



Alkoholfreies Bier

Ein erfrischender Durstlöscher
für effektive Regeneration
nach dem Sport



Deutsches Institut für
Sporternährung e.V.

1.	Zusammenfassung	3
2.	Für sportlich Aktive: Natürlich regeneriert – ohne Alkohol	4
3.	Wie kommt der Alkohol aus dem Bier?	5
4.	Unterschiedliche Zielsetzungen im gesundheitsorientierten Freizeit- und leistungsorientierten Breitensport	5
5.	Beim Sport immer dabei: der Schweiß	6
5.1.	Getränkeaufnahme vor der Aktivität	7
5.2.	Getränkeaufnahme während der Aktivität	7
5.3.	Getränkeaufnahme nach der Aktivität	7
5.4.	Getränkeaufnahme im ausdauerorientierten Freizeitsport	8
5.5.	Getränkeaufnahme bei freizeitorientierten Spiel- und Rückschlagsportarten sowie im Fitnessbereich	8
6.	Auftanken, bitte!	8
6.1.	Muskelkraftstoff Kohlenhydrate	9
6.2.	Mineralstoffe: Die Zündfunken des Stoffwechsels	10
6.3.	Muskelaktivator Magnesium	10
6.4.	Knochen- und Muskelstabilisator Calcium	11
6.5.	Alleskönner Kalium	11
6.6.	Janusköpfiger Mineralstoff Natrium	12
6.7.	B-Vitamine, die Zündkerzen des Stoffwechsels	12
6.8.	Steuermänner der Regeneration: Folsäure und Cobalamin (Vit. B9 und Vit. B12)	12
6.9.	Sekundäre Pflanzenstoffe – Schutz- und Reglerstoffe für Sportler	13
7.	Isotonie – ein Qualitätsmerkmal für Getränke beim Sport?	14
7.1.	Hypotone Getränke – Wasser, aber keine Energie	14
7.2.	Hypertone Getränke – hoher Energiegehalt, wenig Wasser	14
7.3.	Isotone Getränke – Wasser, Mineralstoffe und Energie im sportiven Verhältnis	14
8.	Clever kombiniert, perfekt regeneriert	15
9.	Effektive Regeneration und erfrischender Genuss nach dem Sport	15
10.	Transparenzhinweis	16
11.	Verzeichnis der Tabellen und Abbildungen	16
12.	Literaturverzeichnis	16

Alkoholfreies Bier für die effektive Regeneration nach dem Sport

Egal ob Freizeit- oder Leistungssport, Training oder Wettkampf – nach dem Sport kommt es auf eine effektive Regeneration an. Sie ist entscheidend für die Leistungsfähigkeit. Ernährung spielt dabei eine wichtige Rolle, vor allem aber die richtige Flüssigkeitszufuhr. Alkoholfreies Bier kann hier eine sinnvolle Option sein.

Alkoholfreies Bier wird wie die klassischen alkoholhaltigen Biere aus den vier natürlichen Zutaten Wasser, Malz, Hopfen und Hefe gebraut. Es löscht den Durst, kann leere Energiespeicher schnell auffüllen und Verluste an Wasser und Elektrolyten ausgleichen, die beim Schwitzen entstehen.

Allein in Deutschland gibt es rund 800 verschiedene alkoholfreie Biere auf dem Markt, viele davon mineralisch und isotonisch. Je nach Situation kann die Regeneration unterschiedlich unterstützt werden: Nach intensivem Sport füllt alkoholfreies Bier mit einem höheren Gehalt an Kohlenhydraten die entleerten Muskelenergiespeicher effektiv auf. Nach leichtem Training eignen sich Sorten mit niedrigem Kohlenhydratanteil besser. Die Menge an Kohlenhydraten ist auf dem Flaschenetikett gekennzeichnet.

Zusätzlich ist es sinnvoll, direkt nach dem Sport Kalium aufzunehmen, das mit dem Schweiß verloren geht und für die Muskelregeneration wichtig ist. Alkoholfreies Bier kann auch hier mithelfen, den erhöhten Kaliumbedarf von Sportlern zu decken.

B-Vitamine sind wichtig für den Regenerationsstoffwechsel. Alkoholfreies Bier enthält die B-Vitamine B6, B9 und auch Vitamin B12, das sonst kaum in pflanzlichen, sondern vorwiegend in tierischen Produkten vorkommt.

Die pflanzlichen Zutaten des Bieres enthalten zudem viele Sekundäre Pflanzenstoffe, die antioxidativ wirken und den Stoffwechsel positiv beeinflussen können.

Alkoholfreies Bier ist oft isotonisch, unterstützt also den schnellen Wasserersatz und ermöglicht eine sportgerechte Wiederauffüllung der Muskelenergiespeicher. Es ersetzt Elektrolyte wie Kalium und Magnesium, die mit dem Schweiß beim Sport verloren gehen.

Für die vorliegende Broschüre hat das Deutsche Institut für Sporternährung e.V. (DiSE) die ernährungsphysiologischen Eigenschaften alkoholfreier Biere untersucht und bewertet. Ziel war es festzustellen, wie alkoholfreie Biere bzw. deren Inhaltsstoffe insbesondere nach dem Sport auf den Organismus wirken.

Für sportlich Aktive: Natürlich regeneriert – ohne Alkohol

Alkoholfreies Bier wird genau wie sein alkoholhaltiges Pendant aus den vier natürlichen Zutaten Wasser, Malz, Hopfen und Hefe nach dem Deutschen Reinheitsgebot gebraut.

Daher enthalten alkoholfreie Marken auch alle wesentlichen Inhaltsstoffe des Bieres. Je nach Rezeptur und Herstellungsverfahren können diese aber in ihren Mengen variieren. Was fehlt, ist einzig der Alkohol. Und das ist gut so, denn rund um sportliche Aktivitäten ist Alkohol ein echter Leistungskiller. Mit alkoholfreiem Bier hingegen können sportlich Aktive ihren Durst natürlich löschen, die Erholung nach dem Sport effektiv unterstützen, leere Energiespeicher schnell wieder füllen und schweißbedingte Elektrolytverluste sinnvoll ausgleichen.

Durch unterschiedliche Rezepturen gibt es inzwischen auch bei alkoholfreien Bieren eine große Vielfalt verschiedener Bierstile und Geschmacksrichtungen, von Pils und Hell- über Weißbier bis hin zu Alt und Kölsch sowie diversen Craftbieren. Fast jede Brauerei hält heutzutage eines oder auch mehrere alkoholfreie Biere in ihrem Sortiment bereit.

Um alkoholfreie Biere herzustellen, gibt es grundsätzlich zwei Verfahren: Entweder es wird verhindert, dass während des Brauprozesses überhaupt Alkohol entstehen kann, oder es wird ein alkoholhaltiges Bier gebraut und der Alkohol dann anschließend mittels physikalischer Verfahren entzogen. Für beide Verfahren gibt es verschiedenste Techniken.

In Deutschland darf alkoholfreies Bier allenfalls Spuren von Restalkohol enthalten, höchstens 0,5 vol. %. Zum Vergleich: Auch andere Getränke und Lebensmittel wie zum Beispiel Fruchtsäfte, Kefir, Kombucha oder Bananen und Sauerkraut enthalten durch Gärprozesse von Natur aus geringe Spuren von Alkohol. Diese Mengen sind so gering, dass eine physiologische Wirkung auf den menschlichen Körper ausgeschlossen werden kann. Je nach verwendetem Herstellungsverfahren ist es inzwischen auch möglich, Biere mit einem noch geringeren Alkoholgehalt von weniger als 0,04 vol. % herzustellen. Damit steht für jeden Geschmack ein passendes alkoholfreies Bier zur Wahl.

Tabelle 1: Nährwertangaben verschiedener alkoholfreier Biere, laut Herstellerangaben

(Internet, Stand Juli 2023)

Bierstil	Alle Sorten alkoholfrei (N=33)	Pils/Schankbier alkoholfrei (N=15)	Weizenbier alkoholfrei (N=12)	Craftbier alkoholfrei (N=6)
	Spannweite	Spannweite	Spannweite	Spannweite
Alkohol	< 0,5 oder 0,0	< 0,5 oder 0,0	< 0,5 oder 0,0	< 0,5
Brennwert (100 ml)	12 – 35 kcal 52 – 147 kJ	12 – 35 kcal 52 – 147 kJ	15 – 32 kcal 61 – 136 kJ	15 – 34 kcal 61 – 146 kJ
Fett (100 ml)	0 g	0 g	0 g	0 g
davon gesättigte Fettsäuren	0 g	0 g	0 g	0 g
Kohlenhydrate (100 ml)	2,3 – 8,4 g	2,3 – 8,1 g	2,7 – 7,5 g	3,0 – 8,4 g
davon Zucker	0 – 4,5 g	0 – 4,4 g	0 – 3,6 g	1,0 – 4,5 g
Eiweiß (100 ml)	0 – 0,7 g	0 – 0,6 g	0 – 0,7 g	0 – 0,6 g
Salz (100 ml)	0 g	0 g	0 g	0 g
Angabe isotonisch	N=12	N=5	N=7	k.A.
Angaben zum Vitamingehalt machen nur einige Hersteller				
	N=7	N=2	N=5	
Pyridoxin Vitamin B6 (100 ml)	0,07 mg (6 %)*	0,07 mg (6 %)*	k.A.	k.A.
Cobalamin Vitamin B12 (100 ml)	0,11 – 0,26 µg (4 – 10 %)*	0,21 – 0,26 µg (8 – 10 %)*	0,11 – 0,21 µg (4-8 %)*	k.A.
Folsäure Vitamin B9 (100 ml)	20 – 53 µg (10 – 27 %)*	20 – 53 µg (10 – 27 %)*	20 – 38,1 µg (10 – 19 %)*	k.A.

* % Referenzmenge für einen durchschnittlichen Erwachsenen (8.400 kJ/2.000 kcal pro Tag)

k.A. = Keine Angabe. Angaben zum Vitamingehalt und ob ein Getränk isotonisch ist, sind freiwillig.

Wie kommt der Alkohol aus dem Bier?

Der Klassiker bei der Herstellung von alkoholfreien Bieren ist die gestoppte Gärung. Hierfür wird eine leichter eingebraute Würze nur sehr kurz und bei sehr niedrigen Temperaturen mit der Brauhefe vergoren. Es entsteht weniger als 0,5 vol. % Alkohol. Mit diesem Verfahren hergestellte Biere haben aufgrund der nur kurzen Gärdauer einen eher malzigen, würzeartigen und leicht süßen Geschmack. Bei der gestoppten Gärung sind keine zusätzlichen technischen Einrichtungen erforderlich. Fast jede Brauerei ist in der Lage, mit diesem Verfahren alkoholfreie Biere herzustellen. Eine Alternative dazu stellt das Brauen mit Spezialhefen dar. Diese Hefestämme sind im Gegensatz zur herkömmlichen Brauereihefe nicht in der Lage, den in der Würze überwiegend enthaltenen Zucker, die Maltose, zu vergären. Es werden nur sehr geringe Mengen Alkohol gebildet. Wegen der längeren Gärdauer können diese Hefen aber andere Stoffe abbauen und weitere Aromastoffe bilden. Diese schmecken weniger malzartig, aber besonders aromatisch. Die verbleibende Maltose, ein Zweifachzucker aus zwei Untereinheiten Traubenzucker (= Glucose), ist für die schnelle Wiederauffüllung entleerter Muskelenergiespeicher besonders gut geeignet.

Im Gegensatz zu dem oben beschriebenen Verfahren der gestoppten Gärung benötigt eine Brauerei zusätzliche Anlagen, will sie dem Bier nach dem Brauprozess den Alkohol wieder entziehen. Für diese Prozesse wird zunächst ein vollständig vergorenes alkoholhaltiges Bier hergestellt, dem dann mittels physikalischer Verfahren der Alkohol wieder entzogen wird. Hierbei ist es möglich, sehr niedrige Alkoholgehalte zu erreichen. Es entstehen schlanke und weniger süße Biere.

Ob gestoppte Gärung oder nachträgliche Entalkoholisierung, ob ein Bier mit 0,5 % vol. oder 0,0 % vol., mit wenig oder gar keinem Restzucker: Die Vielzahl der mehr als 800 in Deutschland gebrauten alkoholfreien Biere hält für jeden Wunsch und für den speziellen Bedarf nach dem Sport das passende Bier bereit. Die Deklaration verrät zudem, wie viele Kohlenhydrate das Alkoholfreie liefert (eine Übersicht bietet Tabelle 1). Denn wer lange an seiner persönlichen Leistungsgrenze aktiv war und rasch wieder fit sein will, z.B. in einer Turniersituation oder im Trainingslager, kann seine entleerten Muskelenergiespeicher durch einen höheren Kohlenhydratgehalt des alkoholfreien Bieres effektiv füllen. Alkoholfreie Vertreter mit geringem Kohlenhydratanteil hingegen sind gut in der Vorbereitung und nach einer fettstoffwechselorientierten Trainingseinheit mit niedriger Belastungsintensität aber langer Dauer geeignet.

Unterschiedliche Zielsetzungen im gesundheitsorientierten Freizeit- und leistungsorientierten Breitensport

Gesundheits- und Freizeitsport ist sehr vielseitig und umfasst sportliche Betätigungen wie Ausdauertraining (z.B. Radfahren, E-Biken, Schwimmen, Joggen, Zumba), Kraftsport, gezieltes Muskeltraining (Fitness-Studio), viele Sportsportarten, aber auch Aktivitäten mit einem Entspannungs- und Wohl-

fühlfaktor (wie Yoga, Pilates). Diese werden häufig kombiniert und mehrmals pro Woche in der Freizeit betrieben. Dauer und Intensität können je nach Zielsetzung stark variieren.

Während im Fitness-Studio der allgemeine Fitnessgedanke und das Figurbewusstsein oft motivationsentscheidend sind, haben im Vereinssport soziale und kommunikative Aspekte besondere Bedeutung. Daher wird besonders im Vereinssport nach Training, Wettkampf und Spiel gern genussorientiert nach einem „kühlen Hellen“ verlangt. Ein alkoholfreies Bier verknüpft dabei die gewünschte Geschmacks- und Genusskomponente mit regenerativ wirksamen Inhaltsstoffen in hervorragender Weise.

Figurbewusstsein und körperliche Aktivität stehen hoch im Kurs. Laut einer Studie der Deutschen Angestellten Krankenkasse (DAK und Forsa) treiben 32 % der Befragten öfter als zwei Mal in der Woche Sport, 20 % durchschnittlich zwei Mal und 18 % etwa ein Mal. Das Forsa-Institut befragte für diese repräsentative Umfrage 1.003 Männer und Frauen ab 18 Jahren.¹

Eine Studie des Deutschen Sportstudio Verband e.V. (DSSV) dokumentierte, dass 9 % der Männer und 18 % der Frauen einmal pro Woche sowie 58 % der Männer und 70 % der Frauen zwei- bis dreimal pro Woche eine Fitness-Anlage besuchen. Die verbleibende Gruppe der „heavy user“ geht circa vier bis siebenmal pro Woche zum Training in eine Fitness-Einrichtung.²

Allgemein gehen immer mehr Menschen in ihrer Freizeit sportlichen Aktivitäten aus präventiven und gesundheitlichen Aspekten nach, einerseits, um ihr allgemeines Wohlbefinden zu verbessern, andererseits, um gesundheitliche Einschränkungen zu vermeiden und Krankheiten vorzubeugen. Zum Teil werden dabei ohne konkrete Leistungsziele erhebliche Trainingshäufigkeiten, -umfänge und Trainingsintensitäten erzielt. Gerade dann ist die zielgerichtete und mit den richtigen Nährstoffen unterstützte Regeneration von besonderer Bedeutung.

Ganz gleich, ob Freizeit- oder leistungsorientierter Sport, ob Training oder Wettbewerb, wenn Sport getrieben wird, dauert die Aktivität meist länger als 60 Minuten. Auch eine vom Bundeswirtschaftsministerium und dem Bundesinstitut für Sportwissenschaft (BiSp) im April 2020 herausgegebene Ausarbeitung „Der Beitrag des Sports zur Erfüllung der WHO-Empfehlungen für körperliche Aktivität“ bestätigt diese Angaben³: Sowohl im Freizeit- und Breitensport als auch natürlich im leistungsorientierten Bereich beträgt die durchschnittliche zeitliche Dauer der sportlichen Aktivitäten mehr als 60 Minuten. Auch im Fitnessbereich sind deutlich mehr als 50 % der Studiobesucher zwischen 60 bis 120 Minuten aktiv.

Damit weist eine sehr hohe Zahl Aktiver ein Trainingsverhalten (Dauer und Häufigkeit des Trainings) auf, bei dem die effektive und schnelle Regeneration die zentrale Rolle spielt, um das nächste Training vollständig erholt beginnen zu können. Ernährungsinterventionen, die diese Zielsetzung unterstützen, sind damit nicht nur sinnvoll, sondern sogar notwendig.

Beim Sport immer dabei: der Schweiß

Um die Körperkerntemperatur von 37°C aufrecht zu erhalten und somit ein optimales Umfeld für alle Stoffwechselprozesse zu schaffen, setzt die Maschine Mensch schon beim Ruhestoffwechsel etwa 75 % der Energiegewinnung als Wärme frei. Beim Sport steigt der Energieverbrauch, sodass während der Aktivität noch mehr Wärme freigesetzt wird. Droht dem Organismus Überhitzung, ist er bestrebt, überflüssige Wärme durch die Verdunstung von Wasser über die Haut zu entfernen. Die effektivste Art der Wärmeabgabe ist die Verdampfung von Schweiß (= Verdunstungsenthalpie).⁴

Die individuelle Schweißmenge ist direkt abhängig von der Intensität der sportlichen oder körperlichen Belastung. So nimmt nicht nur der Energieverbrauch, sondern auch entsprechend die Schweißproduktion z.B. mit steigender Lauf- oder Radfahrgeschwindigkeit zu. Je mehr Energie aufgebracht wird, umso mehr Wärme muss abgeführt werden, umso höher ist die notwendige Schweißproduktion zur Kühlung des Organismus.⁵ So werden bei Marathonläufen insbesondere bei warmem Wetter Schweißverluste von mehr als vier Litern beobachtet.

Bei einem schweißbedingten Wasserverlust von mehr als 2 % des Körpergewichts nimmt die Versorgung der Muskelzellen mit Sauerstoff und Nährstoffen ab. Auch die Durchblutung der äußeren Körperbereiche ist reduziert, der An- und Abtransport notwendiger Nährstoffe erschwert, die Herzfrequenz steigt. Mögliche Folgen reichen von Leistungsminderung bis hin zu Muskelkrämpfen und Überhitzung.

Mit dem Körperschweiß werden auch Elektrolyte (Mineralstoffe und Spurenelemente) ausgeschieden. Die Zusammensetzung des Schweißes und das Ausmaß des Mineralstoff- und Spurenelementverlustes hängen von Intensität und Dauer der Belastung, der Temperatur und Luftfeuchtigkeit, Trainingszustand und Ernährungsstatus ab. Die Konzentration an Magnesium und Calcium pro Liter Schweiß nimmt mit der Länge der sportlichen Betätigung ab, die Natriumkonzentration hingegen nimmt zu. Dennoch spielt der Natriumverlust beim Sport mit einer Dauer bis ca. 60 Minuten weder für das während der Aktivität verzehrte Getränk noch beim regenerativen Trinkgenuss eine besondere Rolle.

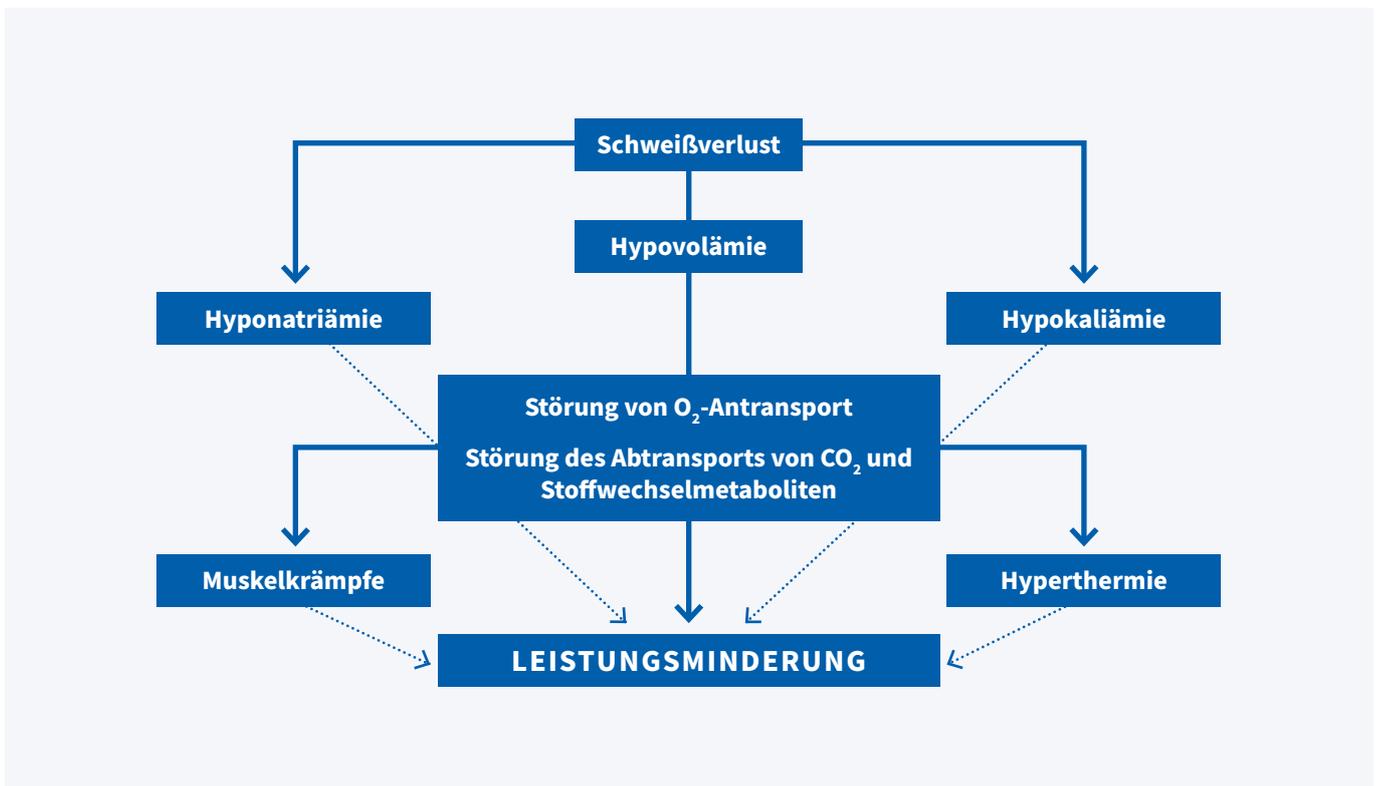


Abbildung 1: Folgen eines unausgeglichene Schweißverlustes

Aufgrund besserer Temperaturregelung schwitzen gut trainierte Sportler mehr als wenig oder untrainierte Sportler. Gleichzeitig enthält der Schweiß des Leistungssportlers im Vergleich zum Schweiß des Freizeitsportlers weniger Elektrolyte.⁶

Die folgende Tabelle gibt Aufschluss über den Elektrolytgehalt von im Abspülverfahren gewonnenem Ganzkörperschweiß, ermittelt nach Daten aus 13 Studien. Die Tabellenwerte beruhen auf 274 Messungen an 123 Probanden.⁷

Tabelle 2: Zusammensetzung des Schweißes mit Variationsbreiten (DGE 2000, S. 148)

Mineralstoff	durchschnittliche Menge pro Liter Schweiß in mg/l	Variationsbreite
Natrium	752	413 – 1.091
Kalium	173	121 – 225
Chlorid	1.014	533 – 1.495
Calcium	40	13 – 67
Magnesium	19	4 – 34

(Nach Brouns 1992⁷, Daten aus 13 Studien)

Eine an individuellen Schweißverlusten und der persönlichen sportlichen Zielsetzung ausgerichtete Trinkstrategie vor, während und nach der Aktivität ist ein entscheidender Faktor, um die Leistungsfähigkeit beim Sport zu unterstützen und die Regeneration zu optimieren. Konkrete Trinkmengen und die Getränkezusammensetzung sind unter Berücksichtigung sowohl individueller körperlicher Grundbedingungen, der Umgebungsfaktoren als auch der logistischen Rahmenbedingungen zu wählen.

► Getränkeaufnahme vor der Aktivität

Es hat sich bewährt, 30 bis 45 Minuten vor dem Sport die Toilette aufzusuchen, um Wasser zu lassen und den Darm zu entleeren. Dies ist wichtig, weil eine volle Blase und ein voller Darm das Trinkverhalten während des Sports negativ beeinflussen können.

Danach sollte ein individuelles Aufwärmprogramm durchgeführt werden. Anschließend kann der Sportler bis fünf Minuten vor Training und Wettkampf, abhängig von dem zu erwartenden Schweißverlust und der individuellen Verträglichkeit, 300 bis 600 ml in kleinen Schlucken kohlen-

hydrathaltige Getränke mit einem Kohlenhydratgehalt von 30 bis 80 g/l trinken.

Intensive Belastungen sollten mit einem stabilisierten Blutzuckerspiegel begonnen werden. Dazu können erfrischende Getränke, die leicht verfügbare Kohlenhydrate enthalten, den individuellen Geschmackspräferenzen entsprechen und gut vertragen werden, kurz vor der Aktivität verzehrt werden. Alkoholfreies Bier ist eine Option.

► Getränkeaufnahme während der Aktivität

Wurde nicht ausreichend hydriert gestartet, werden hohe Schweißverluste erwartet oder soll während der Aktivität Energie in Form von Kohlenhydraten aufgenommen werden, wird auch direkt beim Sport getrunken. Die Menge hängt davon ab, wie viel Schweiß fließt. Sie wird durch die geschmackliche Akzeptanz und die Zutraglichkeit der „Volumenzufuhr“ beeinflusst. Wettkampfsportler sollten das Trinken während des Trainings üben, um die Verträglichkeit zu verbessern.

Entgegen früheren Empfehlungen, bei denen geraten wurde, zu trinken, bevor der Durst entsteht, werden heute Dehydratationsgrade von bis zu 2 % des Körpergewichts (bei Topathleten bis zu 3 %) toleriert. Während Belastungen von bis zu ca. 90 Minuten muss daher bei moderaten Umgebungstemperaturen nicht zwangsläufig getrunken werden, wenn gut hydriert gestartet wurde.

Die Zufuhr von leicht verfügbaren Kohlenhydraten kann während intensiver sportlicher Aktivitäten und im Wettkampf über 60 Minuten notwendig und sinnvoll sein. Ob dabei Kohlenhydrate in Form von Gels, Riegeln oder Getränken eingesetzt werden, ist individuell und situationsspezifisch zu entscheiden. Die enthaltene Kohlenhydrat-Energie kann vom Körper schnell genutzt und in Leistung umgesetzt werden. Im Freizeit- und Breitensport ist dies meist nicht notwendig. Beim Fettstoffwechsel orientierten Training wäre eine Kohlenhydrataufnahme während der Aktivität sogar kontraproduktiv.

► Getränkeaufnahme nach der Aktivität

Dem schnellen, physiologisch sinnvollen Ausgleich der Wasser- und bei Bedarf auch der Energieverluste durch schmackhafte, erfrischende Getränke kommt nach sportlichen Tätigkeiten höchste Bedeutung zu.

Wie lange der Organismus für die Wiederauffüllung der Wasser- und auch der Muskelenergiespeicher, den sogenannten Glykogendepots, benötigt, ist vom Schweißverlust und vom Grad des Wasserdefizits abhängig.

Die Wasseraufnahme in die Muskelzellen ist nach der Aktivität mit der Umwandlung der Kohlenhydrate zu ihrer Speicherform Glykogen verknüpft. 1 g Glykogen bindet ca. 3 g Wasser. Dieser Befund erklärt u. a. das verzögerte Durst-

empfinden nach sportlicher Betätigung, denn durch den Glykogenverbrauch im Muskel wird während der Aktivität Wasser freigesetzt.

Ein Getränk zur schnellen und effektiven Regeneration nach dem Sport sollte schmackhaft, erfrischend, gut verträglich und in kleinen Schlucken gut trinkbar sein. Da der Verdauungstrakt noch gereizt sein kann, besteht durch ein hastiges Ess- und Trinkverhalten das Risiko von Magen-Darm-Beschwerden.

Für eine optimale Regeneration nach körperlicher Aktivität ist der individuell abgestimmte Ausgleich der sportbedingten Wasser- und Nährstoffverluste notwendig. Der individuelle Schweiß- und damit der Wasserverlust kann leicht durch Wiegen vor und nach dem Sport ermittelt werden. Der gemessene Gewichtsverlust resultiert meist aus dem Wasserverlust. Aus diesem lässt sich die zum Rehydrieren benötigte Getränkemenge leicht berechnen.

Eine gute Hilfestellung bietet der DiSE e.V. Hydratationstest. Hier geht's zur DiSE e.V.-Internetseite mit dem Testformular.



Während der Belastung ist selbst bei langen Ausdaueraktivitäten nur maximal ein 80 %iger Ersatz der Wasserverluste notwendig. Der Rest wird in der Regenerationsphase konsumiert. Allgemein werden zum Ausgleich der Schweißverluste zusätzliche Trinkmengen von insgesamt 120 bis 150 % des Gewichtsverlustes empfohlen.

Eine Kontrollmöglichkeit, ob die Wasserverluste durch ausreichend Getränke ausgeglichen wurden, ist der erste Morgen-Urin. Ist dessen Farbe dunkel, besteht noch ein Flüssigkeitsdefizit. Hat der Urin hingegen eine helle Farbe, sind die Wasserverluste weitgehend ausgeglichen.⁸

Nach sportlicher Betätigung kann auch zu den Mahlzeiten reichlich getrunken werden. Denn die maximal pro Stunde verwertbare Menge an Wasser beträgt ca. ein Liter. Hohe Schweißverluste benötigen demnach mehrere Stunden bis zum vollständigen Ersatz. Dies gilt besonders dann, wenn bei hohen Umgebungstemperaturen auch ohne Aktivität weiter geschwitzt wird, wie es im Sommer oder im Sporturlaub oft der Fall ist.

Zudem ist die Geschwindigkeit der Wiederauffüllung der Muskelenergie (= Glykogen)-depots neben dem Kohlenhydratanteil von der Wasserzufuhr abhängig. Bei ausreichender Getränkezufuhr findet eine raschere Auffüllung der Glykogenspeicher statt als unter Wassermangel.

► Getränkeaufnahme im ausdauerorientierten Freizeitsport

Zu den Ausdauersportarten gehören zum Beispiel Langstreckenlaufen (Running, Jogging), Radfahren/Mountainbiken, E-Biken, Schwimmen, Skilanglaufen, Rudern, Kanufahren, Wandern, (Nordic-)Walking und Bergsteigen. Allerdings können sich auch diese Sportarten in Bezug auf Intensität und Dauer stark unterscheiden.

Zu den Kennzeichen mehrstündiger Belastungen gehören eine niedrige bis mittlere Belastungsintensität, Flüssigkeitsverluste von mehreren Litern und eine Abhängigkeit von der ausreichenden Zufuhr an Energie während der Aktivität, insbesondere von Kohlenhydraten.

Der Sinn des Trinkens während Aktivitäten von mehr als 60 Minuten Dauer liegt im Schutz vor Überhitzung sowie im Erhalt der Leistungsfähigkeit. Schlecht Trainierte oder Untrainierte sowie Beginner sollten bei geplant längerer, sportlicher Tätigkeit bereits ab 30 Minuten mit dem Trinken während der Aktivität beginnen, gut trainierte Ausdauersportler spätestens ab 60 Minuten.

Im Vordergrund steht bei der Wahl des Getränks neben dessen Zusammensetzung die individuelle Verträglichkeit.

► Getränkeaufnahme bei freizeitorientierten Spiel- und Rückschlagsportarten sowie im Fitnessbereich

Zu den Spiel- und Rückschlagsportarten gehören zum Beispiel Fußball, Eishockey, Handball, Tennis, Badminton und Squash. Gemeinsam ist diesen Sportarten und den Aktivitäten im Fitness-Studio die azyklische Belastungsform: Belastungen mit den unterschiedlichsten Intensitäten und Pausen wechseln in unregelmäßigen Folgen.

Die im Spilsport üblichen kurzen explosiven Sprints, zum Beispiel zum Erlaufen eines Stoppschusses beim Tennis, oder eine HIIT-Einheit im Fitness-Studio werden überwiegend durch die Verbrennung von Kohlenhydraten als Energielieferant ermöglicht. Für diese Belastungsarten sind ein stabiler Blutzuckerspiegel zu Aktivitätsbeginn sowie gut gefüllte Muskelglykogendepots von Vorteil.

Getränke für derartige Anforderungen müssen adäquate Mengen an leicht verfügbaren Kohlenhydraten sowie relevante Elektrolyte bereits im Vorfeld der Aktivität, bei Bedarf auch während der Belastung und insbesondere in der Regenerationsphase liefern.

Auftanken, bitte!

Nach einer körperlichen Anstrengung benötigt der Körper eine Regenerationsphase. Die Organsysteme passen sich dem Trainingsreiz an. Die Leistungsfähigkeit wird so erhalten oder sogar verbessert. Der Zeitumfang für die Re-

generationsphase ist abhängig von Art, Intensität und Dauer der Belastung, sowie von individuellen Faktoren wie Alter, Trainiertheitsgrad etc.

Während der Regeneration wird Muskelsubstanz erneuert und zusätzlich aufgebaut. Hierfür wird u.a. Eiweiß benötigt. Alle Prozesse finden im wässrigen Milieu statt, so dass nur bei einer ausreichenden Wasserversorgung mit einer optimiert verlaufenden Regeneration gerechnet werden kann.

Ein Sportprogramm ohne vollständig abgeschlossene Regeneration zu beginnen, ist ein häufiger Fehler im Sport. Der Gesamtorganismus kommt in einen abbauenden (katabolen) Zustand. Die sportliche Leistungsfähigkeit wird trotz hoher Trainingsumfänge verringert. Die Abwehrkräfte im Körper werden nicht stabilisiert, sondern geschwächt.

Für eine gute und erfolgreiche Regeneration sind die folgenden Nährstoffe von besonderer Bedeutung:

► **Muskelkraftstoff Kohlenhydrate**

Für die Nachbelastungs- oder Regenerationsphase hat die Kohlenhydratzufuhr eine herausragende Bedeutung. Wenn ein Trainingsreiz zur Steigerung der Leistungsfähigkeit gesetzt oder ein Wettkampf absolviert wurde, ist die sofortige Aufnahme schnell verfügbarer Kohlenhydrate sinnvoll. Wurde Sport mit niedriger Intensität und mit der Zielsetzung Fettstoffwechseltraining bzw. Gewichtsmanagement betrieben, kann auf den Verzehr von Kohlenhydraten verzichtet werden, um den Reiz für die Fettstoffwechselaktivität zu prolongieren.

Die Fähigkeit, Kohlenhydrate in ihre Speicherform Muskelglykogen umzuwandeln, ist in der ersten Stunde nach der Belastung am größten. Mit einer Zufuhr von ca. 1 g Kohlenhydrate pro kg Körpergewicht durch kohlenhydratreiche Lebensmittel in der ersten Stunde nach Training und Wettkampf kann die Füllung der Muskelenergiespeicher beschleunigt und zu einer optimierten Regeneration beigetragen werden.⁹ Wichtig ist darüber hinaus, dass in dieser Phase genügend Kalium zur Verfügung steht. Es ist zur Speicherung des Muskelglykogens unerlässlich. Kalium wird in relevanten Mengen mit dem Sport-Schweiß ausgeschieden.¹⁰ Zudem wurde die allgemeine Zufuhrempfehlung für diesen wichtigen Mineralstoff von der DGE im Jahr 2016 verdoppelt, von 2.000 mg auf 4.000 mg pro Tag. Diesen neu definierten Kalium-Aufnahmewert regelmäßig zu erreichen, stellt schon ohne schweißbedingte Kaliumverluste eine Herausforderung dar. Daher macht es Sinn, diesen Sportmineralstoff direkt mit dem Nachsportgetränk aufzunehmen.

Zwischen Immunsystem und Belastung bestehen wechselseitige Beziehungen. Eine gezielte Zufuhr kohlenhydratreicher Lebensmittel kann über eine verminderte Ausschüttung von Stresshormonen belastungsinduzierte, immunologische Akutreaktionen dämpfen. Zu viele Spiele oder Wettkämpfe, zu häufiges Training im Fitness-Studio sowie nicht adäquat dosierte Trainingseinheiten und ein

nicht bedarfsgerechtes Ess- und Trinkverhalten können das Immunsystem schwächen und zu einer Häufung von Infekten führen.^{11,12}

Doch bereits nach intensiven oder erschöpfenden Belastungen wird das Abwehrsystem vorübergehend beeinträchtigt. Die während dieser Phase auftretenden immunologischen Veränderungen werden auch als „open window“ beschrieben. Der Körper ist in einem Zeitfenster von bis zu vier Stunden nach intensiven Aktivitäten „offen“ für Bakterien und Viren.

Tabelle 3: Zeitliche Abfolge der Regeneration nach hochintensiver, langer sportlicher Aktivität an der individuellen Belastungsgrenze mit hohen Schweiß-/Wasserverlusten

4. – 6. Min.	Vollständige Auffüllung der muskulären Kreatinphosphatspeicher
20. Min.	Rückkehr der Herzfrequenz und Blutdruck zum Ausgangswert
20. – 30. Min.	Ausgleich der Unterzuckerung; nach Kohlenhydrataufnahme, Einsetzen eines vorübergehenden Blutzuckeranstieges
30. Min.	Erreichen eines Gleichgewichtszustandes im Säure-Basenhaushalt, Abnahme der Laktatkonzentration unter 3 mmol/l
60. Min.	Nachlassen der Proteinsynthesehemmung in beanspruchter Muskulatur
90. Min.	Wechsel von der katabolen in die anabole Stoffwechsellage; verstärkter Eiweißumsatz zur Regeneration und Anpassung
2. Std.	Überwiegende Wiederherstellung der ermüdeten Funktionen der Muskulatur (erste Stufe der motorischen Belastbarkeit)
6. – 10. Std.	Ausgleich im Wasserhaushalt, Normalisierung des Verhältnisses flüssiger und fester Bestandteile
1. Tag	Wiederauffüllung des Leberglykogens
2. – 7. Tag	Auffüllung des Muskelglykogens in stark beanspruchter Muskulatur
3. – 5. Tag	Auffüllung der muskulären Fettspeicher (Triglyceride)
3. – 10. Tag	Regeneration teilzerstörter Muskelstruktureiweiße
7. – 14. Tag	Aufbau in strukturgestörten Mitochondrien (Zell-Energiekraftwerke), allmählicher Wiedergewinn der vollen muskulären aeroben Leistungsfähigkeit
1 – 3 Wochen	Psychische Erholung und Wiederabrufbarkeit der sportspezifischen Komplexleistungen Kurz-, Mittel- und Langausdauersportarten (nicht jedoch in 100 km- Lauf, Marathon, Ironman)

Für die Wiederauffüllung der muskulären Energiespeicher besonders gut geeignet ist ein hoher Anteil an Glucosevarianten (Glucose, Maltose, Maltodextrine) am Kohlenhydratanteil. Diese Kohlenhydrate dienen überwiegend dem Muskel als Energiequelle. Hingegen sollte der Anteil an Fructose (Fructose) niedrig gehalten werden. Denn Fructose wird in der Leber bevorzugt verarbeitet und u.a. in Speichersfett überführt. Über Obst, gesüßte Speisen und süße Getränke, Haushaltszucker und Fruchtsäfte wird über den Tag verteilt oft sehr viel Fructose konsumiert. Wer sich nur wenig bewegt, vergrößert mit einem hohen Fructosekonsum das Risiko der Entstehung einer Nichtalkoholischen Fettlebererkrankung.¹³

Kohlenhydrathaltiges alkoholfreies Bier enthält überwiegend die genannten Glucosevarianten und kaum Fructose. Es ist daher aufgrund seiner Kohlenhydratmatrix sowohl für die schnelle Regeneration als auch in einer Kohlenhydrat-Ladephase vor wichtigen Ausdauerwettkämpfen für die sportartspezifische, bewusst erhöhte Kohlenhydrataufnahme prädestiniert.

► Mineralstoffe: Die Zündfunken des Stoffwechsels

Trotz der allgemein guten Versorgungslage mit Mineralstoffen in Deutschland¹⁴ gibt es Gruppen mit erhöhtem Risiko einer Unterversorgung bei bestimmten Mikronährstoffen, z.B. bei Calcium und Eisen, sowie Zink und Jod¹⁵. Zu diesen Risikogruppen zählen Senioren, Stillende, Schwangere und Personen, die eine Gewichtsreduktionsdiät durchführen oder sich vegan ernähren.

Auch Sportler mit hohen Trainingsumfängen (Triathlon, Radsport, Laufen, Spilsport), einer sportartbedingten niedrigen Kalorienzufuhr (Turnen, Gymnastik, Skispringen, Sportarten in Gewichtsklassen, Fitness-Sportler, Gesundheitssportler mit Zielsetzung „Fettabbau/Abnehmen“) sowie mit einseitiger Ernährung (Kraftsport, Ausdauersport) gehören dieser Risikogruppe an.¹⁰

Das Risiko eines Mineralstoffmangels ist eng mit der Energieaufnahme und der Lebensmittelauswahl verbunden. So korreliert z.B. die Höhe der Magnesiumaufnahme sowohl beim Ausdauersportler als auch beim Kraft- und Mannschaftssportler mit der täglichen Energieaufnahme. Dennoch erreichen mehr als die Hälfte (56 %) der 14-18-jährigen Frauen die empfohlene Magnesiumzufuhr nicht.

Obwohl bei entsprechend höherer Energiezufuhr die Zufuhr an Mikronährstoffen wie beschrieben zunimmt, gibt es einige sportbedingte „Risiko-Nährstoffe“. Sportarten, bei denen mit erhöhtem Risiko einer Mangelversorgung zu rechnen ist, sind u.a. Aerobic, Ballett, Bodybuilding, Boxen, Eiskunstlauf/-tanz, Fitness-Sport (bei gleichzeitiger Zielsetzung Gewichtsreduktion und Erreichen spezifischer Schönheitsideale), Judo, Kunstturnen, Reitsport, Rhythmische Gymnastik, Ringen, Tanz.

Die nachfolgend genannten Werte für die angegebene Aufnahme der unterschiedlichen Nährstoffe beziehen sich auf die Ergebnisse der Nationalen Verzehrsstudie II¹⁴, es sei denn, es sind andere Quellen direkt vermerkt.

► Muskelaktivator Magnesium

Magnesium ist der vierthäufigste Mineralstoff im menschlichen Körper. Ca. 60 % sind im Skelett, ca. 30 % in der Muskulatur und ca. 10 % in anderen Geweben lokalisiert. Magnesium ist für mehr als 300 unterschiedliche Vorgänge des Stoffwechsels zwingend notwendig. Es wird für die Energiebereitstellung, die körpereigene Herstellung von Eiweißbausteinen, Kohlenhydraten und bestimmten Hormonen benötigt. Darüber hinaus spielt es eine wichtige Rolle für die Funktion der Zellwände und für die Erregungsleitung in den Nerven. Im Sport kommt Magnesium bei der Erregungsübertragung von Nerven auf die Muskeln und für die Ausschüttung von Hormonen und Botenstoffen eine zentrale Funktion für die Leistungsfähigkeit während und für die Regeneration nach der Aktivität zu.

Magnesium regelt gemeinsam mit seinem natürlichen Gegenspieler, dem Calcium, die Kontraktion des Muskels. Ein physiologisches Gleichgewicht zwischen Magnesium und Calcium ist eine wesentliche Voraussetzung für die optimale Nerven- und Muskelfunktion.

Trainingseffekte sind bei einer unter dem Optimum liegenden Magnesiumzufuhr geringer. So konnte am Beispiel Fußball gezeigt werden, dass nur die Spieler nach einem fünfwöchigen Trainingslager eine verbesserte Leistung aufwiesen, deren Magnesiumkonzentration im Normalbereich lag. Spieler mit einem Magnesiumdefizit konnten durch das Trainingslager keine Leistungssteigerung erzielen.

Laut aktuellem Ernährungsbericht (DGE, 2020) sind „alkoholfreie Getränke“ und „Brot“ die wichtigsten Quellen für Magnesium.¹⁶ Weiterhin liefern Milch/-erzeugnisse sowie Käse und Obst/-erzeugnisse nennenswerte Mengen an Magnesium.

Besonders gute Magnesiumlieferanten für die Sportlerernährung sind Vollkorn und Vollkorngetreideprodukte (je höher der Ausmahlungsgrad, desto höher der Anteil an Magnesium), Hülsenfrüchte, grüne Gemüsesorten, Kartoffeln, Beerenobst, Orangen und Bananen.

Der Magnesiumbedarf steigt mit erhöhtem Energieverbrauch durch sportliche Aktivität sowie bedingt durch Schweißverluste. Der durchschnittliche tägliche Magnesiumbedarf wird für intensive Ausdauer-, Kraft- und Schnellkraftbelastungen mit 500 – 700 mg angegeben¹⁷. Ein Magnesium-Ersatz während einer Belastung ist nur bei mehrstündigen Höchstleistungen erforderlich. Im Freizeit- und Breitensport ist eine Magnesiumaufnahme während der Aktivität obsolet.

Gerade sportlich Aktive sollten daher auf eine regelmäßige Magnesiumzufuhr durch entsprechende Lebensmittel achten. Getränke, hier vor allem solche, die zur Regeneration eingesetzt werden, sollten einen nennenswerten Beitrag zum Ersatz über den Schweiß eintretender Magnesiumverluste leisten. Werden die individuellen Schweißverluste vollständig mit alkoholfreiem Bier ersetzt, wird mit den meisten alkoholfreien Bieren mehr Magnesium aufgenommen, als über den Schweiß verloren gegangen ist.

► Knochen- und Muskelstabilisator Calcium

Calcium ist der mengenmäßig wichtigste Mineralstoff im Organismus. Es ist zu 99 % im Skelett und in den Zähnen lokalisiert, zu 1 % im Blut. Gemeinsam mit anderen Mineralstoffen wie Magnesium baut Calcium den Stütz- und Kauapparat auf, es stabilisiert die Zellwände, ist an der Funktion von Nerven und Muskeln beteiligt und wichtig für die Blutgerinnung.¹⁵

Die Calciumzufuhr sollte über den Tag verteilt werden. Insbesondere ist auf eine Calciumaufnahme am Abend zu achten, da hierdurch nächtliche Knochenabbauprozesse reduziert und durch den Trainingsreiz provozierte Aufbauprozesse unterstützt werden können.

Hierfür sind calciumhaltige Getränke gut geeignet. Denn Calcium aus Getränken wird vom Körper sehr gut verwertet, da es in gelöster Form vorliegt. Dennoch: Nahezu die Hälfte der Bevölkerung erreicht die empfohlene tägliche Zufuhr von Calcium nicht. Auffallend hoch sind hier die Anteile bei weiblichen Jugendlichen (14-18 Jahre) mit 74 % und bei Senioren (ca. 60 %).

Bei sportlich Aktiven kommt es zusätzlich zu relevanten Calciumverlusten über den Schweiß. Die Calciumversorgung kann deshalb gerade bei sportlich aktiven Frauen zum Problem werden. Frauen sind siebenmal häufiger von Knochenbrüchen betroffen als Männer. Fitness- und Gesundheits-Sportlerinnen, aber auch Frauen im Leistungssport achten in der Regel besonders auf ihre Figur. Häufig ist die Energiezufuhr gering, was zu einer niedrigen Calciumaufnahme führen kann. Daher gilt es besonders für Sportlerinnen, auf eine ausreichende Calciumversorgung über calciumhaltige Lebensmittel zu achten.

Milch/-erzeugnisse und Käse sind die größten Calciumlieferanten. An zweiter Stelle tragen alkoholfreie Getränke nennenswert zur Calciumzufuhr bei. Auch einige grüne Gemüsesorten enthalten viel Calcium, z.B. Brokkoli, Lauch, Mangold, Spinat sowie Kresse, Petersilie und Schnittlauch. Weitere Lebensmittelgruppen spielen keine bedeutende Rolle für die aktuelle Calciumzufuhr.

► Alleskönner Kalium

Kalium hat im Körper eine tragende Rolle für die Funktionsfähigkeit aller Zellen im Allgemeinen und von Nerven

und Muskeln im Besonderen. Nur wenn Kalium in physiologischen Mengen vorhanden ist, lassen sich die Muskeln an- und entspannen. Des Weiteren ist Kalium ein Aktivator der verschiedensten Biokatalysatoren des Eiweißauf- und -abbaus und der Kohlenhydratverwertung in den Muskelenergiespeichern.

Kalium steuert die Reizleitung der Nerven und in Verbindung mit Calcium die Fähigkeit zur Kontraktion der Skelettmuskeln, sowie der Herz- und Gefäßmuskeln. Bei einer Unterversorgung kann es zu Muskeler schlaffung, Kreislaufschwäche, Darmträgheit, Blutdrucksenkung u.a. kommen.

Eine unzureichende Kaliumaufnahme ist in Deutschland nicht selten. Mit dem üblichen Ess- und Trinkverhalten wird die Zufuhrempfehlung von Frauen knapp verfehlt, Männer liegen im Durchschnitt leicht darüber¹⁵. Kommen relevante Kaliumverluste durch den sportbedingten Schweiß hinzu, ist die Kaliumaufnahme oft unzureichend, um diese Verluste zu kompensieren.

Während der Aktivität kommt es zu einem Kaliumverlust über den Schweiß. Die durchschnittlichen Kaliumverluste pro Liter Schweiß werden mit ca. 175 mg angegeben.⁷ Aber: Bei intensiver Aktivität wird beim Glykogenabbau zur Energiegewinnung in den Muskeln Kalium freigesetzt. Beim Sport steigt somit die Kalium-Konzentration im Muskel an. Eine Kaliumaufnahme während des Sports im Freizeit-, Fitness- und Gesundheitsbereich ist deshalb nicht nur nicht notwendig, sie ist sogar kontraproduktiv (Ausnahme: extreme Ausdaueraktivitäten wie Ironman oder 100 km Läufe).

Kalium wird zusammen mit der Speicherform der Kohlenhydrate, dem Glykogen, in der Leber und den Muskeln gespeichert. Daher ist Kalium für die Regeneration nach körperlicher Aktivität dringend erforderlich. Pro Gramm Glykogen werden ca. 19 mg Kalium benötigt. Um bei gut trainierten Ausdauersportlern vollständig entleerte Glykogenspeicher von ca. 400 g wieder zu befüllen, sind demnach annähernd acht Gramm Kalium notwendig! Das ist kaum zu schaffen, wenn nicht gezielt kaliumreiche Lebensmittel wie z.B. alkoholfreie Biere in das Ernährungsmanagement zur Regeneration mit einbezogen werden.

Für sportlich Aktive wird daher neben der allgemeinen Tageszufuhrempfehlung von 4.000 mg eine um 1.000 bis 2.000 mg gesteigerte Aufnahme angeraten.

Kalium ist in vielen Lebensmitteln enthalten. Die größte Menge an Kalium wird bei uns aus alkoholfreien Getränken aufgenommen, gefolgt von Brot, Obst/-erzeugnissen, Milch/-erzeugnissen und Käse. Zu den kaliumreichen Lebensmitteln gehören u. a. Pilze, Bananen, Bohnen, Chillies, Käse, Spinat und Kartoffeln, die bis zu 500 mg Kalium/100 g Lebensmittel aufweisen. Ebenso sind Nüsse, Hülsenfrüchte, Getreide sowie Milchprodukte wichtige Kaliumlieferanten.¹⁸

Alkoholfreies Bier kann durch seinen Kaliumanteil nennenswert zur Deckung des erhöhten Sportlerbedarfs an diesem Universal-Mineralstoff beitragen.

► Janusköpfiger Mineralstoff Natrium

Mit dem Ganzkörperschweiß geht in erster Linie Natrium verloren. Dennoch ist sein gezielter Ersatz nur im leistungsorientierten Sport mit regelmäßig hohen Schweißverlusten notwendig. Natrium spielt zwar eine entscheidende Rolle für den Wasserhaushalt des Körpers, allerdings benötigen Freizeit-, Breiten- und Gesundheitssportler in der Regel keine gezielte, zusätzliche Natriumaufnahme. Denn Natrium ist einer von zwei Teilen des Speisesalzes (der andere ist Chlorid). In Deutschland liegt die Salzzufuhr deutlich über dem Orientierungswert von 6 g/Tag. Es wird eher zu viel als zu wenig Salz verzehrt. Schweißtreibende sportliche Aktivität führt zu einer aktiven Ausscheidung von Kochsalz (Natrium) und ist damit neben der Sauna eine effektive Möglichkeit, die Natriumausscheidung gezielt anzukurbeln.

Eine langfristig hohe Kochsalzzufuhr ohne entsprechende zusätzliche Schweißverluste kann das Risiko für Bluthochdruck erhöhen. Bluthochdruck gehört zu den zentralen Risikofaktoren für Herz-Kreislauf-Krankheiten.

Hingegen wirkt eine hohe Kaliumzufuhr, vor allem bei gleichzeitig moderater Kochsalzaufnahme, bei Personen mit Bluthochdruck blutdrucksenkend und kann sogar das Schlaganfallrisiko reduzieren. Die Deutsche Gesellschaft für Ernährung (DGE) empfiehlt deshalb auch, zur Vorbeugung von Bluthochdruck und Schlaganfall vermehrt Lebensmittel zu verzehren, die von Natur aus wenig Natrium, aber dafür viel Kalium enthalten.¹⁵ Alkoholfreies Bier ist ein solches Lebensmittel.

Da wir mit Natrium eher überversorgt sind und die Nachsportkost in der Regel natriumhaltig ist (Brot, Teigwaren, Milch, Käse, verarbeitete Lebensmittel), ist eine zusätzliche Natrium-Aufnahme durch Regenerations-Getränke maximal im professionellen Ausdauersport, nicht aber im Freizeit- und Breitensport als sinnvoll oder sogar notwendig zu erachten.

► B-Vitamine, die Zündkerzen des Stoffwechsels

Um schnell zu regenerieren und das körpereigene Abwehrsystem sinnvoll zu unterstützen, sind Vitamine notwendig. Besonders die B-Vitamine wirken wie Zündkerzen des Regenerationsstoffwechsels.

Die Vitamine des B-Komplexes, Thiamin (Vit. B1), Riboflavin (Vit. B2), Folsäure (Vit. B9), Pyridoxin (Vit. B6) und Cobalamin (Vit. B12) haben zahlreiche Gemeinsamkeiten. U.a. sind alle am Energiestoffwechsel beteiligt. Dadurch ist ihre ausreichende Versorgung für sportlich Aktive von besonderem Interesse. Beispielsweise hilft Vitamin B2, Energie aus Eiweiß, Kohlenhydraten und Fetten bereitzustellen. Vitamin B6 ist für den Eiweißstoffwechsel und damit auch für den Muskelaufbau und die Regeneration unerlässlich.

► Steuermänner der Regeneration: Folsäure und Cobalamin (Vit. B9 und Vit. B12)

Die Vitamine B9 und B12 spielen nach dem Sport eine wichtige Rolle, da sie die regenerativen Stoffwechselprozesse steuern.

Die Zufuhrempfehlung für Vitamin B9 kann grundsätzlich über eine Vitamin B9-reiche Ernährung erreicht werden. Allerdings liegt die durchschnittliche Vitamin B9-Aufnahme in Deutschland derzeit deutlich unter den Zufuhrempfehlungen.

Vitamin B9 ist an der Produktion roter Blutkörperchen beteiligt, die den Sauerstofftransport zu den Muskeln ermöglichen. Eine schlechte Vit. B9 Versorgung kann zu einer reduzierten Sauerstoffversorgung der Muskeln führen und die Ausdauerleistung beeinträchtigen. Eine sportive Lebensmittelauswahl mit viel grünem Blattgemüse wie Spinat, Grünkohl, Rucola oder Brokkoli und Hülsenfrüchte wie Linsen, Kichererbsen und Bohnen liefert viel Vitamin B9. Auch Avocados, Zitrusfrüchte sowie Nüsse und Samen sind gute Quellen für dieses Vitamin. Eier sind nicht nur ein hervorragender Eiweißlieferant, sie enthalten neben Vitamin B12 auch Vitamin B9.

Da diese Lebensmittel in der Regel nicht in großen Mengen verzehrt werden, liegt die durchschnittliche Aufnahme von Vitamin B9 deutlich unter den allgemeinen Zufuhrempfehlungen, was die besondere Bedeutung der Vit. B9 Aufnahme über z.B. Vitamin B9-haltige Getränke (nach dem Sport) gerade für sportlich Aktive herausstellt.

Die DGE gibt an, dass die empfohlene Zufuhr von 300 µg Vit. B9 pro Tag in Deutschland von einem großen Teil der Erwachsenen nicht erreicht wird¹⁶. Laut Nationaler Verzehrsstudie (NVS II) liegt die mittlere Zufuhr nur bei ca. 200 µg pro Tag. 79 % der Männer und 86 % der Frauen erreichen die empfohlene tägliche Zufuhr von Folsäure nicht. Der Versorgungsstatus dieser Personen liegt mehr als 65 % unterhalb der empfohlenen Zufuhrmenge. In der Altersklasse ab 65 Jahren ist die Folsäure-Versorgung am schlechtesten.¹⁴ Cobalamin (Vit. B12) ist gemeinsam mit Vitamin B9 an der Bildung roter Blutkörperchen beteiligt. Sie sind für den Sauerstofftransport und damit für das sportliche Leistungsvermögen von entscheidender Bedeutung. Zudem ist es gemeinsam mit Vitamin B9 in Zellteilungsprozesse involviert, die die Anpassung des Körpers an den Trainingsreiz zentral mitbestimmen. Nach dem Sport ist dies besonders wichtig, da die Zellteilung und Reparatur von Gewebe in der Erholungsphase stattfinden. Im Sport kann eine Unterversorgung an Vitamin B12 zu Müdigkeit, Schwäche und verminderter Leistungsfähigkeit führen.

Da Vitamin B12 hauptsächlich in tierischen Lebensmitteln vorkommt, sind Vegetarier und vor allem Veganer eine Risikogruppe für eine Vitamin-B12-Unterversorgung. Denn Lebensmittel pflanzlicher Herkunft enthalten nur dann Spuren von Vitamin B12, wenn sie einer Bakteriengärung unterworfen worden sind (z.B. Sauerkraut, alkoholfreies

Bier). Allgemein gelten die in pflanzlichen Lebensmitteln enthaltenen Mengen jedoch als zu gering, um nur über sie den Bedarf zu decken. Veganer nehmen Vitamin B12 daher zusätzlich über Nahrungsergänzungsmittel auf.

Auch Senioren haben oft ein erhöhtes Risiko für einen Vitamin B12-Mangel. Mit zunehmendem Alter kann die Aufnahme von Vitamin B12 aus der Nahrung beeinträchtigt sein. Der Körper produziert weniger Magensäure und Intrinsic Factor, ein Protein, das für die Absorption von Vitamin B12 im Dünndarm notwendig ist. Dadurch kann die Aufnahme von Vitamin B12 aus der Nahrung reduziert werden.

Ältere Menschen weisen zudem oft Veränderungen im Verdauungssystem auf, wie zum Beispiel eine verringerte Produktion von Verdauungsenzymen oder eine geringere Darmbeweglichkeit. Beides kann die Verdauung und Aufnahme von Vitamin B12 aus der Nahrung beeinträchtigen. Auch einige Medikamente wie das bekannte Diabetes Medikament Metformin können die Aufnahme von Vitamin B12 beeinträchtigen. Für sportliche Senioren wird daher eine regelmäßige Kontrolle des Vitamin B12-Status durch eine Blutanalyse empfohlen.

Bei Vit. B12 ist die Bioverfügbarkeit umso geringer, je größer die zugeführte Einzeldosis ist. Da üblicherweise mehr als zwei Drittel der Gesamtaufnahme mit den Hauptmahlzeiten erfolgen, muss damit gerechnet werden, dass aus einer gemischten Kost im Durchschnitt nur 50 %, bei älteren Menschen sogar weniger, absorbiert werden. Die Abhängigkeit der Bioverfügbarkeit von der Einzeldosis spricht für die Aufnahme mehrerer kleinerer Einzelportionen über den Tag verteilt. Getränke, die wie alkoholfreies Bier nennenswerte Mengen an Vit. B12 enthalten, können somit auch aufgrund der ihnen innewohnenden Verzehrsgewohnheiten einen wichtigen Beitrag zur Bedarfsdeckung bzw. zur Minderung der Unterdeckung in den o.a. genannten Risikogruppen leisten.

Mit dem regelmäßigen Genuss von alkoholfreiem Bier steht eine natürliche Vitamin B12-Quelle bereit, um einen Beitrag zur ausreichenden Versorgung mit diesem, für die sportliche Leistungsfähigkeit wichtigen Vitamin, sicherzustellen.

Alkoholfreies Bier kann einen relevanten, positiven Beitrag zur Deckung des Vit. B Bedarfs leisten. Es kann zur sicheren Deckung des bei Freizeitsportlern allgemein leicht erhöhten Bedarfs beitragen, da es eine gute, schmackhafte Quelle für diese Sportler-Vitamine sind. Und es enthält als eines der wenigen, rein pflanzlichen Lebensmittel Vitamin B12.

Hinzu kommt, dass die empfohlene Zufuhr bei einigen B-Vitaminen an den Energieumsatz geknüpft ist. Je mehr Energie verbraucht wird, umso höher der Bedarf. Regelmäßig sportlich Aktive sollten daher bewusst auf eine angemessene Versorgung mit allen Vitaminen des B-Komplexes achten. Da sie wasserlöslich sind und bis auf Vitamin B12 nicht im Körper gespeichert werden, ist eine regelmäßige Aufnahme über die täglich verzehrten Lebensmittel wünschenswert. Lebensmittel wie alkoholfreies Bier,

die zu unterschiedlichen Anlässen genussorientiert verzehrt werden können und zahlreiche B-Vitamine liefern, sind daher für sportlich Aktive empfehlenswert.

► Sekundäre Pflanzenstoffe – Schutz- und Reglerstoffe für Sportler

Sekundäre Pflanzenstoffe sind bioaktive Verbindungen, die in verschiedenen Pflanzen vorkommen und ihnen Farbe, Geschmack und Aromen verleihen. Zu ihnen gehören Substanzen wie z.B. Polyphenole, Flavonoide und Anthocyane. Viele dieser Verbindungen, die auch als Vitamine des 21. Jahrhunderts bezeichnet werden, haben gesundheitsfördernde Eigenschaften. Sie spielen auch für Sportler eine bedeutende Rolle. Denn sie wirken antioxidativ und helfen, schädliche freie Radikale im Körper unschädlich zu machen, die während des Sports vermehrt gebildet werden können. Durch ihre antioxidative Wirkung können sekundäre Pflanzenstoffe dazu beitragen, oxidativen Stress zu reduzieren, die Regeneration nach dem Training zu optimieren und das körpereigene Abwehrsystem zu stärken. Wer weniger unter Infekten leidet, kann seine Trainingsaktivitäten kontinuierlich aufrechterhalten.

Auch entzündungshemmende Eigenschaften sind für einige Sekundäre Pflanzenstoffe bestätigt. Sie können Entzündungsprozesse im Körper verkürzen, die durch intensives Training wie im Kraft- und Spportsport, aber auch bei sehr langen Ausdaueraktivitäten verursacht werden. So verbessern ausgewählte Sekundäre Pflanzenstoffe die Regeneration und unterstützen die Leistungsfähigkeit nachhaltig.

Zudem sorgen einige dieser Substanzen für ein effizientere Durchblutung. Eine gute Durchblutung trägt zur optimalen Versorgung der Muskeln mit Sauerstoff und Nährstoffen während und nach dem Sport bei. Stoffwechselprodukte können schneller aus den beanspruchten Muskeln abtransportiert werden. Und in der Regenerationsphase werden durch diese Sekundären Pflanzenstoffe Aufbauprozesse unterstützt.

Auch für das Immunsystem ist eine regelmäßige Zufuhr möglichst vielfältiger Sekundärer Pflanzenstoffe von großer Bedeutung. Einige von ihnen haben immunmodulierende Eigenschaften und können die Funktion des Immunsystems stärken.

Die Fülle der über 5.000 bekannten Sekundären Pflanzenstoffe mit nachgewiesener Wirkung sollte möglichst in ihrer natürlichen Form durch eine vielfältige Lebensmittelauswahl aufgenommen werden. Neben einer breiten Palette von Obst, Gemüse, Nüssen, Samen und Vollkornprodukten sind auch einige Getränke eine wertvolle Quelle für diese Schutz- und Reglerstoffe.

Je nach Hersteller und Braumethode variieren die exakten Mengen und Varianten der Sekundären Pflanzenstoffe im alkoholfreien Bier. Dennoch ist es eine gute Möglichkeit, die Palette dieser Substanzen für die tägliche Versorgung zu

erweitern. Wissenschaftliche Studien an Sportlern konnten sogar konkrete Vorteile einer regelmäßigen Aufnahme von Sekundären Pflanzenstoffen aus alkoholfreiem Bier dokumentieren.¹⁹ Das Risiko für Erkrankungen der oberen Atemwege, einer für Ausdauersportler typischen Erkrankung, konnte bei Marathonläufern durch regelmäßigen Genuss von alkoholfreiem Bier reduziert werden.

Durch das vermehrte Atmen sind Sportler häufiger als Inaktive von diesen speziellen Infekten betroffen. Sekundäre Pflanzenstoffe des alkoholfreien Bieres waren in der Lage, bei bereits erfolgter Infektion die Erkrankungsdauer zu verkürzen und die Schwere der Erkrankung zu verringern.²⁰ Das bedeutet für alle, die sich z.B. auf einen Saisonhöhepunkt wie einen Marathonlauf oder ein wichtiges Turnier vorbereiten, weniger Trainingsausfalltage und eine sichere Leistungserbringung.

Alkoholfreies Bier enthält eine Vielzahl Sekundärer Pflanzenstoffe wie Polyphenole, die aus den unterschiedlichen pflanzlichen Zutaten des Bieres stammen. Hopfeninhaltsstoffe wie Bitterstoffe, Flavonoide und ätherische Öle können entzündungshemmend und antioxidativ wirken. Auch Isoflavone aus Malz und Hopfen, die das Portfolio Sekundärer Pflanzenstoffe im alkoholfreien Bier abrunden, können den Stoffwechsel positiv modulieren.

Isotonie – ein Qualitätsmerkmal für Getränke beim Sport?

Bei Getränken kann der Anteil der gelösten Teilchen (= osmotischer Druck) mit denen des Blutes verglichen werden.^v Getränke mit identischer Teilchenzahl wie der des Blutes ($\pm 10\%$) sind somit Blut-isoton, bzw. werden als „isotonisch“ bezeichnet. Ihre Osmolalität ist identisch.

► Hypotone Getränke – Wasser, kaum Energie

Als hypotone oder hypotonische Getränke werden diejenigen bezeichnet, die eine deutlich geringere Teilchenkonzentration als das menschliche Blut aufweisen. Zu den hypotonen Getränken zählen beispielsweise Mineral- und Leitungswasser, Tee und Kaffee (ungesüßt) oder stark verdünnte Säfte. Diese Getränke werden schneller als hypertone Getränke aus dem Darm aufgenommen. Deshalb eignen sie sich zum raschen Wasserersatz während körperlicher Aktivität, wenn keine Energiezufuhr notwendig (kurze Belastungsdauer oder geringe Belastungsintensität) oder gewünscht (Sport zur Gewichtsreduktion, Fettstoffwechseltraining) ist bzw. diese aus anderen Quellen wie Gels oder Riegeln stammt.

Hypotone Getränke enthalten in erster Linie Wasser. Sie haben eine kurze Magenverweildauer und sind für den Organismus in der Regel gut verträglich. Hypotone Getränke sind dann sinnvoll, wenn allein ein moderater Flüssigkeitsersatz gefordert wird.²¹

► Hypertone Getränke – hoher Energiegehalt, wenig Wasser

Hypertone oder hypertonische Getränke weisen mehr wasserbindende Teilchen als das Blut auf (höhere Osmolalität). Die Osmolalität von z. B. Cola-Getränken oder Limonaden ist mehr als doppelt so hoch wie die des Blutes, ebenso die von 100 %igen Fruchtsäften. Zu den hypertonen Getränken zählen auch Energy-Drinks sowie Fruchtsaftgetränke oder nur wenig verdünnte, selbst gemischte Fruchtsaftschorlen. Vor der Aufnahme aus dem Darm müssen sie erst durch in den Darm abgegebenes, körpereigenes Wasser verdünnt werden. Dazu wird kurzfristig Wasser aus dem Körper in Magen und Darm abgezogen. Diese Wasserabgabe ist während der Belastung äußerst ungünstig, da das bestehende Wasserdefizit in der Peripherie (arbeitende Muskulatur, Hirntätigkeit) temporär sogar noch vergrößert werden kann.⁸

► Isotone Getränke – Wasser, Mineralstoffe und Energie im sportiven Verhältnis

Isotone Getränke wie einige alkoholfreie Biere weisen die gleiche Konzentration osmotisch relevanter Teilchen wie menschliches Blut auf. Sie sind während und nach dem Sport bei Ausdauerleistungen, hochintensiven Intervallbelastungen oder bei mehrfacher sportlicher Aktivität pro Tag sinnvoll. Auch wenn besonders schnell und effektiv regeneriert werden soll, sind sie die Getränke der Wahl.

Getränke mit einem isotonischen Charakter und ernährungsphysiologisch sinnvoller Zusammensetzung liefern nach dem Sport Mineralstoffe zum Ersatz der Elektrolytverluste, halten durch schnellstmöglichen Wasserersatz das Blutvolumen aufrecht und stabilisieren als Energielieferant durch leicht verfügbare Kohlenhydrate die Leistungsfähigkeit. Sie ersetzen den Wasser-, Elektrolyt- und Energieverlust am schnellsten.

Eine rasche Rehydratation mit isotonischen Getränken unterstützt die Regeneration, das körpereigene Abwehrsystem und die Anpassungsfähigkeit des Organismus an den gesetzten Trainingsreiz.

Clever kombiniert, perfekt regeneriert

Snack-Idee aus üblichen, sportiven festen Lebensmitteln in Kombination mit alkoholfreiem Bier. Beispiel: 2 Scheiben gut vermahlene Vollkornbrot mit 2 EL Quark Halbfettstufe und Gurkenscheiben belegt, mit Salz und Pfeffer gewürzt. Dazu eine Flasche alkoholfreies Bier. Liefert unterschiedlich schnell verfügbare Kohlenhydrate, viel Eiweiß (Verhältnis Kohlenhydrate zu Eiweiß 2:1), wichtige Elektrolyte wie Kalium und Magnesium sowie B-Vitamine für die effektive Regeneration nach dem Spilsport (Tennis, Fußball, Handball, Badminton).

Effektive Regeneration und erfrischender Genuss nach dem Sport

Fitness-, Freizeit- und Breitensportlerinnen und -sportler erhalten mit alkoholfreiem Bier ein Getränk, das für die Regenerationsphase insbesondere nach Aktivitäten von einer Stunde und darüber hinaus sowie zum Genuss zwischen zwei sportlichen Aktivitäten empfohlen werden kann.

Es ist meist isotonisch und sorgt für einen schnellen Wasserersatz. Durch die spezielle Kohlenhydratmatrix ermöglicht es eine zielgerichtete und sportgerechte Energiezufuhr. Die Kohlenhydrate aus alkoholfreiem Bier liefern vor, zwischen und vor allem nach der Belastung leicht verfügbare Energie zur schnellstmöglichen und effektiven Regeneration.

Die Mehrheit der Sport treibenden Menschen in Deutschland ist länger als 60 Minuten pro Sporteinheit aktiv. Nach sportlichen Aktivitäten, die 60 Minuten und länger dauern, sind Getränke mit glykämisch wirkenden Kohlenhydraten, wie diese in alkoholfreien Bieren enthalten sind, unzweifelhaft die beste Wahl.

Alkoholfreies Bier hat einen sport- und regenerationsgerechten Elektrolytanteil, vor allem bestehend aus Kalium und Magnesium. Der nennenswerte Kaliumgehalt unterstützt die zeitnahe Wiederauffüllung der muskulären Energiespeicher nach Training, Wettkampf und Spiel. Zudem kann er bei regelmäßigem Konsum von alkoholfreiem Bier zu einer gesicherten Versorgung an diesem bedeutenden Mineralstoff beitragen. Es ist daher auch geeignet, entsprechende Verluste über den Schweiß in der Nachbelastungsphase zu ersetzen und dem Mehrbedarf von sportlich Aktiven an diesen Mineralstoffen gerecht zu werden.

Sportler können sich mit dem regelmäßigen Verzehr von alkoholfreiem Bier mit Vitaminen versorgen, deren Zufuhr in einigen Bevölkerungsgruppen als suboptimal beschrieben wird und die für die sportliche Betätigung von besonderer Bedeutung sind. Alkoholfreies Bier liefert die für den Energiestoffwechsel und für die Zellteilung wichtigen Vitamine Vitamin B6, Vitamin B9 und Vitamin B12. Es kann damit effektiv zur Deckung des allgemeinen und des sportbedingten Mehrbedarfs dieser Vitamine beitragen.

Die Natürlichkeit der pflanzlichen Zutaten garantiert einen relevanten Gehalt an Sekundären Pflanzenstoffen. Diese Schutz- und Reglerstoffe modulieren den Stoffwechsel des Sportlers, so dass Anpassungs- und Regenerationsprozesse optimiert und das Immunsystem gestärkt werden können. Alkoholfreies Bier entspricht zudem den Erwartungen und Präferenzen vieler Aktiver im Gesundheits-, Freizeit-, Breiten-, Vereins- und Fitness-Sport. Der gute Geschmack erhöht die Trinkbereitschaft und trägt zum leichten Erreichen der empfohlenen, täglichen Trinkmengen und mit an die Schweißverluste angepassten Verzehrsmengen zur effektiven Rehydrierung nach der Aktivität bei. Auch das Deutsche Institut für Sporternährung e.V. (DiSE), Bad Nauheim, ist von alkoholfreiem Bier für die genussvolle, erfrischende und effektive Regeneration nach dem Sport überzeugt.

Transparenzhinweis

Diese Broschüre wurde in Zusammenarbeit zwischen dem Deutschen Institut für Sporternährung e.V. (DiSE), Bad Nauheim, und dem Deutschen Brauer-Bund e.V. (DBB) erstellt. Das DiSE engagiert sich für die Förderung von wissenschaftlich fundierten Ernährungspraktiken im Sport, während der Deutsche Brauer-Bund die Interessen der Brauwirtschaft in Deutschland vertritt.

Das Ziel dieser Broschüre ist es, qualitativ hochwertige Informationen zum richtigen Trinken im Kontext „Sport“ bereitzustellen, die auf aktuellen wissenschaftlichen Erkenntnissen basieren. Die Broschüre stellt die Bedeutung des Trinkens im Sportkontext heraus und enthält Empfehlungen, wie der Konsum von alkoholfreiem Bier in bestimmten Situationen in den Ernährungsplan von Sportlern integriert werden kann. Es wird darauf hingewiesen, dass die in der Broschüre präsentierten Informationen auf wissenschaftlichen Daten basieren und unabhängig von der Finanzierung objektiv und ausgewogen dargestellt werden.

Bei Fragen zu den Inhalten der Broschüre oder für weitere Informationen können Sie sich an das Deutsche Institut für Sporternährung e.V. (DiSE) oder den Deutschen Brauer-Bund wenden.

Bad Nauheim, Mai 2024

Deutsches Institut für Sporternährung e.V. (DiSE)

In der Au 1 • 61231 Bad Nauheim

Kontakt

Telefon: +49 (0) 6032 71200

E-Mail: info@disse.online

Verzeichnis der Tabellen und Abbildungen

Tabelle 1: Nährwertangaben verschiedener alkoholfreier Biere, laut Herstellerangaben

Tabelle 2: Zusammensetzung des Schweißes mit Variationsbreiten

Tabelle 3: Zeitliche Abfolge der Regeneration nach hochintensiver, langer sportlicher Aktivität an der individuellen Belastungsgrenze mit hohen Schweiß-/Wasserverlusten

Abbildung 1: Folgen eines unausgeglichenen Schweißverlustes

Literaturverzeichnis

- ¹forsa Politik- und Sozialforschung GmbH. Körperliche Aktivität und Einstellungen zum Sport, 23. Mai 2019
- ²DSSV. Gesundheitsförderung und Krankheitsprävention durch regelmäßiges Fitnesstraining: Die Bedeutung der Fitness- und Gesundheitsbranche als Gesundheitsdienstleister – eine wissenschaftliche Betrachtung – 27. August 2021
- ³2HMforum. „Monitoring Sportsatellitenkonto (SSK)“ gefördert durch Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) und Bundesinstitut für Sportwissenschaft (BISp): Der Beitrag des Sports zur Erfüllung der WHO-Empfehlungen für körperliche Aktivität. 2020
- ⁴Kenefick, R.W., Cheuvront, S.N. Physiological adjustments to hypohydration: Impact on thermoregulation. *Auton. Neurosci.* 2016, 196, 47–51
- ⁵Wagner G., Peil J. M., Schröder, U. *Trink Dich Fit – Handbuch für das richtige Trinken.* Pala-Verlag, 2011
- ⁶Schröder, U., Wagner, G. Trinken beim Sport: individuell und zielorientiert. *Ernährung & Medizin* 2020; 35(01): 10-15 DOI: 10.1055/a-0971-0665
- ⁷Brouns, F., Saris, W., Schneider, H. Rationale for upper limits of electrolyte replacement during exercise. *Int J Sport Nutr.* 1992 Sep;2(3):229-38. doi: 10.1123/ijsn.2.3.229.
- ⁸Sawka, M.N. et al. American College of Sports Medicine position stand. Exercise and fluid replacement. *Med. Sci. Sports Exerc.* 2007, 39, 377–390
- ⁹Wagner, G., Schröder, U. *Essen Trinken Gewinnen.* Pala-Verlag, 2009
- ¹⁰Thomas, D. T., Erdman, K. A., Burke, L. M. (2016). American College of Sports Medicine Joint Position Statement. Nutrition and Athletic Performance. *Medicine and science in sports and exercise*, 48(3), 543–568. <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000000852>
- ¹¹Gabriel, H. (2004). II Sport und Immunsystem. In: Pokan, R., Förster, H., Hofmann, P., Hörtnagl, H., Ledl-Kurkowski, E., Wonisch, M. (eds) *Kompandium der Sportmedizin.* Springer, Vienna. https://doi.org/10.1007/978-3-7091-3781-9_13
- ¹²Simpson, R.J., Kunz, H., Agha, N., Graff, R. Exercise and the Regulation of Immune Functions. *Prog Mol Biol Transl Sci.* 2015;135:355-80. doi: 10.1016/bs.pmbts.2015.08.001. Epub 2015 Sep 5. PMID: 26477922
- ¹³Geidl-Flueck, B., Gerber, P. A. (2023). Fructose drives de novo lipogenesis affecting metabolic health. *The Journal of endocrinology*, 257(2), e220270. <https://doi.org/10.1530/JOE-22-0270>
- ¹⁴Max-Rubner Institut (Hg.) *Nationale Verzehrsstudie II. Die bundesweite Befragung zur Ernährung von Jugendlichen und Erwachsenen.* Max-Rubner Institut, Karlsruhe, 2008
- ¹⁵DGE / D.A.CH. Deutsche Gesellschaft für Ernährung, Österreichische Gesellschaft für Ernährung, Schweizerische Gesellschaft für Ernährungsforschung, Schweizerische Vereinigung für Ernährung (Hrsg.) *„Referenzwerte für die Nährstoffzufuhr“*, 2. Auflage, 7. aktualisierte Ausgabe, Bonn 2021
- ¹⁶Deutsche Gesellschaft für Ernährung (Hrsg.): 14. DGE-Ernährungsbericht. Bonn (2020)
- ¹⁷Konopka, P. *Sporternährung: Grundlagen Ernährungsstrategien Leistungsförderung.* BLV Sport, Fitness & Training, 2018
- ¹⁸Wagner, G., Schröder, U. Peil, J. M.: *Gewichtsmannipulation und Gewichtsmanagement – Die richtige Ernährung bei Sportarten und Gewichtsklassen;* Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin, 05/2003
- ¹⁹Scherr, J. et al. Nonalcoholic beer reduces inflammation and incidence of respiratory tract illness. *Med Sci Sports Exerc.* 2012 Jan;44(1):18-26. doi: 10.1249/MSS.0b013e3182250dda. PubMed PMID: 21659904.
- ²⁰Clauss, S. et al. Impact of polyphenols on physiological stress and cardiac burden in marathon runners – results from a substudy of the BeMaGIC study. *Appl Physiol Nutr Metab.* 2017 May;42(5):523-528. doi: 10.1139/apnm-2016-0457. Epub 2017 Jan 16. PubMed PMID: 28177719.
- ²¹Rowlands, D. S., Kopetschny, B. H., Badenhorst, C. E. (2022). The Hydrating Effects of Hypertonic, Isotonic and Hypotonic Sports Drinks and Waters on Central Hydration During Continuous Exercise: A Systematic Meta-Analysis and Perspective. *Sports medicine (Auckland, N.Z.)*, 52(2), 349–375. <https://doi.org/10.1007/s40279-021-01558-y>



Deutsches Institut für
Sporternährung e.V.