

Bewegung und Ernährung stehen wie noch nie im Fokus des Gesundheitsbewusstseins. Mit den Lebensstileigenschaften einer vermehrten Freizeitaktivität und einer gezielten Ernährung sollen die Weichen in Richtung einer gesünderen und vor allem weniger übergewichtigen Bevölkerung gestellt werden. Die Erfahrung mit Sporttreibenden zeigt allerdings, dass Aktivitätsverhalten und Ernährungsverhalten nicht unbedingt die gleichen positiven Wege gehen und auch Sportler oftmals kein vorbildliches und gesundes Ernährungsverhalten aufzeigen.

Ernährungsempfehlungen für Sporttreibende

Vorteile für Leistungsfähigkeit und Gesundheit



Prof. Dr. Aloys Berg

Universitätsklinikum
Freiburg
Medizinische
Universitätsklinik
Abteilung Rehabilitative
und Präventive
Sportmedizin
Hugstetterstr. 55
79106 Freiburg im
Breisgau
E-Mail: aloys.berg
@uniklinik-freiburg.de

Hintergrund

Sportler wie Nichtsportler machen in der Regel die gleichen Ernährungsfehler. Ihnen ist zwar bekannt, dass körperliche Aktivität und Ernährung wesentliche Faktoren zur Erhaltung der Gesundheit und Leistungsfähigkeit sind, allerdings prägt das Ernährungswissen leider nicht das individuelle Ernährungsverhalten. Die dem Sport nahestehenden Attribute „leistungsfähig, belastbar, gesund“ sind für jeden erstrebenswert. Sie gelten in jedem Lebensalter und in nahezu jeder Lebenssituation.

Es gilt, nur wer sich richtig ernährt, kann auch von seinem Körper hohe Leistungen abrufen. Und so ist im Sport, vorrangig natürlich im Leistungssport, die Betreuung und Beratung der Athleten immer auch mit der Erhebung und Beurteilung der Ernährungsgewohnheiten verbunden. Beim Wissen um die Ernährungsgewohnheiten und in Kenntnis der sportspezifischen Ernährungsbedürfnisse könnte eine Ernährungsberatung beim Athleten und eine damit verbundene Optimierung der Ernährungssituation schließlich auch zu besseren Trainings- und Wettkampfleistungen führen [1, 2, 3].

Im Folgenden sollen Aspekte zu den allgemein anerkannten Ernährungsempfehlungen für Sportler dargestellt und zudem unter dem Aspekt diskutiert werden, ob diese auch für die Normalbevölkerung gültig und von Nutzen sind.

Ein häufiges Problem im Sport: Nährstoffdefizite bei unterkalorischer Kost

Unabhängig von Trainingsumfang oder Grad der Professionalisierung kann bei Sportlern häufig ein unausgewogenes Ernährungsverhalten nachgewiesen werden. Bei Auswertungen von Ernährungsprotokollen zeigte sich wiederholt bei Sportlern eine teilweise deutlich verminderte Zufuhr einzelner Nährstoffe [4, 5]. In der Literatur wird vor allem für die Nährstoffe Zink, Eisen, Kupfer, Magnesium und Folsäure eine grenzwertige oder auch defizitäre Zufuhr beschrieben. In diesem Zusammenhang sind vor allem solche Leistungssportler gefährdet, die aufgrund ihrer hohen Energieumsätze bei oft unzureichender Nährstoffdichte der von ihnen ausgewählten Lebensmittel einer Minderversorgung von Mikronährstoffen unterliegen [3, 6].

Darüber hinaus ernähren sich viele Sportler, für die ein niedriges Körper-

Weitere Autoren:
PD Dr. Peter
Deibert und
Prof. Dr. Daniel
König



Sportler brauchen eine gezielte Ernährung, Ernährungsprotokolle zeigen eine deutlich verminderte Zufuhr einzelner Nährstoffe

gewicht von leistungsrelevantem Vorteil sein kann, in definierten Trainingsphasen unterkalorisch, sodass auch hierdurch ein Defizit in der Nährstoffversorgung auftreten kann [7]. Wird für Leistungssportler der Tagesenergieumsatz anhand individueller Trainings- und Ernährungsprotokolle kalkuliert, so zeigt sich in der Regel eine zumindest rechnerische kalorische Unterversorgung um ca. 20–25 %.

Aus medizinischer Sicht muss eine individuelle Energiezufuhr von weniger als 2 500 kcal/d bei Leistungssportlern und 2 000 kcal/d bei Leistungssportlerinnen mit täglichem intensivem Training als bedenklich für die Erhaltung von Gesundheit und Leistungsfähigkeit angesehen werden [8]. Besonderes Augenmerk sollte dabei nicht nur auf die gefährdeten Sportartgruppen (Sportgymnastik, Eis- und Rollkunstlauf, Ringen, Gewichtheben, Skispringen u. a.), sondern auch auf individuelle Ausreißer gelegt werden, die aufgrund ihrer persönlichen Ernährungsgewohnheiten im Trainingsalltag eine kritische Energie- und damit auch Nährstoffzufuhr unterschreiten. Ziel einer gesunden Ernährungsweise im Sport muss sein, den durch körperliche Aktivität induzierten Mehrbedarf an Energie so zu decken, dass der Sportler unter Konstanzhaltung von Gewicht und Körperkomposition ein regelmäßiges Training ohne Einschränkungen hinsichtlich Leistungsfähigkeit und Gesundheit durchführen kann [3].

Wichtigster Makronährstoff bei Sportlern: Die Kohlenhydrate

Es besteht die weitgehende Übereinstimmung, dass durch körperliche Mehrarbeit verbrauchte Energie vorrangig durch Kohlenhydrate wieder zugeführt werden soll [3, 8]. Dementsprechend wird täglich intensiv trainierenden Sportlern sogar ein Kohlenhydratanteil von 60–65 % an der Tagesenergiezufuhr empfohlen. Einige Ernährungsempfehlungen für Sportler orientieren sich nicht am prozentualen Kohlenhydratanteil, sondern geben je nach Dauer und Intensität der Belastung 6–10 g Kohlenhydrate/kg KG als Richtwert an [9].

In der Praxis werden diese Empfehlungen – bei nachweislich schwieriger Umsetzbarkeit – zwar häufig nicht erreicht, jedoch weisen Sportler in der Regel eine bessere, d. h. kohlenhydratreichere Kost als Normalpersonen auf.

Die besondere Bedeutung der Kohlenhydratzufuhr vor bzw. während körperlicher Aktivität erklärt sich vor allem über die Begrenztheit der Kohlenhydratspeicher im Organismus. Für den Sportler verwertbare Kohlenhydrate in Form von Glykogen können nur intrazellulär in Muskel und Leber gespeichert werden. In der Leber sind ca. 400 kcal und in der Muskulatur ca. 1 200 kcal verfügbar. Durch Training kann über enzymatische und organspezifische Strukturadaptation die Fähigkeit zur Glykogenspeicherung deutlich erhöht (annähernd verdoppelt) werden.

Diese Möglichkeiten sind jedoch im Vergleich zu den Fettspeichern im Organismus quantitativ nur gering und können vor allem bei hoher Belastungsintensität einen leistungsbegrenzenden Faktor darstellen [3].

Bei niedrig intensiver Belastung (bis ca. 50–55 % VO_2max) wird der Energiebedarf vorwiegend über die aerobe Oxidation von Fettsäuren und in geringerem Maße über die der Kohlenhydrate gedeckt [10, 11]. Der Glykogenverbrauch im Muskel wie auch in der Leber ist relativ gering, da zum einen die Fettsäureoxidation überwiegt und zum anderen die belastungsinduziert erhöhten Glukosepiegel im Blut eine rasche Aufnahme und Verwertung von Blutglukose möglich machen.

Dieser glykogensparende Effekt ist im Tierversuch wie beim Menschen bei Belastungsintensitäten bis zu 50 % VO_2max nachzuweisen. Bei intensiveren Belastungen (ca. 70–75 % VO_2max) steigt der relative Anteil der Kohlenhydrate an der Energiebereitstellung an, und die Glykogendepots werden verstärkt zur Energiegewinnung herangezogen [10]. Nach Entleerung der Glykogenspeicher bzw. Absinken der Blutglukose kann die Intensität der Belastung nicht länger aufrechterhalten werden (Hungerast).

Verschiedene kontrollierte Studien haben eine positive Korrelation zwischen der Höhe der Glykogendepots und der Belastungsdauer nachgewiesen. Aber auch eine intermittierende orale Kohlenhydratgabe während der Belastung konnte die Leistungsdauer

Glossar:
 VO_2max =
Spezifische maximale Sauerstoffaufnahme (in ml O_2 /kg KG/min), ein Maß zur Beurteilung der aeroben Ausdauerleistung

Glossar:

Depletion =
Verarmung (von
physiologischen
Speichern),
Mangel

**Vita-Maxima-
Test =** in der
Sportmedizin
eingesetzter Test,
bei der unter
(stufenweiser)
Steigerung der
Belastung (z. B.
am Ergometer)
der Zeitpunkt
der subjektiven
Erschöpfung
bestimmt wird

erhöhen, da hierdurch die Blutglukosespiegel ansteigen und eine vermehrte Verstoffwechslung der Blutglukose erfolgt [3]. Eine Leistungssteigerung durch Kohlenhydratgaben kann auch dann noch nachgewiesen werden, wenn es bereits zu einer Muskelglykogen-depletion gekommen ist [12, 13]. Bei einer Belastung auf dem Fahrradergometer mit 70 % VO₂max ist nach ca. einstündiger Dauer mit einer weitgehenden Entleerung des Muskelglykogens zu rechnen. Werden dabei während einer 20- bis 30-minütigen Pause Kohlenhydrate oral verabreicht, kann die Belastungszeit um 15 min verlängert werden. Nach einer 2 ½-stündigen Belastung bei ca. 60 % VO₂max kann durch Glukosegaben während einer 30-minütigen Pause die Leistung in einem anschließenden Vita-Maxima-Test um 14 % im Vergleich zu einem Leerversuch gesteigert werden. Daher spielt die Aufrechterhaltung des Glukoseangebotes über den Blutweg eine entscheidende Rolle, um den Ermüdungszeitpunkt hinauszuschieben [3].

Aufgefüllte Glykogenspeicher sind somit bei länger dauernden Belastungen (> 1 h) unabdingbar für die optimale körperliche Leistungsfähigkeit. Abgesehen von der Bedeutung einer ausreichenden Kohlenhydratzufuhr vor Belastung spielen jedoch sowohl die Menge als auch der Zeitpunkt der Kohlenhydratzufuhr nach Belastung eine wichtige Rolle hinsichtlich der raschen und kompletten Wiederauffüllung der Glykogen-depots [9, 14]. Eine Kohlenhydratgabe unmittelbar nach Belastung führt dabei zu einer höheren Glykogenresynthese als zu einem späteren Zeitpunkt zugeführte Kohlenhydrate. Verantwortlich hierfür ist eine erhöhte Aktivität der muskulären Glukosetransporter (GLUT 4) und der Glykogen-Synthetase in der unmittelbaren Nachbelastungsphase. Es wird daher empfohlen, dass unmittelbar nach sowie in den ersten 2–4 Stunden nach Belastungsende 1 g Kohlenhydrate/kg KG/h konsumiert werden. Deutlich höhere Mengen Kohlenhydrate führen meist nicht zu einer erhöhten Glykogenresynthese.

Kohlenhydratqualität mit Nachteilen und Vorteilen

Neben der Empfehlung zur Gesamtkohlenhydratzufuhr wird der Differenzierung der Kohlenhydrate auch von Sportlern nicht genügend Beachtung geschenkt [3]. Die Forderung, dass nicht mehr als 10 % der zugeführten Gesamtenergie über Saccharose gedeckt werden sollten, wird von Sportlern meist nicht eingehalten. So werden von Leistungssportlern oftmals einfache und komplexe Kohlenhydrate in einem ungünstigen Verhältnis (im Mittel ca. 40 : 60, im Einzelfall bis zu 60 : 40) verzehrt [4]. Bei normalem Körpergewicht und günstiger Körperkonstitution scheint dies allerdings nicht mit dem Risiko von metabolischen Störungen verbunden zu sein (◆Abbildung 1).

Abgesehen von der Zeit während des Wettkampfes sowie in der unmittelbaren Nachbelastungsphase, gibt es aus leistungsphysiologischer Sicht keinen Grund, warum Sportler vermehrt einfache Kohlenhydrate zuführen



Im Gegensatz zum regelmäßig trainierenden Sportler kann eine kohlenhydratreiche Ernährung für körperlich inaktive mit stoffwechselrelevanten Nachteilen assoziiert sein.

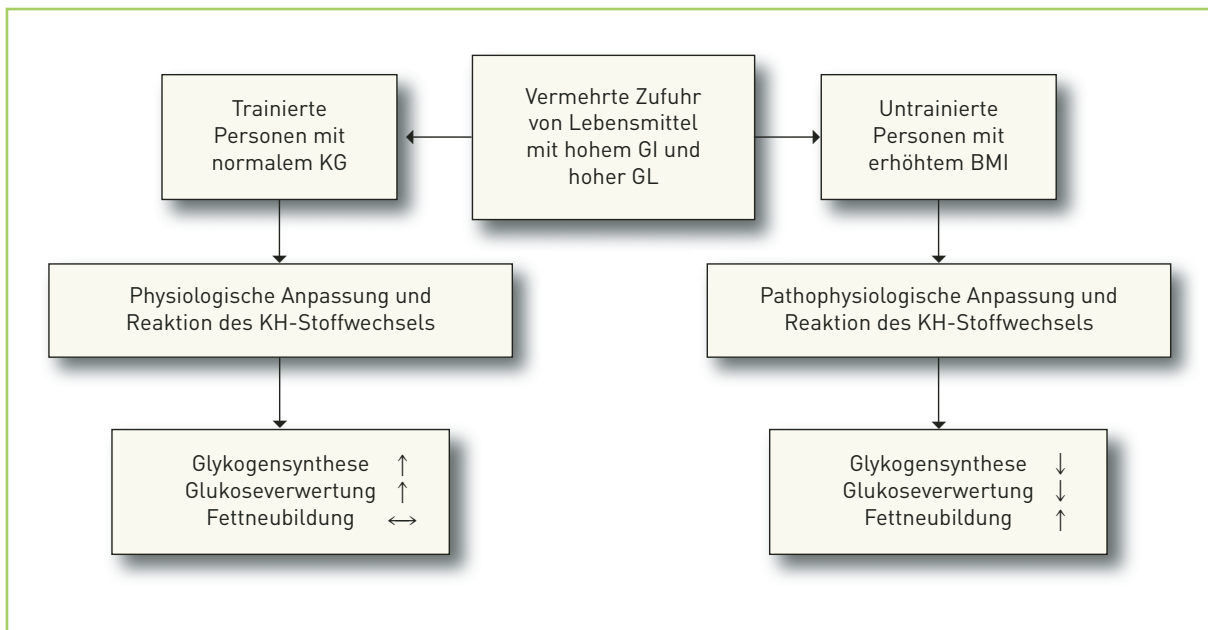


Abb.1: Metabolische Wirkung hochglykämischer Nahrung bei trainierten Sport-Treibenden im Gegensatz zu untrainierten Übergewichtigen. Die erwünschte Wirkung einer vermehrten Glykogensynthese und Glukoseverwertung trifft beim untrainierten Übergewichtigen nicht ein und es kommt stattdessen zu einer erhöhten Fettsynthese und einer gesteigerten Bildung von Triglyzeriden. GI = Glykämischer Index, GL = Glykämische Last, KG = Körpergewicht

sollten. Anders als beim Übergewichtigen führt bei Gesunden und Normalgewichtigen und im besonderen Maße bei körperlich Aktiven (hier den Ausdauertrainierten) die Zufuhr von Lebensmitteln mit einem hohen glykämischen Index (GI) zu keinem gesundheitlichen Nachteil und ist in Verbindung mit Trainingseffekten nicht mit einem Verlust der Insulinsensitivität verbunden [15]. Daher ist die Gewichtung der gesundheitlichen Bedeutung der Kohlenhydratqualität und ihrer Insulinantwort bei Sportlern im Vergleich zu sportlich inaktiven Personen (s. u.) schwierig.

Kohlenhydratzufuhr bei sportlich inaktiven Menschen

Im Gegensatz zu einem regelmäßig trainierenden Sportler kann eine kohlenhydratreiche Ernährung für körperlich Inaktive mit stoffwechselrelevanten Nachteilen assoziiert sein. Vor allem bei übergewichtigen Personen und Patienten mit metabolischem Syndrom kann eine hohe Zufuhr an einfachen Kohlenhydraten über einen erhöhten postprandialen

Insulinpeak zu einer verstärkten hepatischen Fettsäure- und Triglyceridsynthese führen [16]. Hierdurch erhöht sich der Anteil der Triglyceridreichen Lipoproteine im Blut. Da ein vermehrter Umsatz an Triglyceridreichen Lipoproteinen auch mit verminderten HDL-Cholesterinspiegeln assoziiert ist, kann sich bei einer kohlenhydratreichen Ernährung – vor allem bei hohem glykämischen Index der Lebensmittel – eine Verschlechterung des atherogenen Lipidprofils einstellen. Durch regelmäßigen Sport kann eine derartige Dysregulation des Lipoprotein- und Glukosestoffwechsels durch die trainingsinduzierte Stoffwechselanpassung in der Muskel- wie auch Fettzelle vermieden werden [8].

Über die Physiologie der Energiebereitstellung ist die Bedeutung gut aufgefüllter Glykogendepots vor Belastungsbeginn bzw. hoher Blutglukosespiegel während der Belastung für die Ausdauerleistungsfähigkeit leicht nachvollziehbar. Darüber hinaus haben aktuelle Untersuchungen auch eine signifikante Abschwächung der

hormonellen Stress- und Entzündungsreaktion in der Nachbelastungsphase bei Sportlern mit höheren Blutglukosespiegeln aufgezeigt [17]. So waren bei Sportlern mit höheren Blutglukosespiegeln während Belastung die Konzentrationen der Stresshormone Cortisol und ACTH sowie in der Nachbelastungsphase die belastungsinduzierte immunologische Stressreaktion (z. B. Interleukin-1, Interleukin-6, Granulozyten/Lymphozyten-Quotient) signifikant niedriger. Es wird diskutiert, ob diese günstige Beeinflussung der Stressreaktion auch mit einer erniedrigten Infektrate bei Sportlern assoziiert ist [3, 8, 18].

Auch bei Sportlern wichtig: Bei der Fettzufuhr auf die Fettqualität achten

Die Nutzung von Fetten für die Energiegewinnung hängt von der Belastungsintensität und der Verfügbarkeit von Kohlenhydraten ab [10, 11]. Regelmäßiges Ausdauertraining erhöht die Fähigkeit der Muskulatur, während der Belastung Fett als Energie-

Glossar:
postprandial =
nach einer
Mahlzeit

quelle zu nutzen und die Kohlenhydratspeicher z. B. für den intensiven Schlusspurt zu schonen [3, 11]. Im Gegensatz zu den Kohlenhydraten, bestehen für Fette keine Speicherprobleme, sodass die Fettzufuhr im Sport keine limitierende Größe für die muskuläre Leistungsfähigkeit darstellt. Entsprechend sollte ihr Anteil an der Gesamtkalorienzufuhr nicht über 30 % liegen. Ebenso existieren keine kontrollierten Studien, die aus ernährungs- oder leistungsphysiologischer Sicht Vorteile einer fettreichen Ernährung für den Sportler nachgewiesen haben [19]. Wie für den Normalbürger sollten auch beim Sportler die potenziellen Gesundheitsrisiken einer fettreichen und damit oft überkalorischen Ernährung nicht außer Acht gelassen werden.

hat seine Begründung zum einen in der spezifischen Wirkung der Nahrungsfettsäuren bei der metabolischen und immunologischen Regulation [20, 21], zum anderen aber auch in der Auswahl der Lebensmittel, die eine fettreiche Ernährung begleiten. Eine fettreiche Ernährung ist in der Regel arm an Obst und Gemüse, d. h. an Ballaststoffen und sekundären Pflanzenstoffen. Eine auch für den Sportler positive, gesundheitsfördernde Ernährungsweise mit einem hohen Anteil an antioxidativ, entzündungshemmend und immunmodulierend wirkenden Pflanzenstoffen ist bei einer an tierischen Lebensmitteln orientierten, fettreichen Ernährungsweise daher nicht gegeben [3, 8, 22].

Sportler müssen zudem eine ausreichende und ausgewogene Zufuhr der mehrfach ungesättigten, essenziellen Fettsäuren sicherstellen [20, 21]. Ein Missverhältnis in der Zusammensetzung der mehrfach ungesättigten Fettsäuren (MUFS) untereinander ist für ein Ungleichgewicht im Stoff-

wechsel der Arachidonsäure verantwortlich. Die Arachidonsäure ist bei reicher Zufuhr von tierischen Produkten verglichen zu ihrem Bedarf im Organismus meist überrepräsentiert. MUFS wie Gamma-Linolensäure und Alpha-Linolensäure aus pflanzlichen Lebensmitteln und Eicosapentaensäure bzw. Docosahexaensäure aus dem maritimen Bereich werden dagegen oft nur unzureichend zugeführt [23]. Eine eigene Erhebung zu den Verzehrsgewohnheiten von Sportlern machte deutlich, dass auch bei ernährungsinformierten Leistungssportlern P/S-Quotienten in der Nahrung von 0,1 sowie mittlere Tageszufuhren an Linolsäure von weniger als 5 g und an EPA von weniger als 25 mg möglich sind [21].

Während die physiologische Rolle der kürzerkettigen Fettsäuren im Wesentlichen in der Energiebereitstellung zu sehen ist, haben längerkettige Fettsäuren vorwiegend Struktur- und Botenfunktion. Im Eicosanoidstoffwechsel werden aus den MUFS in den meisten Geweben die Mediatorstoffe Prostaglandine, Thromboxane und Leukotriene synthetisiert [3, 21]. Sie modulieren Entzündungsprozesse sowie den Funktionszustand von Thrombozyten und Gefäßendothel. Darüber hinaus regulieren sie den Tonus der glatten Muskulatur in den Gefäßen und im Bronchialtrakt. Die Komposition der Nahrungsfettsäuren spiegelt sich jedoch auch in den Membranphospholipiden von zirkulierenden Blutpartikeln sowie in Zellen und Zellorganellen wider. Der Membraneinbau der verschiedenen MUFS ist einerseits in hohem Maße gewebespezifisch, andererseits konkurrieren die einzelnen MUFS auch untereinander um den Einbau in die Membranphospholipide. Die durch die Fettsäureester geprägten Membraneigenschaften sind nachweislich begrenzende Faktoren der körperlichen Leistungsfähigkeit. Sie regulieren die Membranpermeabilität und -stabilität, die Ionen- und Sauerstofftransportkapazität, die Aktivität membranassoziierter Enzyme, hämorrheologische Kenngrößen sowie Rezeptor-

Glossar:
hämorrheologisch
 = die Fließeigenschaften des Blutes betreffend

Unabhängig vom Aktivitätsverhalten zählt eine Ernährung, die reich an tierischen Lebensmitteln und gesättigten Fettsäuren ist, als Risikofaktor für die Entstehung von chronisch degenerativen Erkrankungen, allen voran Atherosklerose, Diabetes mellitus Typ 2 und Krebs [8]. Dies



Bei Sportlern in jedem Fall ein Vorteil: Schutzstoffe, Sekundäre Pflanzenstoffe, Ballaststoffe

gesteuerte Funktionen. Auch die belastungsinduzierte Stressreaktion wird nachweislich über das individuelle Fettsäuremuster mitgesteuert [20, 21].

Die Bedeutung der Eiweißzufuhr wird von Sportlern oft überschätzt

Bei Sportlern besteht in der Phase des Muskelaufbaus wie auch unter Trainingsbedingungen mit intensiver Muskularbeit ein erhöhter Eiweißbedarf, dies gilt sowohl für alle Formen des Krafttrainings als auch für Ausdauerbelastungen [3]. Gemessen an der Stickstoffbilanz ist der Proteinbedarf bei Bodybuildern allerdings nur um 10–20 %, bei Ausdauerathleten mit hohen Belastungsumfängen dagegen um bis zu 70 % gegenüber Normalpersonen (0,73 g Protein pro kg Körpergewicht) erhöht [24]. Entsprechend werden Sportlern Tagesproteinzufuhren von ca. 1,4 g Eiweiß pro kg Körpergewicht empfohlen. Anders als in der älteren sportmedizinischen Literatur beschrieben, erscheinen Zufuhren von mehr als 2 g/kg KG/Tag nicht vertretbar; diese sollten selbst für Spitzensportler in Maximalkraftdisziplinen nicht überschritten werden. In unserer Bevölkerung liegt die übliche Eiweißzufuhr mit 13–14 Energie% in der Regel im Rahmen dieser spezifischen Nährstoffempfehlungen für Leistungssportler [3].

Bezogen auf ihr Körpergewicht führen Sporttreibende mit mehr als 1,4 g Eiweiß pro kg Körpergewicht ausreichend Protein zu. Probleme im Erhalt der Muskelmasse entstehen beim gesunden Sportler in der Regel nur unter Trainings- und Diätzwängen mit unterkalorischer Ernährungsweise [3]. Während die unmittelbare Zufuhr eiweißreicher Nahrung nach dem Training die körpereigene Eiweißsynthese fördern kann, gibt es andererseits keine wissenschaftliche Begründung für die Annahme, dass ein grundsätzlich erhöhtes Eiweißangebot (> 2 g/kg KG/Tag) den Muskelzuwachs oder die Kraftleistungsfä-

higkeit zu fördern vermag. Eine angewogene, dem insgesamt höheren Energieumsatz kalorisch angepasste Kost deckt deshalb auch den Eiweißbedarf von Hochleistungssportlern. Eiweißkonzentrate wie auch der Zusatz von Kollagen zur Sportlernahrung bieten keinen nachweisbaren ernährungs- oder leistungsphysiologischen Vorteil [27].

In der Auswahl der Lebensmittel für die Eiweißzufuhr sollte auch für Sportler der Anteil von tierischem Protein an der Proteinzufuhr bei maximal 40–50 %, d. h. von pflanzlichem Protein bei über 50 % liegen. So wird einerseits die Fett-, Cholesterin- und Purinaufnahme reduziert und andererseits die vorteilhafte und wünschenswerte Kohlenhydratbetonung in der Ernährung des Leistungssportlers realisiert. Die Ergebnisse von Ernährungsprotokollen bundesdeutscher Spitzensportler zeigen allerdings eine erhöhte (> 50 % bezogen auf die Gesamteiweißzufuhr) Zufuhr an tierischem Protein [3, 4]. Beim Wissen um die positive Beeinflussung der Stickstoffbilanz durch pflanzliche Eiweiße [28] erscheint dies aus heutiger Sicht nicht gerechtfertigt; entsprechend sollte die Auswahl der Eiweißquellen bei der Beratung von Sportlern gezielt angesprochen werden [3].

In jedem Fall von Vorteil: Schutzstoffe, Sekundäre Pflanzenstoffe, Ballaststoffe

Körperliche Aktivität steigert die Bildung freier Radikale und die damit einhergehende Lipidperoxidation. Intensive körperliche Anstrengung bei einer untrainierten Person stellt eine oxidative Stressbelastung dar und kann neben einer gesteigerten Lipidoxidation einen akuten Muskelschaden induzieren [29]. Bei trainierten Personen bewirkt die gleiche Belastung allerdings einen geringeren oxidativen Stress. Dies ist durch eine verbesserte Radikalneutralisierung beim Sportler zu erklären. Insbesondere durch aerobes Ausdauer-

training wird das antioxidative System durch eine erhöhte Aktivität von Schutzenzymen wie der Superoxid-Dismutase und Glutathion-Peroxidase gestärkt [30]. Es ist bis heute nicht eindeutig geklärt, ob die natürlichen antioxidativen Systeme des Körpers ausreichen, um die sportinduzierte Belastung durch freie Radikale zu neutralisieren oder aber ob die Zufuhr von antioxidativ wirkenden Substanzen sinnvoll und nützlich ist. Vom Handel werden insbesondere die wasserlöslichen Vitamine C und E sowie β -Carotin aufgrund ihrer antioxidativen Eigenschaften intensiv auch für Sporttreibende beworben.

Vitamin E (α -Tocopherol) wird in allen Zellmembranen gefunden. Der Hauptteil des membrangebundenen Vitamin E sitzt jedoch in der inneren Mitochondrienmembran, am Ort des Elektronentransportsystems und der Sauerstoffnutzung. Der Gehalt an Vitamin E im Skelettmuskel und im Blutplasma kann durch eine orale Supplementation signifikant gesteigert werden [8]. Experimentelle Daten geben Grund zu der Annahme, dass die Supplementierung mit Vitamin E auch den oxidativen Stress und die Rate der Lipidperoxidation reduziert.

Unabhängig von möglichen Wirkungen von Vitamin E auf biochemische Intermediärparameter hat jedoch bisher keine randomisierte, plazebo-kontrollierte Studie verlässlich einen positiven Effekt von Vitamin E auf harte Zielvariablen (Infektrate, Verletzungsrate, Trainingsausfälle, Wettkampfplatzierungen) bei Sportlern nachweisen können [30].

Auch Vitamin C (Ascorbinsäure) besitzt eine hohe antioxidative Kapazität. Ascorbinsäure wird im Cytosol der Zellen sowie im Plasma gefunden. Es regeneriert oxidiertes Vitamin E, fängt im Plasma freie Radikale ab und verhindert so z. B. deren Eindringen in LDL-Partikel. Auch für Vitamin C konnte bisher nur gezeigt werden, dass einzelne Parameter des oxidati-

Zusammenfassung

Sportler wie Nichtsportler machen in der Regel die gleichen Ernährungsfehler. Die Erfahrung mit Sporttreibenden zeigt, dass Aktivitätsverhalten und Ernährungsverhalten nicht unbedingt die gleichen positiven Wege gehen. Es gilt, nur wer sich richtig ernährt, kann auch von seinem Körper hohe Leistungen abrufen. Bei ausgeglichener Energiebilanz sind für den Sportler insbesondere die Zusammensetzung der Ernährung und die Qualität der zugeführten Makronährstoffe (wie Kohlenhydrate, Fette, Eiweiße, Vitamine) entscheidend. Sie sichern sowohl die notwendige Nährstoffdichte als auch die Zufuhr von Nährstoffen, die aus sportspezifischer Sicht eine physiologisch oder biochemisch begründete Beziehung zur körperlichen Leistungsfähigkeit besitzen. In Kenntnis der Zusammenhänge zwischen Nährstoffdefiziten und Einschränkungen der körperlichen Leistungsfähigkeit ist durch eine gezielte Ernährungsberatung und Änderung der Ernährungsgewohnheiten bei Sportlern ein Leistungszuwachs möglich, der ethisch gerechtfertigt ist und darüber hinaus noch gesundheitsfördernd sein kann.

Summary

Nutritional recommendations for sportsmen

Improved performance and health

Aloys Berg and Daniel König, Freiburg

Both sportsmen and non-sportsmen usually make the same nutritional errors. Experience with sportsmen has shown that patterns of activity and nutrition do not always change in parallel. Only someone who feeds himself properly can expect his body to perform at a high level. If a sportsman is to achieve satisfactory energy balance, the composition of the nutrients and the quality of macronutrients (such as carbohydrates, fats, proteins and vitamins) are of decisive importance. This guarantees both the necessary nutritional density and the supply of nutrients thought – for physiological or biochemical reasons – to be related to physical performance in sport. If the links between nutrient deficiencies and restrictions in physical performance are born in mind, specific nutritional advice can be used to change sportsmen's nutritional habits and thus to improve their performance. This is ethically acceptable and may even improve their health.

Key words: nutrient deficiencies in sport, carbohydrate quality, fat quality, building muscles, protein concentrates, oxidative stress, secondary plant metabolites, vitamin E

Ernährungs Umschau 55 (2008) S. 662–669

ven Stresses verbessert werden können [8]. Generell fehlt der Nachweis, dass bei Personen ohne Vitaminmangel die körperliche Leistungsfähigkeit über eine Vitaminsubstitution verbessert werden kann. Darüber hinaus darf auch in der Sporternährung nicht vergessen werden, dass eine nicht-indizierte Supplementation von Vitaminen nachweislich sogar nachteilige Folgen haben kann [31]. Die hierzu vorliegenden Ergebnisse widersprechen nicht den epidemiologischen Studien, die eine Protektion kardiovaskulärer und auch onkologischer Erkrankungen durch die Zufuhr von frischem Obst und Gemüse belegen [8, 32, 33].

Bei einer ausgewogenen und vollwertigen Ernährung entsprechend den Empfehlungen der DGE kann man auch für den Sportler davon ausgehen, dass sowohl eine optimierte Zufuhr von sekundären Pflanzenstoffen wie auch von protektiv wirksamen Vitaminen garantiert ist [3]. Zusätzlich bietet eine solche Ernährung unabhängig vom Aktivitätsstatus eine ausreichende Zufuhr an Ballaststoffen von mindestens 30 g/d. Die ausreichende Zufuhr von Ballaststoffen ist erwünscht, da diese Wasser binden, auf diese Weise zur Füllung des Dickdarms beitragen und dadurch seine Tätigkeit anregen. Eine ballaststoffreiche Ernährung verringert das Risiko von Dickdarmdivertikeln und deren Komplikationen, ebenso wird die Entstehung eines Colonkarzinoms reduziert [8]. Zusammen mit der durch Sport beschleunigten Darmpassage dürfte dies zu einer verringerten Inzidenz an Colonkrebs bei Sportlern führen [34]. Zusätzlich senken wasserlösliche Ballaststoffe den Cholesterinspiegel und haben einen positiven Einfluss auf die Höhe des Blutzuckerspiegels [22]. Aller-

dings spielt oft bei Ausdaueraktivitäten und Laufsportarten die sportinduzierte Diarrhö eine wettkampfentscheidende Rolle, so dass man betroffenen Sportlern am Tag vor dem Wettkampf eher eine ballaststoffarme Kost empfehlen muss. Eine generelle Empfehlung für eine ballaststoffarme Kost bei Sportlern gibt es nicht; hier müssen individuelle Faktoren und Bedürfnisse berücksichtigt werden [8].

Schlussbetrachtung

Wie dargelegt, kann es bei Sporttreibenden im Einzelfall auf eine kalorisch ausreichende Ernährung und die darüber gesicherte Zufuhr der Nährstoffe ankommen. Bei ausgeglichener Energiebilanz sind für den Sportler insbesondere die Zusammensetzung der Ernährung und die Qualität der zugeführten Makronährstoffe entscheidend. Sie sichern sowohl die notwendige Nährstoffdichte als auch die Zufuhr von Nährstoffen, die aus sportspezifischer Sicht eine physiologisch oder biochemisch begründete Beziehung zur körperlichen Leistungsfähigkeit besitzen. Die Empfehlungen für eine kalorisch ausgeglichene und in ihrer Auswahl ausgewogene und abwechslungsreiche Ernährung gelten somit auch für Sporttreibende, müssen jedoch unter dem Gesichtspunkt einer stabilen Leistungsfähigkeit kritischer als bei Normalpersonen umgesetzt werden. In Kenntnis der Zusammenhänge zwischen Nährstoffdefiziten und Einschränkungen der körperlichen Leistungsfähigkeit ist durch eine gezielte Ernährungsberatung und Änderung der Ernährungsgewohnheiten bei Sportlern ein Leistungszuwachs möglich, der ethisch gerechtfertigt ist und darüber hinaus noch gesundheitsfördernd sein kann.

Literatur

- Berg A, König D, Keul J (1996) Sport und Ernährung 1996. Akt. Ernähr. Med. 21: 315–322
- Keul J, König D, Huonker M, Berg A (1996) Ernährung, Sport und muskelzelluläre Belastbarkeit. Dtsch. Z. Sportmed. 1: 228–237
- Berg A und König D. Optimale Ernährung des Sportlers. 4. Aufl. Hüzel Verlag Stuttgart (2008)
- Bauer S, Berg A, Keul J (1993) Ernährungserhebung bei Ausdauersportlern. I. Energiezufuhr und Nährstoffrelation. Akt. Ernähr. Med. 18: 14–20
- Bauer S, Berg A, Keul J (1993) Ernährungserhebung bei Ausdauersportlern. II. Vitamin-, Mineralstoff- und Spurenelementzufuhr. Akt. Ernähr. Med. 18: 279–285
- Berg A, Bauer S, Keul J (1992) Energie- und Nährstoffbedarf des Leistungssportlers. Ernährungs Umschau 39: 102–108
- Bauer S, Jakob E, Berg A, Keul J (1994) Energie- und Nährstoffzufuhr bei jugendlichen Gewichthebern vor und nach einer Ernährungsberatung. Schweizerische Z. f. Sportmed. und Sporttraumatologie 3: 35–41
- Deibert P, König D, Berg A (2005) Ernährungsempfehlungen für Sporttreibende – Gesundheitsvorteile auf für die Gesamtbevölkerung? J Ernährungsmed. 7: 14–21
- Anonymous [No authors listed] (2000) Position of the American Dietetic Association, Dietitians of Canada, and the American College of Sports Medicine. Nutrition and athletic performance. J Am Diet Assoc 100: 1543–56
- Romijn JA, Coyle EF, Sidossis LS et al. (2000) Substrate metabolism during different exercise intensities in endurance-trained women. J Appl Physiol 88: 1707–14.
- Coggan AR, Raguso CA, Gastaldelli A et al. (2000) Fat metabolism during high-intensity exercise in endurance-trained and untrained men. Metabolism 49: 122–8
- Arkininstall MJ, Bruce CR, Nikolopoulos V et al. (2001) Effect of carbohydrate ingestion on metabolism during running and cycling. J Appl Physiol 91: 2125–34
- Bosch AN, Weltan SM, Dennis SC, Noakes TD (1996) Fuel substrate turnover and oxidation and glycogen sparing with carbohydrate ingestion in non-carbohydrate-loaded cyclists. Pflugers Arch, 432: 1003–10
- Ivy JL (2001) Dietary strategies to promote glycogen synthesis after exercise. Can J Appl Physiol 26: 236–45
- Berg A, Hamm M, Theis S. Kohlenhydrate und ihre glykämische Wirkung (glykämischer Index, glykämische Last) In: Praxishandbuch Functional Food, Hrsg. Erbersdobler HF und Meyer AH. 22. Akt.-LfgBehr's Verlag, Hamburg (2005)
- Marques-Lopes I, Ansorena D, Astiasaran I et al. (2001) Postprandial de novo lipogenesis and metabolic changes induced by a high-carbohydrate, low-fat meal in lean and overweight men. Am J Clin Nutr 73: 253–61
- Nieman DC (1998) Influence of carbohydrate on the immune response to intensive, prolonged exercise. Exerc Immunol Rev 4: 64–76
- König D, Grathwohl D, Weinstock C et al. (2000) Upper respiratory tract infection in athletes: influence of lifestyle, type of sport, training effort, and immunostimulant intake. Exerc Immunol Rev 6: 102–20
- Burke LM, Kiens B, Ivy JL (2004) Carbohydrates and fat for training and recovery. J Sports Sci 22: 15–30
- König D, Berg A, Weinstock Ch et al. (1997) Essential fatty acids, immune function, and exercise. Exercise Immunology Review 3: 1–31
- Berg A, König D, Schlachter H, Keul J (1993) Zur Qualität der Fettsäurezusammensetzung und ihrem Einfluß auf die periphere Regulationslage von Sportlern. Dtsch. Z. Sportmed. 44: 445–452
- Deibert P, Ewald A, Berg A (2002) Functional food in athletes. Eur J Sport Sci 2: 5–6
- König D, Keul J, Northoff H, Berg A (1997) Rationales für eine gezielte Nährstoffauswahl aus sportmedizinischer und sportorthopädischer Sicht. Orthopädie 26: 942–950
- Tarnopolsky MA, MacDougall JD, Atkinson SA (1988) Influence of protein intake and training status on nitrogen balance and lean body mass. J Appl Physiol 64: 187–93
- Gaine PC, Pikosky MA, Martin WF et al. (2006) Level of dietary protein impacts whole body protein turnover in trained males at rest. Metabolism 55: 501–7
- Koopman R, Saris WH, Wagenmakers AJ, van Loon LJ (2007) Nutritional interventions to promote post-exercise muscle protein synthesis. Sports Med 37: 895–906
- Rodriguez NR, Vislocky LM, Gaine PC (2007) Dietary protein, endurance exercise, and human skeletal-muscle protein turnover. Curr Opin Clin Nutr Metab Care 10: 40–5
- Deibert P, König D, Schmidt-Trucksäss A et al. (2004) Weight loss without losing muscle mass in pre-obese and obese subjects induced by a high-soy-protein diet. Int J Obes Relat Metab Disord 28: 1349–52
- Berg A, König D (2000) Oxidativer Stress und Sport. Dtsch. Z. Sportmed. 51: 177–178
- König D, Wagner KH, Elmadfa I, Berg A (2001) Exercise and Oxidative Stress: Significance of Antioxidants. Exercise Immunology Review 7: 108–133
- Omenn GS, Goodman GE, Thornquist MD et al. (1996) Effects of a combination of beta carotene and vitamin A on lung cancer and cardiovascular disease. N Engl J Med; 334: 1150–5
- Gey KF, Puska P, Jordan P, Moser UK (1991) Inverse correlation between plasma vitamin E and mortality from ischemic heart disease in cross-cultural epidemiology. Am J Clin Nutr 53: 326–334
- Eichholzer M, Stähelin HB, Gey KF et al. (1996) Prediction of male cancer mortality by plasma levels of interacting vitamins: 17-year follow-up of the prospective Basel study. Int J Cancer 66: 145–50
- Peters HP, De Vries WR, Vanberge-Henegouwen GP et al. (2001) Potential benefits and hazards of physical activity and exercise on the gastrointestinal tract. Gut 48: 435–9