieumsatz eines Sportlers kann in Abhängigkeit von der Trainings-/Wettkampfphase im Jahreszyklus, aber auch abhängig vom Trainingsvolumen innerhalb einer Woche variieren. Sportartübergreifend liegt er im Regelfall zwischen 1500 und 6000 kcal/d, im Einzelfall auch höher (z. B. beim Race across America).

Der Energieverbrauch kann mit Hilfe verschiedener Methoden gemessen werden. Im Sport hat sich die portable Spirometrie etabliert. In einem Trainings-Fußballspiel wurde auf der Basis dieser indirekten Kalorimetrie ein mittlerer Energieverbrauch von 1340 kcal ermittelt, die Spanne betrug allerdings 1050 bis 1750 kcal. Insofern stellen Tabellenwerte zur Abschätzung des Energiebedarfs, wie im „Compendium of Physical Activities“ zusammengetragen, Näherungen dar. Die in Tabelle 1 für 18- bis 65-jährige Personen orientierend angegebenen Werte geben den Energiebedarf für verschiedene Alltags- und sportliche Aktivitäten wieder. Hierbei entspricht 1 MET („Metabolic Equivalent of a Task“) einem Energieumsatz von 1 kcal/kg/h (vgl. *Leistungssport*, 49 [1], 16-18). D. h., ein Fußballspieler, der 80 kg wiegt, verbraucht während eines „wettkampfnahen Spiels“ (MET 10,0) von 90 Minuten Dauer 10,0 x 80 x 1,5 = 1200 kcal.

In einigen Sportarten oder Disziplinen (z. B. Skisprung, Hochsprung, Marathonlauf) kann ein geringes Körpergewicht einen Leistungsvorteil bringen oder es kann aufgrund des Reglements in Gewichtsklassensportarten (z. B. Ringen, Judo, Bodybuilding) günstig sein, am Wettkampftag ein bestimmtes Körpergewicht zu haben². Um ein geringes Körpergewicht zu erreichen, neigen Athleten der angesprochenen Sportarten oder Disziplinen

zu einer chronisch geringen Energiezufuhr und, falls möglich, zu einer Steigerung des Energieverbrauchs im Training. In diesem Zusammenhang wird einerseits von einer negativen Energiebilanz, andererseits von ei-

	MET	Code
Alltagsaktivitäten		
Schlafen	0,95	07030
Ruhig sitzen, z. B. vor dem TV	1,3	07020
Meeting, sitzend	1,5	11585
Büroarbeit	1,5	11580
Bügeln	1,8	05070
Gehen, gemütlich (< 3,2 km/h)	2,0	11791
Kochen, Essen vorbereiten	2,0	05050
Einkaufen im Supermarkt	2,3	05060
Hausarbeit, aufräumen	2,5	05040
Gartenarbeit (gemütlich)	3,0	08260
Gartenarbeit (anstrengend)	6,0	08262
Sportliche Aktivitäten		
Badminton (allgemein)	5,5	15020
Badminton (wettkampfnah)	7,0	15030
Basketball (allgemein)	6,0	15050
Basketball (wettkampfnah)	8,0	15040
Fußball (allgemein)	7,0	15610
Fußball (wettkampfnah)	10,0	15605
Jogging (8 km/h)	8,3	12030
Jogging (11,2 km/h)	11,0	12070
Jogging (16 km/h)	14,5	12120
Jogging (22,4 km/h)	23,0	12135
Radfahren (18 km/h)	6,8	01020
Radfahren (24 km/h)	10,0	01040
Schwimmen Freistil (allgemein)	5,8	18240
Schwimmen Freistil (2:10 min/100 m)	8,3	18290
Tennis (allgemein)	7,3	15675
Tischtennis (allgemein)	4,0	15660
Volleyball (allgemein)	4,0	15710
Volleyball (wettkampfnah)	6,0	15711

Tabelle 1: Ausgewählte Aktivitäten mit MET und Code

ner geringen Energieverfügbarkeit gesprochen (vgl. *Leistungssport*, 49 [1], 16-18). Letztere entspricht der Energiezufuhr abzüglich der durch den Sport verbrauchten Energie. Daraus resultiert die Energiemenge, die für den Organismus verfügbar ist, um seine grundlegenden Funktionen aufrechtzuerhalten. Untersuchungen an weiblichen Athleten zeigen, dass eine Energieverfügbarkeit von < 30 kcal/kg fettfreie Körpermasse (FFM) ein erhöhtes Risiko für Müdigkeits- und Übertrainingserscheinungen, Immunschwäche, Menstruationsstörungen und Stressfrakturen bedeutet. Daher sollte in Gewichtsreduktionsphasen darauf geachtet werden, eine Energieverfügbarkeit von 30-45 kcal/kg FFM zu gewährleisten. Anderenfalls könnte sich ein „Relative Energy Deficiency in Sports“ (RED-S) entwickeln, wovon Männer wie Frauen betroffen sein können. Vertiefende Informationen zu dieser Thematik finden sich in dem frei zugänglichen Sonderheft 28 (4), 2018, des *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism* (<https://journals.humankinetics.com/toc/ijsnem/28/4>). Warnsignale für eine niedrige Energieverfügbarkeit und die damit verbundenen negativen Konsequenzen für Gesundheit und Leistungsfähigkeit müssen frühzeitig erkannt werden. Daher sollte öfter als einmal pro Jahr von Fachkräften der Ernährungsberatung eine individuelle Ernährungsanamnese durchgeführt werden. Hierbei ist zu berücksichtigen, dass Ernährungserhebungsmethoden diverse Limitationen aufweisen. Es kommt vor, dass Athleten ihr Essverhalten während der Protokollphase ändern, aufgrund sozialer Erwünschtheit fehlerhafte Angaben machen oder Dokumentationsfehler hinsichtlich Menge und Beschreibung der verzehrten Lebensmittel auftreten. So werden beispielsweise die zwischendurch verzehrten Snacks oder auch Getränke „vergessen“ zu notieren, was zu einer fehlerhaften Bewertung der Energiezufuhr führen kann. Hierauf ist zu achten, da eine bedarfsangepasste Energiezufuhr einen grundlegenden Eckpfeiler in der Ernährung des Sportlers darstellt.

Dr. Alexandra Schek

¹ Teilnehmer sind (in alphabetischer Reihenfolge): Hans Braun (DSHS Köln), Prof. Dr. Anja Carlsohn (HAW Hamburg), Dr. Mareike Großhauser (OSP Rheinland-Pfalz/Saarland), Prof. Dr. Helmut Heskner (Universität Paderborn), Prof. Dr. Daniel König (Universität Freiburg), Prof. Dr. Alfonso Lampen (BfR Berlin), Dr. Stephanie Mosler (OSP Stuttgart), Prof. Dr. Andreas Nieß (Universitätsklinikum Tübingen), Dr. Helmut Oberitter (DGE Bonn), Klaus Schäbenthal (DGE Bonn), Dr. Alexandra Schek (Gießen), Prof. Dr. Peter Stehle (Universität Bonn), Dr. Kiran Virmai (DGE Bonn), Dr. Rainer Ziegenhagen (BfR Berlin)

² Auch wo Ästhetik eine Rolle spielt (z. B. Eiskunstlauf, Rhythmische Sportgymnastik, Tanzen, Ballett, Bodybuilding), neigen die Sportler zu einer kritischen Energiezufuhr, um ein geringes Körpergewicht zu halten (Anm. d. Red.).

DGE-Position Sporternährung (3)

Fette

Alexandra Schek et al. (2019), Fette in der Sporternährung, *Ernährungs Umschau*, 66 (9), M538-M545 (doi der open-access-Ausgabe auf Englisch: 10.4455/eu.2019.042) handeln im dritten Positionspapier der Arbeitsgruppe Sporternährung¹ der Deutschen Gesellschaft für Ernährung (DGE) den aktuellen Kenntnisstand zur wünschenswerten Fett(säure)-Zufuhr, zum *fat loading* als Vorwettkampfstrategie und zu (angeblich) die Fettsäureverfügbarkeit/-oxidation erhöhenden Nahrungsergänzungsmitteln ab. Ein ausführlicher Übersichtsartikel zu demselben Thema ist in *Leistungssport* 2/2019 erschienen.

Referenzwerte: Für die sportgerechte Zufuhr von Fetten gibt es – im Gegensatz zu den Kohlenhydraten und Proteinen – keine Empfehlungen in absoluten Zahlen (g/kg/d). Seitens internationaler Fachgesellschaften besteht jedoch Konsens da-

rüber, dass der Fettverzehr 30 Energie% nicht über- und 20 Energie% nicht unterschreiten sollte. Bei einem niedrigen Fettverzehr kann die Zufuhr an essenziellen Fettsäuren, fettlöslichen Vitaminen und möglicherweise Energie kritisch werden, während ein hoher Fettverzehr mit einer adäquaten Aufnahme an Kohlenhydraten konkurriert.

Aus Studien zur Fettzufuhr von Leistungssportlern lässt sich ableiten, dass der Fettanteil in der Nahrung im Bereich des Richtwerts von 30 Energie% liegt. In Bezug auf die Fettsäurezusammensetzung ist Folgendes zu beachten:

- Gesättigte Fettsäuren, die einen Hauptbestandteil von Cocosfett, Palmöl, Butter, Sahne(soße), Schokolade, Käse- und Wurstwaren darstellen, sollen 7 bis 10 Energie% bzw. maximal ein Drittel der insgesamt als Fett zugeführten Energie ausmachen.
- Mehrfach ungesättigte Fettsäuren – definiert als Summe aus ω 3-Fettsäuren, die in größeren Mengen in Pflanzenölen (Leinsamen, Walnuss, Raps) und Fischen (Hering, Thunfisch, Lachs, Makrele) vorkommen, und ω 6-Fettsäuren (Weizenkeim-/Sojaöl, Sonnenblumen-/Kürbiskerne) – sollen 7 Energie% liefern bzw. bis 10 Energie%, wenn die Energiezufuhr aus gesättigten Fettsäuren 10 % der Gesamtenergiezufuhr überschreitet.
- Die einfach ungesättigten Fettsäuren, die in Oliven-/Rapsöl, Nüssen und Samen reichlich enthalten sind, decken die Differenz zum Gesamtfettanteil ab.
- Der Anteil der trans-Fettsäuren, die in größeren Mengen in Frittieröl, Backwaren, Zwieback, Crackern und Kartoffelchips enthalten sind, sollte weniger als 1 Energie% betragen.

Eine solche Ernährungsweise steht im Einklang mit den lebensmittelbezogenen Ernährungsempfehlungen der DGE (10 Regeln der DGE², DGE-Ernährungskreis³), die auf einen hohen Anteil an pflanzlicher Kost und möglichst wenig Convenience Food hinauslaufen.

Fat loading: Eine extrem hohe Fettzufuhr als Vorwettkampfstrategie verfolgt das Ziel, die Verfügbarkeit bzw. Oxidationsrate von Fettsäuren in den aktiven Muskeln zu steigern⁴. Angestrebt wird eine Schonung der Glycogenreserven, wodurch *hypothetisch* die Ausdauerleistung verbessert werden kann. Zu unterscheiden sind das akute *fat loading* drei bis vier Stunden vor einem Wettkampf und das chronische *fat loading* fünf und mehr Ta-

ge vor einem Wettkampf. Letzteres lässt sich noch weiter in ketogene und nicht-ketogene „low carb high fat“(LCHF)-Diäten differenzieren. Immer häufiger werden besonders die ketogenen Diäten über entsprechend lange Zeiträume (Wochen bis Monate) auch zur Gewichtsreduktion eingesetzt. Unter dem Suchbegriff „ketogenic diet“ sind auf www.google.de 40.300.000 Einträge gelistet (Stand: 7.7.2019).

Bezüglich der Wirksamkeit der verschiedenen *fat-loading*-Methoden lassen Ergebnisse von Untersuchungen an überwiegend hoch trainierten Ausdauersportlern den Schluss zu, dass trotz einer mäßigen Erhöhung der Fettsäureoxidationsrate

- akutes *fat loading* mit 60 bis 90 Energie% Fett in der Vorbelastungsmahlzeit die Zeit bis zur Erschöpfung nicht beeinflusst;
- ketogene Diäten mit einem Fettanteil von 75 bis 85 Energie%, einem Proteinanteil von 15 bis 25 Energie% und einem Kohlenhydratgehalt von < 50 g eher negative⁵ als positive Wirkungen auf die Leistung erkennen lassen;
- nicht-ketogene LCHF-Diäten mit 60 bis 70 Energie% Fett und je 15 bis 20 Energie% Proteinen und Kohlenhydraten keinen nennenswerten Einfluss auf die Leistung haben.

Die Ineffizienz dieser Maßnahmen lässt sich damit begründen, dass die geringe Kohlenhydrataufnahme mit einer verringerten Glucose-Utilisation einhergeht, so dass der Nachteil einer reduzierten Glucoseverfügbarkeit infolge geringerer Glycogenreserven den Vorteil eines Glycogen-spareffekts während Belastung überlagert. In dem Versuch, diesen möglichen Nachteil durch Wiederauffüllung der Glycogenreserven zu umgehen, wurde in mehreren Studien an eine 5- bis 11-tägige nicht-ketogene LCHF-Diät ein 1- bis 3-tägiges *carbohydrate loading* mit 7 bis 11 g Kohlenhydraten/kg/d angeschlossen. Aus den Untersuchungsergebnissen lässt sich jedoch ableiten, dass auch eine Kombination aus LCHF-Diät und *carbohydrate loading* die Ausdauerleistung nicht fördert. Daher ist zu vermuten, dass die Heraufregulation der Fettsäureoxidation die Bereitstellung von Energie aus Glycogen bzw. Glucose insbesondere bei Zwischen- und Endspurts beeinträchtigt, indem sie die aerobe Glycolyse einschränkt. Darüber hinaus könnten die während einer Belastung nach *fat loading* höheren Konzentrationen an freien Fettsäuren

¹ Teilnehmer sind (in alphabetischer Reihenfolge): Hans Braun (DSHS Köln), Prof. Dr. Anja Carlsson (HAW Hamburg), Dr. Mareike Großhauser (OSP Rheinland-Pfalz/Saarland), Prof. Dr. Helmut Heskner (Universität Paderborn), Prof. Dr. Daniel König (Universität Freiburg), Prof. Dr. Alfonso Lampen (BfR Berlin), Dr. Stephanie Mosler (OSP Stuttgart), Prof. Dr. Andreas Nieß (Universitätsklinikum Tübingen), Dr. Helmut Oberitter (DGE Bonn), Klaus Schäbenthal (DGE Bonn), Dr. Alexandra Schek (Gießen), Prof. Dr. Peter Stehle (Universität Bonn), Dr. Kiran Virmai (DGE Bonn), Dr. Rainer Ziegenhagen (BfR Berlin)

² <https://www.dge.de/fileadmin/public/doc/fm/10-Regeln-der-DGE.pdf>

³ <http://www.dge-ernaehrungskreis.de/start/>

⁴ Volek, J. S., Freidenreich, D. J., Saenz, C. et al. (2016). Metabolic characteristics of keto-adapted ultra-endurance runners. *Metabolism*, 65 (3), 100-110.

⁵ Mujika, I. (2019; *Int. J. Sport Nutr. Exerc. Metab.*, 29 [3], 339-344) beschreibt im Rahmen einer aktuellen Einzelfallstudie, dass ein Weltklasse-Triathlet während einer 8-monatigen Reduktion der Kohlenhydratzufuhr auf < 52 g/Tag von Top-Platzierungen auf den 18. bzw. 14. Platz zurückfiel und einen Wettkampf abbrechen musste. Nach Umstellung auf seine vorherige kohlenhydratreiche Ernährung belegte er in weiteren Ironman-Triathlons den 2. bzw. 4. Platz und fühlte sich psychisch ausgeglichener. Da bei ketogener Diät Lebensmittel mit hoher Mikronährstoffdichte, wie z. B. Obst, Kartoffeln und Getreideprodukte, nur sehr eingeschränkt verzehrt werden, ist diese nicht konform mit den lebensmittelbezogenen Empfehlungen der DGE für eine vollwertige Ernährung. Dementsprechend ist anzunehmen, dass bei langfristiger Anwendung nicht nur negative Effekte auf die Leistung, sondern auch auf die Nährstoffversorgung und Gesundheit möglich sind.

⁶ Vortrag bei der International Sport and Exercise Nutrition Conference (ISENC) 2018 in Newcastle upon Tyne.

und Ammoniumionen im Blutplasma die zentrale Ermüdung begünstigen. Deshalb wird von fettreichen Ernährungspraktiken abgeraten.

Nahrungsergänzungsmittel (NEM): Wie beim *fat loading* sollen auch verschiedene NEM die Fettsäureverfügbarkeit bzw. -oxidationsrate erhöhen und über eine *hypothetische* Glycogeneinsparung die Ausdauerleistung verbessern. Studien zeigen jedoch:

- Coffein erhöht weder die Aufnahme von Fettsäuren in die arbeitenden Muskeln noch beeinflusst es deren Fett- bzw. Kohlenhydratstoffwechsel. Ein Einfluss auf den muskulären Glycogenabbau ist ebenfalls nicht nachweisbar. In seiner tatsächlichen Funktion als Adenosinrezeptor-Antagonist bescheinigt die Europäische Behörde für Lebensmittelsicherheit (EFSA) Coffein eine positive Wirkung auf die Aufmerksamkeit und die Konzentration, wenn einmalig 75 mg (etwa eine Tasse Kaffee) konsumiert werden, bzw. eine günstige Beeinflussung von Ausdauerleistung und -kapazität bei einer Zufuhr in Höhe von 3 mg/kg Körpergewicht (etwa

3 Tassen Kaffee für eine 70 kg schwere Person).

- Carnitin beeinflusst per se weder den Anteil der Fette und Kohlenhydrate an der Energiebereitstellung noch verbessert es die Ausdauerleistung oder reduziert den Körperfettgehalt. Gemäß EFSA hat Carnitin keinen günstigen Effekt auf die Ausdauerkapazität oder die Regeneration. Im Rahmen der Prüfung von Carnitintartrat für die Verwendung in bestimmten Lebensmitteln wurde eine beabsichtigte Zufuhr, die 2 g Carnitin pro Tag entsprach, als gesundheitlich verträglich bewertet.

- Fischöl bzw. das darin enthaltene EPA und DHA bewirken zwar in vitro eine Induktion der Genexpression des geschwindigkeitsbestimmenden Enzyms der Fettsäureoxidation, zeigen jedoch in Humanstudien weder in Ruhe noch bei Belastung einen Einfluss auf die anteilige Energiebereitstellung aus Fett und Kohlenhydraten. Entsprechend lässt sich auch keine Wirkung auf die Ausdauerleistung nachweisen. Seitens der EFSA bestehen bei kombinierter Supplementierung mit EPA und DHA in Höhe von zusammen bis zu 5 g/d bzw. bei alleiniger Supplementierung mit

EPA von bis zu 1,8 g/d bzw. mit DHA von bis zu 1,0 g/d keine gesundheitlichen Bedenken.

- Mittelkettige Triglyceride (MCT) können zwar zur Energiegewinnung in der Muskulatur beitragen, jedoch nur in einer Höhe von 3 bis 8 %. Untersuchungen zum Einfluss einer kombinierten Zufuhr von MCT und Kohlenhydraten vor und während einer Ausdauerbelastung konnten keinen Hinweis auf eine glycogensparende oder leistungssteigernde Wirkung finden. Asker Jeukendrup⁶ erachtet eine einmalige Gabe von 30 g MCT vor sportlichen Belastungen als Obergrenze, um Magen-Darm-Beschwerden zu verhindern. Diese Menge ist zu gering, um sich positiv auf die Ausdauerleistung auszuwirken.

Dr. Alexandra Schek

philippka training – Basics und Best-practice

ANZEIGE



Erste Hilfe und mehr

Prävention, Erste Hilfe und Rehabilitation

philippka training Band 10:
Praxiswissen Sportmedizin
64 Seiten • 12,80 €



Die Kraft richtig dosieren!

Sensomotorisches Training
für Leistungsentwicklung
und Prävention

philippka training Band 8:
Alle Kräfte ins Gleichgewicht
64 Seiten • 12,80 €



02 51/23 00 5-16

@ abo@philippka.de

www.philippka.de

DGE-Position Sporternährung (4)

Kohlenhydrate

Daniel König et al. (2019), Kohlenhydrate in der Sporternährung, *Ernährungs Umschau*, 66 (11), M660-M667 (doi der open-access-Ausgabe auf Englisch: 10.4455/eu.2019.044) beschreiben im vierten Positionspapier der Arbeitsgruppe Sporternährung¹ der Deutschen Gesellschaft für Ernährung (DGE), warum die Kohlenhydrate innerhalb der Makronährstoffe von besonderer Bedeutung für die sportliche Leistungsfähigkeit sind, und fassen die Empfehlungen für die Zufuhr von Kohlenhydraten in der Basisernährung, der (unmittelbaren) Vorbelastungsphase, während körperlicher Aktivität und in der (unmittelbaren) Nachbelastungsphase zusammen.

Kohlenhydrate weisen einen sehr günstigen energetischen Wirkungsgrad auf und können sowohl anaerob als auch aerob verstoffwechselt werden. Bei der Kohlenhydratverbrennung ist die Energieausbeute in ATP pro Liter Sauerstoff höher als bei der Fettsäureverbrennung, was vor allem im Ausdauersport im Hinblick auf die Sauerstoffaufnahme und damit auf die Energieeffizienz von Bedeutung ist. Die Gesamtenergieausbeute während anaerober (2 ATP/Glucose) bzw. aerober (36 ATP/Glucose) Glucoseverstoffwechselung ist zwar geringer als beim oxidativen Abbau von Fettsäuren (z. B. 122 ATP/Stearinsäure), die Energieflussrate, d. h. die ATP-Gewinnung pro Zeiteinheit, ist bei der Kohlenhydratoxidation jedoch doppelt so hoch wie bei der Fettsäureoxidation. Daher kann ein hoher Kohlenhydratanteil in der Ernährung die körperliche Leistungsfähigkeit bei länger anhaltenden, intensiven Ausdauerbelastungen verbessern. Darüber hinaus gibt es vermehrt Hinweise, dass die Höhe der Kohlenhydratreserven in Muskulatur und Leber Einfluss auf trainingsinduzierte Anpassungsprozesse im Organismus hat.

Basisernährung: Einer der wichtigsten Gründe für die Betonung der Kohlenhydrate in der täglichen Ernährung von Ausdauersportlern liegt in der hierdurch gewährleisteten optimalen Auffüllung der Glycogendepots in Muskulatur und Leber. Muskelbiopsiestudien haben gezeigt, dass ein hoher Kohlenhydratanteil in der Ernährung mit einem hohen hepatischen und muskulären Glycogengehalt assoziiert, und die Höhe der Glycogenreserven relativ eng mit der konsekutiven Belastungsdauer in Ausdauer Tests korreliert war.

Verglichen mit den Fettspeichern (ca. 80.000-100.000 kcal) sind die Glycogenspeicher in Muskeln (ca. 300-500 g) und Leber (ca. 100 g), entsprechend 1600-2400 kcal, allerdings begrenzt. Bei Erschöpfung der Glycogenreserven kann die aerobe Energiegewinnung nicht länger über die Oxidation von Kohlenhydraten erfolgen. Da die ATP-Gewinnung pro Zeiteinheit bei den Fetten geringer ist (s. o.), muss in der Folge die Belastungsintensität reduziert werden.

Die Geschwindigkeit der Glycogenentleerung hängt von der Dauer und Intensität der Arbeit, vom Trainingszustand sowie dem Füllungsgrad der Glycogenspeicher bei Belastungsbeginn ab. Bei intensiven Ausdauerbelastungen im Bereich der anaeroben Schwelle (70-75 % VO_2max) reicht die gespeicherte Energiemenge bei gefüllten Glycogendepots für eine Belastungsdauer von ca. 75 bis 90 Minuten; suboptimale Glycogenreserven sind mit entsprechend geringeren Belastungszeiten assoziiert. Bei regelmäßigen Trainingsbelastungen sollte daher auf eine kohlenhydratbetonte Ernährung geachtet werden. Zur täglichen Auffüllung der Glycogenspeicher wird Ausdauersportlern in Abhängigkeit von Belastungsdauer und -intensität eine Zufuhr von **6 bis 12 g Kohlenhydraten pro kg Körpergewicht und Tag** empfohlen (vgl. Tabelle 1). Selbstverständlich handelt es sich um Richtwerte, die ggf. individuell angepasst werden müssen.

(Unmittelbare) Vorbelastungsphase: Zur Vorbereitung auf Wettkämpfe von mehr als 90 Minuten Dauer wird eine Kohlenhydratzufuhr von **10 bis 12 g pro kg Körpergewicht und Tag** über 36 bis 48 Stunden empfohlen (Stichwort *carbohydrate loading*²). Hierdurch lässt sich der Muskelgly-

cogengehalt um etwa 10 bis 15 % steigern (Superkompensation) und die Kohlenhydratoxidation unter Belastung länger aufrechterhalten. Allerdings vertragen nicht alle Sportler so hohe Kohlenhydratmengen (Magen-Darm-Beschwerden). In der Literatur wird betont, dass Sportler eine hohe Kohlenhydratzufuhr trainieren können und sollen. Inwiefern dies individuell notwendig, umsetzbar und verträglich ist, bedarf weiterer Klärung durch experimentelle Untersuchungen.

Zur Auffüllung der hepatischen Glycogenspeicher, die sich über Nacht reduzieren, sollte 2 bis 3 Stunden³ vor einer Ausdauer-

¹ Teilnehmer sind (in alphabetischer Reihenfolge): Hans Braun (DSHS Köln), Prof. Dr. Anja Carlsohn (HAW Hamburg), Dr. Mareike Großhauser (OSP Rheinland-Pfalz/Saarland), Prof. Dr. Helmut Heskner (Universität Paderborn), Prof. Dr. Daniel König (Universität Freiburg), Prof. Dr. Alfonso Lampen (BfR Berlin), Dr. Stephanie Mosler (OSP Stuttgart), Prof. Dr. Andreas Nieß (Universitätsklinikum Tübingen), Dr. Helmut Oberitter (DGE Bonn), Klaus Schäbenthal (DGE Bonn), Dr. Alexandra Schek (Gießen), Prof. Dr. Peter Stehle (Universität Bonn), Dr. Kiran Virmai (DGE Bonn), Dr. Rainer Ziegenhagen (BfR Berlin)

² Es gibt noch zwei weitere *carbohydrate-loading*-Methoden: 1. Stetige Steigerung der Kohlenhydratzufuhr in der Woche vor einem Wettkampf auf z. B. 9-10 g/kg/d bei gleichzeitiger Reduktion der Trainingsumfänge und -intensität. 2. Intensive glycogenentleerende Ausdauerbelastung 72 Stunden vor dem Wettkampf bei gleichzeitiger Erhöhung der Kohlenhydratzufuhr auf z. B. 9-10 g/kg/d bis zum Wettkampf. Welcher der drei Methoden individuell der Vorzug zu geben ist, sollte nicht vor einem wichtigen Wettkampf getestet werden.

³ Ein kürzeres Zeitintervall von 60 bis 90 Minuten kann sinnvoll sein, wenn eine Betonung der Kohlenhydratoxidation, bedingt durch einen höheren Insulinspiegel bei Belastungsbeginn, erwünscht ist, also z. B. vor kürzeren, intensiveren Belastungen im Bereich der anaeroben Schwelle.

Kohlenhydratbedarf	Belastungsintensität/-dauer	Empfohlene Zufuhr
Gering	Niedrige Intensität	3-5 g/kg/d
Moderat	Moderate Belastungen: ca. 1 Stunde pro Tag	5-7 g/kg/d
Hoch	Kompetitives Ausdauertraining: moderat bis hochintensives Training an 1 bis 3 Stunden pro Tag	6-10 g/kg/d
Sehr hoch	Extreme Trainingsbelastungen: moderat bis hochintensives Training an > 4 bis 5 Stunden pro Tag	8-12 g/kg/d

Tabelle 1: Empfohlene Zufuhr an Kohlenhydraten in Abhängigkeit von der Trainingsintensität und -dauer

Belastungsdauer	Empfohlene Zufuhr an Kohlenhydraten	Art der Kohlenhydrate	Hinweise
< 45 Minuten	keine Notwendigkeit		
45-75 Minuten	evtl. Mundausspülen	Monosaccharide einzeln oder kombiniert (z. B. Glucose + Fructose)	
1-2,5 Stunden	30-60 g/h	Monosaccharide einzeln oder kombiniert	Austestung und evtl. „Training“ ratsam
> 2,5 Stunden	bis zu 90 g/h	Monosaccharide kombiniert	Austestung und evtl. „Training“ essenziell

Tabelle 2: Empfohlene Zufuhr an Kohlenhydraten während intensiver körperlicher Belastung

belastung von mehr als 60 Minuten Dauer (in Abhängigkeit von der geplanten Belastungsintensität und -dauer) eine Kohlenhydratzufuhr von **1 bis 4 g pro kg Körpergewicht** angestrebt werden. Viele Studien, wenn auch nicht alle, haben eine Verbesserung der Leistungsfähigkeit nach einer kohlenhydratreichen Vorbelaugungsmahlzeit nachgewiesen. Dabei ging ein niedriger glykämischer Index der Mahlzeit, bedingt durch die geringere Insulinausschüttung, mit einer gesteigerten Fettsäureoxidation bei der nachfolgenden Belastung einher.

Während körperlicher Aktivität: In vielen Studien konnte durch eine intermittierende Kohlenhydratzufuhr während intensiver, langanhaltender Belastung die Oxidation von Kohlenhydraten aufrechterhalten und somit eine Hypoglykämie (Unterzuckerung) mit nachfolgendem Belas-

tungsabbruch verhindert werden. Mittels markierter Glucose ließ sich die unmittelbare Beteiligung oral aufgenommener Kohlenhydrate am Energiestoffwechsel nachweisen. Mehrere Übersichtsarbeiten und Meta-Analysen haben eine signifikante Verlängerung der Belastungszeit bei intermittierender Kohlenhydratgabe unter Belastung bestätigt. Darüber hinaus werden „Schlussspurts“ begünstigt. In Abhängigkeit von der Dauer intensiver sportlicher Aktivitäten lassen sich unterschiedliche Zufuhrrichtlinien für die Kohlenhydrataufnahme während Belastung differenzieren, wie Tabelle 2 zeigt. Als Faustregel für Training und Wettkampf gelten **30 bis 60 g Kohlenhydrate pro Stunde** bei Belastungen von 1 bis 2,5 Stunden Dauer.

Die Oxidationsrate von während Belastung oral zugeführter Glucose (oder Maltodextrin) beträgt 1,0 bis 1,2 g/min. Als limitierender Faktor werden Glucosetransporter in der Dünndarmschleimhaut angesehen. Verschiedene Studien haben jedoch gezeigt, dass durch eine Kombination von Kohlenhydraten, die über unterschiedliche Carrier in den Körper aufgenommen werden, eine gesteigerte Absorption und damit eine höhere Kohlenhydratoxidation erreicht werden kann (bis zu 1,7 g/min bei Kombination von Glucose mit Fructose). Diese Maßnahme macht jedoch nur bei extrem langen und intensiven Ausdauerbelastungen Sinn und muss auf individuelle Verträglichkeit getestet werden, denn es gibt Sportler, die auf derart große Kohlenhydratmengen während körperlicher Aktivität mit Magen-Darm-Beschwerden reagieren.

In welcher Darreichungsform die Kohlenhydrate aufgenommen werden (z. B. Getränk, Gel, Riegel), scheint keinen Einfluss auf die Kohlenhydratoxidation unter Belastung zu haben. Aus praktischen Gründen (Flüssigkeitsmanagement, s. Positionspapier 1 in *Leistungssport* 3/2019) erfolgt die Kohlenhydratzufuhr aber zu-

meist in Form von Getränken. Aktuell wird empfohlen, in Abhängigkeit von der Belastungsintensität, den klimatischen Bedingungen und der individuellen Verträglichkeit bei Belastungen von über 60 Minuten Dauer alle 15 Minuten 150 bis 350 ml eines Getränks mit einem Kohlenhydratgehalt von ca. 6 % zu sich zu nehmen.

(Unmittelbare) Nachbelastungsphase:

Nach Belastungsende spielen sowohl der Zeitpunkt als auch die Menge der Kohlenhydratzufuhr eine wichtige Rolle für eine rasche und komplette Wiederauffüllung der Glycogenreserven. Kohlenhydratverzehr unmittelbar nach einer intensiven Ausdauerbelastung führt zu einer höheren Glycogenresynthese als eine vergleichbare Kohlenhydratmenge, die erst nach zwei Stunden zugeführt wird. Dies ist auf eine kontraktionsinduziert erhöhte Expression des glucosetransportierenden Proteins (GLUT-4) sowie des Schrittmacherenzym der Glycogensynthese (Glycogensynthase) in den Skelettmuskelzellen zurückzuführen.

Wenn zwischen Belastungsende und nachfolgender erneuter Belastung weniger als 8 bis 10 Stunden liegen, sollte die Kohlenhydratzufuhr zu Beginn der Erholungsphase **1,0 bis 1,2 g pro kg Körpergewicht und Stunde über 2 bis 4 Stunden** betragen und sollten die verzehrten Kohlenhydrate einen hohen glykämischen Index aufweisen. Beträgt die konsumierte Kohlenhydratmenge aus Gründen der Trainingsmethodik oder aufgrund gastrointestinaler Unverträglichkeiten weniger als 1,2 g pro kg Körpergewicht und Stunde, können durch zusätzliche Gabe von Proteinen (ca. 20 g) die Glycogenspeicher besser gefüllt werden als durch die Kohlenhydrate allein.

Bei einer Zeitspanne von mehr als 10 Stunden vor einer erneuten Belastung scheint der Zeitpunkt der Kohlenhydratzufuhr das Ausmaß der Glycogenresynthese nicht zu beeinflussen, wenn innerhalb von 24 Stunden ausreichend Kohlenhydrate mit niedrigem bis mittlerem glykämischen Index verzehrt werden. Als Faustregel gelten **6 bis 10 g Kohlenhydrate pro kg Körpergewicht über 24 Stunden** bzw. die in Tabelle 1 genannten Werte.

Dr. Alexandra Schek

Bei Umzug bitte neue Adresse an uns!

Liebe Abonnenten, Sie wollen nach einem Umzug Ihre Zeitschrift unterbrechungsfrei zugestellt bekommen? Dann teilen Sie uns bitte frühestmöglich Ihre neue Adresse mit, denn ein Nachsendeantrag bei der Post umfasst nicht die Zustellung von abonnierten Zeitschriften! Also am besten gleich beim Verlag melden, sobald Ihre neue Adresse feststeht und ab wann sie gilt (bitte dabei die bisherige Anschrift und Ihre Kundennummer angeben).

Ihr Philippka-Sportverlag
Tel. 0251/23005-15,
E-Mail: abo@philippka.de,
Fax 0251/23005-99

DGE-Position Sporternährung (5)

Mikronährstoffe

Anja Carlsohn et al. (2019), Mineralstoffe und Vitamine im Sport, *Ernährungs Umschau*, 66 (12), M712-M719 (doi der open-access-Ausgabe auf Englisch: 10.4455/eu.2019.050) fassen im fünften Positionspapier der Arbeitsgruppe Sporternährung¹ der Deutschen Gesellschaft für Ernährung (DGE) die Besonderheiten bezüglich der Versorgung von Sportlern mit Mikronährstoffen zusammen. Dabei dienen die D-A-CH-Referenzwerte, die für die Allgemeinbevölkerung entwickelt wurden, auch als Orientierung für gesunde Sportler. Eine individuell bedarfsdeckende Zufuhr an Vitaminen und Mineralstoffen ist für die Gesundheit und Leistungsfähigkeit essenziell. Bei Athleten ist zu hinterfragen, ob sie aufgrund sportbedingter Verluste, erhöhter Energieumsätze oder sportartspezifischer Ernährungsformen höhere Mikronährstoffbedarfe aufweisen und ob eine gesteigerte Zufuhr die Leistungsfähigkeit beeinflusst. Da anthropometrische, physiologische, trainings- und geschlechtsspezifische Parameter inter- und intraindividuell variieren, lassen sich mögliche Mehrbedarfe an Mikronährstoffen kaum quantifizieren. Es können jedoch gefährdete Sportarten, Trainingsphasen und besondere sportassoziierte Situationen identifiziert werden, in denen Athleten ein Risiko für eine defizitäre Mikronährstoffzufuhr aufweisen.

Sportbedingte Verluste: Das Schwitzen trägt zu einem großen Teil zu den sportbedingten Mineralstoffverlusten bei. Dabei werden große interindividuelle Unterschiede beobachtet, z. B. beim Natrium um den Faktor ≈ 10 . Mit zunehmender Belastungsdauer und Hitzeakklimatisierung sinken die Mineralstoffkonzentrationen im Schweiß, dennoch können bei mittlerer

Fließrate und moderatem Belastungsumfang relevante Verluste an Natrium, Zink, Eisen und Kupfer auftreten (vgl. Tabelle 1). Vor dem Hintergrund der deutlich über den Referenzwerten liegenden Zufuhr an **Natrium** in der deutschen Allgemeinbevölkerung sind die Verluste im Schweiß möglicherweise gesundheitsprotektiv zu bewerten. Allerdings können sogenannte „salty sweater“ durch hohe Natriumverluste während langdauernder Belastungen die klinische Symptomatik einer sportinduzierten Hyponatriämie entwickeln (vgl. *Leistungssport* 3/2019, S. 34 f.). Daher sollten bei Belastungszeiten über vier Stunden natriumreiche Getränke und Snacks konsumiert werden.

Erhöhter Bedarf: Grundsätzlich steigt bei energiebedarfsdeckender, ausgewogen zusammengestellter Ernährung die Nährstoffaufnahme mit zunehmender Nahrungs- bzw. Energiezufuhr, sodass Sportler ihren (möglicherweise erhöhten) Mi-

kronährstoffbedarf in der Regel problemlos decken können. Für einige B-Vitamine, Antioxidanzien, Vitamin D, Eisen, Vitamin C und Zink wird ein Mehrbedarf im Sport postuliert.

• **B-Vitamine:** Bei den Vitaminen Thiamin (B₁), Riboflavin (B₂) und Niacin ist von einem energieumsatzabhängigen Mehrbedarf im Vergleich zur Allgemeinbevöl-

¹ Teilnehmer sind (in alphabetischer Reihenfolge): Hans Braun (DSHS Köln), Prof. Dr. Anja Carlsohn (HAW Hamburg), Dr. Mareike Großhauser (OSP Rheinland-Pfalz/Saarland), Prof. Dr. Helmut Heskner (Universität Paderborn), Prof. Dr. Daniel König (Universität Freiburg), Prof. Dr. Alfonso Lampen (BfR Berlin), Dr. Stephanie Mosler (OSP Stuttgart), Prof. Dr. Andreas Nieß (Universitätsklinikum Tübingen), Dr. Helmut Oberitter (DGE Bonn), Klaus Schäbenthal (DGE Bonn), Dr. Alexandra Schek (Gießen), Prof. Dr. Peter Stehle (Universität Bonn), Dr. Kiran Virmai (DGE Bonn), Dr. Rainer Ziegenhagen (BfR Berlin)

Mineralstoff	Konzentration im Schweiß in mg/l während ca. 60-minütiger Belastung (interindividuelle Variation als Range in Klammern)	Geschätzter Mineralstoffverlust in mg während 45 min Training bei einer Schweißrate von 0,8 l/h
Natrium	874 (175-1512)	524
Kalium	196 (167-236)	117
Calcium	18 (11-36)	11
Magnesium	1,43 (0,84-2,36)	0,86
Zink	0,65 (0,29-1,23)	0,39
Eisen	0,56 (0-1,12)	0,34
Kupfer	0,11 (0,04-0,22)	0,07

Tabelle 1: Geschätzte mittlere Mineralstoffverluste über den Schweiß (berechnet für eine 70 kg schwere Person mit einer Laufgeschwindigkeit von 10 km/h bei 15 °C)

ANZEIGE



Wettkampf aus verschiedenen Perspektiven

Eine Monographie zu den vielfältigen Aspekten des sportlichen Wettkampfs bietet dieser Band: von allgemeinen Grundlagen des sportlichen Wettkampfs über die unmittelbare Wettkampfvorbereitung und -durchführung bis zur Wettkampfdiagnostik.

Der sportliche Wettkampf. 208 Seiten • 19,90 €



02 51/23 00 5-11



buchversand@philippka.de



www.philippka.de

B-Vitamine [mg/d]	D-A-CH-Referenzwerte für 25- bis < 51-jährige Männer/Frauen	Berechnung für 60 kg schwere Athleten mit einem Energiebedarf von z. B. 2000 kcal/d	Berechnung für 70 kg schwere Athleten mit einem Energiebedarf von z. B. 2500 kcal/d	Berechnung für 80 kg schwere Athleten mit einem Energiebedarf von z. B. 3500 kcal/d
Thiamin (B ₁)	1,2/1,0	1,1	1,4	1,9
Riboflavin (B ₂)	1,4/1,1	1,2	1,5	2,1
Niacin	15/12	13,2	16,5	23,1

Tabelle 2: D-A-CH-Referenzwerte für die Vitamine Thiamin (B₁), Riboflavin (B₂) und Niacin sowie beispielhaft für Athleten in Abhängigkeit vom Energieumsatz berechnete empfohlene Zufuhren; alle Angaben in mg/d

kerung auszugehen, weshalb nicht die geschlechts-/altersspezifischen, sondern die energieumsatzbezogenen D-A-CH-Referenzwerte herangezogen werden sollten (vgl. Tabelle 2). Es ist allerdings davon auszugehen, dass die erforderlichen Zufuhren bei einer den Energiebedarf deckenden Ernährung in der Regel problemlos über die höheren Verzehrsmengen erreicht werden können.

- **Antioxidanzien:** Körperliche Aktivität geht über verschiedene Mechanismen mit einer erhöhten Produktion reaktiver Sauerstoff- bzw. Stickstoffspezies (*reactive oxygen and nitrogen species*, RONS), sogenannter „freier Radikale“, einher. Eine bedarfsdeckende Versorgung mit Antioxidanzien (z. B. Vitamin C, Vitamin E, β -Carotin) ist für Sportler daher notwendig. Unklar ist jedoch, ob erhöhte körperliche Aktivität den Antioxidanzienbedarf über die Zufuhrempfehlungen für die Allgemeinbevölkerung hinaus steigert. Da die Bedeutung der RONS für die muskuläre Trainingsadaptation und mitochondriale Biogenese unumstritten ist, sollte Athleten eine ausgewogene, antioxidantienreiche Lebensmittelauswahl nahegelegt werden. Wer sich aus individuellen, verschiedenen Gründen für eine Supplementierung von Antioxidanzien entscheidet, sollte Tageshöchstdosen von 250 mg Vitamin C und 30 mg Vitamin E nicht überschreiten. Einige Studien haben gezeigt, dass eine trainingsbegleitende Supplementierung mit Antioxidanzien in hohen Dosen einen potenziell nachteiligen Effekt auf die Trainingsadaptation bzw. die Leistungsentwicklung hat.

- **Vitamin D:** Die Versorgung mit Vitamin D ist jahreszeitabhängig als kritisch zu beurteilen. Aufgrund seiner Funktionen vor allem im Knochen- und Muskelstoffwechsel ist eine optimale Vitamin-D-Versorgung für Sportler essenziell. Ob eine Supplementierung die sportliche Leistungsfähigkeit beeinflusst, ist dagegen unklar; zumindest mangelversorgte Athleten scheinen von einer Vitamin-D-Substitution zu profitieren. Da die Zufuhr mit der Nahrung nur zu etwa 10 % zur Be-

darfsdeckung beiträgt, sind Sportler mit ausreichender UV-Exposition (z. B. durch Training im Freien) möglicherweise auch bei inadäquater Vitamin-D-Aufnahme über Lebensmittel gut versorgt. Ein erhöhtes Risiko für eine suboptimale Vitamin-D-Versorgung (25-Hydroxy-Vitamin D im Serum 30-50 nmol/l) oder einen Vitamin-D-Mangel (< 30 nmol/l) weisen dagegen Athleten aus Hallensportarten (z. B. Schwimmer, Turner), Sportler mit dunkler Hautfarbe, mit höherem Körperfettanteil oder solche auf, die einen erheblichen Aufwand betreiben, um sich gegen UV-Strahlung zu schützen. Während für die Allgemeinbevölkerung 25-Hydroxy-Vitamin-D-Serumwerte von ≥ 50 nmol/l als wünschenswert gelten, erachten einige Autoren für Athleten Werte zwischen 80 und 125 nmol/l als optimal. Ein entsprechender wissenschaftlicher Konsens besteht derzeit nicht.

- **Eisen:** Sportliches Training, welches u. a. zu einer erhöhten Vaskularisierung und einem Anstieg des Erythrozyten-/Hämoglobingehalts im Blut führt, kann den Eisenbedarf steigern. Darüber hinaus können hochintensive Belastungen oder der (regelmäßige) Gebrauch nicht-steroidaler antiinflammatorischer Medikamente, wie er bei Sportlern mit hoher Prävalenz beobachtet wird (vgl. *Leistungssport* 5/2015, 52-55), zu Blutverlusten über den Magen-Darm- und/oder den Harntrakt führen. Bei weiblichen Athleten liegt der Eisenbedarf ca. 70 % höher als bei Nichtsportlerinnen. Die Prävalenz eines Eisenmangels ist in Sportlerkreisen ähnlich hoch wie in der Allgemeinbevölkerung, jedoch gibt es sportart- und ernährungsabhängige Risikogruppen. Hierzu zählen u. a. Ausdauersportler, Veganer/Vegetarier oder Sportler mit restriktiver Energiezufuhr (z. B. in ästhetischen Sportarten). Eine Eisenmangelanämie wirkt sich durch Verminderung des Sauerstofftransports leistungsmindernd aus. Möglicherweise ist auch ein nicht-anämischer Eisenmangel nachteilig mit der sportlichen Leistungsfähigkeit assoziiert. Bei nicht-anämischem Eisenmangel steht zunächst eine eisenreiche

Ernährung im Vordergrund. Eine Eisenmangelanämie sollte stets ärztlich diagnostiziert und therapiert werden. Aufgrund gesundheitlicher Risiken langfristig überhöhter Eisengaben (z. B. gastrointestinale Beschwerden, pro-oxidative Effekte, diskutierte Risiken für kardiovaskuläre und Krebserkrankungen bei Eisenüberladung) ist Sportlern nachdrücklich von einer eigenständigen, nicht ärztlich begleiteten Eisensupplementierung abzuraten.

- **Vitamin C und Zink:** Die beiden Mikronährstoffe werden häufig als wirksame Mittel für die Prävention und Therapie von Erkrankungen der oberen Atemwege (z. B. grippaler Infekt, „Erkältung“) vermarktet. Gemäß einer Meta-Analyse scheint Vitamin C bei täglicher Einnahme von 200 mg/d jedoch keine Effekte auf die Inzidenz, den Schweregrad oder die Dauer solcher Infekte zu haben. Unter extremen Bedingungen (z. B. Arktiswanderung, Marathonlauf) kann eine entsprechende Vitamin-C-Zufuhr die Häufigkeit selbstberichteter infektypischer Symptome reduzieren. Ob Vitamin C dabei tatsächlich den Verlauf eines Virusinfekts günstig beeinflusst, bleibt unklar. Gleichwohl deckt sich das Ziel einer bedarfsgerechten Vitamin-C-Versorgung des Sportlers mit der Auffassung der Europäischen Behörde für Lebensmittelsicherheit (EFSA), wonach Vitamin C zur Aufrechterhaltung einer normalen Immunabwehr beitragen kann. Einer Meta-Analyse zufolge scheint die Einnahme von Zinkpräparaten in pharmakologischen Dosen (≥ 75 mg/d) die Inzidenz und Dauer einer Erkältungskrankung in der Allgemeinbevölkerung zu reduzieren, nicht jedoch deren Schweregrad. Abgesehen davon, dass die Qualität der Evidenz als niedrig bis sehr niedrig eingestuft wurde, traten in den Interventionsgruppen unerwünschte Wirkungen weit häufiger auf als in den Placebogruppen. Daher sollten im Fall einer Supplementierung mögliche Nebenwirkungen ebenso berücksichtigt werden wie die empfohlenen Tageshöchstmengen in Nahrungsergänzungsmitteln (Zink: 6,5 mg;

Vitamin C: 250 mg). Der Tagesbedarf an diesen beiden Mikronährstoffen kann problemlos über natürliche Lebensmittel gedeckt werden, beispielsweise durch zwei Scheiben Vollkornbrot mit Käse, eine große Portion Brokkoli (ca. 9 mg Zink) und eine mittelgroße Paprika (ca. 190 mg Vitamin C).

Sportartspezifische Problemfelder: Geht es Sportlern aufgrund sportartspezifischer, teilweise periodisch variierender Ernährungsziele nicht (immer), sich bedarfsgerecht zu ernähren, kann die Versorgung mit Mikronährstoffen kritisch werden. In gewichtssensitiven Sportarten (z. B. Ausdauer-, ästhetische oder technische Sportarten) wird häufig ein restriktives Essverhalten mit unzureichender Eisen- und Calciumzufuhr beobachtet. Zudem kann die Lebensmittelauswahl phasenweise (z. B. während Trainings-/Wettkampfreisen, während Trainingsaufenthalten in Höhencamps, in Phasen der Gewichtsreduktion, bei *carbohydrate* wie auch *fat loading*) oder dauerhaft (z. B. bei Unverträglichkeiten, bei ethisch, religiös oder anderweitig motivierter Meidung von Lebensmitteln) eingeschränkt sein. Eine professionelle Ernährungsbetreuung durch sportspezifisch qualifizierte, zertifizierte Ernährungsberater kann hier sinnvoll sein, um individuelle Lösungsansätze zu entwickeln.

Während eine vegetarische Ernährungsweise bei ausgewogener Lebensmittelzusammensetzung und regelmäßigem Screening kritischer Nährstoffe (z. B. Eisen) auch für Sportler als unproblematisch einzustufen ist, lässt sich bedingt durch die geringe Prävalenz veganer Athleten und die unzureichende Studienlage derzeit nicht abschätzen, ob eine vegane Ernährung das Risiko für Nährstoffdefizite erhöht oder mit gesundheits-/leistungsförderlichen Effekten einhergeht. Aufgrund des „Zeit-Mengen-Problems“ (i. e. geringe zeitliche Ressourcen für große Mengen an Nahrung, die bei hohem Energiebedarf in der trainingsfreien Zeit zubereitet, verzehrt und verdaut werden

müssen) erreichen Sportler häufig nicht die für die Allgemeinbevölkerung geltenden Empfehlungen von täglich fünf Portionen Gemüse und Obst. Dies kann mit einer unzureichenden Versorgung mit z. B. Folat und einer niedrigen Zufuhr von sekundären Pflanzenstoffen einhergehen. Eine individuelle Ernährungsberatung zu entsprechenden Alternativen (z. B. Verzehr gegarter, nicht blähender Gemüsesorten, Integration von Gemüse- und Obstsaften in den Speiseplan, Verzehr von Gemüse- oder Obstpürees, Anreicherung der Mahlzeiten mit Nüssen usw.) ist anzuraten.

Versorgungslage mit Mikronährstoffen: Orientierend an den D-A-CH-Referenzwerten (d. h. ohne Berücksichtigung möglicher Mehrbedarfe) ist bei Sportlern im Mittel von einer ähnlich guten Versorgungslage mit Mikronährstoffen auszugehen wie in der Allgemeinbevölkerung. Bei (Leistungs-)Sportlern mit erhöhter Energiezufuhr lässt die internationale Literatur auf Mikronährstoffaufnahmen allein aus Lebensmitteln schließen, die die Zufuhrempfehlungen deutlich (um 120 bis 365 %) überschreiten. Allerdings sind Rückschlüsse von Personengruppen auf die individuelle Versorgungslage eines Athleten nicht möglich. Insbesondere im Nachwuchsleistungssport, aber auch unter den o. g. Risikokonstellationen kann die Mikronährstoffzufuhr individuell unterhalb der Empfehlungen liegen. Aktuelle Daten aus Deutschland belegen, dass ein Großteil der Nachwuchsathleten die D-A-CH-Referenzwerte für Vitamin D, Eisen, Calcium oder Vitamin E nicht erreicht. Hierbei ist jedoch anzumerken, dass ein Nichterreichen der D-A-CH Referenzwerte für die Nährstoffzufuhr nicht mit einem Mangel gleichzusetzen ist².

Mikronährstoffe als Nahrungsergänzungsmittel (NEM): Die Einnahme von NEM birgt für Athleten gesundheits-, leistungs- und dopingrelevante Risiken³. Bei adäquat mit Mikronährstoffen versorgten Athleten führt eine über den Bedarf hinausgehende Zufuhr überdies nicht zu einer Verbesserung der sportlichen Leis-

tungsfähigkeit. Dennoch ist die Prävalenz der Einnahme bei Sportlern, verglichen mit der Allgemeinbevölkerung, deutlich erhöht. Vitamin- und Mineralstoffpräparate werden am häufigsten konsumiert³. Als Gründe für eine Supplementation werden Erwartungen an eine verbesserte Regeneration, die Optimierung des Gesundheitszustandes und eine verbesserte Leistungsfähigkeit genannt, außerdem Krankheitsprophylaxe und Kompensation unausgewogener Mahlzeiten. Entsprechende handlungsorientierte Ernährungsbildung von Sportlern sowie Bereitstellung gesundheitsförderlicher, auf den Bedarf von Sportlern abgestimmter Versorgungsangebote in Einrichtungen des deutschen Spitzensports könnten möglicherweise über Stärkung der *Food Literacy* zu einer Reduktion der Einnahme von NEM führen. Der aktuelle Expertenkonsens des Internationalen Olympischen Komitees (IOC) betont, dass NEM eine unzureichende Ernährung und eine ungünstige Lebensmittelauswahl nicht kompensieren können. Entscheiden sich Athleten nach gründlicher Risiko-Nutzen-Analyse dennoch für eine Supplementation mit Vitaminen und Mineralstoffen, sollten empfohlene Tageshöchstmengen von Mikronährstoffen in NEM – herausgegeben z. B. vom Bundesamt für Risikobewertung (BfR) – beachtet werden. Darauf wird in der Folgeausgabe der Zeitschrift *Leistungssport* näher eingegangen.

Dr. Alexandra Schek

² Die D-A-CH-Referenzwerte (Zufuhrempfehlungen) basieren auf einem experimentell ermittelten Gruppenbedarf, zu dem ein Sicherheitszuschlag von mindestens zwei Standardabweichungen addiert wird. Ein (sub)klinischer Nährstoffmangel lässt sich nur labordiagnostisch feststellen (Anm. d. Red.).

³ Vgl. Schek, A. (2018), *Top ernährt im Sport* (S. 137-140), Norderstedt: BoD.

ANZEIGE



Zum Archivieren

Attraktive Sammelmappen in rotem Regentleinen mit gelber Prägung des Originaltitels auf dem Rücken. Die Hefte werden einzeln hinter Stäbe geschoben, wodurch einwandfreies Blättern, Lesen ohne toten Rand und eine Entnahme von Heften möglich ist. 12-er Mappe (für zwei Jge.). Jahreszahlenaufkleber werden mitgeliefert. 7,95 €, Versandkosten à 3,90 € je Sendung, ab 5 Mappen spesenfreie Lieferung.



02 51/23 00 5-11



buchversand@philippka.de



Weitere Informationen auf www.philippka.de

DGE-Position Sporternährung (6)

Nahrungsergänzungsmittel: Sicherheitsaspekte

Rainer Ziegenhagen et al. (2020), Sicherheitsaspekte bei Nahrungsergänzungsmitteln im Sport, *Ernährungs Umschau*, 67 (2), M90-M98 (doi der open-access-Ausgabe auf Englisch: 10.4455/eu.2020.012) beschäftigen sich im sechsten Positionspapier der Arbeitsgruppe Sporternährung¹ der Deutschen Gesellschaft für Ernährung (DGE) mit dem rechtlichen Hintergrund von Nahrungsergänzungsmitteln (NEM), den potenziellen Risiken bei der Verwendung von NEM im Sport sowie sicherheitsrelevanten Aspekten einzelner im Sportbereich häufig angewandeter Inhaltsstoffe².

Die Werbeaussagen zu NEM sind vielfältig und deren Verwendung im Sport weit verbreitet. Beispielsweise gaben 66 % der jugendlichen und erwachsenen Teilnehmer der Leichtathletik-WM 2003 bis 2008 an, während der letzten sieben Tage NEM verwendet zu haben, im Einzelfall bis zu 24 Supplemente aus 11 Substanzkategorien. Bei der Fußball-WM 2006 wurde eine durchschnittliche Einnahme von 1,3 NEM pro Spieler und Spiel berichtet und bei einer Befragung jugendlicher Elite-Athleten verschiedener olympischer Disziplinen betrug die Supplementierungs-Prävalenz im zurückliegenden Monat 91 % (von den Nutzern gebrauchten 26,8 % täglich mindestens ein Präparat). In einer Literaturstudie, die verschiedene Sportarten und Länder umfasste, waren Vitamine/Mineralstoffe, Multivitamine/Multimineralstoffe, Vitamin C und Proteinprodukte die am häufigsten genutzten NEM.

Rechtlicher Hintergrund: Rechtlich zählen NEM zu den Lebensmitteln und unterliegen dem Lebensmittelrecht. Neben den allgemeinen lebensmittelrechtlichen Bestimmungen sind NEM in der Nahrungsergänzungsmittel-Verordnung (NemV) geregelt, mit der die EU-Richtlinie 2002/46/EU in deutsches Recht umgesetzt wurde. Nach dieser Verordnung ist ein NEM als ein Lebensmittel definiert, das i) dazu bestimmt ist, die allgemeine Ernährung zu ergänzen, ii) ein Konzentrat von *Nährstoffen* oder *sonstigen Stoffen mit ernährungsspezifischer oder physiologischer Wirkung* alleine oder in Zusammensetzung darstellt und iii) in dosierter Form (Kapseln, Tabletten, Pillen, Pulverbeutel, Pulver, Flüssigampullen, Flaschen mit Tropfeinsätzen usw.) zur Aufnahme in abgemessenen kleinen Mengen in Verkehr gebracht wird. Nährstoffe im Sinne der Verordnung sind Vitamine und Mineralstoffe (Mengen- und Spurenelemente).

Bei den „sonstigen Stoffen“ – z. B. Aminosäuren, Ballaststoffe, Fettsäuren, Substanzen tierischer Herkunft (Glucosamin usw.), getrocknete pulverisierte Pflanzen(teile), Pflanzenextrakte, isolierte Pflanzenwirkstoffe – ist gegenwärtig bis auf wenige Einzelfälle nicht speziell geregelt, welche Stoffe NEM im Einzelnen zugesetzt werden dürfen.

Verbindliche Höchstmengen für den Zusatz von Vitaminen, Mineralstoffen oder „sonstigen Stoffen“ zu NEM existieren derzeit weder auf nationaler noch auf europäischer Ebene. Es gelten jedoch die allgemeinen Bestimmungen des Lebensmittelrechts, nach denen es verboten ist, Lebensmittel, die nicht sicher sind, in Verkehr zu bringen. Vor dem Inverkehrbringen besteht lediglich eine Anzeigepflicht. Eine staatliche Prüfung der Sicherheit erfolgt nicht. Die Verantwortung für die Sicherheit von NEM und dafür, dass Verbraucher durch die Aufmachung und Werbung nicht getäuscht werden, liegt bei den Herstellern/Vertriebern der Produkte. Die auf dem Markt befindlichen NEM werden von den Lebensmittelüberwachungsbehörden der Bundesländer überwacht. Gesundheitsbezogene Werbeaussagen zu Inhaltsstoffen von NEM, d. h., ob mit ihrer Einnahme gesundheitliche Nutzen einschließlich positiver Effekte im Sportbereich verbunden sind, wurden und werden von der Europäischen Behörde für Lebensmittelsicherheit (EFSA) im Rahmen der Evaluierung gesundheitsbezogener Angaben für Lebensmittel und Lebensmittelinhaltsstoffe („Health Claims“) bewertet.

Verbotene Substanzen: Produkte, die als NEM („dietary supplement“) bezeichnet werden, können u. U. Substanzen enthalten, die nach der Liste der *World Anti-Doping Agency* (WADA) verboten sind. Diese Substanzen können entweder deklariert oder nicht deklariert sein, wobei sie im letzteren Fall entweder unabsichtlich (Kontamination) oder absichtlich (Verfälschung) in das Produkt gelangt sind. Teilweise sind dopingrelevante Substanzen wegen der Verwendung synonyme Bezeichnungen oder der Verwendung von Fantasienamen bzw. nicht regelgerechten Bezeichnungen für Sportler nicht oder nur schwer als in der WADA-Liste genannte Substanzen erkennbar. Beispielsweise wurde *Geranium root extract* oder *Geranium oil* als angebliche natürliche Methylhexanaminquelle aufgeführt.

Die in den vergangenen Jahren nachgewiesenen dopingrelevanten Substanzen (und involvierten Produkte) sind vielfäl-

tig, z. B. Stimulanzen, Prohormone, „klassische“ anabole Steroide, „Designer“-Steroide, Peptidhormone usw. Die detektierten Mengen reichten von hohen, z. T. supratherapeutischen Dosierungen bis hin zu niedrigen Dosierungen, die keine positiven Auswirkungen auf die Leistungsfähigkeit mehr erwarten lassen, jedoch teilweise noch ausreichend sein können, um positive Dopingtests hervorzurufen.

Nach einer groben, mit deutlichen Unsicherheiten behafteten Schätzung waren vermutlich ca. 6 bis 9 % der in den Jahren 2006 bis 2013 in Australien, Großbritannien und den USA sanktionierten Dopingfälle mit dem Gebrauch von Produkten assoziiert, die als NEM vermarktet wurden. Athleten, die das Dopingrisiko durch NEM minimieren wollen, können sich online unter <https://www.koelnerliste.com> informieren.

Gesundheitliche Risiken: Von Extrembeispielen wie 2,4-Dinitrophenol (DNP) und Ephedrakraut (*Ma Huang*) – zwei „Fatburner“, für die signifikante Sicherheitsbedenken bestehen – einmal abgesehen, können die oben genannten dopingrelevanten Substanzen je nach Dosierung auch gesundheitliche Risiken bergen. Dasselbe gilt gleichermaßen für die meisten anderen Inhaltsstoffe, die in NEM enthalten sind. Insofern ist die häufig anzutreffende Verbrauchererwartung, mit einem Produkt, das pro Tagesverzehr

¹ Teilnehmer sind (in alphabetischer Reihenfolge): Hans Braun (DSHS Köln), Prof. Dr. Anja Carlsohn (HAW Hamburg), Dr. Mareike Großhauser (OSP Rheinland-Pfalz/Saarland), Prof. Dr. Helmut Heskner (Universität Paderborn), Prof. Dr. Daniel König (Universität Freiburg), Prof. Dr. Alfonso Lampen (BfR Berlin), Dr. Stephanie Mosler (OSP Stuttgart), Prof. Dr. Andreas Nieß (Universitätsklinikum Tübingen), Dr. Helmut Oberitter (DGE Bonn), Klaus Schäbenthal (DGE Bonn), Dr. Alexandra Schek (Gießen), Prof. Dr. Peter Stehle (Universität Bonn), Dr. Kiran Virmai (DGE Bonn), Dr. Rainer Ziegenhagen (BfR Berlin)

² In dem Positionspapier werden sicherheitsrelevante Aspekte von NEM und deren Inhaltsstoffen besprochen, die dargestellten Aspekte sind jedoch prinzipiell auch auf andere Lebensmittelkategorien wie Riegel, Getränke oder sonstige Produkte übertragbar, die Zusätze solcher Stoffe enthalten. Was die „Wirksamkeit“ von NEM betrifft, ist davon auszugehen, dass ein sportlicher Nutzen – abgesehen vom Ausgleich nachgewiesener Defizite oder der Sicherstellung ausreichender Zufuhren an essentiellen Nährstoffen (z. B. bestimmten Mikronährstoffen) oder abgesehen von bestimmten Produkten zur Deckung des Energie-, Protein- oder Flüssigkeits-/Elektrolytbedarfs – bisher nur für sehr wenige Substanzen, die als ergogen angepriesen werden, ausreichend wissenschaftlich belegt wurde.

menge eine höhere Menge eines bestimmten Inhaltsstoffes enthält, auch ein höherwertiges Produkt zu erwerben, nicht immer zutreffend. Um unerwünschte Wirkungen zu vermeiden, kommt es auf die richtige Menge an. Des Weiteren ist zu berücksichtigen, dass sich auch bei der Kombination mehrerer Inhaltsstoffe in einem Produkt, insbesondere, wenn für einige der Inhaltsstoffe gleichgerichtete unerwünschte Effekte in Betracht zu ziehen sind, Fragen im Hinblick auf potenzielle gesundheitliche Risiken des Gesamtprodukts ergeben. Bei der Anwendung mehrerer NEM pro Tag ist zu beachten, dass ein Inhaltsstoff u. U. in mehr als einem dieser Produkte enthalten sein kann, so-

dass in solchen Fällen dessen tägliche Gesamtzufuhrmenge zu berücksichtigen ist.

Sicherheitsrelevante Aspekte einzelner Inhaltsstoffe: Im Hinblick auf die weite Palette von Substanzen, die im Sportbereich häufig als Inhaltsstoffe von NEM verwendet werden, wird auf die Broschüre des DOSB (2014) „Nahrungsergänzungsmittel“ und das dortige Kapitel „Faktencheck“ hingewiesen.³

Zu den am häufigsten supplementierten Nährstoffen zählen Vitamine und Mineralstoffe. Der für den Menschen sichere Zufuhrbereich solcher essenziellen Mikronährstoffe wird nach unten durch den jeweiligen D-A-CH-Referenzwert für die Nährstoffzufuhr und nach oben durch den *Tolerable Upper Intake Level* (UL) begrenzt (vgl. Tabelle 1), wobei der UL als die maximale chronische tägliche Aufnahmemenge eines Nährstoffs aus allen Zufuhrquellen (allgemeine Ernährung, an-

gereicherte Lebensmittel, NEM), bei der das Auftreten unerwünschter gesundheitlicher Wirkungen beim Menschen als unwahrscheinlich angesehen wird, definiert ist. Für NEM gibt es Vorschläge für gesundheitlich akzeptable Tageshöchst-mengen an Vitaminen und Mineralstoffen, die nicht überschritten werden sollen (vgl. Tabelle 1). Für einige Stoffe soll im Folgenden eine detailliertere gesundheitliche Bewertung vorgenommen werden.

• **Magnesium:** Bei einem geringen Prozentsatz erwachsener Personen können bei zusätzlichen Zufuhren von 300 mg/d leichte Durchfälle auftreten. Bei Zufuhren bis zu 250 mg/d werden keine laxierenden Effekte beobachtet. Diese Menge entspricht dem UL.

• **Eisen:** Aufgrund mangelnder Daten konnte kein UL abgeleitet werden. Bei kurzzeitigen zusätzlichen Gaben von 50 bis 60 mg/d in Form von Nicht-Hämeisen-

³ Koelnerliste.com/fileadmin/user_upload/Downloads/PDF/DE/NEM_Broschuere_DOSB.pdf

Nährstoff	UL (EFSA/SCF) Erwachsene ≥ 18 Jahre	D-A-CH-Referenzwerte Erwachsene ≥ 19 Jahre	Höchstmengenempfehlungen des BfR für NEM Jugendliche u. Erwachsene ≥ 15 Jahre
Vitamin A (mg/d)	3,0	0,8-1,0	0,2 ^(a)
β-Carotin (mg/d)	15 ^(b)	2-4	Zusatz zu NEM nur unter der Bedingung, dass auf eine Anreicherung alkoholfreier Getränke mit β-Carotin verzichtet oder diese beschränkt wird
Vitamin D (µg/d)	100	20 ^(c)	20
Vitamin E (mg/d)	300	11-15	30
Vitamin B ₆ (mg/d)	25	1,4-1,6	3,5
Folsäure (µg Folat- äquivalente/d)	1000 ^(d)	300	200
Nicotinsäure (mg/d)	10	11-16 ^(e)	4
Nicotinamid (mg/d)	900		160
Calcium (mg/d)	2500	1000	500
Magnesium (mg/d)	250 (nur für zusätzliche Zufuhr)	300-400	250
Zink (mg/d)	25	8-14 ^(f)	6,5
Kupfer (mg/d)	5	1,0-1,5	0 (für Personen 15-17 Jahre) 1 (für Personen ≥ 18 Jahre)
Jod (µg/d)	600 ^(g)	150-200	100
Molybdän (µg/d)	600	50-100	80
Selen (µg/d)	300	60-70	45

Tabelle 1: Vitamine und Mineralstoffe, für die von der EFSA ein UL abgeleitet wurde, für die D-A-CH-Referenzwerte vorliegen und für die das BfR Höchstmen-genempfehlungen für NEM vorschlägt.

Legende: ^(a) Hinweis, der besagt, dass Vitamin A in der Schwangerschaft nur nach Rücksprache mit dem Arzt eingenommen werden soll. ^(b) Gesundheitlicher Orientierungswert; die zusätzliche Aufnahme von 15 mg β-Carotin/Tag z. B. über NEM und Farbstoffe ist gemäß EFSA sicher. ^(c) Bei fehlender körpereigener Synthese. ^(d) UL gilt nur für synthetische Folsäure. ^(e) Niacinäquivalente. ^(f) Die Absorption von Zink wird bei Erwachsenen durch den Phytatgehalt der Nahrung beeinflusst; die hier angegebenen Werte beziehen sich auf eine mittlere Phytatzufuhr von 660 mg/d. ^(g) In Deutschland ist für Erwachsene, insbesondere zum Schutz älterer Personen, die lange einem Jodmangel ausgesetzt waren und dadurch möglicherweise ein erhöhtes Risiko für funktionelle Autonomien aufweisen, ein UL von 500 µg/Tag anzuwenden.

Präparaten können unerwünschte gastrointestinale Wirkungen wie Übelkeit, Oberbauchbeschwerden oder Verstopfung auftreten. Langfristige zusätzliche Gaben von 30 mg/d Nicht-Hämeisen können mit einer Erhöhung des Serumferritinspiegels (Eisenspeicher) assoziiert sein. Sportlern wird von einer eigenständigen, nicht ärztlich begleiteten Eisensupplementierung abgeraten (vgl. *Leistungssport*, 50 [2], S. 54).

• **Vitamin C:** Aufgrund mangelnder Daten existiert kein UL. Bei akuten Zufuhren von 3 bis 4 g/d kann es zu gastrointestinalen Unverträglichkeiten wie Blähungen, Durchfall oder vorübergehenden Koliken kommen. Dosierungen bis zu 1 g/d rufen diese Nebenwirkungen nicht hervor. Bei gewohnheitsmäßigen Zufuhren von 1,5 g/d wird kein erhöhtes Risiko zur Bildung von Nierensteinen beobachtet. Eine hohe trainingsbegleitende Zufuhr an Vitamin C (und anderen Antioxidanzien) wirkt sich potenziell nachteilig auf die Trainingsadaptation aus (vgl. *Leistungssport*, 50 [2], S. 54).

Überhöhte Zufuhren von **Koffein**, das aufgrund seiner anregenden Wirkung als Inhaltsstoff verschiedener Genussmittel verzehrt und dessen Anwendung im Sport weit verbreitet ist, können mit unerwünschten Wirkungen, wie z. B. erhöhte Nervosität, Erregbarkeit, Ängstlichkeit, Schlaflosigkeit, Schweißausbrüche oder Herzrasen, einhergehen. Das Auftreten von Nebenwirkungen ist jedoch stark von der individuellen Empfindlichkeit, dem sonst üblichen Koffeinkonsum und dem damit verbundenen Gewöhnungseffekt sowie der Höhe der jeweiligen Koffeinzufuhr abhängig (s. Tabelle 2). Bei Einzelzufuhren bis zu 200 mg Koffein (etwa 3 mg/kg für eine 70 kg schwere Person) bestehen für gesunde Erwachsene keine Sicherheitsbedenken. In Bezug auf den über den ganzen Tag verteilten Konsum sind bei gewohnheitsmäßigem Verzehr bis zu 400 mg Koffein (etwa 5,7 mg/kg/d) unbedenklich. Mit den genannten Mengen können in Bezug auf Aufmerksamkeit/Wachheit und Ausdauerkapazität/-leistung positive Wirkungen erzielt werden (vgl. *Leistungssport*, 49 [6], S. 39). Bei Sportlern, die ein intensives Trainings- und Wettkampfprogramm absolvieren, scheinen Zufuhren von **Kreatinmonohydrat** in Höhe von 5 g/d ($\approx$ 4,4 g Kreatin/d) sicher zu sein. Hohe Anfangsdosen sollten jedoch vermieden werden. Zufuhrmengen, bei denen gesundheitliche Risiken unwahrscheinlich sind (3 g Kreatin/d), reichen aus, um eine Erhöhung der körperli-

Lebensmittel	Portionseinheit	Koffein/Portion
Filterkaffee	Tasse (200 ml)	90 mg
Energy Drink	Dose (250 ml)	80 mg
Espresso	Tasse (60 ml)	80 mg
Schwarzer Tee	Tasse (200 ml)	45 mg
Cola-Getränk	Dose (330 ml)	35 mg
Kakao-Getränk	Tasse (200 ml)	8-35 mg
Grüner Tee	Tasse (200 ml)	30 mg
Zartbitterschokolade	½ Tafel (50 g)	25 mg
Vollmilchschokolade	½ Tafel (50 g)	10 mg

Tabelle 2: Koffeingehalte ausgewählter Lebensmittel (Nährungswerte)

chen Leistung beim Schnellkrafttraining im Rahmen kurzzeitiger intensiver Einheiten zu erzielen oder bei Personen über einem Alter von 55 Jahren die Wirkung von spezifisch definiertem regelmäßigen Krafttraining auf die Muskelkraft zu steigern.

Fazit: Eine ausgewogene und den Bedürfnissen angepasste Ernährung ist ein grundlegendes Erfordernis für Sportler und eine der Voraussetzungen für gute sportliche Leistungen. NEM stellen keinen Ersatz für eine ausgewogene Ernährung dar. Sofern ein Einsatz erwogen wird, obwohl bis heute nur für wenige Substanzen, die als ergogen angepriesen werden, ein sportlicher Nutzen wissenschaftlich ausreichend belegt wurde, erfolgt eine zielführende Anwendung von NEM am besten als Ergänzung im Rahmen eines gut zusammengestellten Ernährungsplans.

Dr. Alexandra Schek

ANZEIGE

Ausdauertraining geht auch mit Spaß!



Schluss mit tristem Rundendreien oder Waldlauf!
Tipps für ein abwechslungsreiches, attraktives Training.

philippka training
Band 2:
Grundlagenausdauer vielfältig entwickeln

64 Seiten • 12,80 €

02 51/23 00 5-11  philippka.de



DGE-Position Sporternährung (7)

Proteine

Daniel König, Anja Carlsohn et al. (2020), Proteinzufuhr im Sport, Ernährungs Umschau, 67 (7), M406-M413 (doi der open-access-Ausgabe auf Englisch: 10.4455/eu.2020.39.) fassen im siebten und letzten Positionspapier der Arbeitsgruppe Sporternährung¹ der Deutschen Gesellschaft für Ernährung (DGE) die Empfehlungen für die Zufuhr von Proteinen im Sport zusammen. Proteine bzw. Aminosäuren sind Bestandteile von Muskeln, Sehnen, Bändern, Knochenmatrix und Bindegewebe, steuern vielfältige metabolische und hormonelle Stoffwechselprozesse und spielen überdies eine Rolle im Immun- und Gerinnungssystem sowie im Energiestoffwechsel. Speziell im Sport üben sie positive Effekte auf die muskuläre Proteinsynthese, auf Muskelmasse und -kraft, Körperzusammensetzung und Regeneration aus und wirken einer katabolen Stoffwechsellaage entgegen, weshalb eine sportart- und belastungsspezifisch angepasste Proteinzufuhr den Trainingsprozess sinnvoll unterstützen und die Leistungsbereitschaft fördern kann. Dabei werden messbare Einflüsse nachweislich nur durch eine Kombination von Training und Proteinzufuhr möglich – wobei nicht nur auf eine bedarfsgerechte Zufuhrmenge (Quantität), sondern auch auf eine hohe Wertigkeit der Proteine zu achten ist (Qualität). Obwohl viele Studien mit positiven Ergebnissen zur Proteinzufuhr im Sport mit Supplementen durchgeführt wurden², gilt das Primat, dass eine adäquate Proteinzufuhr primär

über eine Optimierung der Ernährung erreicht werden sollte.

Proteinbedarf von Sportlern: Es ist davon auszugehen, dass Sportler einen höheren Proteinbedarf haben als Nichtsportler. Viele, wenn auch nicht alle Untersuchungen haben gezeigt, dass eine gesteigerte Proteinzufuhr strukturelle und metabolische Adaptationen im Trainingsprozess fördern kann, was für alle Formen des Kraft- und Ausdauertrainings im ambitionierten Breiten- und Leistungssport³ gilt. Aktuell wird international eine Proteinzufuhr von 1,2 bis 2,0 g pro kg Körpergewicht und Tag – angepasst an Trainingszustand, -ziel, -intensität und -umfang (die intra- und interindividuell variieren können⁴) – empfohlen. Da einer Meta-Analyse zufolge zumindest in Studien mit Proteinsupplementen bei Dosierungen von mehr als 1,6 g pro kg Körpergewicht und Tag⁵ keine weitere Zunahme der fettfreien Masse mehr nachweisbar ist, sind höhere Dosierungen nach derzeitigem Wissensstand nur in besonderen Trainingssituationen und für ein begrenztes Zeitintervall sinnvoll. Einzelne Studienergebnisse weisen darauf hin, dass Extremsportler von Proteindosierungen bis zu 3 g pro kg Körpergewicht und Tag profitieren könnten. Die Datenlage reicht jedoch nicht aus, um diese extrem hohe Proteinmenge zu empfehlen. Darüber hinaus sollte berücksichtigt werden, dass die Aminogruppen der Aminosäuren renal in Harnstoff überführt werden müssen, um ausgeschieden zu werden, und dass zahlreiche Publikationen belegen,

dass zumindest vorgeschädigte Nieren (z. B. bei Diabetes mellitus) durch so hohe Proteinmengen noch weiter belastet werden. Da es bislang nur wenige Untersuchungen (mit überdies geringer Fallzahl) unter den im Sport vorliegenden besonderen Bedingungen (z. B. Dehydratation) gibt, sollten derart hohe Dosierungen zumindest nicht ohne ärztliche Kontrolluntersuchungen über längere Zeit eingenommen werden. Außerdem können gemäß Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR) hohe Tagesdosen an isolierten, verzweigtkettigen Aminosäuren (> 8,2 g insgesamt oder > 4 g Leucin, > 2,2 g Isoleucin, > 2 g Valin) die Gesundheit beeinträchtigen.

Proteinquellen: Auf Basis der aktuellen Datenlage kann keine Proteinquelle als eindeutig überlegen für die Steigerung der muskulären Proteinbiosynthese angesehen werden. Dies gilt – bei deutlich geringerer Datenlage – auch für andere Bereiche der sportlichen Leistungsfähigkeit. Nach derzeitigem Kenntnisstand dürfte eine Mischung verschiedener Proteinquellen mit unterschiedlicher Zusammensetzung und Absorptionskinetik die beste Wahl für (Leistungs-)Sportler sein – am sichersten durch eine abwechslungsreiche und ausgewogene Ernährung zu gewährleisten. Auf die Zufuhr kompletter Proteine⁶ mit einem hohen Anteil an essenziellen Aminosäuren⁷ sollte geachtet werden. Bei Zufuhr inkompletter Proteinquellen⁸ ist durch sinnvolle Kombination verschiedener Aminosäuren über den Tag verteilt das komplette Spektrum anzu-

¹ Teilnehmer sind (in alphabetischer Reihenfolge): Hans Braun (DSHS Köln), Prof. Dr. Anja Carlsohn (HAW Hamburg), Dr. Mareike Großhauser (OSP Rheinland-Pfalz/Saarland), Prof. Dr. Helmut Heskner (Universität Paderborn), Prof. Dr. Daniel König (Universität Freiburg), Prof. Dr. Alfonso Lampen (BfR Berlin), Dr. Stephanie Mosler (OSP Stuttgart), Prof. Dr. Andreas Nieß (Universitätsklinikum Tübingen), Dr. Helmut Oberitter (DGE Bonn), Klaus Schäbenthal (DGE Bonn), Dr. Alexandra Schek (Gießen), Prof. Dr. Peter Stehle (Universität Bonn), Dr. Kiran Virmai (DGE Bonn), Dr. Rainer Ziegenhagen (BfR Berlin)

² Experimentelle Studien werden häufig aus methodischen Gründen mit Supplementen durchgeführt, da Lebensmittel bzw. komplette Mahlzeiten eine hinsichtlich Proteinmenge und Aminosäurezusammensetzung standardisierte Verabreichung ebenso wie eine Verblindung der Studie erschweren. Aus kontrollierten Studien lässt sich keine Evidenz ableiten, dass physiologische Trainingsadaptation nur durch Supplemente mit einer spezifischen Aminosäurezusammensetzung erzielt werden können. Andererseits ist akzeptiert, dass in

speziellen Fällen sinnvolle Anwendungen für Proteinsupplemente bestehen.

³ Gemeint sind Trainingsvolumina von mindestens fünf Stunden pro Woche. Sportliche Betätigungen von weniger als fünf Stunden Dauer wöchentlich sind lediglich als Ausgleich für eine zumeist sitzende Tätigkeit zu betrachten. Vgl. Mettler, S., Mannhart, C. & Colombani, P. C. (2009). Development and validation of a food pyramid for Swiss athletes. *Int. J. Sport Nutr. Exerc. Metab.*, 19 (5), 504-518.

⁴ Beispielsweise kann unabhängig von der Sportart in Periodisierungsphasen des Kraft- oder Muskelaufbaus sowie auch bei gewünschter Körperfettreduktion eine Steigerung des Proteinanteils sinnvoll sein. Gerade zu Beginn eines neuen Trainingszyklus oder bei weniger trainierten Sportlern kann der Proteinbedarf höher als im adaptierten Zustand sein.

⁵ Zum Vergleich: Für die Allgemeinbevölkerung liegen die Empfehlungen für die Proteinzufuhr für Erwachsene bis 65 Jahre bei 0,8 g/kg/d, der Schätzwert für Erwachsene über 65 Jahre beträgt 1,0 g/kg/d.

⁶ Gemeint sind Lebensmittel, die sämtliche Aminosäuren enthalten, wie z. B. Milch(produkte), Ei, Fleisch, Fisch (Anm. d. Red.).

⁷ Essenziell sind die verzweigtkettigen Aminosäuren Valin, Leucin und Isoleucin (engl. branched chain amino acids, BCAA) sowie Lysin, Methionin, Phenylalanin, Threonin und Tryptophan (Anm. d. Red.).

⁸ Beispielhaft seien Soja, Erbse oder Lupine genannt (Anm. d. Red.).

⁹ Bei der Erstellung individueller Ernährungspläne sollte das in der Regel deutlich niedrigere Körpergewicht von Ausdauerathleten im Vergleich zu Kraftsportlern berücksichtigt werden. Die Unterschiede in absoluten Zahlen können erheblich sein.

¹⁰ Schnell verdaulich sind z. B. Molkenproteinisolat und Sojaproteinisolat, langsamer verdaulich z. B. micellares Casein. Sowohl Molkenprotein als auch Casein sind Bestandteile der Milch (Anm. d. Red.).

streben. Unter Berücksichtigung dieses Aspekts gibt es derzeit keine Evidenz, wonach tierische Proteine einen eindeutigen Vorteil gegenüber pflanzlichen Proteinen aufweisen würden. Ein höherer Anteil an pflanzlichen Proteinen ist auch vor dem Hintergrund einer höheren Zufuhr an Kohlenhydraten, Ballaststoffen, Mikronährstoffen und sekundären Pflanzenstoffen bei gleichzeitig geringerer Aufnahme gesättigter Fettsäuren durchaus positiv zu beurteilen. Zumal sich keine gravierenden Unterschiede in Studienergebnissen beobachten lassen, obwohl pflanzliche Proteine häufig einen geringeren Anteil an essenziellen Aminosäuren aufweisen. Für eine ergänzende Einnahme von Proteinsupplementen gibt es keinen Grund – außer ggf. bei Lebensmittelunverträglichkeiten, im Fall der Notwendigkeit einer Energierestriktion, bei einseitiger oder veganer Ernährung sowie bei besonders intensiven oder neuen Trainingsinhalten.

Veränderung der Körperzusammensetzung: In vielen Sportarten wird zur Verbesserung der Leistungsfähigkeit eine Zunahme der Muskelmasse oder aber eine Reduktion der Fettmasse bei Erhalt der Muskelmasse angestrebt. Einer Meta-Analyse von 49 Studien zufolge liegt die durchschnittliche Zunahme der Muskelmasse nach 13 ± 8 Wochen Training bei 300 g. Daraus wird die Empfehlung abgeleitet, zwecks Steigerung der muskulären Proteinsynthese unter Krafttrainingsbedingungen täglich 0,25 bis 0,3 g Protein pro kg Körpergewicht bzw. 15 bis 25 g Protein zusätzlich aufzunehmen (vgl. Tabelle 1), 10 g davon in Form von essenziellen Aminosäuren. Im Rahmen einer geplanten Gewichtsabnahme durch Energierestriktion, aber auch unter extensiver Ausdauerbelastung, d. h., wenn körpereigene Proteine als Energiequelle herangezogen werden (katabole Stoffwechsellage), kann eine zeitlich begrenzte Steigerung der Proteinzufuhr dazu beitragen, den Abbau der Muskelmasse so gering wie möglich zu halten.

Ausdauertraining und Proteinzufuhr: Proteine sind zwar keine primären Energieträger/-reserven, werden aber über die Oxidation von Aminosäuren – vor allem mit zunehmender Entleerung der Glycogenspeicher – zur Energiebereitstellung herangezogen. Bei einem Marathon oder marathonspezifischen Training beispielsweise werden etwa 20 g Aminosäuren energetisch verstoffwechselt, die wieder zugeführt werden müssen. Daher fordern einige Autoren besonders für Sportler im Ultralangstreckenbereich eine deutlich höhere Proteinzufuhr als 1,2 bis 2,0 g pro kg Körpergewicht und Tag. Wissenschaft-

Lebensmittel bzw. Gericht	Proteine pro Portion [g]
Ofenkartoffeln (250 g) mit Quark (150 g)	25
Bratkartoffeln (200 g) mit Ei (60 g)	19
Becher Früchtequark oder Skyr (200 g)	16–19
Buttermilch (500 ml)	17
Fettarme Milch (500 ml)	17
Haferflocken (50 g) mit fettarmer Milch (250 ml)	15
Belegtes Vollkornbrot (2 x 55 g) mit Schnittkäse (30 g)	15
Belegtes Vollkornbrot (2 x 55 g) mit Quark (50 g)	14
Naturjoghurt (250 g) mit Mandeln (25 g)	14
Vegane/milchfreie Varianten:	
Vollkornbrot (2 x 55 g) mit Erdnussmus (25 g)	15
Sojajoghurt (300 g)	12
Vollkornbrot (2 x 55 g) mit Kichererbsencreme (50 g)	11
Haferflocken (50 g) mit Mandeltrunk (300 ml)	10

Tabelle 1: Beispiele für Lebensmittel und Portionsgrößen mit ca. 10 bis 25 g Protein

licher Konsens hierüber besteht jedoch nicht. Dagegen ist gesichert, dass ein isokalorischer Ersatz von Kohlenhydraten durch Proteine während Belastung keinen Leistungsvorteil hat, sondern die Leistung, z. B. im Zeitfahren, sogar vermindert. Sinnvoll kann eine zusätzliche Proteingabe in der unmittelbaren Nachbelastungsphase sein, wenn weniger als 1,2 g Kohlenhydrate pro kg Körpergewicht und Stunde aufgenommen werden. In diesem Fall kann die Glycogenresynthese in der Muskulatur durch eine Proteinzulage gesteigert werden.

Timing der Proteinzufuhr: Verschiedene Arbeitsgruppen haben gezeigt, dass der günstigste Einfluss auf die muskuläre Proteinsynthese dann nachweisbar ist, wenn die Proteingabe in einem Zeitfenster von rund zwei Stunden nach der Belastung erfolgt. Bedingt durch neuere, kontroverse Studienergebnisse wird das Vorhandensein eines solch kurzen, sogenannten anabolen Fensters in der unmittelbaren Nachbelastungsphase, wie es für Kohlenhydrate gesichert ist, jedoch nicht mehr von allen Autoren unterstützt. Es ist anzunehmen, dass die muskuläre Proteinsynthese nach Belastung bis zu 24 Stunden oder länger erhöht ist. Daher wird für die Praxis empfohlen, drei- bis viermal pro Tag Proteine in einer Gesamtmenge von bis zu 2 g pro kg Körpergewicht und Tag zuzuführen⁹ (temporär auch etwas mehr, z. B. zu Beginn einer Krafttrainingsphase, bei extremen Trainingseinheiten oder bei geplanter Gewichtsreduktion unter Erhalt der Muskel-

masse), wobei auf die Zusammensetzung der Proteine ebenso geachtet werden sollte wie auf die Proteinquellen bzw. die hiermit zusätzlich aufgenommenen Nährstoffe sowie die Verdaulichkeit. Während unmittelbar nach einer Belastung eher schnell verdauliche Proteine¹⁰ angezeigt sind, eignen sich in einer späteren Phase, z. B. vor der Nachtruhe (*overnight protein*), vermutlich eher langsamer verdauliche Proteine¹⁰. Ob die gesamte Proteinmenge nach der Belastung zugeführt werden soll, oder ein Teil davon bereits vor (oder während) der Belastung, ist nicht ausreichend untersucht. Unbestritten ist lediglich die Notwendigkeit einer Proteinzufuhr im zeitlichen Zusammenhang mit einer Belastung. Zu dogmatisch sollte nicht vorgegangen werden.

Proteinzufuhr und Regeneration: Eine unzureichende Proteinzufuhr in der Erholungsphase kann aufgrund des belastungsbedingt erhöhten Muskelproteinstoffwechsels zu einer negativen Stickstoffbilanz führen, während eine ausreichend hohe Proteinzufuhr die Reparatur von belastungsinduzierten Muskelschäden unterstützen und sich somit theoretisch günstig auf die Regeneration auswirken kann. Tatsächlich ist die Rolle der Proteine auf die Regeneration aber wissenschaftlich umstritten. Zwar gibt es zahlreiche qualitativ hochwertige Studien, die den Effekt von Proteinen auf Indikatoren der muskulären Regeneration (z. B. Muskelschädigung, Muskelschmerz, Wiederherstellung der Leistungsfähigkeit) nach sportlicher Belastung unter-

sucht haben, es bestehen jedoch Unterschiede bezüglich der initialen Belastungsprotokolle, der erfassten Parameter, der verwendeten Protokolle zur Leistungsüberprüfung sowie der Art, Zusammensetzung und Dosierung der verab-

reichten Supplemente, sodass die Studienergebnisse nicht vergleichbar sind. Zudem stellt sich die Wirksamkeit von Proteinsupplementen in Bezug auf die Regeneration nicht eindeutig dar. Die gezielte Proteingabe nach Krafttraining mit oder ohne Fokus auf exzentrische Übungen reduziert bei Trainierten weder Indikatoren der muskulären Schädigung noch des Muskelschmerzes, begünstigt aber möglicherweise die Wiederherstellung der Kraftleistungsfähigkeit. Im Ausdauersport kann der gezielte Einsatz von Proteinen möglicherweise belastungsinduzierte Muskelschädigungen und/oder -schmerzen reduzieren und die Wiederherstellung der Leistungsfähigkeit begünstigen. Nach exzentrischen Dauerbelastungen (z. B. Bergablaufen) dagegen beeinflusst eine ergänzende Proteinzufuhr keinen der genannten Indikatoren der muskulären Regeneration. Im Hinblick auf eine verminderte Muskel-/Ganzkörperstressreaktion sind die vorliegenden Studienergebnisse ebenfalls widersprüchlich. Die pauschale Aussage, dass Proteine die Regeneration fördern, ist daher nach derzeitigem Wissensstand nicht haltbar.

Fazit: Eine sportart- und belastungsspezifisch angepasste Proteinzufuhr kann den Trainingsprozess sinnvoll unterstützen und die Leistungsbereitschaft fördern. In Abhängigkeit von Trainingszustand und -ziel wird eine Proteinzufuhr in Höhe von 1,2 bis 2,0 g pro kg Körpergewicht und Tag, verteilt auf drei bis vier Portionen, empfohlen, die im Ernährungsalltag des Sportlers flexibel an Trainingsintensität, -umfang u. Ä. adaptiert werden kann. Die Frage, ob es eine „optimale“ Protein- oder Aminosäurequelle gibt, kann derzeit nicht abschließend beantwortet werden. Daher sollte durch sinnvolle Kombination verschiedener Proteinquellen – unter Berücksichtigung deren Gehalte an Energie und weiteren Nährstoffen – ein komplettes Aminosäurespektrum angestrebt werden. Die Verwendung von Proteinsupplementen ist in der Regel nicht erforderlich.

Dr. Alexandra Schek

Die Beitragsreihe im Überblick

DGE-Position zur Sporternährung

- Teil 1: Flüssigkeitsmanagement im Sport (Heft 3/2019, S. 34-35)
- Teil 2: Energie (Heft 5/2019, S. 35)
- Teil 3: Fette (Heft 6/2019, S. 38-39)
- Teil 4: Kohlenhydrate (Heft 1/2020, S. 39-40)
- Teil 5: Mikronährstoffe (Heft 2/2020, S. 53-55)
- Teil 6: Nahrungsergänzungsmittel: Sicherheitsaspekte (Heft 3/2020, S. 41-43)
- Teil 7: Proteine (Heft 4/2020, S. 42-44)

ANZEIGE

LEISTUNGSSPORT plus: Zeitschrift, E-Journal, Zusatzbeiträge online!



Egal, ob traditionell als Zeitschrift oder – idealerweise für unterwegs – zusätzlich als elektronische Version für alle digitalen Endgeräte, unabhängig vom benutzten Betriebssystem. Sie haben die Wahl!

Seit 2015 stehen Ihnen als Abonnent der AboPlus-Variante beide „Lesarten“ zur Verfügung!

Auf www.leistungssport.net finden Sie im passwortgeschützten Bereich das LEISTUNGSSPORT-E-Journal zum Durchblättern, inklusive Volltextsuche, Lesezeichen- und Druckfunktion, außerdem wie gehabt die Zusammenfassungen, Literaturlisten und das Jahresinhaltsverzeichnis, geordnet nach Themenbereichen und Autoren.

– Sechs Ausgaben LEISTUNGSSPORT 52,80 € (Ausland 58,80 €)

– Sechs Ausgaben LEISTUNGSSPORT plus E-Journal und digitale Zusatzinformationen € 54,-
(Ausland € 60,-)

02 51/23 005-16

@ abo@philippka.de

www.philippka.de