

Untersuchungen zur ernährungsphysiologischen Bedeutung von Trinkwasser in Deutschland

Prof. Dr. Helmut Heseke, Universität Paderborn

Physiologische Bedeutung von Wasser

Auf Grund seiner besonderen physikalischen und chemischen Eigenschaften ist Wasser geradezu prädestiniert, Lebensprozesse zu ermöglichen und zu erhalten. Wasser hat daher für alle Lebewesen eine immense Bedeutung als universelles Lösungsmittel, Transportmittel, Kühlmittel, Reaktionspartner biochemischer Reaktionen und nicht zuletzt als Baustoff.

Der Körper des Neugeborenen besteht zunächst zu 75 bis 80 % aus Wasser. Der normalgewichtige erwachsene Mann besteht immerhin noch zu ca. 60 % aus Wasser, die erwachsene Frau auf Grund des höheren Körperfettanteils zu 50 bis 55 %. Übergewichtige Frauen und Männer haben gegenüber normalgewichtigen einen geringeren prozentualen Gesamtkörperwassergehalt. Mit zunehmendem Alter nimmt der Körperwassergehalt weiter ab. Der tägliche Wasserumsatz beträgt 5 bis 6 % des Gesamtkörperwassers (Morlion, 1999).

Das mit flüssigen und festen Nahrungsmitteln zugeführte Wasser wird zu 65 % im Dünndarm und zu 35 % im Dickdarm absorbiert. Die Wasserausscheidung erfolgt über Nieren, Haut, Lunge und Darm. Unter normalen Bedingungen übersteigt die Wasseraufnahme den Wasserbedarf deutlich. Der Wasserhaushalt ist durch den Durst und verschiedene Reglersysteme genau geregelt, wobei die Niere das Hauptregulationsorgan im Wasserhaushalt ist. Für die Ausscheidung harnpflichtiger Substanzen durch die Nieren benötigt der Erwachsene mindestens 700 ml Wasser/Tag. Etwa 350 ml gibt die Haut pro Tag in Form von Wasserdampf ab. Starkes Schwitzen kann allerdings zu einem Wasserverlust von bis zu 4 l/Tag führen. Die Abgabe aus der Lunge über die Atemluft beträgt ebenfalls ca. 350 ml/Tag. Eine hohe Kochsalz- und/oder Proteinzufuhr hat eine drastisch erhöhte Wasserausscheidung zur Folge. Das Trinken von 500 ml Meerwasser würde z. B. zu einem zusätzlichen Wasserverlust von 300 ml Wasser führen, da für die Ausscheidung der im Meerwasser gelösten Salze ca. 800 ml Wasser benötigt werden. Die durchschnittliche Wasserzufuhr beträgt 1,5 bis 2,5 l Wasser/Tag. Vom gesunden Erwachsenen werden aber auch höhere Wasseraufnahmen gut toleriert, da die Nieren in der Lage sind, pro Stunde fast 1 l auszuschleiden. Die maximal auch längerfristig tolerierte Flüssigkeitszufuhrmenge beträgt ca. 10 l/Tag (Elmadfa und Leitzmann, 1998).

Folgen einer unzureichenden Wasserzufuhr

Der Wassergehalt des menschlichen Körpers wird sehr genau kontrolliert und konstant gehalten. Verliert der Körper mehr als 0,5 % seines Gewichts an Wasser (0,3 bis 0,4 l) entsteht bereits ein Durstgefühl. Flüssigkeitsverluste von nur 2 %, z. B. durch starkes Schwitzen oder Diarrhoen (= starke Durchfälle), vermindern bereits die körperliche und geistige Leistungsfähigkeit. Werden die Flüssigkeitsverluste nicht rechtzeitig ersetzt, werden dem Blut und dem Gewebe Flüssigkeit entzogen. Das Blut fließt langsamer, und harnpflichtige Substanzen können nicht mehr in ausreichendem Umfang ausgeschieden werden. Gleichzeitig ist die Versorgung der Muskelzellen mit Sauerstoff und Nährstoffen herabgesetzt. Eine Abnahme des Körperwassers um 3 % führt bereits zu einem Rückgang der Speichelsekretion und der Harnproduktion sowie zu Mundtrockenheit und Verstopfung.

Bei einer Abnahme um 5 % treten Tachykardien (= beschleunigter Puls) ein, und die Körpertemperatur steigt. Schon nach 2 bis 4 Tagen ohne Wasserzufuhr treten Übelkeit, Schwindelgefühle, Kopfschmerzen, Durchblutungsstörungen, Erbrechen und Muskelkrämpfe auf. Ein Wasserlust von 10 % führt zu Verwirrheitszuständen. Ein Wasserdefizit von mehr als 20 % führt unweigerlich zum Tode durch Nieren- und Kreislaufversagen (Elmadfa und Leitzmann, 1998).

Bei älteren und besonders bei hochbetagten Menschen ist das Durstempfinden oft deutlich herabgesetzt, so dass zu wenig getrunken wird. Bei sommerlicher Hitze und starkem Schwitzen kommt es daher nicht selten zu Austrocknungszuständen, die mit Austrocknung der Haut und Schleimhaut, vermindertem Speichelfluss, Verwirrtheit, Bewusstlosigkeit und Kreislaufkollaps einhergehen und einen Krankhausaufenthalt erforderlich machen (Volkert, 1997).

Empfehlungen für die tägliche Wasserzufuhr

In den neuen Referenzwerten für die Nährstoffzufuhr (DGE et al., 2000) werden für die Höhe der täglichen Gesamtwasserzufuhr folgende Richtwerte genannt:

Erwachsene:	1 ml/kcal (etwa 250 ml/MJ)
ältere Menschen:	mehr als 1 ml/kcal (mehr als 250 ml/MJ)
Säuglinge:	etwa 1,5 ml/kcal (etwa 360 ml/MJ).

MJ = Mega-Joule

1.000 ml (Milliliter) = 1 l (Liter)

Tabelle 1: Richtwerte für die Zufuhr von Wasser

Alter	Wasserzufuhr	
	Getränke ml*/Tag	feste Nahrung ml*/Tag
Säuglinge		
0 – 3 Monate	620	-
4 – 12 Monate	400	500
Kinder		
1 – 3 Jahre	820	350
4 – 6 Jahre	940	480
7 – 9 Jahre	970	600
10 – 12 Jahre	1.170	710
13 – 14 Jahre	1.330	810
Jugendliche und Erwachsene		
15 – 18 Jahre	1.530	920
19 – 24 Jahre	1.470	890
25 – 50 Jahre	1.410	860
51 – 64 Jahre	1.230	740
65 u. älter	1.310	680
Schwangere	1.470	890
Stillende	1.710	1.000

* 1.000 Milliliter (ml) = 1 Liter (l) (Quelle: DGE et al., 2000)

Bei der Berechnung der Gesamtwasserzufuhr ist noch zusätzlich das Oxidationswasser (etwa 125 ml/1000 kcal) zu berücksichtigen, das beim Abbau der Nährstoffe (Kohlenhydrate, Fette, Proteine) entsteht. Der Wasserbedarf ist erhöht bei hohem Energieumsatz, Hitze, trockener und kalter Luft, hohem Kochsalzverzehr, hoher Proteinzufuhr und verschiedenen Erkrankungen (z. B. Fieber, Erbrechen, Durchfall). Bei starker körperlicher Anstrengung kann der tägliche Wasserbedarf das 3- bis 4-fache der in der Tabelle 1 genannten Richtwerte erreichen; in Extremsituationen über 10 l/Tag.

Jede sportliche Aktivität sollte mit einer ausgeglichenen Flüssigkeitsbilanz begonnen werden. Bei länger andauernden sportlichen Tätigkeiten (über 45 min) sollten bereits während der Belastung evtl. eingetretene Flüssigkeitsverluste ersetzt werden, um die körperliche Leistungsfähigkeit, Konzentration und Koordination zu erhalten und um Kreislaufzusammenbrüche zu vermeiden.

Da bei geringer Nahrungsaufnahme das in festen Lebensmitteln enthaltene Wasser fehlt und auch weniger Oxidationswasser gebildet wird, muss bei geringer Nahrungsaufnahme (z. B. bei energiereduzierten Diäten oder Fasten) besonders viel Wasser zugeführt werden.

Zur Deckung des Flüssigkeitsbedarfs steht ein reichhaltiges Sortiment an Getränken zur Verfügung. Allen Getränken ist gemeinsam, dass sie Wasser enthalten. Darüber hinaus enthalten viele Getränke noch andere Substanzen, z. B. enthält Milch Proteine, Fette und Milchzucker,

Bohnenkaffee und schwarzer oder grüner Tee Coffein, Fruchtsaft Vitamine und Mineralstoffe, Limonaden Zucker und Bier oder Wein enthält Alkohol. Diese zusätzlichen Inhaltsstoffe beeinflussen teilweise ebenfalls den Wasserhaushalt. So führen Coffein und Alkohol zu einer Diurese, d. h. vermehrten Harnproduktion. Entsprechende Getränke sind daher als Genussmittel und nicht als Durstlöscher anzusehen. In Österreich, Italien oder Frankreich ist es allgemein üblich und auch sinnvoll, zum Kaffee/Tee oder zu alkoholischen Getränken gleichzeitig Wasser zu trinken.

Besonders im Breitensport führt ein ungünstiges Trinkverhalten (zu wenig und zur falschen Zeit; Getränke mit ungünstiger Zusammensetzung) nicht selten zu Problemen. Der Arbeitskreis „Sport und Ernährung“ der Deutschen Gesellschaft für Ernährung e. V. (DGE; 2001) nennt in seinen Trinkempfehlungen für den Breitensport Trink- und Mineralwässer ohne oder mit wenig Kohlensäure sowie mit diesen Wässern verdünnte Fruchtsäfte als besonders geeignete Durstlöscher.

Fazit 1: Eine ausreichende Zufuhr (1,5 bis 2,5 l/Tag) an Wasser ist lebensnotwendig. Eine unzureichende Flüssigkeitszufuhr führt zu deutlichen Einschränkungen der Leistungsfähigkeit. Für alle gesunden Menschen sind alkohol- und coffeinfreie, energiefreie oder energiearme Getränke wie z. B. Wasser mit und ohne Kohlensäure, pur oder gemischt mit Fruchtsäften (= Schorle) ideale Durstlöscher. Die genannten Getränke sind auch zum Ausgleich von Schweißverlusten und zur Verhinderung vorzeitiger Erschöpfung bei Breitensportlern hervorragend geeignet.

Das Lebensmittel Trinkwasser

Wasser ist nicht nur mengenmäßig unser wichtigstes, täglich zugeführtes Nahrungsmittel. Ohne Wasserzufuhr kann der Mensch nur wenige Tage überleben; ohne Energiezufuhr immerhin Wochen oder Monate. Trinkwasser kann in Deutschland bequem, preiswert und in einwandfreier Qualität aus jedem Wasserhahn gezapft werden. Das Nahrungsmittel Trinkwasser liefert nicht nur den lebenswichtigen Nährstoff Wasser, sondern auch weitere, gesundheitlich relevante Mineralstoffe.

Deutschland ist ein Land, in dem Trinkwasser in ausreichender Menge und hoher Qualität zur Verfügung steht. Die Wasserversorgungsunternehmen sorgen dafür, dass das abgegebene Trinkwasser den strengen Vorschriften der Trinkwasserverordnung entspricht: Trinkwasser in Deutschland gehört zu den am strengsten kontrollierten Lebensmitteln. Um ein Leben lang Trinkwasser trinken und genießen zu können, hat der Gesetzgeber für eine Reihe von Substanzen unterschiedlicher Herkunft Grenzwerte erlassen. An diese Grenzwerte werden deutlich strengere Maßstäbe angelegt als an übrige Lebensmittel. Die neue EU-Richtlinie und die Trinkwasserverordnung tragen ebenfalls der großen Bedeutung Rechnung, die das Trinkwasser für unsere Gesundheit einnimmt und hat aus Gründen des vorbeugenden gesundheitlichen Verbraucherschutzes eine strengere Handhabung der Trinkwasserverordnung verfügt. Umwelt-

schutzorganisationen, Behörden, wissenschaftliche Institute und die Wasserwirtschaft sind sich grundsätzlich einig, dass Trinkwasser in Deutschland eine gute Qualität aufweist. Der Arbeitskreis Wasser des BBU (Bundesverband Bürgerinitiativen Umweltschutz e.V.) weist ausdrücklich darauf hin, dass die Schadstoffaufnahme über feste Lebensmittel und die Atemluft in der Regel um 100- bis 1000mal höher liegt als über Trinkwasser.

Bewertung verschiedener Wasserqualitäten durch die WHO und DGE

In den *Guidelines for Drinking Water Quality* weist die WHO (World Health Organisation = Weltgesundheitsbehörde) darauf hin, dass in den europäischen und einigen weiteren Ländern viele Konsumenten glauben, dass natürliche Mineralwässer medizinische Eigenschaften und andere gesundheitsrelevante Wirkungen haben (<http://www.who.int>). In Europa haben Wässer mit hohen Mineralstoffgehalten eine lange Tradition. Die WHO akzeptiert zwar, dass einige Mineralwässer auf Grund ihres Gehaltes an essentiellen Nährstoffen zur Nährstoffbedarfsdeckung sinnvoll beitragen können, weist aber gleichzeitig darauf hin, dass bis heute keine überzeugenden wissenschaftlichen Belege für die postulierten positiven Effekte derartiger Mineralwässer vorliegen. Aus diesen Gründen verzichtet die WHO in ihren Trinkwasserrichtlinien darauf, Mindestmengen für essentielle (= lebenswichtige) Nährstoffe anzugeben.

Die Weltgesundheitsorganisation WHO weist weiter darauf hin, dass bei der Verwendung von Trinkwasser – auch solchem mit sehr geringen Mineralstoffgehalten oder sogar destilliertem Wasser – in vielen Ländern der Welt keine ungünstigen Auswirkungen auf die Gesundheit bekannt geworden wären.

Auch die DGE (Deutsche Gesellschaft für Ernährung e.V.) merkt an, dass kaum ein Lebensmittel so regelmäßig und häufig kontrolliert wird wie Trinkwasser und dass die Maßstäbe, die der Gesetzgeber bei Trinkwasser anlegt, sehr hoch sind. Daher seien Trinkwasser/Leitungswasser aus der öffentlichen Wasserversorgung einwandfrei und besonders geeignet als Durstlöscher.

Fazit 2: Wasser ist mengenmäßig unser wichtigstes Lebensmittel, das aus Gründen des vorsorgenden gesundheitlichen Verbraucherschutzes strengen Kontrollen unterliegt. Trinkwasser ist kalorienfrei und erfüllt seine primäre physiologische Funktion als Durstlöscher in idealer Weise.

Trinkwasserverbrauch und Trinkwasserkonsum in Deutschland

Der durchschnittliche Haushaltswasserverbrauch je Einwohner und Tag ist weltweit sehr unterschiedlich. In Deutschland wurde im Jahr 2000 mit 128 l/Tag deutlich weniger Trinkwasser verbraucht als beispielsweise in der Schweiz, Norwegen oder den USA (www.bgw.de). In diesen Ländern ist der Pro-Kopf-Verbrauch mehr als doppelt so hoch wie in Deutschland. Auch in deutschen Bundesländern ist der durchschnittliche Wasserverbrauch sehr unterschiedlich (Abb.

1). Allgemein wird in den alten Bundesländern deutlich mehr Trinkwasser verbraucht als in den neuen Bundesländern. Zum Trinken und zur Speisenzubereitung benötigen wir ca. 5 l Wasser/Tag, das entspricht einem Anteil von 4 % am Wasserverbrauch eines Haushalts (Abb. 2).

Die Flüssigkeitszufuhr und die Bedeutung von Trink- und Mineralwasser als Mineralstoffquelle in Deutschland wurden anhand der Daten der Nationalen Verzehrsstudie (NVS) und der DONALD-Studie untersucht (Abb. 3). Die vorliegende Auswertung beschränkt sich auf die Mineralstoffe (Calcium Ca, Natrium Na, Magnesium Mg), die in ernährungsphysiologisch relevanten Mengen in Getränken vorkommen können. Bei der NVS handelt es sich um eine breit angelegte repräsentative Verzehrsstudie, an der über 23.000 Personen aller Altersgruppen teilnahmen und u.a. über 7 Tage ein Verzehrsprotokoll führten (Adolf et al., 1995). Die Nationale Verzehrsstudie ist die größte ihrer Art, die bisher in Deutschland durchgeführt wurde. Bei der DONALD-Studie (Dortmund Nutritional and Anthropometrical Longitudinally Designed Study) handelt es sich um die größte, seit 1985 in Deutschland durchgeführte prospektive Verzehrsstudie im Kindes- und Jugendalter (Kersting et al., 1998).

Die mittlere Flüssigkeitszufuhr aller Altersgruppen beträgt in Deutschland 1.746 ml/Tag, wobei 1.219 ml (70 %) aus Getränken und 527 ml (30 %) aus fester Nahrung stammen. Erwachsene haben eine Gesamtlüssigkeitsaufnahme von 1.840 ml, wobei 1.297 ml (70 %) aus Getränken und 544 ml (30 %) aus fester Nahrung stammen (Abb. 4). In den neuen DACH-Referenzwerten (DGE et al., 2000) wird von einer durchschnittlichen täglichen Wasseraufnahme aus festen Nahrungsmitteln und Getränken von 2.315 ml ausgegangen. Die vorliegende Untersuchung zeigt, dass die durchschnittliche Flüssigkeitszufuhr in Deutschland um etwa 20 % (etwa 500 ml) geringer ist, als der von den Fachgesellschaften genannte Richtwert für die Gesamtwasserzufuhr von 1 ml/kcal vorgibt. Besonders die Wasserzufuhr aus fester Nahrung ist signifikant geringer. Veränderungen im Ernährungsverhalten haben dazu geführt, dass heute im Vergleich zu früher z. B. weniger wasserreiche Suppen und Eintöpfe verzehrt werden. Eine weitere Differenzierung zeigt, dass deutliche Geschlechtsunterschiede in der Flüssigkeitszufuhr und im Trinkverhalten bestehen (Abb. 5). Männer haben mit 1.911 ml/Tag gegenüber Frauen (1.600 ml/Tag) eine um 20 % höhere Wasserzufuhr. Die höhere Flüssigkeitszufuhr resultiert allerdings in erster Linie aus dem höheren Konsum alkoholischer Getränke, besonders Bier. Frauen trinken dagegen mehr Mineralwasser und Obst- bzw. Gemüsesäfte als Männer.

Trinkwasser wird von Erwachsenen überwiegend in Form von Kaffee- oder Teegetränken (Abb. 5) zugeführt. Ein Unterschied zwischen Frauen und Männern besteht offenbar nicht. Im Gegensatz zu vielen anderen Ländern (z. B. Frankreich, Italien, USA) ist die Bedeutung von Trinkwasser in reiner Form als Durstlöscher in Deutschland z. Zt. noch relativ gering. Dabei hat deutsches Trinkwasser gegenüber US-amerikanischem (hoher Chlorgehalt) oder südeuropäischem (hygienische Probleme) aus geschmacklicher und hygienischer Sicht deutliche Vorteile. Insgesamt

samt wird etwa ein Drittel der täglichen Flüssigkeitszufuhr in Form von Trinkwasser bzw. daraus bereiteten Getränken zugeführt.

Die mittlere Trinkwasserzufuhr ist stark altersabhängig und wird in erster Linie durch das Konsumverhalten bei Kaffee- und Teegetränken bestimmt (Abb. 6). Die Zufuhr von Trinkwasser steigt im Jugendalter stark an und liegt in den Altersgruppen der über 25jährigen Frauen und Männer im Mittel bei 650 ml/Tag.

In der DONALD-Studie wurde zum Beispiel festgestellt, dass inzwischen ca. ein Viertel der Kinder und Jugendlichen karbonisiertes Wasser aus Sprudlern trinkt (Abb. 7). Die mittlere Trinkwasserzufuhr aus Sprudlern wurde z. B. bei 13- bis 14jährigen Mädchen und Jungen mit 164 ml/Tag berechnet (Abb. 8 + 9). Wird die Berechnung nur auf die Konsumenten von karbonisiertem Trinkwasser beschränkt, ergibt sich für die gesamte Altersgruppe eine mittlere Zufuhr aus Sprudlern von ca. 500 ml/Tag. Die Trinkmengen sind aber auch hier stark altersabhängig (Abb. 10 + 11). Auffallend ist, dass sich bei Jungen die Trinkmengen an Mineralwasser oder gesprudeltem Trinkwasser in allen Altersgruppen nicht unterscheiden. Weibliche Teenager trinken dagegen deutlich mehr gesprudeltes Wasser als Mineralwasser. Insgesamt hat die Einführung von Sodabereitern bzw. Sprudlern offenbar dazu geführt, dass der Trinkwasserverzehr in Deutschland ansteigt.

Fazit 3: Die Untersuchung zeigt, dass die durchschnittliche Flüssigkeitszufuhr in Deutschland die empfohlenen Richtwerte um etwa 20 % unterschreitet. Außerdem wird ein erheblicher Anteil der täglich zugeführten Flüssigkeitsmenge in Form von Genussmitteln (Kaffee, Tee, alkoholische Getränke) aufgenommen. Diese Getränke tragen allerdings weniger zum Ausgleich der Wasserbilanz bei, als dies Wasser mit oder ohne Kohlensäure vermögen.

Laut der DONALD-Studie trinkt inzwischen etwa ein Viertel der Kinder und Jugendlichen mit Sprudlern karbonisiertes Trinkwasser. Weibliche Teenager trinken deutlich mehr gesprudeltes Wasser als Mineralwasser, wobei diese Mengen bei Jungen weitgehend gleich sind.

Ernährungsphysiologische Bedeutung von Mineralstoffen

Calcium. Im Körper des erwachsenen Menschen befinden sich, je nach Skelettbau, 750 bis 1.300 g Calcium. Hiervon sind mehr als 99,5 % in Knochen und Zähnen lokalisiert. Calcium dient aber nicht nur als Bausubstanz der o. g. Hartgewebe, sondern hat im Organismus zahlreiche weitere Aufgaben. So hat Calcium eine wichtige Funktion bei der Stabilisierung von Zellmembranen, der intrazellulären Signalübermittlung, der Reizübertragung im Nervensystem, der elektromechanischen Kopplung im Muskel sowie bei der Blutgerinnung. Ein Bilanzgleichgewicht, d. h. Zufuhr und Exkretion sind ausgeglichen, wird bei jungen Erwachsenen bei einer täglichen Calciumzufuhr von 500 bis 600 mg erreicht. Da eine maximale Calciumretention sowie ein maximaler Calciumgehalt des Knochens erst bei einer täglichen Calciumzufuhr von 900 mg

erreicht wird, wurde von nationalen (DGE et al., 2000) und internationalen Fachgesellschaften (IOM, 1997) durchweg ein Referenzwert von 1000 mg Calcium/Tag festgelegt. Der neue Referenzwert wurde gegenüber früheren Empfehlungen für die tägliche Calciumzufuhr deutlich angehoben. Ein wichtiger Grund hierfür stellt der veränderte Lebensstil unserer Bevölkerung dar. Inaktivität und fehlender Aufenthalt im Freien führen zu einem höheren Calciumbedarf. Calcium wird bei unzureichender Vitamin-D-Versorgung – Vitamin D wird in erster Linie in der Haut unter Einfluss von Sonnenlicht gebildet – weniger gut absorbiert und auf Grund der Inaktivität weniger gut vom Knochen retiniert (= aufgenommen). Daher ist regelmäßige und ausreichende körperliche Aktivität im Freien für die Calciumversorgung von großer Bedeutung. Da eine überhöhte Calciumzufuhr zu Nebenwirkungen führen kann, wird von einer tolerierbaren Obergrenze von 2 g/Tag ausgegangen. Unsere wichtigsten Calciumlieferanten sind Käse, Milch, Milchprodukte und Gemüse.

Magnesium. Der Körperbestand an Magnesium beträgt etwa 25 g, wobei sich 60 % im Skelett und 30 % in der Muskulatur befinden. Magnesium hat eine wichtige Funktion als Aktivator zahlreicher Enzyme, besonders im Energiestoffwechsel, und ist an der Synthese von Nukleinsäuren beteiligt. Außerdem spielt es eine wichtige Rolle bei der neuromuskulären Reizübertragung an den Synapsen sowie bei der Muskelkontraktion. In Bilanzuntersuchungen wurde ein Durchschnittsbedarf von 330 mg Magnesium/Tag ermittelt. Daher wurden die Referenzwerte für die tägliche Magnesiumzufuhr – in Abhängigkeit von Geschlecht und Alter – auf 300 bis 400 mg festgelegt (DGE, 2000). Da eine überhöhte Magnesiumzufuhr zu osmotisch bedingten Durchfällen und Funktionsbeeinträchtigungen im Zentralnervensystem führen kann, wurde für die zusätzliche Zufuhr mit Supplementen eine sichere Obergrenze von 350 mg/Tag festgelegt. Die wichtigsten Magnesiumquellen unserer Nahrung sind Vollkornprodukte, Bananen und Gemüse.

Bioverfügbarkeit von Mineralstoffen. Um für den Organismus verfügbar zu sein, müssen Mineralstoffe in löslicher Form – entweder ionisiert oder komplex gebunden – vorliegen. Die Absorptionsrate ist außerdem stark abhängig von der angebotenen Menge: geringere Zufuhrmengen werden im Vergleich zu hohen Zufuhrmengen signifikant besser absorbiert.

Die Bioverfügbarkeit wird für Calcium mit 25 bis 45 % und für Magnesium mit 35 bis 70 % angegeben (Schaafsma, 1997). Die Bioverfügbarkeit von Mineralstoffen aus Wasser wurde lange Zeit als eher gering angesehen. Mit modernen Tracermethoden (= Verabreichung stabiler Isotope) durchgeführte Untersuchungen am Menschen haben für Calcium ebenfalls eine Bioverfügbarkeit von 25 bis 45 % aus Wasser ergeben. Damit ist die Bioverfügbarkeit für Calcium aus Wasser ebenso hoch wie aus Milch (Heaney und Dowell, 1994; Couzy et al., 1995; Wynckel, et al., 1997).

Fazit 4: Calcium und Magnesium sind lebenswichtige Mineralstoffe. Der Bedarf ist u. a. abhängig vom Lebensstil. Körperliche Inaktivität erhöht den Calciumbedarf. Die wichtigsten Calcium-

und Magnesiumquellen sind feste Nahrungsmittel und Milch. In Wässern vorkommende Mineralstoffe verfügen über eine hohe Bioverfügbarkeit.

Versorgungssituation mit Mineralstoffen in Deutschland

In Deutschland liefert eine durchschnittliche, abwechslungsreiche und energieadäquate Mischkost alle essentiellen Nährstoffe – mit Ausnahme von Jod – in ausreichenden Mengen (DGE, 1996; DGE, 2000). Eine Nahrungsergänzung durch spezielle Supplemente oder besonders angereicherte Lebensmittel ist daher nicht erforderlich. Bei Vitaminen, Mineralstoffen und Spurenelementen stellen feste Nahrungsmittel die wichtigsten Nährstofflieferanten dar (Adolf et al., 1994; Adolf et al., 1995).

Bedeutung von Trink- und Mineralwasser als Mineralstoffquellen

Wie bereits gezeigt wurde, sind Trinkwasser und daraus hergestellte Aufgussgetränke mengenmäßig nicht unbedeutend. Trinkwässer können daher wie Mineralwässer und andere Erfrischungsgetränke auch zur Mineralstoffbedarfsdeckung beitragen. Der Mineralstoffgehalt von Trinkwasser variiert nur in gewissen Grenzen in Abhängigkeit von den lokalen Gegebenheiten. Da hohe Mineralstoffgehalte (z. B. Calcium oder Magnesium) zu einem Verkalken der Wasserleitungssysteme und zu Schäden an Wasser verbrauchenden Geräten (z. B. Waschmaschinen) führen würden, wurden für Trinkwasser in der Trinkwasserverordnung entsprechende Höchstmengen festgelegt. So gilt z. B. für Calcium eine Obergrenze von 400 mg/l, für Magnesium von 50 mg/l und für Natrium von 150 mg/l.

Um die Bedeutung von Trinkwasser als Mineralstoffquelle abschätzen zu können, wurden von uns Calcium-, Magnesium- und Natriumgehalte in einer repräsentativen Stichprobe von 216 bundesdeutschen Trinkwässern mit Hilfe der Angaben der Wasserversorgungsunternehmen untersucht (Abb. 12). Zu Vergleichszwecken wurde eine Stichprobe von 234 Mineralwässern mit regionaler oder überregionaler Bedeutung herangezogen. Hierbei wurden die auf den Etiketten genannten Analysenwerte beurteilt.

Bedeutung des Calciumgehaltes in Trink- und Mineralwässern

Unsere Analyse der Calciumgehalte zeigt, dass 61,4 % der untersuchten Mineralwässer Calciumgehalte innerhalb des auch bei Trinkwässern beobachteten Bereichs der Calciumgehalte (weniger als 170 mg/l) aufweisen (Abb. 13). Die Calciumgehalte der Trink- und Mineralwässer überschneiden sich demzufolge stark (Abb. 14).

Der Calciumgehalt unserer Lebensmittel weist große Unterschiede auf (Abb. 15). Käse, Milch und Milchprodukte verfügen über die mit Abstand höchsten Calciumgehalte. Bei Verzicht auf diese Lebensmittelgruppe ist eine ausreichende Calciumbedarfsdeckung durch andere Lebensmittelgruppen fast nicht zu erreichen. Über die Bedeutung einer Lebensmittelgruppe für die

Versorgung mit einem Nährstoff entscheidet aber nicht nur der absolute Gehalt, sondern auch die Höhe der durchschnittlich verzehrten Lebensmittelmenge. Über die Bedeutung einzelner Lebensmittelgruppen orientiert Abb. 16. Die mit Abstand wichtigsten Mineralstoffquellen in der Nahrung des Menschen sind demnach feste Nahrungsmittel. Unter Zugrundelegung des mittleren Calciumgehaltes deutscher Trinkwässer von 77,4 mg/l trägt das Lebensmittel Trinkwasser in der Gesamtbevölkerung zu ca. 6 % zur Calciumversorgung bei (Abb. 17 + 18). Bei einem Calciumgehalt von 136 mg/l (= 95er Perzentile der Calciumgehalte deutscher Trinkwässer) würde Trinkwasser 11 % der täglichen Calciumzufuhr liefern (Abb. 19 + 20). Die Bedeutung von Trinkwasser als Calciumquelle ist bei Erwachsenen auf Grund der höheren Trinkwasserzufuhr natürlich größer als bei Kindern und Jugendlichen.

Vergleichend hierzu wurde auch die Bedeutung von Mineralwässern als Calciumquelle unter den Bedingungen einer bundesdeutschen Durchschnittskost analysiert. Ausgehend von einem mittleren Calciumgehalt von 180 mg/l trägt Mineralwasser bei Personen, die in dem 7-Tage-Verzehrprotokoll mindestens einmal Mineralwasser protokolliert haben, mit 6 % zur Calciumversorgung bei (Abb. 21 + 22). Wird die Auswertung auf jene Personen begrenzt, die mindestens 100 ml Mineralwasser pro Tag getrunken haben, dann trägt Mineralwasser im Mittel mit 10,4 % zur Calciumversorgung bei (Abb. 23 + 24). Es müssten täglich mindestens 5 l eines Mineralwassers mit durchschnittlichem Calciumgehalt oder 13 l Trinkwasser getrunken werden, um die empfohlene Tageszufuhr an Calcium mit Hilfe dieser Lebensmittel zu erreichen (Abb. 25).

Fazit 5: Die Untersuchungen zeigen, dass bei üblichen bundesdeutschen Verzehrsgewohnheiten Trink- und Mineralwässer nur in geringem und vergleichbarem Umfang zur Calciumversorgung beitragen. Eine Scheibe Emmentaler (= 50 g) deckt den Calciumbedarf des Erwachsenen immerhin zu ca. 50 % und ein Glas Milch (= 0,2 l) zu 12 %.

Vergleich des Magnesiumgehaltes in Trink- und Mineralwässern

Eine genauere Analyse zeigt aber auch hier, dass 53,9 % der untersuchten Mineralwässer Magnesiumgehalte innerhalb des auch bei Trinkwässern ermittelten Bereichs (unter bzw. gleich 42 mg/l) aufweisen (Abb. 26). Die Magnesiumgehalte der Trink- und Mineralwässer überschneiden sich daher deutlich (Abb. 27). Auffallend ist der hohe Anteil von Mineralwässern mit sehr geringem Magnesiumgehalt (unter 10 mg/l).

Ähnlich wie beim Calcium auch, sind es in erster Linie feste Lebensmittel, die hohe Magnesiumgehalte aufweisen. Während allerdings beim Calcium Käse und Milch als die wichtigsten Quellen dominieren, weisen in erster Linie Lebensmittel pflanzlichen Ursprungs überdurchschnittliche Magnesiumgehalte auf (Abb. 28.). Die höchsten Gehalte weisen Nüsse und Vollkornprodukte auf, gefolgt von Gemüse- und Obstarten. Die mittlere tägliche Magnesiumzufuhr liegt mit 300 bis 400 mg im Bereich der empfohlenen Tageszufuhr. Die Bedeutung einzelner

Lebensmittelgruppen für die Magnesiumbedarfsdeckung ist der Abb. 29 zu entnehmen. Trink- und Mineralwasser tragen mit deutlich weniger als 10 % zur Magnesiumbedarfsdeckung bei.

Wird dem Trinkwasser ein mittlerer Magnesiumgehalt von 12,7 mg/l zu Grunde gelegt, dann trägt Trinkwasser in der Gesamtbevölkerung zu 2,3 % zur Magnesiumversorgung bei (Abb. 30 + 31). Wird von einem höheren Magnesiumgehalt im Trinkwasser ausgegangen (30 mg/l; entsprechend der 95er Perzentile), dann trägt Trinkwasser zu 5,3 % bei (Abb. 32 + 33). Es müssten täglich mindestens 6 l eines Mineralwassers mit durchschnittlichem Magnesiumgehalt oder 25 l Trinkwasser getrunken werden, um die empfohlene Tageszufuhr an Magnesium mit Hilfe dieser Lebensmittel zu erreichen (Abb. 34).

Fazit 6: Feste Nahrungsmittel sind mit Abstand unsere wichtigsten Magnesiumquellen. Eine bedarfsdeckende Magnesiumversorgung wird in Deutschland auch ohne hohe Magnesiumgehalte im Trinkwasser durch Verzehr einer durchschnittlichen Kostform erreicht. Ein Glas Mineralwasser (= 0,2 l) mit einem weit überdurchschnittlichen Magnesiumgehalt von 100 mg/l trägt z. B. nur zu 5,7 % zur Magnesiumbedarfsdeckung des Erwachsenen bei, eine Scheibe Vollkornbrot immerhin zu 15 %.

Vergleich des Natriumgehaltes in Trink- und Mineralwässern

Die mittlere Natriumzufuhr mit einer landesüblichen Mischkost ist wesentlich höher, als dies von den Fachgesellschaften empfohlen wird. Daher wird eine hohe Natriumzufuhr über Getränke heute eher als unerwünscht angesehen. Mineralwässer weisen wesentlich höhere Natriumgehalte auf als Trinkwässer (Mittelwerte: 174,2 vs. 19 mg/l; Mediane: 48 vs. 15,5 mg/l). Eine genauere Analyse zeigt, dass 96,2 % der untersuchten Trinkwässer Natriumgehalte unter 50 mg/l, aber nur 51,1 % der Mineralwässer Natriumgehalte in diesem Bereich aufweisen (Abb. 35). 41,2 % der untersuchten Mineralwässer weisen Natriumgehalte über 100 mg/l auf, wobei ein Höchstwert von über 3.000 mg/l ermittelt wurde (Abb. 36). Heilwässer, die nur auf ärztliche Anweisung regelmäßig getrunken werden sollten, haben noch wesentlich höhere Natriumgehalte. Einige natriumreiche Heilwässer werden allerdings nicht selten ebenfalls als Durstlöscher verwendet.

Fazit 7: Trinkwässer tragen auf Grund ihrer geringen Natriumgehalte nicht zu der weit verbreiteten hohen Natriumaufnahme bei (Abb. 37 - 40). Trinkwässer können daher in der kochsalzarmen Diät des Hypertonikers bedenkenlos eingesetzt werden.

Schlussfolgerung

Wässer mit und ohne Kohlensäure, pur oder gemischt mit Fruchtsäften oder anderen Geschmacksträgern sind zur Deckung des Flüssigkeitsbedarfs besonders geeignet und werden daher von wissenschaftlichen Fachgesellschaften empfohlen. Die Bedeutung derartiger Getränke als Mineralstoffquellen wird deutlich überschätzt. Mineralstoffe werden überwiegend mit festen Nahrungsmitteln aufgenommen. Eine abwechslungsreiche Mischkost, wie diese von der Deutschen Gesellschaft für Ernährung und vielen anderen internationalen Fachgesellschaften empfohlen wird, sorgt für eine sicher ausreichende Bedarfsdeckung mit lebenswichtigen Vitaminen und Mineralstoffen. Auch die Gefahr einer überhöhten Zufuhr mit unerwünschten Nahrungsinhaltsstoffen wird durch eine derartige Kostform minimiert.

Trinkwasser steht in Deutschland in ausreichender Menge und hoher Qualität zur Verfügung, ist kalorienfrei und preiswert. Wer statt „stillem“ Trinkwasser ein kohlenensäurehaltiges Getränk bevorzugt, kann durch Sodabereiter oder Sprudler aus Trinkwasser ein sprudelndes Wasser selbst herstellen und hiermit seinen Durst löschen.

Literaturhinweise

Adolf, T., Eberhardt, W., Hesecker, H., Hartmann, S., Herwig, A., Matiaske, B., Moch, K.J., Schneider, R., Kübler, W.: Lebensmittel- und Nährstoffaufnahme in der Bundesrepublik Deutschland. Ergänzungsband zum Ernährungsbericht 1992. In: Kübler, W., Anders, H.J., Heesch, W. (Hrsg.): Band XII der VERA-Schriftenreihe. Wissenschaftlicher Fachverlag Dr.Fleck, Niederkleen (1994), 241 S.

Adolf, T., Schneider, R., Eberhardt, W., Hartmann, S., Herwig, A., Hesecker, H., Hünchen, K., Kübler, W., Matiaske, B., Moch, K.J., Rosenbauer, J.: Ergebnisse der Nationalen Verzehrsstudie (1985-1988) über die Lebensmittel- und Nährstoffaufnahme in der Bundesrepublik Deutschland. In: Kübler, W., Anders, H.J., Heesch, W. (Hrsg.): Band XI der VERA-Schriftenreihe. Wissenschaftlicher Fachverlag Dr.Fleck, Niederkleen (1995), 241 S.

Couzy, F., Kastenmayer, P., Vigo, M., Clough, J., Munoz-Box, R., Barclay, D.V.: Calcium bioavailability from a calcium- and sulfate-rich mineral water, compared with milk, in young adult women. *Am. J. Clin. Nutr.* 62: 1239-1244 (1995)

DGE, ÖGE, SGE/SVE (Hrsg.): Referenzwerte für die Nährstoffzufuhr. S. 145-150. 1. Auflage. Umschau/Braus, Frankfurt (2000)

DGE (Hrsg.): Ernährungsbericht 1996. Druckerei Henrich, Frankfurt (1996)

DGE (Hrsg.): Ernährungsbericht 2000. Druckerei Henrich, Frankfurt (2000)

DGE-Arbeitskreis Sport und Ernährung: Trinkempfehlungen für den Breitensport.

DGE-Info 4/2001

Elmadfa, I., Leitzmann, C.: Ernährung des Menschen. S. 264-265. 3. Aufl., Ulmer, Stuttgart (1998)

Heaney, R.P., Dowell, M.S.: Absorbability of the calcium in a high-calcium mineral water. *Osteoporos Int* 4: 323-324 (1994)

IOM: Dietary Reference Intakes for calcium, phosphorus, magnesium, vitamin D, and fluoride. National Academy Press, Washington (1997)

Kersting, M., Sichert-Hellert, W., Alexy, U., Manz, F., Schöch, G.: Macronutrient intake of 1 to 18 year old German children and adolescents. *Z. Ernährungswiss.* 37: 252-259 (1998)

Morlion, B.J.: Wasser, Elektrolyte und Säure-Basen-Haushalt. S. 159-161. In: Biesalski, H.K. et al.: *Ernährungsmedizin*. 2. Auflage, Thieme, Stuttgart (1999)

Schaafsma, G.: Bioavailability of calcium and magnesium. *Eur. J. Clin. Nutr.* 51 (Suppl.): S13-S16 (1997)

Volkert, D.: *Ernährung im Alter*. UTB, Quelle & Meyer, Wiesbaden (1997)

Wynckel, A., Hanrotel, C., Wuillai, A., Chanard, J.: Intestinal calcium absorption from mineral water. *Miner. Electrolyte Metab.* 23: 88—92 (1997)