

# Körperliche Aktivität

## Ernährungsspezifische Aspekte bei Kindern und Jugendlichen

**Eine adäquate Ernährung ist Voraussetzung für eine gesunde körperliche und geistige Entwicklung. Der höhere Energiebedarf sportlich aktiver Kinder sollte entsprechend in Ernährungsempfehlungen berücksichtigt werden, wobei die Datenlage hierzu jedoch als eher dürftig anzusehen ist. Dennoch können bestimmte Besonderheiten der Ernährung (Leistungs-)Sport treibender Kinder oder ihrer Eltern vermittelt werden, um eine möglichst ausgewogene Nahrungszufuhr zu erreichen. Dies ist umso wichtiger, da sich gerade diese Kinder meist bewusster und gesünder ernähren als ihre sportlich nicht aktiven Altersgenossen und hierin unterstützt werden sollten.**

Grundsätzlich ist die Entwicklung von Kindern und Jugendlichen durch Änderungen der skelettalen und muskulären Dimensionen, Körperkomposition, Reifung usw. gekennzeichnet [30]. Es ist unbestritten, dass eine adäquate Ernährung die Voraussetzung für eine gesunde körperliche und geistige Entwicklung darstellt. Als Energielieferanten dienen Makronährstoffe wie Kohlenhydrate und Fette sowie Eiweiße. Die aktuellen Empfehlungen der Deutschen Gesellschaft für Ernährung (DGE) bzw. des Forschungsinstituts für Kinderernährung auf der Basis der optimierten Mischkost (OptimiX) sind in **Tab. 1** zusammengestellt [18].

Körperlich aktive Kinder, insbesondere im Leistungssport aktive, weisen entsprechend einen höheren Bedarf auf. Die Datenlage bezüglich der Ernährung kindlicher bzw. heranwachsender Sportler und

darauf basierende Empfehlungen für eine optimale Zufuhr sind aber eher dürftig. Dies liegt neben einer geringen Studienlage an dem entscheidenden Einfluss von Wachstum und Entwicklung.

Vor dem Hintergrund der zunehmenden Zahl bewegungsarmer und/oder adipöser Kinder erscheint die Frage nach einer möglicherweise optimalen Ernährungsform und möglichen Einflussnahme zunächst eher sekundär. Körperliche Aktivität scheint aber in jedem Lebensalter mit einer gesünderen Lebens-, insbesondere auch Ernährungsweise verbunden zu sein.

In einer Umfrage an 3540 Schweizer Kindern zwischen 9 und 19 Jahren bestand in der Gruppe der sportlich aktiven eine höhere Zufuhr an Milchprodukten, Zerealien, Früchten, Obstsäften und Salaten [11]. In einer aktuellen Untersuchung von Croll et al. [12] frühstückten die Kinder, die in Kraftsportarten aktiv waren, regelmäßiger und wiesen eine höhere Protein-, Eisen-, Zink- und Calciumzufuhr auf als ihre Altersgenossen.

Leistungssport ist für Kinder heute einfacher zu erreichen als früher, und es sind prozentual mehr Kinder im Leistungssport aktiv. In den USA nahm die Zahl von Kindern im organisierten Sport um 8,4%, von Heranwachsenden um 15,4% zu. In Europa – in Abhängigkeit vom jeweiligen Land – sind zwischen 53% und 98% der Kinder zwischen 6 und 11 Jahren im organisierten Sport anzutreffen, ähnlich hohe Raten findet man bei Kindern zwischen 12 und 16 Jahren [24]. Nach der KiGGS-Studie [21] sind aktuell etwa 75% der 3- bis 10-jährigen Mädchen und Jungen einmal wöchentlich sportlich aktiv, mehr als 30% 3-

mal oder öfter. Mit höherem Lebensalter wird weniger Sport getrieben, trotzdem sind noch 84% der 11- bis 17-Jährigen einmal wöchentlich so aktiv, dass sie schwitzen bzw. außer Atem geraten (zur Einschätzung der Intensität), und 54% 3-mal wöchentlich oder öfter. 2004 lag der Anteil an Kindern und Jugendlichen, die aktiv Sport treiben, etwa bei 57% Mädchen und 75% Jungen zwischen 7 und 14 Jahren bzw. 40% und 60% der 15- bis 18-Jährigen; insgesamt bei etwa 6,4 Mio. Kindern [15]. Bis zum 18. Lebensjahr sind etwa 35.000 Kinder im Leistungssport als C- oder D-Kader organisiert.

Um die Leistungsfähigkeit bei Kindern zu verbessern, sind nach Rowland [28] hohe Umfänge intensiven Trainings notwendig. Um den damit verbundenen gesteigerten Energiebedarf abzudecken, muss auch die Nahrungszufuhr angepasst werden. Im Rahmen dieser Übersichtsarbeit sollen daher die Besonderheiten der Ernährung (Leistungs-)Sport treibender Kinder zusammengestellt werden.

### Körperliche Aktivität und Training

Für Muskelkontraktionen ist ATP notwendig. Neben einem kleinen intramuskulären Vorrat an ATP dienen der Nachlieferung Kreatinphosphat, Glykolyse und der Zitronensäurezyklus [4]. Die ersten beiden Quellen können ohne Sauerstoff, also anaerob, ATP liefern, bei Letzterem wird Sauerstoff (aerob) benötigt.

Eine ausreichende Energiebereitstellung ist für sämtliche Stoffwechselpro-

**Tab. 1** Empfohlene Zusammensetzung der Ernährung von Kindern und Jugendlichen (mod. nach [18])

Alter in Jahren	Fett	Fettsäuren			Protein	Kohlenhydrate	
		GSF	EUFS	MUFS n-3 n-6			
Referenzwerte (DGE)							
1–3	30–40	≤10	≥10	0,5	3,0	5	>50
4–18	30–35	≤10	≥10	0,5	2,5	6	>50
Optimierte Mischkost							
1–18	30	10	14	6	15	55	
DONALD-Studie							
1–18	38	17	16	5	13	49	
2–18	35–36	16	15	5	13	51	

Anteile an der Energiezufuhr in %, GSF gesättigte Fettsäuren, EUFS einfach ungesättigte Fettsäuren, MUFS mehrfach ungesättigte Fettsäuren, DONALD Dortmund nutritional and anthropometric longitudinally designed study

zesse notwendig. Körperliche Aktivität fordert und beeinflusst diese Prozesse erheblich und führt zu einem höheren Energiebedarf als bei normal- und/oder inaktiven Kindern und Jugendlichen. Wie viel mehr allerdings tatsächlich notwendig ist, kann infolge der hohen Variabilität, insbesondere auch durch die Längengewachstumsschübe, nicht abschließend beantwortet werden. Der Energiebedarf wurde daher anhand von Alter, Referenzgröße und -gewicht sowie selbst eingeschätzter Trainingsintensität näherungsweise ermittelt: Ein 9-jähriges inaktives Mädchen benötigt etwa 5928 kJ/Tag (1415 kcal/Tag), ein sehr aktiver 13-jähriger Junge 12.729 kJ/Tag (3038 kcal/Tag) [25].

## Zusammensetzung der Ernährung

### Kohlenhydrate

Als wichtigste Energiequellen werden vom Muskel bei Belastung Kohlenhydrate und Fette genutzt. Als Quelle für Ersterer dienen das Muskelglykogen, die Blutglukose und das Glykogen aus der Leber [4]. Die freien Fettsäuren stammen aus den Plasmatriglyzeriden bzw. von intramuskulären Triglyzerid speichern. Die jeweilige Nutzung hängt von der Intensität der Belastung ab, je intensiver diese ist, umso mehr werden Kohlenhydrate genutzt.

Bei Kindern sind im Vergleich zu Jugendlichen und Erwachsenen die intramuskuläre Konzentration an Enzymen der Glykolyse und damit die glykolytische Kapazität geringer [2].

Um die bei intensivem Training erforderliche Kohlenhydratzufuhr zu gewährleisten, wurde der Nutzen einer zusätzlichen Zufuhr überprüft. Timmons et al. [33] verabreichten 12 12-jährigen und 10 14-jährigen Mädchen Wasser oder kohlenhydratangereicherte Getränke (6%) während einer 1-stündigen Belastung bei 70% der maximalen Sauerstoffaufnahme. Sie konnten eine reduzierte Fettverbrennung in der jüngeren Gruppe durch die exogene Zufuhr beobachten. Ein ähnlicher Befund zeigte sich bei Jungen im Vergleich zu Männern [32]. Die Zufuhr soll zu einer Einsparung endogener Substrate beitragen, scheint aber auch die Erschöpfung bei kurzfristiger hochintensiver Belastung zu verzögern [27].

Wie bei Erwachsenen sollte die tägliche Zufuhr mindestens 50 En% an Kohlenhydraten betragen, z. B. aus Obst und Gemüse, Vollkornprodukten ([25], **Tab. 1**).

### Fette

Durch die oben geschilderten Stoffwechselprozesse wird deutlich, dass Kinder als Hauptenergiequelle freie Fettsäuren zu nutzen scheinen [4]. Haralambie [20] beschrieb bei 11- bis 14-jährigen Mädchen eine höhere Enzymaktivität im Zitronensäurezyklus im Vergleich zu Frauen. Bei lang anhaltender Belastung (30–120 Minuten) finden sich deutlich höhere Spiegel an freiem Glycerol als bei Erwachsenen. Auch bei moderater bis intensiver Belastung liegt das Niveau höher. Diese

höheren Glycerolspiegel werden bei Kindern früher erreicht als bei Erwachsenen [8]. Die Aufnahme und damit der Umsatz an freien Fettsäuren scheinen bei anhaltender submaximaler Belastung ebenfalls höher zu sein. 10 präpubertäre Jungen absolvierten einen 1-stündigen Fahrradttest bei 60% ihrer maximalen Sauerstoffaufnahme. Freies Glycerol und die freien Fettsäuren stiegen linear mit der Konzentration von Adrenalin während der Belastung an [13]. Im Vergleich zu Erwachsenen war die Aufnahme der freien Fettsäuren (in min/l Sauerstoffaufnahme) bei den Kindern größer. Die Glukosekonzentration fiel hingegen ab, der Noradrenalinspiegel stieg daraufhin abrupt an. Die Autoren folgerten daraus, dass der Anstieg an Noradrenalin und die höhere Nutzung freier Fettsäuren als Schutzmechanismus gegenüber einer initialen Hypoglykämie bei prolongierter submaximaler Belastung dienen. Bei Mädchen zeigte sich dieser Verlauf nicht so deutlich [14].

Eine nicht ausreichende Zufuhr an Fetten kann Wachstum und Entwicklung beeinträchtigen. Als tägliche Aufnahme werden 25–30 En% empfohlen. Davon sollten nur etwa 10% gesättigte Fette sein (**Tab. 1**).

### Proteine

Erwachsene sollten etwa 12–15% ihres Energiebedarfs durch Eiweiße abdecken [24]. Von manchen Autoren wird angenommen, dass dies auch für Kinder und Heranwachsende gilt (**Tab. 1**). Wachstumsbedingt liegt jedoch ohnehin ein höherer Bedarf vor. Für Kinder zwischen 7 und 10 Jahren wird der Tagesbedarf meist mit 1,0 g/kg Körpergewicht [1], für Heranwachsende mit etwa 0,8 bzw. 0,9 g/kg Körpergewicht angenommen [10]. Ein intensives Training steigert bei Erwachsenen den Eiweißbedarf um 1,12 (Bodybuilder) bzw. 1,67 (Ausdauerathleten) [31], vergleichbare Studien für das Kindes- und Jugendalter liegen nur vereinzelt vor. Boisseau et al. [9] beobachteten bei 14-jährigen Fußballspielern einen höheren Bedarf als bei inaktiven Gleichaltrigen. Dieser wird aber in der Regel mit einer entsprechend höheren Nahrungszufuhr und einer damit verbundenen gesteigerten Eiweißaufnahme abgedeckt.

### Ausgewählte Mikronährstoffe

Eisen spielt in vielen Stoffwechsel-, zellulären Prozessen sowie der Sauerstoffversorgung eine zentrale Rolle. Grundsätzlich sollte daher auf eine eisenhaltige Ernährung geachtet werden, z. B. durch grünes Gemüse, mageres rotes Fleisch und Geflügel. Ein Eisenmangel kann zu einer Beeinträchtigung der Leistungsfähigkeit sowie der kognitiven und neurologischen Funktionen führen [4]. Eine mittlere Hämoglobinkonzentration bei heranwachsenden Jungen unter 13 g/dl und Mädchen unter 12 g/dl verschlechtert die Leistungsfähigkeit. Ein nicht anämischer Eisenmangel kommt insbesondere bei heranwachsenden Athletinnen mit einer Häufigkeit zwischen 25 und 50% vor, bei männlichen Athleten mit bis zu 17%. Dies wird in der Regel auch auf eine Meidung eisenhaltiger Lebensmittel zurückgeführt, z. T. aus Neigung, z. T. wegen des erhöhten Fettgehalts, beispielsweise in rotem Fleisch. Bei Mädchen muss zusätzlich der Blut-/Eisenverlust im Rahmen der Menstruation mit berücksichtigt werden. Darüber hinaus verliert der Organismus Eisen durch Schwitzen, Hämolyse und ggf. gastrointestinale Blutungen im Rahmen eines intensiven Trainings. Die empfohlene tägliche Zufuhr beträgt im Alter zwischen 9 und 13 Jahren bei Mädchen 5,7 mg/Tag, bei Jungen 5,9 mg/Tag; im Alter von 14–18 Jahren bei Mädchen 7,9 und bei Jungen 7,7 mg/Tag [25].

Im Fall einer Abnahme der körperlichen Leistungsfähigkeit empfiehlt es sich, neben dem Hämoglobin- und Eisenspiegel auch die Ferritinkonzentration zu bestimmen [4]. Beträgt sie weniger als 12 ng/ml, sollte auch bei normalem Hämoglobingehalt eine Substitution in Erwägung gezogen werden.

Die Calciumaufnahme in der Kindheit spielt, in Verbindung mit den entsprechenden Reizen für den Bewegungsapparat durch sportliche Belastung, eine entscheidende Rolle für die Knochendichte im späteren Erwachsenenalter [19, 25]. Eine nicht ausreichende Calciumzufuhr kann durch eine bewusste Meidung eher fetthaltiger Milchprodukte begründet sein und zu einer verminderten Knochendichte und Stressfrakturen führen. Die tägliche Calciumzufuhr sollte für Kinder bis zum

Ernährung 2008 · 2:205–209 DOI 10.1007/s12082-008-0176-x  
© Springer Gesundheits- und Pharmazieverlag 2008

C. Graf · K. Holtz

### Körperliche Aktivität. Ernährungsspezifische Aspekte bei Kindern und Jugendlichen

#### Zusammenfassung

In der kindlichen Entwicklung spielen Ernährung und die ausreichende Deckung des Energiebedarfs eine wichtige Rolle. Hauptenergielieferanten sind Kohlenhydrate und Fette, die bei Belastung im Vergleich zu Erwachsenen anders genutzt werden. Dies ist auf die abweichenden Stoffwechselprozesse mit Betonung der Fettverbrennung bei geringerer glykolytischer Kapazität usw. zurückzuführen. Körperliche Aktivität, insbesondere Training, fordert den wachsenden Organismus und führt zu einem höheren Nährstoffbedarf. Dieser ändert sich mit dem Wachstum und zunehmender Reife. Im Wesentlichen gelten aber prozentual hinsichtlich der Makronährstoffe die gleichen Empfehlungen wie bei inaktiven Kindern und Erwachsenen. Bezüg-

lich der Mikronährstoffe weisen Ausdauerathleten, besonders weibliche, vermehrt Eisen- und Calciumdefizite auf. Eine Vitamin- und Mineralstoffsupplementation ist jedoch nach bisheriger Datenlage, außer bei nachgewiesenen Mangelercheinungen, nicht erforderlich. Unbedingt unterstrichen werden muss die Bedeutung einer ausreichenden balancierten Kalorien- und Flüssigkeitszufuhr, um möglichen Folgeschäden vorzubeugen. Ausdrücklich nicht empfohlen werden zusätzliche leistungssteigernde Substanzen.

#### Schlüsselwörter

Körperliche Aktivität · Leistungssport · Kinder · Jugendliche · Sporternährung

### Physical activity. Nutrition-specific aspects in children and adolescents

#### Abstract

Nutrition and an optimal coverage of the energy requirements are essential for proper growth and healthy development of children. Carbohydrates and fats are the main energy sources and compared with adults, children have a higher rate of fat oxygenation because of a reduced glycolytic capacity etc. Physical activity, especially training, alters the demands of the growing organism and leads to increased nutritional requirements. The recommended percentages for macronutrients are essential the same as for inactive children and adults. For micronutrients, endurance athletes, especially females, show increased

deficits in iron and calcium levels. A vitamin and mineral supplementation is not recommended as no manifest deficiency occurs. The importance of an adequate energy and fluid supply must be emphasized to prevent possible subsequent damage (low bone mineral density, stress fractures, heat exhaustion etc.). An additional supplementation with performance enhancing substances is absolutely not recommended.

#### Keywords

Physical activity · Competitive sports · Children · Adolescents · Sport nutrition

10. Lebensjahr 800 mg/Tag, bei älteren Kindern 1200 mg/Tag betragen. Andere Autoren fordern bereits ab dem 6. Lebensjahr eine entsprechend hohe Zufuhr (zwischen 800 und 1200 mg/Tag) und ab dem 11. Lebensjahr 1200–1500 mg/Tag [34].

Zink ist ebenfalls ein Spurenelement, das in der Energieproduktion, aber auch für Wachstum und Entwicklung eine wichtige Rolle spielt. Die Zinkzufuhr scheint in körperlich aktiven Kollektiven eher suboptimal zu sein, insbesondere im Rahmen einer vegetarischen Kost [6, 7, 26].

Ein Mangel an Phosphor und Magnesium bei gesunden Kindern und Jugendlichen kommt normalerweise nicht vor [1]. Auch der Vitaminbedarf scheint bei körperlich aktiven Kindern und Jugendlichen weitestgehend mit einer an den erhöhten Energiebedarf angepassten Nahrungsaufnahme abgedeckt zu sein [26].

Trotz der hohen Bedeutung von Mikronährstoffen wird eine zusätzliche Zufuhr von Vitaminen und Mineralstoffen nicht empfohlen, wenn kein nachweislicher Mangel vorliegt [7].

### Flüssigkeitszufuhr

Bei Erwachsenen beträgt der tägliche Flüssigkeitsumsatz etwa 2–3 l, bei sportlich aktiven mehr als bei inaktiven Personen [22]. Vergleichbare Untersuchungen liegen für das Kindes- und Jugendalter nicht vor. Ballauf et al. [3] schätzten den Umsatz auf etwa 1,6 l/Tag bei 6- bis 11-Jährigen. Der Effekt von körperlicher Aktivität wurde dabei nicht berücksichtigt. Man kann aber spekulieren, dass bei sportlicher Leistung der Flüssigkeitsbedarf höher liegt.

Grundsätzlich unterscheidet sich die kindliche Thermoregulation von der Erwachsener. Aufgrund der unterschiedlichen Verhältnisse von Körperoberfläche zu Körpermasse absorbieren Kinder mehr Wärme in heißer Umgebung, sie entwickeln eine größere metabolische Wärme als Erwachsene, akklimatisieren langsamer und produzieren weniger Schweiß pro Drüse [4]. Die Salzkonzentration im Schweiß von Kindern und Jugendlichen ist im Vergleich zu Erwachsenen geringer. Mit zunehmender Reife steigt sie an. Neben der Gefahr von Hitzeschäden ist der Erschöpfungszustand eine weitere Folge der Dehydratation. Eine Abnahme des Körperge-

wichts um 1% infolge von Schwitzen führt zu einer Steigerung der Körperkerntemperatur bei Kindern um 0,28°C und reduziert ihre Ausdauerleistungsfähigkeit [35]. Eine ausreichende Anpassung an heiße Umgebungsbedingungen (Hitzeakklimatisierung) sowie körperliches Training steigern zwar die Schweißproduktion und reduzieren die Salzkonzentration, dennoch können erhebliche Elektrolytverluste, besonders an NaCl, durch lange und wiederholte Belastungen in Hitze auftreten.

Eine Hypohydratation führt zu einer Reduktion der muskulären Kraft, der Zeit, die eine stärkere Belastung durchgehalten wird, sowie der Aufmerksamkeit [4]. Eine bereits eingetretene Dehydratation lässt sich schwer wieder zurückführen.

Kinder und Jugendliche sollen daher zum Trinken bei Belastung in heißer Umgebung aufgefordert werden. Es empfiehlt sich, sie so viel trinken zu lassen, bis sie sich nicht mehr durstig fühlen und dann noch ein halbes (Kinder) bzw. ganzes (Jugendliche) Glas zusätzlich. Die Gabe von Wasser mit beigemischt Traubensaft führte bei Kindern zu einer Steigerung der Zufuhr um 44,5%, zusätzliche Kohlenhydrate und Elektrolyte sogar um 91% [5]. Die Osmolalität beeinflusst die Motilität und damit Entleerungsgeschwindigkeit im Magen. Die Zufuhr von Salz scheint eher ungünstig, da die Magenentleerung verzögert wird. Die erste Flüssigkeitsaufnahme während Belastung sollte spätestens nach 15–20 min erfolgen (Beispiel: 11 Jahre alter Junge 100 ml), die Konzentration an Natrium sollte dabei maximal 5 mmol/l (0,3 g NaCl/l), die Kaliumkonzentration maximal 5 mmol/l (0,28 g KCl/l) und die Traubenzuckerkonzentration maximal 25 g/l betragen.

### Besondere Aspekte

Immer wieder wird diskutiert, ob Leistungssport das Längenwachstum von Kindern und Jugendlichen beeinträchtigt. Longitudinale Studien konnten dies nicht bestätigen [23]; Voraussetzung ist allerdings eine ausreichende kalorische Versorgung. Fogelholm et al. [17] beschrieben keine Unterschiede hinsichtlich Größe, Gewicht, Reife usw. bei sportlich aktiven Kindern. Allerdings handelte es sich bei den untersuchten Kollektiven nicht um

Leistungssportler. Es empfiehlt sich aber, bei intensiv körperlich aktiven Kindern Größe, Gewicht, Pubertäts- und Ernährungsstatus, Körperkomposition usw. regelmäßig zu überwachen, um mögliche Risikogruppen frühzeitig aufzudecken [7].

Bei weiblichen Sportlerinnen tritt die Menarche z. T. mit einer Verspätung von etwa 1–2 Jahren auf [2]. Als Ursache werden eine Mangelernährung, Trainingsstress und ein geringer Anteil an Körperfett vermutet. Es wird jedoch ein Selektionsbias angenommen. Mädchen mit schlankem Habitus und geringem Körperfettgehalt haben ihre Menarche später, finden sich aber auch eher im Leistungssport [23]. Auch eine sekundäre Amenorrhö bzw. Zyklusstörungen können infolge intensiven Trainings vorkommen, mit den Folgen einer Abnahme der Knochendichte wegen des geringeren Östrogengehalts, dem Risiko von Stressfrakturen und möglicher Osteoporose im höheren Lebensalter. Neben einer Reduktion der Trainingsintensität spielt eine Optimierung der Ernährung (ausreichende Kalorien- und Calciumzufuhr usw.) eine wichtige Rolle [2]. Bei Jungen scheint es hingegen keine Beeinflussung der Reifung zu geben [23].

Abschließend soll kurz die so genannte Anorexia athletica erwähnt werden [29]. Sie kann bei 8–20% der Sportlerinnen auftreten, je nach Sportart bzw. mit Betonung auf denjenigen, bei denen ein niedriges Körpergewicht von Bedeutung ist. Im Zusammenhang mit einer Amenorrhö und Osteoporose wird sie auch als „athletes triad“ bezeichnet. In der Vorbeugung, aber auch als Teil eines interdisziplinären Therapieregimes spielt eine ausreichende, angepasste Energiezufuhr eine wichtige Rolle.

### Fazit

**Die Datenlage hinsichtlich der Ernährung bei sportlich aktiven Kindern und Jugendlichen ist eher dürftig. Insbesondere in Sportarten, in denen ein niedriges Körpergewicht von Bedeutung ist, z. B. Ballett, Gymnastik usw., muss auf eine ausreichende Versorgung geachtet und diese auch kontrolliert werden [2]. Bei Ausdauer-, Mannschaftssportarten und Sportarten, in denen hohe Anforderungen an die Systeme der anaeroben Energiebereit-**

stellung gestellt werden, z. B. Kraftsport, liegt ein zusätzlicher Schwerpunkt auf einer ausreichenden Flüssigkeits- sowie Eisen- und Calciumzufuhr [25]. Auch geschlechtsspezifische Aspekte, wie der zusätzliche Eisenverlust durch Menstruation, sind bei der Ernährung zu berücksichtigen. Eine grundsätzliche Vitamin- und Mineralstoffsupplementation ist nach bisheriger Datenlage jedoch – außer bei nachgewiesenen Mangelerscheinungen – nicht erforderlich.

Eine zusätzliche Zufuhr von Kohlenhydraten, z. B. in entsprechenden Getränken, scheint die Leistungsfähigkeit zu verbessern. Ausdrücklich nicht empfohlen wird die Gabe vermeintlich leistungssteigernder Substanzen in Getränken oder Riegeln, z. B. Koffein, Kreatin usw. [16].

## Korrespondenzadresse

PD Dr. Dr. Christine Graf



Deutsche Sporthochschule  
Köln  
Carl-Diem-Weg 6  
50933 Köln  
c.graf@dshs-koeln.de

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

## Literatur

- American Academy of Pediatrics. Committee on Nutrition (1998) Pediatric nutrition handbook. American Academy of Pediatrics, Elk Grove Village, IL
- American Academy of Pediatrics. Committee on Sports Medicine and Fitness (2000) Intensive training and sports specialization in young athletes. *Pediatrics* 106: 154–157
- Ballauff A, Kersting M, Manz K (1988) Do children have an adequate intake? Water balance studies carried out at home. *Ann Nutr Metab* 32: 332–339
- Bar-Or O, Rowlands TW (2004) Pediatric exercise medicine. Human Kinetics Europe, Leeds
- Bar-Or O, Wilk B (1996) Water and electrolyte replenishment in the exercising child. *Int J Sports Nutr* 6: 93–99
- Bar-Or O, Barr S, Bergeron M et al. (1997) Youth in sport: nutritional needs. *Sports Sci Exchange Roundtable* 8: 1–6
- Bass S, Inge K (2006) Nutrition for children and young athletes. In: Burke L, Deakin V (eds) *Clinical sports nutrition*, 3rd edn. McGraw-Hill, New York
- Berg A, Keul J (1988) Biochemical changes during exercise in children. In: Malina RM (ed) *Young athletes. A biological, psychological and educational perspective*. Human Kinetics, Champaign, IL, pp 61–67
- Boisseau N, Veromel M, Rance M et al. (2007) Protein requirements in male adolescent soccer players. *Eur J Appl Physiol* 100: 27–33
- Bresson JL (1998) Protein and energy requirements in healthy and pediatric patients. *Baillieres Clin Gastroenterol* 12: 631–645
- Cavadini C, Decarli B, Grin J et al. (2000) Food habits and sport activity during adolescence: differences between athletic and non-athletic teenagers in Switzerland. *Eur J Clin Nutr* 54: 16–20
- Croll JK, Neumark-Sztainer D, Story M et al. (2006) Adolescents involved in weight-related and power team sports have better eating patterns and nutrient intakes than non-sport-involved adolescents. *J Am Diet Assoc* 106: 709–717
- Delamarche P, Monnier M, Gratas-Delamarche A et al. (1992) Glucose and free fatty acid utilization during prolonged exercise in prepubertal boys in relation to catecholamine responses. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol* 65: 66–72
- Delamarche P, Gratas-Delamarche A, Monnier M et al. (1994) Glucoregulation and hormonal changes during prolonged exercise in boys and girls. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol* 68: 3–8
- DSB (2005) Bestandserhebung 2004. Deutscher Sportbund, Frankfurt am Main
- Eichner E, King D, Myhal M et al. (1999) Muscle builder supplements. *Sports Sci Exchange Roundtable* 10: 1–4
- Fogelholm M, Rankinen T, Isokaanta M et al. (2000) Growth, dietary intake, and trace element status in pubescent athletes and schoolchildren. *Med Sci Sports Exerc* 32: 738–746
- Kersting M (2007) Ernährung. In: Graf C, Dordel S, Reinehr T (Hrsg) *Bewegungsmangel und Fehlernährung*. Deutscher Ärzteverlag, Köln
- Hansen MA, Overgaard K, Riis BJ et al. (1991) Role of peak bone mass and bone loss in postmenopausal osteoporosis: 12-year study. *BMJ* 303: 961–964
- Haralambie G (1979) Skeletal muscle enzyme activities in female subjects of various ages. *Bull Eur Physiopathol Respir* 15: 259–267
- Lampert T, Mensink GBM, Romann N, Woll A (2007) Körperlich-sportliche Aktivität von Kindern und Jugendlichen in Deutschland. Ergebnisse des Kinder- und Jugendgesundheits surveys (KiGGS). *Bundesgesundheitsbl – Gesundheitsforsch – Gesundheitsschutz* 50: 634–642
- Leiper JB, Carnie A, Maughan RJ (1996) Water turnover rates in sedentary and exercising middle-aged men. *Br J Sports Med* 30: 24–26
- Malina RM (1994) Physical growth and biological maturation of young athletes. *Exerc Sports Sci Rev* 22: 389–434
- Maughan R (2002) The athlete's diet: nutritional goals and dietary strategies. *Proc Nutr Soc* 61: 87–96
- Petrie HJ, Stover EA, Horswill CA (2004) Nutritional concerns for the child and adolescent competitor. *Nutrition* 20: 620–631
- Rankinen T, Fogelholm M, Kujala U et al. (1995) Dietary intake and nutritional status of athletic and nonathletic children in early puberty. *Int J Sport Nutr* 5: 136–150
- Riddell M, Bar-Or O, Wilk B et al. (2001) Substrate utilization during exercise with glucose and glucose plus fructose ingestion in boys ages 10–14 yr. *J Appl Physiol* 90: 903–911
- Rowland TW (1985) Aerobic response to endurance training in prepubescent children: a critical analysis. *Med Sci Sports Exerc* 17: 493–497
- Sundgot-Borgen J (1994) Eating disorders in female athletes. *Sports Med* 17: 176–188
- Tanner JM (1990) *Foetus into man: physical growth from conception to maturity*. Harvard University Press, Cambridge, MA
- Tarnopolsky M, MacDougall J, Atkinson S (1988) Influence of protein intake and training status on nitrogen balance and lean body mass. *J Appl Physiol* 66: 187–193
- Timmons BW, Bar-Or O, Riddell MC (2003) Oxidation rate of exogenous carbohydrate during exercise is higher in boys than in men. *J Appl Physiol* 94: 278–284
- Timmons BW, Bar-Or O, Riddell MC (2007) Energy substrate utilization during prolonged exercise with and without carbohydrate intake in preadolescent and adolescent girls. *J Appl Physiol* 103: 995–1000
- Unnithan VB, Gouloupoulou S (2004) Nutrition for the pediatric athlete. *Current Sports Med Rep* 3: 206–211
- Wilk B, Bar-Or O (1996) Effect of drink flavor and NaCl on voluntary drinking and hydration in boys exercising in the heat. *J Appl Physiol* 80: 1112–1117