

Der Wasserhaushalt und die ernährungsphysiologische Bedeutung von Wasser und Getränken

Kerstin Köhnke, Bonn

Wasser ist aufgrund seiner physikalisch-chemischen Eigenschaften unverzichtbar für die Aufrechterhaltung lebensnotwendiger Prozesse im menschlichen Körper. Bereits ein Flüssigkeitsverlust von 3 % des Körperwassers führt zu Einschränkungen der geistigen und körperlichen Leistungsfähigkeit. Es ist daher notwendig, auf eine ausreichende Wasserzufuhr zu achten. Im Hinblick auf die zunehmende Adipositasprävalenz sind Getränke dafür sorgfältig auszuwählen.

Wassergehalt des Körpers und Funktionen des Wassers

Wasser ist quantitativ der wichtigste Bestandteil des menschlichen Körpers, sein Anteil variiert je nach Alter, Geschlecht und Körperzusammensetzung. Der Anteil des Körperwassers am Körpergewicht beträgt bei Säuglingen etwa 70 %. Der Körper des Erwachsenen weist im Mittel einen Wassergehalt von 50–60 % auf, bis zum 85. Lebensjahr sinkt dieser auf bis zu 45 %.

Die fettfreie Körpermasse besitzt mit ca. 70–75 % einen relativ konstanten Wassergehalt gegenüber dem Fettgewebe mit ca. 10–40 %. Frauen weisen aufgrund des höheren Körperfettanteils daher einen um etwa 10 % geringeren Wasseranteil als Männer auf und Übergewichtige bzw. Adipöse einen geringeren Was-

seranteil ($\approx 40\text{--}45\%$ des Körpergewichts) als muskulöse Menschen ($\approx 70\%$ des Körpergewichts) [1–4].


Die Verteilung des Körperwassers

Das Wasser verteilt sich im Körper im Wesentlichen auf zwei Kompartimente: Zu etwa zwei Dritteln ist das Körperwasser in den Zellen gebunden (intrazelluläres Wasser) und etwa ein Drittel liegt im extrazellulären Raum vor. Die extrazelluläre Flüssigkeit umfasst das Plasmawasser des Blut- und Lymphgefäßsystems (intravasale Flüssigkeit) und das Wasser der Zellzwischenräume (interstitielle Flüssigkeit). Ferner wird auch das Wasser der Hohlräume (transzelluläre Flüssigkeit), z. B. der Harn- und Gallenblase, zur extrazellulären Flüssigkeit gezählt [1]. Die extrazelluläre Flüssigkeit weist einen hohen Gehalt an Natrium- und Chloridionen auf, in der intrazellu-

lären Flüssigkeit dominieren hingegen Kaliumionen. Die Wasserverteilung zwischen den Kompartimenten erfolgt entlang eines osmotischen Gradienten, der durch die unterschiedlichen Mengen an gelösten Ionen und Substanzen hervorgerufen wird [3].

Die Funktionen des Wassers

Wasser, bestehend aus zwei Atomen Wasserstoff und einem Atom Sauerstoff (H_2O , \blacklozenge Übersicht), übernimmt aufgrund der Dipolstruktur und der Fähigkeit zur Ausbildung von Wasserstoffbrückenbindungen vielfältige physiologische Funktionen. Neben der Eigenschaft als Lösungsmittel ermöglicht Wasser den Transport zahlreicher Substanzen in den Flüssigkeitskompartimenten, die u. a. die Versorgung der Zellen mit Nährstoffen und die Ausscheidung harnpflichtiger Substanzen betreffen. Zugleich ist Wasser Reaktionspartner

Wasser (Wasserstoffoxid)	
Allgemeine Eigenschaften	farb-, geruchs- und geschmackslos
Strukturformel	
Summenformel	H_2O
Molare Masse	18,015 g/mol
Dichte	0,99 g/cm ³ bei 0 °C
Siedepunkt	100 °C
Schmelzpunkt	0 °C
pH-Wert	7
Spezifische Wärmekapazität	4,1855 J/(g·K)
Verdampfungsenthalpie	40,651 kJ/mol bei 100 °C
elektrische Leitfähigkeit	0,0635 $\mu\text{S}/\text{cm}$

Übs.: Physikalisch-chemische Eigenschaften von Wasser [6]

bei zahlreichen Stoffwechselprozessen und für die Aufrechterhaltung des **Turgors** sowie die Ausbildung von biologischen Strukturen, z. B. Biomembranen und Nukleinsäuren, verantwortlich. Nicht zuletzt ist Wasser auch an der Regulation des Säure-Basen-Haushalts und der Körpertemperatur (Thermoregulation) beteiligt [1, 5, 6].

Wasserbilanz

Täglich werden beim Erwachsenen ca. 5–6 % des Gesamtkörperwassers umgesetzt, bei Säuglingen bis zu 20 %. Die Aufrechterhaltung von physiologischen Funktionen erfordert einen konstanten Wasseranteil am Körpergewicht, folglich auch eine ausgeglichene Wasserbilanz [5]. Diese ergibt sich aus der Differenz der täglichen Wasserzufuhr und -abgabe (♦Tabelle 1).

Wasseraufnahme

Die tägliche Wasserzufuhr von 2–3 l Wasser erfolgt größtenteils über Getränke sowie flüssige und feste Lebensmittel (präformiertes Wasser). ♦Tabelle 2 zeigt den Wassergehalt ausgewählter Getränke und Lebensmittel.

Weiterhin steht dem Körper das bei der mitochondrialen Oxidation der Nährstoffe gebildete Wasser zur Verfügung (metabolisches Wasser/Oxidationswasser): 107 ml aus 100 g Fett, 41 ml aus 100 g Protein und 55 ml aus 100 g Kohlenhydraten. Bei der üblichen Mischkost werden etwa 335 ml Oxidationswasser im Körper gebildet [5, 7].

Das zugeführte Wasser wird zu 65 % im Dünndarm (Jejunum, Ileum) und zu 35 % im Dickdarm absorbiert. Die Absorption erfolgt entlang eines osmotischen Gradienten, der bei der Absorption von Nährstoffen, v. a. Glukose und Natrium, zwischen Darmlumen und Plasma entsteht [5, 9].

Wasserabgabe

Der zugeführten Wassermenge stehen Wasserausscheidungen über die Nieren, den Fäzes, die Haut und die Lunge gegenüber. Die Wasserausscheidung

Wasseraufnahme	ml/Tag	Wasserabgabe	ml/Tag
Getränke	1 440	Urin ⁴	1 440
Wasser in fester Nahrung ¹	875	Stuhl	160
Oxidationswasser ²	335	Haut	550
		Lunge	500
Wasseraufnahme gesamt³	2 650	Wasserabgabe gesamt	2 650

¹78,9 ml/MJ (0,33 ml/kcal); ²Protein 58 g/Tag (9 % der Gesamtenergie), Fett 80 g/Tag (27 %), Kohlenhydrate 407 g/Tag (63 %); ³~250 ml/MJ (1 ml/kcal); ⁴Urinvolumen entspricht Trinkvolumen

Tab. 1: **Durchschnittliche Wasserbilanz eines Erwachsenen pro Tag** [7]
(Errechnet für den Durchschnitt der Altersgruppe 19 bis unter 51 Jahre. Die Werte wurden absichtlich wenig gerundet, um die Nachvollziehbarkeit ihrer Berechnungen zu gewährleisten.)

über die **Nieren** ist beim Gesunden den Bedürfnissen des Organismus angepasst und entspricht der täglichen Trinkmenge. Der minimale Flüssigkeitsverlust über die Nieren beträgt bei stärkster Antidiurese etwa 700 ml pro Tag. Einen entscheidenden Einfluss auf die Wasserausscheidung hat die Zusammensetzung der Nahrung. Für die Ausscheidung von harnpflichtigen Substanzen sind etwa 15 ml Wasser pro Gramm gelöster Substanzen, wie z. B. Harnstoff und Natriumchlorid, not-

wendig. Eine vermehrte Protein- und Kochsalzzufuhr geht demzufolge mit einer erhöhten Wasserausscheidung einher. Beispielsweise würde das Trinken von etwa 500 ml Meerwasser eine zusätzliche Wasserausscheidung von etwa 300 ml nach sich ziehen, da zur Ausscheidung der in dieser Flüssigkeitsmenge gelösten Salze etwa 800 ml Wasser benötigt werden [5].

Etwa 150–200 ml Wasser werden über die **Fäzes** ausgeschieden. Krankheiten des Gastrointestinaltrakts, z. B.

	Wassergehalt [g]	
	pro 100 g	pro Portion des Lebensmittels [Portionsgröße]
Getränke		
Wasser	100	200 [200 ml]
ungesüßter Früchte-/Kräutertee	100	125 [125 ml]
Apfelsaft	88	176 [200 ml]
Pfirsichfruchtnektar	85	170 [200 ml]
Gemüse und Obst		
Gurke	96	143 [150 g]
Tomate	94	75 [80 g]
Spargel, gegart	93	140 [150 g]
Brokkoli, gegart	89	134 [150 g]
Erbsen (grün), gegart	74	110 [150 g]
Beerenobst	90	112 [125 ml]
Orange	87	108 [125 g]
Apfel	82	103 [125 ml]
Banane	75	75 [100 g]
Milch und Milchprodukte		
Milch, 1,5 % Fett	89	134 [150 ml]
Joghurt, 1,5 % Fett	89	133 [150 g]
Schnittkäse, 30 % Fett i. Tr.	52	16 [30 g]
Fleisch und Fisch		
Hähnchenbrustfilet, gegrillt	73	109 [150 g]
Seelachs, gegart	74	111 [150 g]
Vollkornprodukte und Kartoffeln		
Kartoffeln, gegart	80	121 [150 g]
Vollkornbrot	43	22 [50 g]

Tab. 2: **Wassergehalt ausgewählter Lebensmittel** [8]

Diarrhö, sind mit deutlich höheren Wasserausscheidungen verbunden [5].

Die Wasserabgabe über die **Hautoberfläche und die Atemluft** erfolgt zum einem unbemerkt und passiv als Wasserdampf (Perspiratio insensibilis). Über die Haut verdunsten etwa 350 ml pro Tag als Wasserdampf. Dieser Wert lässt sich auch bei Wassermangel kaum reduzieren. Zum anderen führt die aktive Schweißsekretion (Perspiratio sensibilis) über die Haut zu einem Verlust von Körperwasser [5, 9]. Die Wasserabgabe in Form von Schweiß wird im Wesentlichen von der Umgebungstemperatur, der Luftfeuchtigkeit, der Intensivität und Dauer der körperlichen Aktivität sowie der Kleidung bestimmt und ist mit hohen Elektrolytverlusten verbunden. Bei geringer körperlicher Aktivität und normalen Umgebungsbedingungen werden täglich etwa 100–350 ml Schweiß sezerniert. Bei Hitze und starker Trainingsintensivität sind Flüssigkeitsverluste von 2 l pro Stunde und unter Extrembedingungen auch weit darüber möglich. Die beim Schwitzen über die Hautoberfläche entstehende Verdunstungskälte dient der Thermoregulation und ist der effektivste Mechanismus, um die Körpertemperatur aufrecht zu erhalten. Dem Körper werden pro Liter verdunsteter (nicht abtropfender) Flüssigkeit 2 436 kJ (583 kcal) an Wärmeenergie entzogen.

Die über die **Lunge** abgegebene Wassermenge ist abhängig von der Ventilationsgröße der Lunge, der Umgebungstemperatur sowie dem Wasserdampf- und Sauerstoffdruck. Sie beträgt etwa 500 ml pro Tag. Der Wasserverlust über die Lunge nimmt bei trockener und kalter Luft bedingt durch den sinkenden Wasserdampfdruck zu. Außerdem steigt der Wasserverlust in großen Höhen deutlich an, da das Atemminutenvolumen infolge des geringeren Sauerstoffgehalts erhöht ist [4, 5, 7, 10, 11].

Unter normalen physiologischen Bedingungen übersteigt die Wasserzufuhr den Wasserbedarf. Die Wasserbilanz des Körpers wird durch die Ausscheidung des Überschusses im Wesentlichen über die Nieren konstant gehalten [s. dazu ausführlich [12]. Gesunde Erwachsene können bei kurzzeitiger Belastung über die

Glossar:

Hypotone, hypertone und isotope Getränke:

- **hypoton** = niedrigere Konzentration an gelösten Teilchen als im Blut
- **hyperton** = höhere Konzentration an gelösten Teilchen als im Blut
- **isoton** = gleiche Konzentration an gelösten Teilchen wie im Blut (z. B. eine 0,9%ige Natriumchlorid-Lösung)

Tachykardie = Beschleunigung der Herzfrequenz in Ruhe auf über 100 Schläge/min

Turgor = Zellinnendruck, Spannungszustand der Haut

Wasserintoxikation (hypotone Hyperhydratation bzw. Verdünnungshyponatriämie) = Wasserüberschuss mit verminderter Salzkonzentration (Natriumkonzentration)

Nieren bis zu 1 l Flüssigkeit pro Stunde ausscheiden. Die maximal auch längerfristige tolerierbare Menge beträgt bei gesunden Erwachsenen etwa 10 l pro Tag [5, 7]. Die Gefahr einer akuten **Wasserintoxikation** (Hyponatriämie) infolge einer exzessiven Wasserzufuhr kann bei Säuglingen und Kleinkindern bestehen, z. B. im Rahmen von Nierenfunktionstests mit Adiuoretin-Analogen oder nach Magenspülung mit Trinkwasser [7, 13, 14]. Ebenso stellt eine übermäßige Zufuhr **hypotoner** Getränke bei intensiver körperlicher Aktivität ein Risiko für eine Wasserintoxikation dar [15].

Symptome und Folgen einer unzureichenden Flüssigkeitszufuhr

Wird zu wenig Wasser zugeführt, übersteigen obligate Verluste über die Nieren, Lunge, Haut und Fäzes die Zufuhr. Es kommt zur Dehydratation, d. h. der Abnahme der extrazellulären Körperflüssigkeit, und zur Exsikkose (Austrocknung). Pathophysiologisch wird zwischen drei Arten der Dehydratation differenziert [5, 16]:

- **Isotone Dehydratation:** Der Wasser- und Elektrolytverlust (Natrium) erfolgt im gleichen Verhältnis, z. B. infolge von Diarrhö oder Erbrechen.
- **Hypertone Dehydratation:** Der Wasserverlust ist verhältnismäßig größer als der Elektrolytverlust (Natrium), z. B. bei Fieber oder bei gestörtem Durstempfinden.
- **Hypotone Dehydratation:** Der Elektrolytverlust (Natrium) ist ver-

hältnismäßig größer als der Wasserverlust, z. B. bei starkem Schwitzen aufgrund intensiver körperlicher Belastung.

Ein Durstgefühl ist bereits ein Ausdruck einer negativen Wasserbilanz. Daher sollte nicht erst bei Durstgefühl getrunken werden.

Bei einer Verminderung des Gesamtkörperwassers um 0,5 % entsteht bereits ein Durstgefühl, welches mit abnehmendem Wassergehalt an Stärke zunimmt. Wird dem Blut und dem Gewebe zunehmend Wasser entzogen, wird die Fließfähigkeit des Blutes beeinträchtigt und harnpflichtige Substanzen werden nicht mehr in ausreichendem Maß ausgeschieden. Zugleich wird die Sauerstoff- und Nährstoffversorgung der Muskel- und Gehirnzellen herabgesetzt. Bei Flüssigkeitsverlusten von etwa 3 % des Körperwassers kommt es zu geistigen und körperlichen Leistungseinbußen, insbesondere des Konzentrations- und Reaktionsvermögens. Werden die Defizite nicht ausgeglichen, können **Tachykardien**, eine erhöhte Körpertemperatur und Kreislaufschwäche bis hin zu Verwirrheitszuständen auftreten. Ein Verlust von mehr als 20 % der Körperflüssigkeit hat oftmals einen lebensbedrohlichen Zustand durch Kreislauf- und Nierenversagen zur Folge (♦Tabelle 3) [1, 17–19].

Bei einem Verlust von mehr als 3 % des Körperwassers ist für eine Rehydratation ein längerer Zeitraum erforderlich. Eine komplette Rehydratation benötigt etwa 16–24 h und sollte durch die

Abnahme der Gesamtkörperflüssigkeit um:	Bei einem 65 kg schweren Mann entspricht dies etwa:	Auswirkung
0,5 %	0,2 l	Durstgefühl
3 %	1,2 l	verminderte Speichel- und Harnproduktion, körperliche und geistige Leistungseinbußen
5 %	2,0 l	Tachykardie, erhöhte Körpertemperatur
10 %	4,0 l	Verwirrheitszustände
20 %	8,0 l	Tod

Tab. 3: Folgen eines Wasserdefizits [nach 1]

gleichzeitige Zufuhr von Wasser und mineralstoffhaltigen Lebensmitteln, z. B. Bananen, erfolgen [20].

Richtwerte für die Zufuhr von Wasser

Eine regelmäßige, über den Tag verteilte und ausreichende Flüssigkeitszufuhr ist die wirksamste Methode,

um einer Dehydratation vorzubeugen. Als Richtwerte für die Gesamtzufuhr von Wasser in Bezug auf die Energiezufuhr gelten laut den D-A-CH- Referenzwerten:

- beim gestillten Säugling etwa 360 ml/MJ ($\approx 1,5$ ml/kcal),
- beim Erwachsenen etwa 250 ml/MJ (≈ 1 ml/kcal) und

- beim älteren Menschen mehr als 250 ml/MJ (> 1 ml/kcal).

Ausgehend von klimatischen Verhältnissen wie in Mitteleuropa und einer bedarfsgerechten Energiezufuhr bei altersangepasster erwünschter körperlicher Aktivität ergeben sich für die verschiedenen Altersgruppen die in ♦Tabelle 4 genannten Richtwerte. Die Wasserzufuhr über Getränke sollte demzufolge bei Erwachsenen im Durchschnitt bei ca. 1,5 l pro Tag liegen.

Die Richtwerte sind Orientierungshilfen, die unter ernährungsphysiologischen und gesundheitlichen Aspekten wünschenswerte Bereiche angeben.

Bei hohem Energieumsatz, Hitze, trockener kalter Luft, intensiver körperlicher Arbeit oder Sport, hohem Kochsalz- und Proteinverzehr sowie pathologischen Zuständen, wie z. B. Fieber, Erbrechen und Diarrhö, liegt der Wasserbedarf deutlich über den

Alter	Wasserzufuhr durch		Oxidationswasser ³ ml/Tag	Gesamtwasserzufuhr ⁴ ml/Tag	Wasserzufuhr durch Getränke und feste Nahrung in ml/kg/Tag
	Getränke ¹ ml/Tag	feste Nahrung ²			
Säuglinge					
0 bis unter 4 Monate ⁵	620	–	60	680	130
4 bis unter 12 Monate	400	500	100	1 000	110
Kinder					
1 bis unter 4 Jahre	820	350	130	1 300	95
4 bis unter 7 Jahre	940	480	180	1 600	75
7 bis unter 10 Jahre	970	600	230	1 800	60
10 bis unter 13 Jahre	1 170	710	270	2 150	50
13 bis unter 15 Jahre	1 330	810	310	2 450	40
Jugendliche und Erwachsene					
15 bis unter 19 Jahre	1 530	920	350	2 800	40
19 bis unter 25 Jahre	1 470	890	340	2 700	35
25 bis unter 51 Jahre	1 410	860	330	2 600	35
51 bis unter 65 Jahre	1 230	740	280	2 250	30
65 Jahre und älter	1 310	680	260	2 250	30
Schwangere	1 470	890	340	2 700 ⁶	35
Stillende	1 710	1 000	390	3 100 ⁶	45

¹Wasserzufuhr durch Getränke = Gesamtwasseraufnahme – Oxidationswasser – Wasserzufuhr durch feste Nahrung
²Wasser in fester Nahrung etwa 78,9 ml/MJ ($\approx 0,33$ ml/kcal)
³Etwa 29,9 ml/MJ ($\approx 0,125$ ml/kcal)
⁴Gestillte Säuglinge etwa 360 ml/MJ ($\approx 1,5$ ml/kcal), Kleinkinder etwa 290 ml/MJ ($\approx 1,2$ ml/kcal), Schulkinder/junge Erwachsene etwa 250 ml/MJ ($\approx 1,0$ ml/kcal), ältere Erwachsene etwa 270 ml/MJ ($\approx 1,1$ ml/kcal einschließlich Oxidationswasser (etwa 29,9 ml/MJ bzw. 0,125 ml/kcal)
⁵Hierbei handelt es sich um einen Schätzwert
⁶Gerundete Werte

Tab. 4: Richtwerte für die Zufuhr von Wasser [7] (Bei bedarfsgerechter Energiezufuhr. Die Werte wurden absichtlich wenig gerundet, um die Nachvollziehbarkeit ihrer Berechnungen zu gewährleisten.)

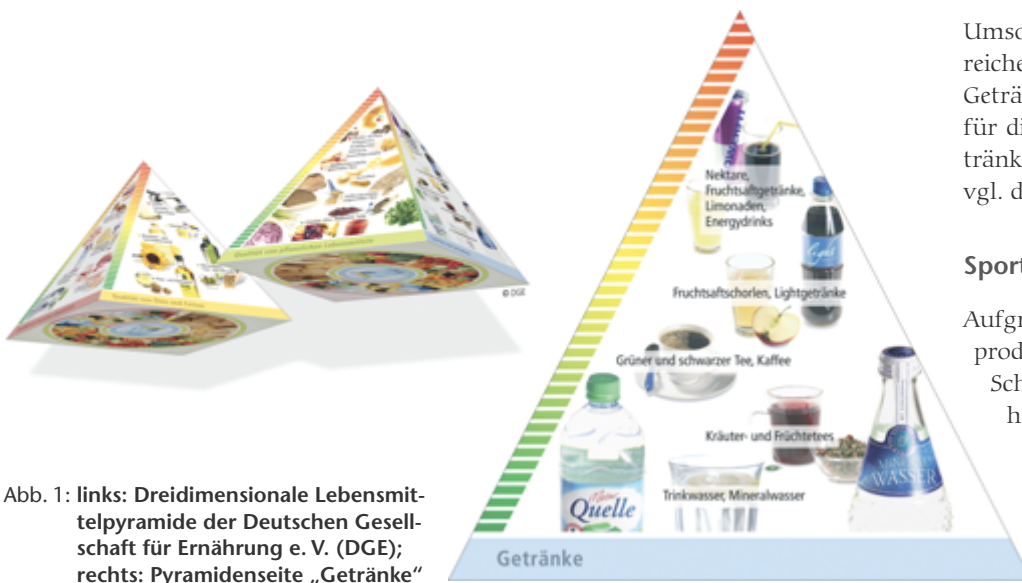


Abb. 1: links: Dreidimensionale Lebensmittelpyramide der Deutschen Gesellschaft für Ernährung e. V. (DGE); rechts: Pyramidenseite „Getränke“

aufgeführten Richtwerten. Ebenso ist bei Nahrungsrestriktion, z. B. bei Reduktionsdiäten, auf eine ausreichende Wasserzufuhr über Getränke zu achten, da das über feste und flüssige Lebensmittel zugeführte Wasser sowie das gebildete Oxidationswasser vermindert sind [5, 7].

Säuglinge und Kinder

Säuglinge und Kinder haben im Verhältnis zu ihrer Körpergröße einen wesentlich größeren Flüssigkeitsbedarf als Erwachsene. Insbesondere bei Säuglingen führen Flüssigkeitsdefizite, aber auch Krankheiten wie Diarrhö schnell zu einer schweren Dehydratation, denn die maximale Konzentrationsfähigkeit der Nieren ist noch nicht vollständig ausgebildet und der Wasserumsatz ist mit 20 % des Körperwassers um mehr als das Dreifache gegenüber Erwachsenen erhöht. Für Säuglinge ist in den ersten Lebensmonaten das ausschließliche Stillen die beste Form der Ernährung. Erst mit der Einführung der dritten Breikost sind zusätzliche Getränke erforderlich. Ausnahmen können Fieber, Durchfall oder Erbrechen sein [7, 21, vgl. dazu auch 22].

Schwangere und Stillende

Während der Schwangerschaft kommt es zu physiologischen Ver-

änderungen, unter anderem zur hormonell bedingten Erhöhung des extrazellulären Flüssigkeitsvolumens. Wichtig ist eine ausreichende Flüssigkeitszufuhr vor allem im Hinblick auf die in der Schwangerschaft häufig auftretende Obstipation. Eine erhöhte Wasserzufuhr ist im Vergleich zu Nicht-Schwangeren allerdings nicht notwendig. Täglich sollten ca. 1,5 l getrunken werden.

Bei Stillenden hingegen muss die gebildete Milch von 700–800 ml durch eine entsprechende Flüssigkeitszufuhr kompensiert werden. Als Richtwert für die Zufuhr von Wasser über Getränke gelten ca. 1,7 l pro Tag. Dies wird am besten erreicht, indem zu jeder Stillmahlzeit ein zusätzliches Glas Wasser getrunken wird [7, 9, 23, 24].

Ältere Menschen (> 65 Jahre)

Das im Alter nachlassende Durstempfinden, die altersassoziierte Abnahme des Körperwasserbestands und die verminderte Harnkonzentrationsfähigkeit der Nieren erhöhen bei älteren Menschen das Risiko für eine Dehydratation. Gefährdet sind besonders harninkontinente Seniorinnen und Senioren und Menschen, die Hilfe beim Toilettengang benötigen und das Trinken bewusst einschränken, sowie solche, die Diuretika und Laxanzien einnehmen.

Umso wichtiger ist es, auf eine ausreichende Flüssigkeitszufuhr über Getränke zu achten. Als Richtwert für die Flüssigkeitszufuhr über Getränke gelten 1,3 l, besser 1,5 l [25, vgl. dazu auch 26].

Sportlich aktive Menschen

Aufgrund der vermehrten Wärmeproduktion im Körper und der Schweißabsonderung ist eine höhere Flüssigkeitszufuhr bei sportlichen Aktivitäten eine der wichtigsten Maßnahmen, um die Kühlung des Körpers zu gewährleisten und die Fließeigenschaften des Blutes zu erhalten, insbesondere bei einer

hohen Umgebungstemperatur. Eine pauschale Trinkempfehlung kann aufgrund der individuell variablen Schweißrate nicht abgeleitet werden. Jede sportliche Aktivität sollte daher mit einem ausgeglichenen Wasserhaushalt begonnen werden. Im Breitensport machen sportliche Aktivitäten von 45 bis 60 Minuten keinen Flüssigkeitersatz während des Trainings erforderlich, es kann nach dem Training getrunken werden. Bei sportlichen Aktivitäten von über einer Stunde ist bereits während der Belastung in regelmäßigen Abständen eine kleine Flüssigkeitsmenge zu trinken (alle 15 bis 20 Minuten, jeweils 150–200 ml). Über die Gewichtskontrolle vor und nach dem Sport kann festgestellt werden, ob während der Aktivität genügend Flüssigkeit zugeführt wurde. Ein während des Trainings auftretender Gewichtsverlust entspricht der erforderlichen Trinkmenge [23, 27, vgl. dazu auch 28]

Die richtige Getränkeauswahl

Die Dreidimensionale Lebensmittelpyramide – ein Hilfsmittel für die Auswahl von Getränken

Es steht ein reichhaltiges Angebot an Getränken zur Verfügung, um eine ausreichende Trinkmenge sicherzu-

stellen. Da Getränke mengenmäßig einen großen Anteil an der Gesamt-Lebensmittelzufuhr ausmachen und unterschiedliche Energiegehalte aufweisen können, ist es notwendig, Getränke besonders sorgfältig auszuwählen. Als Hilfsmittel hat sich dafür die Dreidimensionale Lebensmittelpyramide bewährt (◆Abbildung 1). Neben dem Energiegehalt (mäßig: < 7 % Kohlenhydrate, hoch: > 7 % Kohlenhydrate) wird die ernährungsphysiologische Qualität von Getränken anhand des Gehaltes an Vitaminen, sekundären Pflanzenstoffen, anregenden Substanzen (z. B. Koffein) und Süßungsmitteln bewertet. Das Ergebnis wird optisch durch die Position auf der Pyramidenseite dargestellt. Lebensmittel an der Pyramidenbasis sind für eine vollwertige Ernährung günstiger als Lebensmittel in der Pyramidenspitze. Auch der Konsum von Frucht- und Gemüsesäften und Milch kann zur Flüssigkeitszufuhr über Getränke hinzugezählt werden. Bedingt durch ihre Inhaltsstoffe werden sie jedoch nicht als Getränke, sondern wie pflanzliche bzw. tierische Lebensmittel bewertet und sind daher nicht auf der Getränkeseite abgebildet [23, 29, 30].

Wasser, Kräuter- und Früchtetees

Primäre Aufgabe von Getränken ist es, den Körper mit dem Nährstoff Wasser zu versorgen.

Diesem Kriterium werden Wasser (Trink-, natürliches Mineral-, Quell- und Tafelwasser) sowie ungesüßte Kräuter- und Früchtetees am besten gerecht. Sie sind daher an der Basis der Dreidimensionalen Lebensmittelpyramide angeordnet. Wasser kann als ernährungsphysiologisch erwünschte Stoffe verschiedene Mineralstoffe wie Kalzium und Magnesium enthalten. Die bewusste Auswahl eines Mineralwassers kann damit einen ergänzenden Beitrag zur Deckung des Mineralstoffbedarfs leisten. In Bezug auf Kalzium betrifft dies z. B. Personen, bei denen eine

Laktoseintoleranz besteht und die deshalb Milch und Milchprodukte (weitgehend) meiden müssen. Kräuter- und Früchtetees sind teeähnliche Erzeugnisse, die neben Wasser zusätzlich Vitamine und Mineralstoffe enthalten können, z. B. Vitamin C in Hagebuttentee. Bis auf wenige Ausnahmen, z. B. Matetee, enthalten Kräuter- und Früchtetees kein Koffein, sodass sie keine anregende Wirkung haben [23, 31, 32].

Wasser und ungesüßte Früchte- und Kräutertees sind energiefrei und daher ideale Durstlöcher. Weniger empfehlenswert als Durstlöcher sind Getränke mit anregenden Substanzen, Süßungsmitteln und einem mäßigen Energiegehalt (< 7 % Kohlenhydrate), z. B. Tee, Kaffee, Saftschorlen und Lightgetränke. Diese sind daher in der Mitte der Pyramide angeordnet. In der Spitze der Pyramide befinden sich energiehaltigen Getränke (> 7 % Kohlenhydrate), sie sind am wenigsten empfehlenswert.

Tee und Kaffee

Schwarzer und grüner Tee und Kaffee zeichnen sich durch ihren Koffeingehalt aus (1 Tasse [125 ml] Kaffee 50–130 mg, schwarzer Tee 20–50 mg). Koffein ist ein Alkaloid (Methylxanthin), das zu Nervosität, Muskelzittern, Schlaflosigkeit sowie gastroenterologischen Beschwerden führen kann. Die verträglichen Grenzen sind individuell sehr unterschiedlich. Gegen den moderaten Genuss von bis zu 300–350 mg Koffein pro Tag, d. h. drei bis vier Tassen Kaffee, ist bei gesunden Erwachsenen inklusive älteren Menschen nichts einzuwenden. Kaffee und Tee liefern einen wichtigen Teil der täglichen Gesamtwasserzufuhr. Aufgrund der anregenden Wirkung sind koffeinhaltigen Getränke in der Kinderernährung tabu. Schwangere sollten eine Zufuhr von 300 mg und Stillende von 200 mg Koffein pro Tag (zwei bis drei Tassen Kaffee) nicht überschreiten [23, 33, 34].

Saftschorlen

Obst- und Gemüsesäfte als Schorle werden auf der Getränkeseite der Dreidimensionalen Lebensmittelpyramide eingeordnet, da aufgrund der Verdünnung mit Wasser die Flüssigkeitszufuhr im Vordergrund steht.

Reine Fruchtsäfte, die natürlicherweise etwa 10 % Zucker enthalten, sollten zum Durstlöcher im Verhältnis 1:3 mit Wasser verdünnt werden (1 Teil Saft, 3 Teile Wasser). Reine Fruchtsäfte gehören zu den hypertonen Getränken, welche für einen schnellen Flüssigkeitsersatz nicht geeignet sind. Saftschorlen hingegen zählen zu den hypotonen Getränken. Im Verhältnis 1:1 bzw. 1:2 gemischt liefern sie neben Wasser zusätzliche Vitamine und Mineralstoffe und sind daher ideale Sportlergetränke. Nach körperlichen Aktivitäten liefern sie zudem schnell verfügbare Energie in Form von Kohlenhydraten und tragen damit zur Stabilisierung der Blutglukosekonzentration bei. Durch die enthaltenen Mineralstoffe (v. a. Natrium) ermöglichen Saftschorlen zugleich einen optimalen Ausgleich der Wasser- und Mineralstoffverluste nach sportlicher Aktivität [23, 35, 36].

Lightgetränke

Lightgetränke sind energiereduzierte Getränke, deren Brennwert im Vergleich zu einem herkömmlichen Produkt um mindestens 30 % reduziert ist. Dies wird erreicht, indem Zucker v. a. durch Süßstoffe ersetzt wird. Lightgetränke mit Süßstoffen können im Rahmen einer vollwertigen Ernährung eine Alternative zu zuckergesüßten Getränken darstellen. Insbesondere für Übergewichtige bzw. Adipöse bieten sie eine Möglichkeit, die Energiezufuhr zu reduzieren. Im Gegensatz zu Zucker wirken Süßstoffe nicht kariogen, sie weisen allerdings einen intensiv süßen Geschmack auf und können die Geschmackspräferenzen in Richtung gesüßter Lebensmittel beeinflussen [37–39].

Nektare	25–50 % Fruchtanteil, max. 20 % Zuckerzusatz
Erfrischungsgetränke	
Fruchtsaftgetränke	6–30 % Fruchtanteil
Limonaden	teilweise Fruchtsaft, mind. 7 % Zucker, evtl. Süßstoffe, evtl. Koffein
Brausen	enthalten im Gegensatz zu Limonaden naturidentische und/oder künstliche Aromastoffe, Farbstoffe
Eistee	variable Anteile von Wasser, Zucker, natürlichen Teeauszügen, ggf. weiteren Zusätzen
Sportgetränke	variable Anteile von Wasser, Zucker, angereichert mit Vitaminen und Mineralstoffen
Energydrinks	Limonaden mit Zusatzstoffen wie Taurin, Koffein und Guarana

Tab. 5: Kategorien zuckergesüßter Getränke [nach 41, 43, 44]

Mit Zucker gesüßte Getränke

In der Spitze der Dreidimensionalen Lebensmittelpyramide sind Getränke abgebildet, die mehr als 7 % Kohlenhydrate enthalten. Sie sind am wenigsten empfehlenswert. Hierzu gehören **zuckergesüßte Getränke** wie Limonaden, Brausen und Energydrinks sowie **Nektare** (♦Tabelle 5). 100 ml eines Colagetränks enthalten beispielsweise 42 kcal und 10,8 g Zucker. Nektare weisen 71 kcal und 17,27 g Zucker pro 100 ml auf. Zuckergesüßte Getränke liefern relativ viel Energie und sind damit als Durstlöcher ungeeignet.

Ein erhöhter Konsum zuckergesüßter Erfrischungsgetränke erhöht das Risiko für Adipositas bei Erwachsenen mit wahrscheinlicher, bei Kindern mit möglicher Evidenz. Neben der erhöhten Energiezufuhr wird im Hinblick auf die Adipositasentstehung eine geringe Sättigungswirkung diskutiert. Zudem wird die durch zuckergesüßte Getränke zugeführte Energie nur unvollständig durch eine verminderte Energiezufuhr aus anderen Lebensmitteln kompensiert.

Weiterhin besteht eine wahrscheinliche Evidenz für eine Risikoerhöhung für Diabetes mellitus Typ 2 durch einen regelmäßigen Konsum zuckergesüßter Getränke [23, 40–42].

Alkoholische Getränke

Alkoholische Getränke werden in der Dreidimensionalen Lebensmittelpyramide nicht bewertet. Als akzeptable Alkoholmenge werden zwar in den D-A-CH-Referenzwerten 10 g pro Tag für gesunde Frauen und 20 g pro Tag für gesunde Männer angesehen. Die Angabe ist jedoch nicht als Empfehlung zu verstehen, jeden Tag Alkohol zu trinken. In Bezug auf das Suchtpotenzial und vor allem unter Berücksichtigung der überzeugenden Evidenz für einen Zusammenhang zwischen Alkoholkonsum und bestimmten Krebserkrankungen kann keine regelmäßige Alkoholdosis als gesundheitlich unbedenklich bezeichnet werden [7, 45].

M. Sc. oec. troph. Kerstin Köhnke
 Deutsche Gesellschaft für Ernährung e. V.
 Godesberger Allee 18, 53175 Bonn
 E-Mail: koehnke@dge.de

Literatur

1. Elmadfa I. Ernährungswissenschaft. 2., überarb. Aufl. UTB, Stuttgart (2009)
2. Müller MJ. Ernährungsmedizinische Praxis. 2., vollst. neu bearb. Aufl. Springer, Heidelberg (2007)
3. Morlion BJ. Wasser, Elektrolyte und Säure-Basen-Haushalt. In: Biesalski HK, Bischoff

- SC, Puchstein C (Hg) Ernährungsmedizin. 4., überarb. und erw. Aufl. Thieme, Stuttgart (2010)
4. Sheng HP. Body fluids and water balance. In: Stipanuk MH. Biochemical and physiological aspects of human nutrition. Saunders, Philadelphia (2000)
5. Elmadfa I, Leitzmann C. Ernährung des Menschen. 4., korr. und akt. Aufl. UTB, Stuttgart (2004)
6. Eisenbrand G, Schreier P. RÖMPP Lexikon Lebensmittelchemie. 2., völlig überarb. und erw. Aufl. Thieme, Stuttgart (2006)
7. Deutsche Gesellschaft für Ernährung et al. (Hg) Referenzwerte für die Nährstoffzufuhr. 1. Aufl. 3., korr. Nachdruck. Neuer Umschau Buchverlag, Neustadt an der Weinstraße (2008)
8. Bundeslebensmittelschlüssel BLS-Version 3.01
9. Daniel H, Rehner G, Burkhard-Zahrt U. Biochemie in der Ernährung. Spektrum, Heidelberg (2010)
10. Sawaka MN, Cheuvant SN, Carter R 3rd (2005) Human water needs. Nutr Rev 63 Suppl: 30–39
11. Sawaka MN, Latzka WA, Matott RP et al. (1998) Hydration effects on temperature regulation. Int J Sports Med 40: 556–560
12. Stahl A, Hesecker H (2006) Wasser. Ernährungs Umschau 53: 353–357
13. Tetzner M, Oberdisse U (1990) Tödliche Wasserintoxikation nach Magenspülung mit Trinkwasser. Pädiatr Prax 40: 637–640
14. Reuter A, Uhlitsch C, Karliczek SB et al. (1996) Schwere Hyponatriämie nach Gabe von Desmopressin. Pädiatr Prax 51: 443–437
15. Noakes T (2003) Fluid replacement during marathon running. Clin J Sport Med 13: 309–318
16. Oh MS, Uribarri J. Electrolytes, water, and acid-base balance. In: Shils ME, Olson JA, Shike M, Ross AC (ed) Modern nutrition in health and disease. 9. Auflage. Williams & Willkins, Baltimore (1999)
17. Murray B (2007) Hydration and physical performance. J Am Coll Nutr 26, Suppl: S604–S612
18. Sawka M (1992) Physiological consequences of hypohydration: exercise performance and thermoregulation. Med Sci Sports Exerc 24: 657–670
19. Chevront SN, Carter R 3rd, Sawaka MN (2003) Fluid balance and endurance exercise performance. Curr Sports Med Rep 3: 202–208

20. Kleiner SM (1999) Water: an essential but overlooked nutrient. *J Am Diet Assoc* 99: 200–206
21. Koletzko B. Grundlagen der Ernährung im Kindes- und Jugendalter. In: Speer CP, Gahr M: Pädiatrie. 3., vollst. überarb. Aufl. Springer, Heidelberg (2009)
22. Alexy U (2007) Die Ernährung des gesunden Säuglings. *Ernährungs Umschau* 54: 588–593
23. Deutsche Gesellschaft für Ernährung (Hg) DGE-Beratungs-Standards. 10., vollst. überarb. Aufl., Bonn (2009)
24. Koletzko B, Brönstrup A, Cremer M et al. (2010) Handlungsempfehlungen Säuglingsernährung und Ernährung der stillenden Mutter. *Monatsschr Kinderheilkd* 158: 679–689
25. Deutsche Gesellschaft für Ernährung (Hg) Qualitätsstandards für die Verpflegung in stationären Senioreneinrichtungen. Bonn (2009)
26. Küpper C (2008) Ernährung älterer Menschen. *Ernährungs Umschau* 55: 548–556
27. Deutsche Gesellschaft für Ernährung (2006) Richtiges Trinken im Training und Wettkampf. *DGEinfo* 05: 73–74
28. Schek A (2008) Sporternährung. *Ernährungs Umschau* 55: 362–370
29. Deutsche Gesellschaft für Ernährung, aid infodienst Verbraucherschutz, Ernährung, Landwirtschaft (Hg) Fachinformationen – Die Dreidimensionale Lebensmittelpyramide. 4. Auflage, Bonn (2009)
30. Rademacher C (2008) Die Dreidimensionale Ernährungspyramide. *Ernährungs Umschau* 55: 44–50
31. Evers KW (Hg) Wasser als Lebensmittel. Behr's Verlag, Hamburg (2009)
32. Bechthold A (2005) Kräuter- und Früchtetee – Trendgetränke mit Heilwirkung. *Ernährungs Umschau* 52: B46–B48
33. Food Standards Agency (FSA) Food Standards Agency publishes new caffeine advice for pregnant women. URL: <http://www.food.gov.uk/news/pressreleases/2008/nov/caffeineadvice>. Zugriff 11.01.2011
34. Weiß C (2007) Koffein. *Ernährungs Umschau* 54: 210–215
35. Deutsche Gesellschaft für Ernährung: Fruchtsaftchorle ist ein ideales Sportlergetränk. DGE aktuell 9/2000
36. Schek A (2008) Grundlagen der Sporternährung. *Ernährung* 2: 196–204
37. Verordnung EG Nr. 1924/2006 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 20.12.2006 über nährwert- und gesundheitsbezogene Angaben über Lebensmittel
38. Deutsche Gesellschaft für Ernährung: Süßstoffe in der Ernährung. *DGE-info* 04/2007: 55–58
39. Deutsche Gesellschaft für Ernährung (Hg) Qualitätsstandards für die Verpflegung in Tageseinrichtungen für Kinder. 2., überarb. Aufl. Bonn (2009)
40. Deutsche Gesellschaft für Ernährung (Hg) Evidenzbasierte Leitlinie: Kohlenhydratzufuhr und Prävention ausgewählter ernährungsmitbedingter Krankheiten – ENT-WURF. Bonn (2010); www.dge.de/leitlinie
41. Libuda L, Muckelbauer R, Kersting M (2009) Getränkeverzehr und Übergewicht bei Kindern. *Journal für Ernährungsmedizin* 11: 23
42. Marshall TA, Levy SM, Broffitt B et al. (2003) Dental caries and beverage consumption in young children. *Pediatrics* 112: 184–191
43. Fruchtsaftverordnung vom 24. Mai 2004 (BGBl. I S. 1016), die zuletzt durch Artikel 2 der Verordnung vom 21. Mai 2010 (BGBl. I S. 674) geändert worden ist
44. Leitsätze für Erfrischungsgetränke. Neufassung vom 27. November 2002 (BAnz. Nr. 62 vom 29. März 2003, GMBL. Nr. 18, S. 383 vom 15. April 2003)
45. Deutsche Gesellschaft für Ernährung: Prävention durch moderaten Alkoholgenuß? DGE aktuell 02/2010