

Flüssigkeitsmanagement im Sport

Position der Arbeitsgruppe Sporternährung der Deutschen Gesellschaft für Ernährung e. V. (DGE)

Stephanie Mosler, Hans Braun, Anja Carlsohn, Mareike Großhauser, Daniel König, Alfonso Lampen, Andreas Nieß, Helmut Oberritter, Klaus Schäbenthal, Alexandra Schek, Peter Stehle, Kiran Virmani, Rainer Ziegenhagen, Helmut Heseke

Abstract

Dieses Positionspapier stellt die aktuellen wissenschaftlichen Empfehlungen zum Flüssigkeitsmanagement im Sport dar. Sportliche Aktivitäten sollten stets mit ausgeglichenem Flüssigkeitshaushalt (sichtbar anhand der Farbe des Urins, welcher bei ausgeglichener Flüssigkeitsbilanz hellgelb ist) begonnen werden. Die Wiegemethode zur Bestimmung des individuellen Flüssigkeitsverlusts gibt eine Orientierung zur optimalen Trinkmenge während der Belastung. Prinzipiell sollten Sportler aber auf ihr Durstgefühl vertrauen. Allgemein ist bei Aktivitäten von unter 30–40 Minuten keine Flüssigkeitszufuhr notwendig, geringe Flüssigkeitsdefizite sind während der Belastung tolerierbar. Bei längeren Aktivitäten (> 1,5 Stunden) ist die gleichzeitige Zufuhr kohlenhydrat- und natriumhaltiger Getränke empfehlenswert. Nach dem Sport müssen der Flüssigkeits- und Elektrolythaushalt wieder ausgeglichen werden.

Schlüsselwörter: Sporternährung, Flüssigkeitszufuhr, Flüssigkeits- und Elektrolytbilanz

Einleitung

Eine ausreichende Hydratation stellt eine wichtige Voraussetzung für Gesundheit und Leistungsfähigkeit des Sportlers dar. Die Menge und die Art der Flüssigkeitszufuhr vor, während und nach der Belastung beeinflusst die Leistungsfähigkeit des Sportlers. Sowohl eine zu geringe als auch eine zu hohe Flüssigkeitszufuhr wirken sich negativ aus bzw. stellen ein Gesundheitsrisiko dar. In der Vergangenheit orientierten sich Sportler häufig an dem Leitsatz „Trinken bevor der Durst kommt“. Dadurch kann jedoch das Risiko für das Auftreten einer Hyponatriämie („Wasservergiftung“) erhöht sein, die in Extremfällen auch schon zu Todesfällen bei Freizeitsportlern (Triathleten und Marathonläufern) geführt hat [1–3]. Dies verdeutlicht die besondere Bedeutung der Flüssigkeitszufuhr im Sport.

Da der Wasser- und Elektrolythaushalt eng miteinander zusammenhängen, spielt auch die Zusammensetzung des Getränks eine Rolle bei der Wasserabsorption. Im Folgenden werden die Bedeutung eines ausgeglichenen Flüssigkeits- und Elektrolythaushalts für die sportliche Leistungsfähigkeit sowie Nutzen und Risiken einer Flüssigkeitszufuhr im Sport dargestellt. Aus Stellungnahmen internationaler Fachgesellschaften werden die Empfehlungen zur Flüssigkeitszufuhr rund um die sportliche Belastung abgeleitet.

Zitierweise

Mosler S, Braun H, Carlsohn A, Großhauser M, König D, Lampen A, Nieß A, Oberritter H, Schäbenthal K, Schek A, Stehle P, Virmani K, Ziegenhagen R, Heseke H (2019) Fluid replacement in sports. Position of the working group sports nutrition of the German Nutrition Society (DGE). Ernährungs Umschau 66(3): 52–59
The English version of this article is available online:
DOI: 10.4455/eu.2019.011

Peer-Review-Verfahren

begutachtet im Zuge der Erstellung

Flüssigkeitsverlust im Sport

Bei intensiver körperlicher Aktivität ist der Wasserbedarf aufgrund einer vermehrten Schweißproduktion erhöht. Die Schweißproduktion ist notwendig, um den Körper vor Überhitzung zu schützen, denn rund 75 % der beim Sport aus Nährstoffen gewonnenen

Energie wird als Wärme freigesetzt (thermische Effizienz). Diese muss vom Körper an die Umgebung abgegeben werden, damit die Körperkerntemperatur nicht zu stark ansteigt, andernfalls würden Leistungsfähigkeit und Gesundheit beeinträchtigt bzw. gefährdet werden [4]. Die Schweißproduktion ist abhängig von der Sportart, der Dauer und der Intensität der körperlichen Aktivität, den klimatischen Bedingungen, dem Geschlecht (Männer schwitzen mehr als Frauen), dem Körpergewicht sowie der Bekleidung und dem Trainingszustand. Trainierte Sportler schwitzen im Allgemeinen mehr und schneller als Untrainierte: Bei Ausdauersportlern und Spportsportlern wurde nachgewiesen, dass mit zunehmender maximaler Sauerstoffaufnahme (VO_{2max}) der Athleten deren Schweißdrüsen schneller reagieren und zu schwitzen beginnen [5, 6]. Außerdem geht eine höhere VO_{2max} mit einer größeren Schweißproduktion pro Drüse sowie einer größeren Dichte der Schweißdrüsen einher. Dadurch wird Trainierten ermöglicht, mehr Wärme abzugeben, um ihre Körpertemperatur unter dem kritischen Wert zu halten, bei dem die Leistungsfähigkeit beeinträchtigt wird [6]. Weiterhin ist die Schweißrate höher bei schnelleren, schwereren Sportlern sowie bei warmer Umgebungstemperatur. Bei intensiven sportlichen Belastungen bei hohen Temperaturen können pro Tag 4–10 l Wasser und 3,5–7 g Natrium verloren gehen [7, 8]. Aber auch eine hohe Luftfeuchtigkeit erhöht die Schweißproduktion, da weniger Schweiß verdunstet bzw. mehr abtropft und damit die Thermoregulation weniger wirksam ist.

Weiterhin ist der Flüssigkeitsbedarf bei Aufenthalt in der Höhe gesteigert, da hier aufgrund des niedrigen Sauerstoffpartialdrucks der Luft die Atemfrequenz gesteigert ist, wodurch vermehrt Wasser über die Lunge abgeatmet wird [4]. Zudem steigern eine Änderung der Nierendurchblutung, Hypokapnie¹, Hyperventilation und hormonale Effekte (verringerte Aldosteronwirkung) in der Höhe die Harnausscheidung im Sinne einer Höhendurese² [9] und es kommt zur Hämokonzentration. Auch bei Kälte kann es zu einer vermehrten Diurese kommen, die über eine Verringerung der Ausschüttung von Antidiuretischem Hormon (ADH) induziert wird.

Auswirkungen eines Flüssigkeitsmangels

Wird nicht ausreichend Flüssigkeit zugeführt, kann dies gravierende Folgen für den Organismus haben. Bei einem Wassermangel sinkt das Gesamtvolumen des Blutplasmas, daraufhin verschlechtern sich die Fließeigenschaften des Blutes, das zentrale Blutvolumen und das Schlagvolumen des Herzens werden reduziert. Die Herzfrequenz steigt, während die Hautdurchblutung und die Schweißbildung sinken. In der Folge steigt die Körperkerntemperatur. Sichere Zeichen für einen Wassermangel sind dunkler Urin, weil die Harnproduktion abnimmt, sowie Mundtrockenheit aufgrund reduzierter Speichelproduktion [7]. Insgesamt beeinträchtigt ein Flüssigkeitsmangel sowohl die körperliche als auch die geistige Leistungsfähigkeit. Ab einem Flüssigkeitsverlust von 2–4 % des Körpergewichts sind Einschränkungen in der Kraft- und Ausdauerleistungsfähigkeit zu erwarten [7, 10, 11]. Die durch eine noch stärkere Dehydratation verminderte Gehirndurchblutung kann zu Symptomen wie Müdigkeit, Kopfschmerzen, Konzentrationschwierigkeiten sowie verlängerten Reaktionszeiten führen und letztendlich das Risiko für Hitzefolgen wie Hitze-

krämpfe, Hitzeerschöpfung, Hitzekollaps und den Hitzschlag erhöhen [12].

Unbestritten ist, dass sich größere Flüssigkeitsverluste (über 2–4 % des Körpergewichts) mit den damit verbundenen Folgen wie Muskelkrämpfe, Schwäche, Störungen der Gehirnfunktion (Konzentrations- und Koordinationsstörungen, Kopfschmerzen, Schwindel) negativ auf die Leistung auswirken. Auch deshalb wird empfohlen, bei Belastungen, die länger als eine Stunde dauern, bereits während der Aktivität zu trinken.

Absichtliche Dehydratation in Gewichtsklassensportarten

In Sportarten mit Gewichtsklassen, also im Wesentlichen in Kampfsportarten (z. B. Judo, Ringen, Karate oder Taekwando) und beim Bodybuilding, versprechen sich viele Athleten einen Vorteil davon, die nächst niedrigere Gewichtsklasse zu erreichen, und praktizieren das „Gewichtmachen“, d. h. eine rapide Gewichtsreduktion vor Wettkämpfen. In Studien mit Ringern [13, 14] und Bodybuildern [15] wurde gezeigt, dass mehr als die Hälfte der Athleten vor Wettkämpfen unangemessene Methoden zur Gewichtsreduktion, wie das „Abkochen“ und eine radikal reduzierte Energiezufuhr kurz vor dem Wettkampf praktizieren. Zum „Abkochen“ schränken die Athleten am Tag vor dem Wiegetermin sowie am Tag selbst neben der Energie- auch die Wasser- und Speisesalzzufuhr ein und erhöhen gleichzeitig die Flüssigkeitsabgabe (Training mit Wärmestau durch Thermokleidung, Sauna und Abführmittel). Kritisch beurteilt werden muss in diesem Zusammenhang auch die Nutzung der auf der Dopingliste stehenden Diuretika. Die erzeugte Dehydratation mit verstärkter Ausscheidung von Mineralstoffen, v. a. von Kalium, Magnesium und Natrium, kann die Eindickung des Blutes, Blutdruckabfall, verminderte Muskeldurchblutung, reduzierte Nierendurchblutung, Nierenfunktionsstörungen und Herzrhyth-

¹ Unter Hypokapnie versteht man einen erniedrigten Kohlenstoffdioxidpartialdruck (pCO_2) im arteriellen Blut ($paCO_2$ unter 32–35 mm Hg). Hypokapnie kann bspw. bei zu schneller und/oder tiefer Atmung (Hyperventilation) oder auch bei respiratorischer Kompensation einer metabolischen Azidose (Abatmen von Säurevalenzen) auftreten.

² Diurese: Harnausscheidung über die Nieren; Natrium bewirkt die Speicherung von Wasser im Körper und kann einer verstärkten Harnausscheidung entgegenwirken.

Körpergewicht (kg)	Klima	8,5 km/h	10 km/h	12,5 km/h	15 km/h
50	kühl	0,43	0,53	0,69	0,86
	warm	0,52	0,62	0,79	0,96
70	kühl	0,65	0,79	1,02	1,25
	warm	0,75	0,89	1,12	1,36
90	kühl	0,86	1,04	1,34	1,64
	warm	0,97	1,15	1,46	1,76

Tab. 1: Kalkulierte Schweißrate (l/h) beim Laufen (8,5–15 km/h) bei kühleren Temperaturen (15 °C) und bei wärmeren Temperaturen (28 °C) [7]

musstörungen bewirken. Das schnelle „Gewichtmachen“ hat also eine negative Wirkung auf die Energiereserven, den Flüssigkeits- und Elektrolythaushalt sowie die Leistungsfähigkeit [16, 17] und hat auch schon zu Todesfällen durch Hitzschlag im Hochleistungssport geführt [18].

Hyponatriämie im Sport

Durch eine zu hohe Zufuhr von mineralstoffarmen Getränken wie Leitungswasser oder natriumarmem Mineralwasser kann es bei gleichzeitig hohen Schweißverlusten, z. B. bei langen Ausdauerbelastungen, zu einer Hyponatriämie (Natriumgehalt im Plasma < 135 mmol/l) kommen [1]. Das kann passieren, wenn Athleten während der Belastung mehr Flüssigkeit aufnehmen, als sie über den Schweiß und Urin ausscheiden. Diese Hyperhydratation geht mit einer Hyponatriämie einher, die mit Übelkeit, Erbrechen, Kopfschmerzen, Bewusstseinsstörungen, Muskelkrämpfen bis hin zu Atemstillstand, Lungen- und Hirnödemen sowie Koma verbunden sein kann [1, 10]. Zum Hirnödem kommt es, da der Natriummangel den osmotischen Druck im Blut senkt. Die Flüssigkeit wird daher von den Zellen aufgenommen, deren Volumen im Schädel aber nicht zunehmen kann, wodurch ein gesteigerter Hirndruck entsteht. Im schlimmsten Fall kann eine belastungsbedingte Hyponatriämie (EAH, *exercise-associated hyponatremia*) zum Tod führen. Von einer Hyperhydratation bzw. Wasservergiftung sind meistens Freizeitsportler betroffen, die sich des Risikos einer überhöhten Flüssigkeitszufuhr nicht bewusst sind. Im Allgemeinen sind im Vergleich zu Leistungssportlern die Belastungsintensität und die Schweißrate bei Freizeitsportlern geringer. Dagegen haben Freizeitsportler meistens mehr Gelegenhei-

ten zum Trinken und übertreiben es manchmal mit der Umsetzung der Empfehlung zur regelmäßigen Getränkezufuhr. Eine Studie vom Boston Marathon von Almond et al. [3] hat gezeigt, dass 13 % der untersuchten Läufer eine Hyponatriämie aufwiesen (Natriumkonzentration < 135 mmol/l). Drei Teilnehmer hatten sogar eine kritische Hyponatriämie von unter 120 mmol/l. Dabei trat die Hyponatriämie vor allem bei Freizeidläufern auf, die für die Strecke viel Zeit benötigten (> 4 Stunden) und an jeder Trinkstation bzw. jede Meile Flüssigkeit zu sich nahmen. Teilweise tranken die Teilnehmer mehr als 3 l während des Rennens und hatten nach dem Lauf ein höheres Körpergewicht als vorher. Zur Vermeidung einer EAH wird empfohlen, nicht über den Durst zu trinken. Denn Athleten, die sich am Durstgefühl orientieren, könnten sowohl eine EAH als auch Leistungseinbußen durch Dehydratation vorbeugen [1, 19]. Nach Goulet [20] wird Durst durch Veränderungen in der Plasma-Osmolalität hervorgerufen und kann als guter Indikator für die Notwendigkeit einer Flüssigkeitszufuhr genutzt werden.

Empfehlungen zur Flüssigkeitszufuhr im Sport

Das *American College of Sports Medicine* (ACSM) hat die Ergebnisse zahlreicher Studien zum Flüssigkeitsbedarf im Sport nach Evidenzgraden gelistet und darauf basierend aktuelle Empfehlungen zum Flüssigkeitsmanagement im Sport in seinen Positionspapieren aufgeführt [7, 10]. Weiterhin können sich Sportler an dem Paper von Hew-Butler et al. [1] von der „*International Exercise-Associated Hyponatremia Consensus Development Conference*“ orientieren. Entgegen früheren Empfehlungen wie „Trinken bevor der Durst kommt“ betonen die Forscher, dass Sportler auf ihr Durstgefühl vertrauen sollten, da das Trinken nach Bedarf sowohl das Risiko einer Hyponatriämie minimieren als auch einer zu starken Dehydratation vorbeugen könne.

Der Flüssigkeitsbedarf im Sport richtet sich nach der individuellen Schweißrate, die sowohl inter- als auch intraindividuell stark variieren kann. Wie viel Flüssigkeit während der Belastung verloren geht und wie der Mineralstoffgehalt des Schweißes zusammengesetzt ist, hängt von zahlreichen Faktoren ab (■ Abschnitt „Flüssigkeitsverlust im Sport“) [7, 21]. Auch der Mineralstoffgehalt des Schweißes unterscheidet sich inter- und intraindividuell. Von Bedeutung ist vorrangig der Natriumgehalt des Schweißes. Dieser liegt im Schnitt bei etwa 900 mg/l. Der individuelle Natriumge-

	Kohlenhydrate (g/l)	Natrium (mg/l)	Chlorid (mg/l)	Kalium (mg/l)	Calcium (mg/l)	Magnesium (mg/l)	Osmolalität (mmol/kg)
Empfehlung	60–80	400–1 100	400–1 500	120–225	45–225	10–100	< 300

Tab. 2: Empfehlungen für die Nährstoffgehalte in einem isotonen Rehydratationsgetränk [25]

halt im Schweiß variiert allerdings stark und wird in der Literatur mit 175–1 512 mg/l angegeben [22]. Sogenannte „salty sweater“ verlieren verstärkt Salz über den Schweiß; erkennbar an den Salzurückständen auf der Kleidung und auf der Haut.

♦ Tabelle 1 gibt ein Beispiel für die unterschiedlichen Schweißraten beim Laufen in Abhängigkeit von der Geschwindigkeit, dem Körpergewicht und der Umgebungstemperatur [nach 7].

Empfehlenswert ist es, die individuelle Schweißmenge über Gewichtskontrollen festzustellen und sich nicht starr auf Pauschalempfehlungen festzulegen. Am einfachsten lässt sich der Flüssigkeitsverlust mithilfe einer Gewichtskontrolle vor und nach dem Sport feststellen [7]. Die Differenz des Körpergewichts entspricht in etwa der Wassermenge, die über den Schweiß verloren gegangen ist. Wird während der körperlichen Aktivität Flüssigkeit zugeführt, muss diese Trinkmenge noch vom „Gewicht nach dem Sport“ abgezogen werden.

Geeignete Getränke

Das optimale Sportgetränk sollte den Sportler möglichst schnell mit Wasser und bei längeren Belastungen (> 90 min) auch mit Kohlenhydraten (KH) versorgen, um die Ermüdung hinauszuzögern. Um die Natriumverluste über den Schweiß zu ersetzen, sollte es auch Natrium enthalten. Die beste Wasserabsorption wird über leicht hypotone oder isotone Getränke mit einer KH-Konzentration von 4–8 % und 400–1 100 mg/l Natrium erreicht [8, 23, 24] (♦ Tabelle 2). Mit dieser Getränkezusammensetzung lässt sich eine schnelle Magenpassage und Absorption der Flüssigkeit im Darm erreichen. Die Zufuhr weiterer Mineralstoffe oder Vitamine ist während der Belastung nicht erforderlich. Sind dem Sportgetränk dennoch weitere Elektrolyte zugesetzt, so sollten die Konzentrationen die Obergrenzen von ca. 200–250 mg/l (Kalium und Calcium) bzw. 75–125 mg/l (Magnesium) nicht überschreiten [25, 26]. Nicht nur während der Belastung, sondern auch in der Regenerationsphase gilt, dass in erster Linie der o. g. Natriumanteil im Getränk gewährleistet sein sollte, um einer Diurese entgegenzuwirken [10]. Hier eignen sich z. B. Bouillon, natriumreiche Sportgetränke oder Suppen [24]. Auch Fruchtsaftschorlen, gemischt aus einem Teil Fruchtsaft und zwei Teilen natriumreichem, kohlenstoffarmem Mineralwasser eignen sich gut als Rehydratationsgetränke.

Flüssigkeitszufuhr vor der Belastung

Sportler sollten immer gut hydratisiert und mit normalen Plasma-Elektrolyt-Konzentrationen an den Start gehen. Hierfür sollten im Tagesverlauf ausreichende Mengen Flüssigkeit getrunken und keine Mahlzeiten ausgelassen werden, da der Konsum von Mahlzeiten und Snacks die Hydratation durch den Gehalt an Wasser und osmotisch wirksamen Bestandteilen wie Natrium unterstützt [7]. Wenn im Vorfeld der Belastung ausreichend Getränke und Flüssigkeit über die Mahl-

zeiten zugeführt wurden sowie eine längere Erholungsperiode (8–12 h) nach der letzten Trainingseinheit stattfand, ist die Wahrscheinlichkeit groß, dass der Sportler ausreichend hydratisiert ist. Tatsächlich ist es aber so, dass viele Sportler vor der Belastung unzureichend hydratisiert sind. Dies ist der Fall, wenn z. B. mehrere Trainingseinheiten an einem Tag durchgeführt werden oder vorab bereits längere Belastungen bei größerer Hitze absolviert wurden, sodass die Zeit nicht ausreichte, um die Flüssigkeits- und Elektrolytverluste wieder auszugleichen. Eine ausgeglichene Flüssigkeitsbilanz vor der Belastung wird im Allgemeinen erreicht, wenn Athleten eine Flüssigkeitsmenge von 5–10 ml/kg Körpergewicht in den letzten 2–4 h vor der Belastung zu sich nehmen, sodass die Farbe des Urins hellgelb ist [7, 10]. Dies entspricht etwa einer Flüssigkeitsmenge von 350–700 ml bei einer 70 kg schweren Person in den letzten Stunden vor der Belastung. Eine übermäßige Wasserzufuhr vor der Belastung sollte hingegen vermieden werden, da dies zu verstärktem Harndrang führt und gegenüber einer ausgeglichenen Flüssigkeitsbilanz keinerlei Vorteile bietet. Die übermäßige Flüssigkeitszufuhr kann weiterhin die Natriumkonzentration im Plasma verdünnen und den Natriumgehalt noch vor der Belastung so stark reduzieren, dass das Risiko einer Hyponatriämie besteht [27].

Flüssigkeitszufuhr während der Belastung

Der Sinn einer Flüssigkeitszufuhr während der Belastung besteht darin, eine übermäßige Dehydratation sowie starke Elektrolytschwankungen und Überhitzung zu vermeiden, um letztlich die Leistungsfähigkeit aufrechtzuerhalten.

Wann und was trinken?

Wenn sportliche Aktivitäten ausreichend hydratisiert begonnen werden, erfordert Ausdauersport bis zu 60 min noch keine Flüssigkeitszufuhr während der Belastung. Hier sind die Schweißverluste und auch der Energieverbrauch relativ gering und es reicht aus, wenn

Übs. 1: Vorgehensweise und Beispiel zur Ermittlung der Schweißrate im Training

1. Schritt: Erfassung des Körpergewichts vor dem Training (unbekleidet, nach Entleerung der Blase) → **49,5 kg**
2. Schritt: Training (Dauer der Belastung notieren) → **105 min**
3. Schritt: Erfassung des Körpergewichts nach dem Training → **47,9 kg**
4. Schritt: Differenz des Körpergewichts in kg = Schweißverlust in l → **49,5 kg – 47,9 kg = 1,6 kg (ca. 1,6 l)**
5. Schritt: Schweißverlust in l/Belastungsdauer in h = Schweißrate in l/h → **1,6 l/1,75 h = 0,91 l/h**

Übs. 2: Beispielrechnung zum Trinkverhalten während des Marathons anhand der individuellen Schweißrate

- Marathonzeit: 2:32:45 (Außentemperatur: ca. 15°C)
 Kalkulierter **Flüssigkeitsverlust** während der Belastung: 0,91 l/h x 2,5 h = **2,3 l** (→ 4,65 % des Körpergewichts)
 Trinkempfehlung: max. 80 % des Flüssigkeitsverlusts
 → 0,8 x 2,3 l = 1,84 l während des Marathons (Maximum) → ca. 0,7 l/h
 → 2–3 % Dehydrierung tolerierbar (ca. 1,3 kg)
 → **Empfohlene Flüssigkeitszufuhr** während des Marathons:
 → 2,3 kg – 1,3 kg = 1 kg → 1 l Flüssigkeit während des Marathons (1 l/2,5 h = **ca. 0,4 l/h**)

nach dem Sport wieder eine Flüssigkeitszufuhr erfolgt. Bei sportlichen Belastungen, die sich über 60 min hinaus erstrecken, ist das Trinken während der Belastung empfehlenswert. Bei den Ausdauersportarten betrifft dies z. B. Laufen, Radfahren, Langstreckenschwimmen, Skilanglaufen etc. Bei längeren Ausdauerleistungen über 90 min und bei Sportsportarten (z. B. Fußball, Handball, Tennis etc.) sollte das Getränk den Sportler neben Wasser auch mit Kohlenhydraten (30–60 g/h bzw. 60–80 g KH/l) versorgen. Außerdem sollte während der Belastung Natrium zugeführt werden, wenn die Schweißrate sehr hoch ist (Schweißrate > 1,2 l/h) und die sportliche Aktivität über 2 h dauert [8, 10, 28]. Die Absorption von Wasser im Darm wird durch eine Natriumkonzentration von 500–700 mg/l im Getränk begünstigt [10]. Diese Angaben decken sich auch mit den *Health Claims*-Verwendungsbedingungen der Europäischen Behörde für Lebensmittelsicherheit (EFSA) für Kohlenhydrat-Elektrolytgetränke (460–1150 mg Natrium/l und 80–350 kcal/l aus Kohlenhydraten) [29, 30].

Wie viel trinken?

Zur Rehydratation wird vom ACSM eine Flüssigkeitszufuhr von 0,4–0,8 l/h während intensiver Ausdaueraktivitäten als optimal erachtet [7], wobei die höheren Trinkmengen für schnellere, schwerere Athleten bei warmen Temperaturen gelten und die niedrigeren Empfehlungen für langsamere, leichtere Athleten bei kühleren Temperaturen. Die optimale Trinkmenge orientiert sich an der Schweißrate, die zwischen 0,3 und 2,5 l/h liegen kann (beispielhafte Schweißraten • Tabelle 1).

Wie oben bereits beschrieben, sollte die optimale Trinkmenge für den Wettkampf individuell berechnet werden (Wiegemethode). Eine vollständige Rehydratation bereits während der Belastung ist nicht notwendig, da Flüssigkeitsverluste von 2–4 % des Körpergewichts tolerierbar sind und eine erhöhte Flüssigkeitszufuhr unter Belastung gastrointestinale Beschwerden verursachen kann sowie das Risiko einer Hyponatriämie erhöht. Idealerweise trinken Sportler während einer längeren Belastung maximal 80 % des ermittelten Schweißverlustes. Die • Übersichten 1 und 2 erläutern diese Trinkstrategie am Beispiel einer Marathonläuferin (Leistungssportlerin).

Sportler sollten die individuell optimale Trinkmenge für sich selbst herausfinden und für sich einen geeigneten Trinkplan entwickeln, gegebenenfalls mit Unterstützung durch eine qualifizierte Fachkraft. Anders als lange vermutet, hat trinken über den Durst hinaus keine Vorteile [23]. Obwohl die meisten Sportler während Ausdauerbelastungen zwar eher dehydrieren, sollte die Gefahr der Hyperhydratation [1] nicht außer Acht gelassen werden. Das Internationale Olympische Komitee (IOC) weist daher darauf hin, dass die Trinkmenge keinesfalls so hoch sein sollte, dass sich das Gewicht während der Belastung erhöht [31]. Nach Noakes [32] nehmen Sportler, die sich an ihrem Durstgefühl orientieren, in einem Wettkampf von 3–6 h Dauer rund 300–600 ml Flüssigkeit/h zu sich [4].

Fazit: Die Wiegemethode zur Bestimmung des individuellen Flüssigkeitsverlusts gibt eine Orientierung zur optimalen Trinkmenge unter Belastung. Wenn sich Sportler an ihrem Durstgefühl orientieren, nehmen sie in der Regel ausreichend Flüssigkeit auf und riskieren keine Hyponatriämie.

Flüssigkeitszufuhr nach der Belastung

Nach dem Sport müssen der Flüssigkeits- und Elektrolythaushalt wieder ausgeglichen werden. Wie rasch dies geschehen 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 Sportler nach Belieben Flüssigkeit und Elek-

trolyte ersetzen. Der Verzehr von normalen Mahlzeiten und Snacks in Kombination mit einer ausreichenden Zufuhr an Wasser reicht zur Wiederherstellung des Flüssigkeits- und Elektrolythaushalts aus [7]. Bei einer starken Dehydratation und geringer Regenerationszeit von < 12 h sollte ein strengerer Rehydrationsplan umgesetzt werden. Für eine schnelle und vollständige Rehydratation werden etwa 1,5 l Flüssigkeit pro kg Gewichtsverlust empfohlen [7, 33]. Zur Vermeidung einer Diurese sollte die Wasserezufuhr in kleinen Schlucken über einen längeren Zeitraum und zusammen mit den notwendigen Elektrolyten, z. B. in Verbindung mit einer Mahlzeit, erfolgen, um eine optimale Rehydratation zu ermöglichen [34, 35]. Nach der Belastung müssen auch die Glykogenspeicher wieder aufgefüllt werden. Dafür ist es notwendig, ausreichend Kalium zuzuführen (z. B. in Fruchtsäften und Trockenobst), denn Kalium ist erforderlich, um die Kohlenhydrate im Körper zu speichern. Jedes Gramm Glykogen benötigt dazu 19 mg Kalium und etwa 3 g Wasser [36]. Nach der Belastung ist somit ein salzhaltiges Getränk mit Kalium und Kohlenhydraten bestens geeignet. Zur Wiederherstellung des Flüssigkeits- und Elektrolythaushalts bieten sich daher isotonische Fruchtsaftschorlen (z. B. Apfelschorle) und z. B. Laugengebäck an. Weiterhin gibt es vielversprechende Studien zum Einsatz von fettarmer Milch und Milchmodischgetränken [37] wie Kakao, die aufgrund ihres günstigen Kohlenhydrat-/Proteinverhältnisses als Getränk nach der Belastung ideal sein sollen [38].

variieren, machen pauschale Empfehlungen zur Trinkmenge im Sport wenig Sinn. Prinzipiell sollten sich Sportler am Durstgefühl orientieren, um sowohl eine Dehydratation als auch das Risiko einer Hyponatriämie aufgrund zu hoher Flüssigkeitszufuhr unter Belastung zu vermeiden. Die Wiegemethode zur Bestimmung des individuellen Flüssigkeitsverlusts gibt eine Orientierung zur optimalen Trinkmenge während der Belastung.

Allgemein ist bei Belastungen von unter 30–40 min keine Flüssigkeitszufuhr notwendig, geringe Flüssigkeitsdefizite sind während der Belastung tolerierbar. Bei längeren Aktivitäten (> 1,5 h) ist die Zufuhr von Kohlenhydraten und Natrium empfehlenswert. Ein Sportgetränk sollte daher neben Kohlenhydraten (4–8 %) auch 400–1 100 mg/l Natrium enthalten.

Nach dem Sport müssen der Flüssigkeits- und Elektrolythaushalt wieder ausgeglichen werden. Steht in den nächsten 24 h keine erneute Belastung an und ist das Körpergewicht um weniger als 5 % reduziert, ist der Verzehr von normalen Mahlzeiten und Snacks in Kombination mit einer ausreichenden Zufuhr an Wasser zur Wiederherstellung des Flüssigkeits- und Elektrolythaushalts ausreichend. Für eine schnelle und vollständige Rehydratation werden etwa 1,5 l Flüssigkeit pro kg Gewichtsverlust empfohlen.

Danksagung

Für die kritische Durchsicht des Manuskripts bedanken sich die AutorInnen bei Dr. Angela Bechthold und Birte Peterson-Sperlich vom Referat Wissenschaft der DGE.

Korrespondierende Autorin

Dr. Stephanie Mosler
stephanie.mosler@gmx.de

Zusammenfassung

Eine ausreichende Hydratation ist notwendig für Gesundheit und Leistungsfähigkeit des Sportlers. Flüssigkeitsdefizite von 2–4 % des Körpergewichts gehen mit Beeinträchtigungen der Ausdauer, Kraft und kognitiven Leistungsfähigkeit einher. Athleten sollten daher stets mit ausgeglichenem Flüssigkeitshaushalt in das Training starten. Zur Orientierung kann hier die Farbe des Urins, welcher bei ausgeglichener Flüssigkeitsbilanz hellgelb ist, herangezogen werden.

Wie viel Flüssigkeit während der Belastung verloren geht, hängt von zahlreichen Faktoren wie dem Trainingszustand, der Trainingsintensität, -dauer, Art der Belastung sowie Umweltfaktoren ab. Da die Flüssigkeitsverluste sowohl inter- als auch intra individuell stark

Dr. Stephanie Mosler¹
Hans Braun²
Prof. Dr. Anja Carlsohn³
Dr. Mareike Großhauser⁴
Prof. Dr. Daniel König⁵
Prof. Dr. Dr. Alfonso Lampen⁶
Prof. Dr. Andreas Nieß⁷
Dr. Helmut Oberritter⁸
Klaus Schäbenthal⁸
Dr. Alexandra Schek⁹
Prof. Dr. Peter Stehle¹⁰
Dr. Kiran Virmani⁸
Dr. Rainer Ziegenhagen⁶
Prof. Dr. Helmut Heseke¹¹

¹ Institut für Gesundheitswissenschaften
 Abteilung Ernährung, Konsum und Mode
 Pädagogische Hochschule Schwäbisch Gmünd
 Olympiastützpunkt Stuttgart
² Institut für Biochemie
 Deutsches Forschungszentrum für Leistungs-
 sport – Momentum
 Deutsche Sporthochschule Köln
³ Fakultät Life Sciences/Department Ökotoxikologie
 Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg
⁴ Olympiastützpunkt Rheinland-Pfalz/Saarland
⁵ Institut für Sport und Sportwissenschaft
 Arbeitsbereich Ernährung
 Albert-Ludwigs-Universität Freiburg
⁶ Abteilung Lebensmittelsicherheit (Abt. 5)
 Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR)
⁷ Abteilung Sportmedizin
 Medizinische Klinik
 Universitätsklinikum Tübingen
⁸ Deutsche Gesellschaft für Ernährung e. V. (DGE)
⁹ Naturheilpraxis für TCM
¹⁰ Institut für Ernährungs- und Lebensmittelwissenschaften
 Ernährungsphysiologie
 Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn
¹¹ Institut für Ernährung, Konsum und Gesundheit
 Fakultät für Naturwissenschaften
 Universität Paderborn

Interessenkonflikt

Hans Braun hat Projektfinanzierung vom *European Hydration Institute* erhalten.

Die übrigen AutorInnen erklären, dass kein Interessenkonflikt besteht.

Literatur

- Hew-Butler T, Rosner MH, Fowkes-Godek S et al. (2015) Statement of the third international exercise-associated hyponatremia consensus development conference, Carlsbad, California, 2015. *Clin J Sport Med* 25: 303–320
- Pharmazeutische Zeitung (2015) Ironman-Teilnehmer stirbt an Hyponatriämie. URL: www.pharmazeutische-zeitung.de/2015-07/ironman-teilnehmer-stirbt-an-hyponatriemie/ Zugriff 27.11.18
- Almond CS, Shin AY, Fortescue EB et al. (2005) Hyponatremia among runners in the Boston Marathon. *N Engl J Med* 352: 1550–1556
- Schek A. Ernährung im Top-Sport. Aktuelle Richtlinien für Bestleistungen. Umschau Zeitschriftenverlag, Wiesbaden (2013)
- Ichinose-Kuwahara T, Inoue Y, Iseki Y et al. (2010) Sex differences in the effects of physical training on sweat gland responses during a graded exercise. *Exp Physiol* 95: 1026–1032
- Lee JB, Kim TW, Min YK, Yang HM (2014) Long distance runners present upregulated sweating responses than sedentary counterparts. *PLoS One* 9: e93976
- Sawka MN, Burke LM, Eichner ER et al. (2007) American College of Sports Medicine position stand. Exercise and fluid replacement. *Med Sci Sports Exerc* 39: 377–390
- Shirreffs SM, Sawka MN (2011) Fluid and electrolyte needs for training, competition, and recovery. *J Sports Sci* 29 (Suppl 1): S39–S46
- Hildebrandt W, Ottenbacher A, Schuster M et al. (2000) Diuretic effect of hypoxia, hypocapnia, and hyperpnea in humans: relation to hormones and O₂ chemosensitivity. *J Appl Physiol* 88: 599–610
- Thomas DT, Erdman KA, Burke LM (2016) American College of Sports Medicine joint position statement. Nutrition and athletic performance. *Med Sci Sports Exerc* 48: 543–568
- Goulet ED (2013) Effect of exercise-induced dehydration on endurance performance: evaluating the impact of exercise protocols on outcomes using a meta-analytic procedure. *Br J Sports Med* 47: 679–686
- Bouchama A, Knochel JP (2002) Heat stroke. *N Engl J Med* 346: 1978–1988
- Dale KS, Landers DM (1999) Weight control in wrestling: eating disorders or disordered eating? *Med Sci Sports Exerc* 31: 1382–1389
- Oppliger RA, Steen SA, Scott JD (2003) Weight loss practices of college wrestlers. *Int J Sports Nutr Exerc Metab* 13: 29–46
- Mangweth B, Pope HG Jr, Kemmler G et al. (2001) Body image and psychopathology in male bodybuilders. *Psychother Psychosom* 70: 38–43
- Oppliger RA, Case HS, Horswill CA et al. (1996) American College of Sports Medicine position stand. Weight loss in wrestlers. *Med Sci Sports Exerc* 28: ix–xii
- Case SH, Horswill CA, Landry GL et al. Weight loss in wrestlers. In: American College of Sports Medicine (Hg), Indianapolis (2016)
- Centers for Disease Control and Prevention (CDC) (1998) Hyperthermia and dehydration-related deaths associated with intentional rapid weight loss in three collegiate wrestlers – North Carolina, Wisconsin, and Michigan, November–December 1997. *MMWR Morb Mortal Wkly Rep* 47: 105–108
- Sharwood K, Collins M, Goedecke J et al. (2002) Weight changes, sodium levels, and performance in the South African ironman triathlon. *Clin J Sport Med* 12: 391–399
- Goulet ED (2012) Dehydration and endurance performance in competitive athletes. *Nutrition Reviews* 70 (Suppl 2): S132–S136
- Godek SF, Bartolozzi AR, Godek JJ (2005) Sweat rate and fluid turnover in American football players compared with runners in a hot and humid environment. *Br J Sports Med* 39: 205–211
- Montain SJ, Chevront SN, Lukaski H (2007) Sweat mineral-element responses during 7 h of exercise-heat stress. *Int J Sport Nutr Exerc Metab* 17: 574–582
- Heseke H (2016) Trinken, bevor der Durst kommt? Flüssigkeitsbedarf von Sportlern und kritische Betrachtung des Getränkeangebots. *Aktuel Ernährungsmed* 41(S01): S22–S26
- Sharp RL (2007) Role of whole foods in promoting hydration after exercise in humans. *J Am Coll Nutr* 26 (Suppl 5): 592S–596S
- Brouns F, Saris WHM, Schneider H (1992) Rationsale for upper limits of electrolyte replacement during exercise. *Int J Sport Nutr* 2: 229–238
- Striegel H, Niess AM (2006) Sportgetränke – Standards der Sportmedizin. *DZSM* 57: 27–28
- Montain SJ, Chevront SN, Sawka MN (2006) Exercise associated hyponatraemia: quantitative analysis to understand the aetiology. *Br J Sports Med* 40: 98–105
- Kenefick RW, Chevront SN (2012) Hydration for recreational sport and physical activity. *Nutr Rev* 70 (Suppl 2): S137–S142



29. EFSA Stellungnahme (2011) Carbohydrate-electrolyte solution related health claims. *EFSA Journal* 9: 2211.
30. EU-Verordnung Nr. 432/2012: URL: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:02012R0432-20170822&from=EN> Zugriff 07.12.18
31. Maughan R, Burke L. Nutrition for athletes: a practical guide to eating for health and performance. Based on an International Consensus Conference held at the IOC in Lausanne in October 2010. Prepared by the Nutrition Working Group of the International Olympic Committee. Revised and updated in April 2012 by Maughan R, Burke L (2012)
32. Noakes TD, Adams BA, Myburgh KH et al. (1988) The danger of an inadequate water intake during prolonged exercise. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol* 57: 210–219
33. Shirreffs SM, Maughan RJ (1998) Volume repletion after exercise-induced volume depletion in humans: replacement of water and sodium losses. *Am J Physiol – Renal Physiol* 274(5 Pt 2): F868–F875
34. Kovacs EM, Schmahl RM, Senden JM, Brouns F (2002) Effect of high and low rates of fluid intake on post-exercise rehydration. *Int J Sport Nutr Exerc Metab* 12: 14–23
35. Wong SH, Williams C, Simpson M, Ogaki T (1998) Influence of fluid intake pattern on short-term recovery from prolonged, submaximal running and subsequent exercise capacity. *J Sports Sci* 16: 143–152
36. Konopka P. Sporternährung. BLV Buchverlag GmbH und Co. KG, München (2009)
37. Shirreffs SM, Watson P, Maughan RJ (2007) Milk as an effective post-exercise rehydration drink. *Br J Nutr* 98: 173–180
38. Pritchett K, Pritchett R (2012) Chocolate milk: a post-exercise recovery beverage for endurance sports. *Med Sport Sci* 59: 127–134

DOI: 10.4455/eu.2019.011

ERNÄHRUNGS UMSCHAU

Forschung & Praxis

www.ernaehrungs-umschau.de

Verlag: UMSCHAU ZEITSCHRIFTENVERLAG GmbH

Ein Unternehmen der ACM Unternehmensgruppe



Anschrift: ERNÄHRUNGS UMSCHAU im UMSCHAU ZEITSCHRIFTENVERLAG gmbH, Marktplatz 13, 65183 Wiesbaden, PF 5709, 65047 Wiesbaden, Tel.: 0611 58589-0, Fax: 0611 58589-269, kontakt@ernaehrungs-umschau.de (Verlag), eu-redaktion@mpm-online.de (Redaktion)

Herausgeber:

Prof. Dr. Helmut Heseke (hes), Universität Paderborn

Ehrenherausgeber:

Prof. Dr. med. vet. Helmut F. Erbersdobler (he), Christian-Albrechts-Universität zu Kiel

Objekt- und Redaktionsleitung:

Dr. Udo Maid-Kohnert (umk), mpm Fachmedien (V.i.S.d.P.), Tel.: 0611 58589-251, Fax: 06403 68442, kohnert@mpm-online.de

Redaktion:

Stv. Redaktionsleitung: Dr. Sabine Schmidt (scs), Stella Glogowski (stg); Redakteurinnen: Dr. Caroline Krämer (ck), Dr. Lisa Hahn (lh), Lisa Bosbach (redaktionelle Mitarbeiterin, lb) Tel.: 06403 63772, mpm Fachmedien, PF 11 03, 35411 Pohlheim; Susanne Paulini (Redaktionsassistentin), Tel.: 0611 58589-251, Susanne Koch, Hamburg (Verband der Diätassistenten – Deutscher Bundesverband e.V. [VDD]) · Kai Kattmann, Bonn (Berufs-

Verband Oecotrophologie e.V. [VDOE]) · Antje Gahl, Constanze Schoch (Deutsche Gesellschaft für Ernährung e.V. [DGE])

Supplement „Ernährungspraxis & Diätetik“: Stella Glogowski, Dr. Udo Maid-Kohnert (verantwortlich), mpm Fachmedien, PF 11 03, 35411 Pohlheim



Der CO₂-neutrale Versand

Gendering

Es wird grundsätzlich die geschlechtergerechte Schreibweise mit großem „I“ verwendet.

Redaktionsbeirat:

Prof. Dr. O. Adam, München · Prof. Dr. C. A. Barth, München · Prof. Dr. H. K. Biesalski, Stuttgart-Hohenheim · Prof. Dr. M. Boeing, Potsdam-Rehbrücke · Dr. U. Brehme, Bonn · Prof. Dr. Christine Brombach, Wädenswil/Schweiz · Janina Brumm, Hamburg · Dr. Daniel Buchholz, Mainz · Prof. Dr. H. Daniel, Freising · PD Dr. S. Egert, Hohenheim · PD Dr. Thomas Ellrott, Göttingen · Prof. Dr. I. Elmadfa, Wien · Prof. Dr. H. Hauner, München/Freising · Prof. Dr. Angela Häußler, Heidelberg · Prof. Dr. T. Hofmann, Weihenstephan · Kirsten Hummerich, Darmstadt · Prof. Dr. G. Jahreis, Jena · Prof. Dr. M. Kersting, Dortmund · Dr. B. Kluthe, Freudenstadt/Freiburg · Prof. Dr. B. Koletzko, München · Uta Köpcke, Bad Liebenzell · Prof. Dr. A. Kroke, Fulda

Prof. Dr. W. Langhans, Zürich · Prof. Dr. I.-U. Leonhäuser, Gießen · Prof. Dr. Ulrike Pfannes, Hamburg · Prof. Dr. U. Rabast, Hattingen · Jana Schmunz, Berlin · Prof. Dr. G. Stangl, Halle-Wittenberg · Prof. Dr. P. Stehle, Bonn · Dr. K. Virmani, Bonn · Prof. Dr. B. Watzl, Karlsruhe · Prof. Dr. J. G. Wechsler, München · Prof. Dr. G. Wolfram, Freising

Geschäftsführung: Frank Wolfförster

Verlagsleitung: Frank Wolfförster,

Tel.: 0611 58589-260

Anzeigenleitung: Tanja Kilbert,

Tel.: 0611 58589-201, Fax: 0611 58589-269,

t.kilbert@uzv.de

Anzeigendisposition: Rüdiger Schwenk,

Tel.: 0611 58589-230, Fax: 0611 58589-269

Preisliste Nr. 61 gültig ab 01. 01. 2019.

Abo-/Leserservice: Albrecht König,

Tel.: 0611 58589-262, Fax: 0611 58589-269,

a.koenig@uzv.de

Vertriebsleitung: Karin Irmischer,

Telefon: 0611/36098-59

Gestaltung, Satz: Nitin Gaßen, Leana Berlinger, Nadine Helling

Druck: AC medienhaus gmbH, Ostring 13, 65205 Wiesbaden-Nordenstadt

Bezugsbedingungen:

Die ERNÄHRUNGS UMSCHAU erscheint monatlich, jeweils zur Monatsmitte. Jahresabonnement € 83 zzgl. Versandkosten (Inland € 15, Ausland € 22), ermäßigter Preis für Schüler und Studenten € 64 zzgl. Versandkosten (Inland € 15, Ausland € 22). Jahresabonnement im Kombi-Abonnement mit DGEInfo € 92 zzgl. Versandkosten (Inland € 16 Ausland € 24), ermäßigter Preis für Schüler und Studenten € 72,50 zzgl. Versandkosten (Inland € 16, Ausland € 24). Einzelheft-Verkaufspreis (ohne DGEInfo) € 10. Alle Preise verstehen sich jeweils inklusive 7% Mehrwertsteuer. Das Abonnement verlängert sich jeweils um ein weiteres Jahr, falls nicht 8 Wochen vor Ende des Bezugsjahres die Kündigung erfolgt. Erfüllungsort ist Wiesbaden. Für die Mitglieder der Deutschen Gesellschaft für Ernährung e.V. (DGE) ist der Bezug der

Zeitschrift im Mitgliedsbeitrag enthalten. Das Supplement DGEInfo liegt den Exemplaren der Ernährungs Umschau für die DGE-Mitglieder bei, der Bezug ist im Mitgliedsbeitrag enthalten.

Bei Nichterscheinen infolge Streik oder Störung durch höhere Gewalt besteht kein Anspruch auf Lieferung.

Mitglied des Fachverbandes Fachpresse des VDZ.

Für unverlangt eingesandte Manuskripte, Besprechungsexemplare etc. wird keine Haftung übernommen. Die mit Namen gekennzeichneten Beiträge geben nicht unbedingt die Meinung der Redaktion wieder.

Der Anzeigenteil sowie die Rubrik „Markt“ erscheinen außerhalb der Verantwortung der Redaktion, des Herausgebers, der Verbände und der Gesellschaften, deren Organ die Ernährungs Umschau ist. Anzeigen, PR-Beiträge und Fremdbeilagen stellen allein die Meinung der dort deutlich erkennbaren Auftraggeber dar. Die Rubrik „Mitteilungen“ repräsentiert ausschließlich die Meinung der Verbände und Gesellschaften und liegt außerhalb der redaktionellen Verantwortung.

Indexed Web of Knowledge, www.isiknowledge.com

Die Zeitschrift und alle in ihr enthaltenen einzelnen Beiträge und Abbildungen sind urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb der engen Grenzen des Urheberrechtsgesetzes ist ohne Zustimmung des Verlags unzulässig und strafbar. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Erklärung gemäß § 5 des Hessischen Pressegesetzes:
UMSCHAU ZEITSCHRIFTENVERLAG,
Wiesbaden
Stand: 3/2019



ISSN 0174-0008
UMSCHAU ZEITSCHRIFTEN-
VERLAG gmbH, Wiesbaden