

MICHAEL-N.INFO

**MICHAEL  
NEDWED**

**WASSERHAUSHALT**

**APRIL 2010**

### Warum ist trinken so wichtig für uns?

Ein Mensch kann etwa 30 Tage ohne Nahrung überleben, bei einem unausgeglichenen Wasserhaushalt ist der Mensch unter optimalen körperlichen und klimatischen Bedingungen lediglich in der Lage maximal 7 Tage ohne Wasserzufuhr auszukommen. Nach 3 Tagen unzureichender Wasserzufuhr beginnt die Selbstvergiftung.

Bei ungünstigsten Bedingungen kann schon nach wenigen Stunden der Tod eintreten.

Diese Werte sind uns mehr oder weniger bekannt und doch nehmen wir dieses lebenswichtige Versorgungssystem eigentlich nur beiläufig wahr. Entgegen der allgemeinen Meinung kann man auch in unserer mitteleuropäischen Region rasch dehydrieren, wenn man unter körperlicher Belastung nicht ausreichend Flüssigkeit zuführt und die wenigsten wissen, dass eine häufige Minderversorgung mit Wasser, auch im niedrigen 1-2% Bereich sich als chronische Symptome manifestieren können. Somit gibt es neben den unmittelbaren auch langfristige Folgen.

Dehydratation ist der medizinische Begriff für eine gesteigerte Abnahme der Körperflüssigkeit ohne eine entsprechende Flüssigkeitszufuhr.

Es werden drei Arten der Dehydratation unterschieden:

1. **Isotone** Dehydratation bedeutet, dass sich der osmotische Druck des Extrazellulärraums nicht ändert, da der Verlust von Wasser und Salz (Natrium) im gleichen Verhältnis erfolgt. Dies ist vor allem bei unzureichender Wasser- und Natriumzufuhr der Fall; aber auch bei Erbrechen oder Durchfall.
2. **Hypertone** Dehydratation entsteht beim Verlust von freiem Wasser (nicht zellgebunden) bei nicht entsprechendem Verlust von Salz. Dies kann bei Fieber und Verdursten der Fall sein.
3. **Hypotone** Dehydratation entsteht, wenn im Verhältnis zu der Menge des vorhandenen Wassers, zu wenig Salz vorhanden ist. Dies geschieht dadurch, dass zu viel Salz ausgeschieden wird. Dies ist z.B. bei starkem Schwitzen der Fall. Beim Tauchen und hohen körperlichen Anstrengungen spielt vor allem diese Art der Dehydratation eine Rolle.

Der allgemeine Flüssigkeitsverlust erfolgt über:

Norm-Werte Flüssigkeitsausscheidung	in 24h
Urin	1.500 ml
Kot	150 ml
Haut	475 ml
Atem	375 ml
<b>Gesamtmenge</b>	<b>2.500 ml</b>

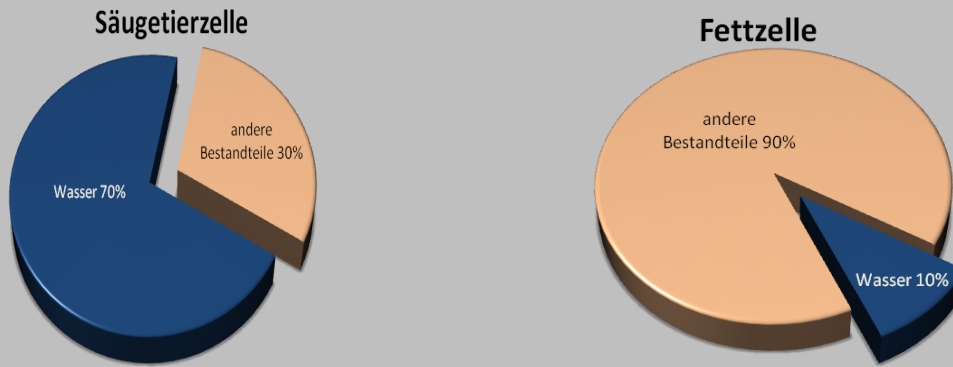
Diese Werte beruhen auf einen Tagesablauf ohne schwere körperliche Belastung.

Beim Tauchen verliert man auch viel Körperflüssigkeit. Dieser Flüssigkeitsverlust ist natürlich bei Tauchgängen in subtropischen oder tropischen Regionen besonders groß. 1997 konnte man auf den Malediven die Mehrzahl der Dekompressionsunfälle auf Dehydratation zurückführen!

### Wie beeinträchtigt der Wasserverlust die Leistungsfähigkeit?

Im menschlichen Körper fungiert Wasser als Baustoff, Lösungs- und Transportmittel und es ist der Hauptbestandteil von Blut, Harn und Schweiß. Somit ist Wasser lebensnotwendig, da es an den meisten Stoffverschiebungen in unserem Körper beteiligt ist. Sei es an der Zuführung von Nährstoffen, dem Abtransport von Giftstoffen oder der Wärmeregulierung. Des Weiteren fungiert es als extrem wichtiger Regulator, z.B. für die Erhaltung des optimalen osmotischen Druckes der Zellen, durch den Flüssigkeit von einer Körperzelle niedriger Konzentration über eine halbdurchlässige Membran in einen anderen Körperzelle mit einer höheren Stoffkonzentration wechselt.

Der Wasseranteil im Körper ist von Mensch zu Mensch verschieden. Normalgewichtige Menschen haben einen höheren Wassergehalt als übergewichtige, durch die viel höhere Anzahl an Fettzellen bedingt.

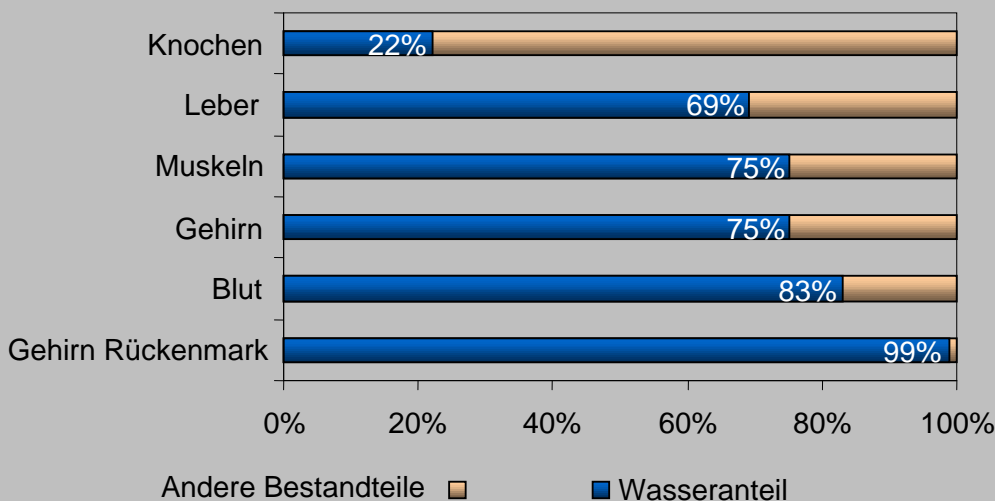


Auch das Alter und Geschlecht spielen eine Rolle. Während ein Säugling einen Wasseranteil von bis zu 75% aufweist, sinkt mit zunehmendem Alter der Wasseranteil bei Männern auf etwa 53%, bei Frauen auf 46%. Grund für dieses unterschiedlichen Wasser-Werte zwischen den Geschlechtern ist der bei Frauen genetisch bedingte höhere Anteil an Fettgewebe, der bei normalgewichtigen etwa 20-30% des Körpergewichtes beträgt und bei Männern bei rund 10% liegt.

Bei Forschungen im Bereich der Fettleibigkeit wurde festgestellt, dass ein Anstieg des Fettgehaltes auf 50% des Körpergewichtes zu einer Reduzierung des Wassergehaltes auf 40% führt.

Etwa 75% des im Körper vorhandenen Wassers befindet sich im Inneren der Zellen (intrazellulär) und nur 25% außerhalb der Zellen im Extrazellulärraum. Der Wasseranteil einzelner Körperteile ist unterschiedlich.

### Wasseranteil einzelner "Körperteile"



Der Wasserhaushalt wird zum großen Teil durch die Nieren geregelt, und er ist dann im Gleichgewicht, wenn so viel Flüssigkeit aufgenommen oder gebildet wie ausgeschieden wird.

Erwachsene haben einen täglichen Wasserbedarf von etwa 35 Milliliter pro Kilogramm Körpergewicht. Damit bei einem gesunden Erwachsenen der Flüssigkeitshaushalt im Gleichgewicht bleibt, sollte er täglich rund 4% seines Körpergewichtes an Flüssigkeit aufnehmen, denn diese Menge entspricht in etwa dem allgemeinen Flüssigkeitsverlust. Für den 75 Kg Menschen würde dies nach der 4% Regel 3 l ergeben. Nach den allgemeinen Verlustmengen ergeben sich 2.625 ml. Das bedeutet nicht, dass diese Menge getrunken werden muss, da sich die Flüssigkeitsaufnahme in 3 große Bereiche einteilen lässt.

<b>Gesamtbedarf (75Kg)</b>	<b>2.625 ml</b>
Nahrungsmittel	~ 700 ml
Oxidationswasser (Gewinnung durch Stoffwechselfvorgänge)	~ 300 ml
Getränke	1.625 ml

Diese Trinkempfehlung gilt jedoch nur unter Normalbedingungen, bei großer Hitze und/oder sportlicher Betätigung kann der Bedarf auf 10 Liter steigen!

Ich merke nochmal an, das dies Beispielwerte sind, die nicht für jeden ihre Gültigkeit haben!

Besonders gefährdet sind Kinder, denn im Verhältnis zu ihrer geringen Körpermasse erhöht sich die Körpertemperatur rascher und der Flüssigkeitsverlust wirkt sich deshalb bei ihnen stärker aus als bei Erwachsenen. Ebenso stark gefährdet sind ältere Menschen und Menschen mit Essstörungen, da diese oftmals ihr Durstgefühl ignorieren.

Der Stoffwechsel von Nahrung ergibt als ein Produkt Oxidationswasser. In der Nahrung selbst ist ebenfalls Wasser enthalten. Die restliche Menge muss durch Getränke zugeführt werden.

Beim Stoffwechsel werden die aufgeführten Mengen an Wasser "gewonnen":

<b>Energieförderer</b>	<b>pro 100 g /ml</b>
Fette	93 ml
Kohlenhydrate	55 ml
Eiweiße	41 ml

Je intensiver der Atem ist, desto mehr Wasser wird als Dampf ausgeschieden, dies wird in der kalten Jahreszeit besonders gut sichtbar.

Bei Gerätetauchern kommt hinzu, dass der Wassergehalt von Flaschen (auch abhängig vom Fülldruck) max. 35-50 mg/m<sup>3</sup> betragen darf. Die Kompressoren dürfen bei Fülldrücken über 200 bar nur 25 mg/m<sup>3</sup> Wasser in die Flasche bringen. Die Differenz zu 50 mg/m<sup>3</sup> ergibt sich aus möglichen Restbeständen von Wasser in der Flasche. 50 mg Wasser entspricht einem Tropfen Wasser. 1 m<sup>3</sup> Luft enthält bei 1 bar etwa 10,4 g Wasser, was mindestens der 208 fachen Menge Wasser entspricht die in 1 m<sup>3</sup> Luft ist, nachdem sie durch den Kompressor entfeuchtet wurde. Gehen wir von einer 15 L Flasche mit 200 bar aus, so fehlen rund 25 g Wasser (Flasche nicht komplett leer), die dem Körper zusätzlich entzogen werden. Zwar sind dies nicht gerade kritische Mengen, jedoch können viele nicht berücksichtigte kleine Mengen eventuell der entscheidende Auslöser sein.

Ich nehme einmal einen Urlaub am Roten Meer mit einigen Stichwörtern: aufgrund der trockenen Hitze achten die meisten bei diesen 36°C nicht so sehr auf ihre Trinkmenge als in unseren Gefilden, denn durch die geringe Luftfeuchtigkeit empfinden wir die Luft kühler als bei uns, die wir als schwül empfinden und durch die sofortige Schweißbildung eher wahrnehmen. Auch die Nahrung kann dazu beitragen, dass der Dickdarm seiner Tätigkeit nicht mehr so richtig nachkommen kann und somit der Stuhlgang nicht in der gewohnten Form den Körper verlässt und in vielen Fällen dadurch ein höherer Flüssigkeitsverlust stattfindet, auch wenn es sich nicht unbedingt um Diarrhö handeln muss. Dann taucht man ja auch nicht unbedingt den ganzen Tag und das Sonnen entzieht der Haut je nach Sonnenschutzmaßnahme ebenfalls Flüssigkeit. Dann kommt noch hinzu das einige Taucher sich angewöhnt haben vor dem Tauchen nichts zu trinken, um den Harndrang zu reduzieren. So kann auf diese Art schon einmal ein Defizit von 500 ml schon vor dem Tauchen schnell zustande kommen.

Es gibt auch Erkenntnisse, dass Nikotin und Coffein zur Austrocknung der Lunge beitragen. Wenn man als Gerätetaucher oft trockenen Husten, Atembeschwerden beim oder kurz nach dem Tauchen bei sich feststellt so kann sich dies, neben der trockenen Luft, auch darin begründen. Oft gehen die Beschwerden innerhalb kurzer Zeit zurück und werden darum auch nicht weiter beachtet, sie können sich jedoch im Laufe der Zeit als chronische Bronchitis oder anderen dauerhaften Einschränkungen manifestieren.

Der Körper verliert durch Schwitzen neben Wasser auch Salze. Hier kann für den Norm-Menschen etwa 1,8 l/h bei Belastungen veranschlagt, bei Hochleistungssportlern wurden schon bis zu 3l/h festgestellt.

Sinkt der körpereigene Wasservorrat und verdickt sich das Blut und das Gesamtblutvolumen nimmt ab, muss sich folglich die Schlagfrequenz des Herzens erhöhen, damit die Versorgung gewährleistet bleibt. Allein schon durch das dickflüssigere Blut erhöht sich die Arbeitsleistung des Herzens, was wiederum mit einem erhöhten Sauerstoffverbrauch einhergeht.

Wenn das Herz seine Frequenz nicht anpassen könnte, würde folgendes geschehen: die Zellen erhalten weniger Sauerstoff, die Reinigung des Blutes von Schadstoffen leidet, die Thrombosegefährdung wäre noch erheblicher, die Kreislaufbelastung erhöht sich und auch die Reizübertragung vom Hirn zu den Muskeln verschlechtert sich ebenfalls in erhöhtem Maß.

Die Leistungsfähigkeit, sei es geistig oder körperlich, wird immer stärker sinken, dies geschieht auch bei angepasster Herzfrequenz.

Das hängt auch mit der Temperaturregulation zusammen. Jeder, der schon einmal 40°C Fieber hatte, kennt die Schwäche, die allein durch diese relativ geringe Steigerung der Körpertemperatur um rund 3°C verursacht wird.

Im Falle einer zu geringen Wasserzufuhr steigt die Elektrolytkonzentration im Verhältnis zum Blutvolumen an. Elektrolyte sind die Mineralstoffe, die eng mit dem Wasserhaushalt verknüpft sind wie Natrium, Kalium, Magnesium und Chlorid. Das Blut wird dadurch hyperton. Da ein konstantes Blutvolumen von großer physiologischer Bedeutung ist, führt dies und der hypertone Zustand des Blutes zu einem Einstrom von Wasser aus den Zellen in die Blutgefäße. Hieraus erklärt sich auch die relativ lange Zeit von mindestens 16 h, die der Körper benötigt, um eine Dehydratation von mehr als 3% auszugleichen, da die Flüssigkeit nicht nur im Blut fehlt, sondern auch in das Gewebe transportiert werden muss. Diese Entnahme aus den Zellen ist eines von vielen Notprogrammen des Körpers.

Wird das Blut zu dickflüssig, steigt die Gefahr von Gefäßverschlüssen, insbesondere in den feinen Verästelungen des Gehirns z. Bsp.

Ein aussagefähiger Wert hierfür ist der Hämatokritwert, der durch die Trennung der festen und flüssigen Blutbestandteile durch eine Zentrifuge festgestellt wird. Normalwerte bei Männern sind 40-53% und bei Frauen 36-48%. Je höher der Hämatokritwert ist, desto schlechter ist die Fließeigenschaft des Blutes. Bei Extrembergsteigern wurden schon Werte von 70% festgestellt, hier reguliert der Körper durch gerinnungshemmende Enzyme nach, damit die Fließfähigkeit des Blutes sich noch in annehmbaren Grenzen bewegt. Diese Regulation findet bei einer Dehydratation nicht statt.

Unser Körper verfügt über diverse Mess- und Regelmechanismen für die vielfältigen Aufgaben unseres Körperhaushaltsplanes. Als Osmo-Rezeptoren bezeichnete Zellen im Hypothalamus (Durstzentrum) registrieren bereits geringe Veränderungen des osmotischen Drucks und leiten normalerweise eine Gegenregulation ein (Osmose: Ausgleich von Konzentrationsunterschieden in eine Richtung). Diese Osmo-Rezeptoren veranlassen die benachbarte Hypophyse als der übergeordneten Steuerungsdrüse, das ADH (= antidiuretisches Hormon) freizusetzen. Dieses Hormon gelangt über den Blutkreislauf zu den Nieren und löst dort eine verstärkte Rückabsorption von Wasser aus, was wiederum zu einer verminderten Ausscheidung von Urin führt. Dieser Mechanismus ist sehr effizient und gewährleistet unter normalen Bedingungen des Blutvolumens sowie dem Körperwasser.

Den Zustand seines Wasserhaushaltes kann man auch ohne Messgeräte oder Messstreifen feststellen. Hierbei handelt es sich natürlich lediglich um einen groben Anhalt.

Die Farbe des Urins spiegelt sehr gut den allgemeinen Hydratationszustand eines Menschen wider. Beim gesunden Menschen ist ein kräftig gefärbter, konzentrierter Urin ein Zeichen für eine unzureichende Wasserzufuhr. Bei ausreichender Wasserzufuhr ist der Urin von blass-gelber Farbe und weist keinen strengen Geruch auf. Geringe Urinmengen von dunkler Farbe sowie intensivem Geruch deuten somit auf eine unzureichende Wasserversorgung hin. Den Geruch des Urins nach dem Genuss von bestimmten Lebensmitteln wie zum Beispiel Spargel lassen wir einmal an dieser Stelle außen vor.

Zu wenig Flüssigkeit im Körper führt also unter anderem zum Eindicken des Harns sowie des Stuhlganges. Kommt dies häufiger vor, bilden sich Nierensteine und es kommt zu Verdauungsstörungen. 50% aller Verstopfungen haben mit zu wenig trinken zu tun, da im Dickdarm bei Flüssigkeitsmangel die benötigte Flüssigkeit resorbiert und dem Körper wieder zugeführt wird.

Die allgemeinen Wasserverluste über Lunge, Niere, Haut und Darm betragen ca. 100 ml/h, wobei dies NICHT die körperlichen Belastungen wie sie beim Sport oder ungewohnten klimatischen Bedingungen auftreten berücksichtigt.

Verliert der Körper mehr als 0,5% seines Körpergewichtes in Form von Wasser, dann entsteht bereits ein erstes Durstgefühl, dass mit weiter abnehmendem Wassergehalt des Körpers zunehmend stärker wird. Bei einer 75 Kg Person wären das 375 ml.

Das Auslösen eines Durstsignals stellt eine wichtige Regelgröße des Flüssigkeitshaushalts dar und veranlasst den Menschen, seine Wasserbilanz auszugleichen. Normalerweise ist dieses Durstgefühl ein gutes Maß für den Wasserbedarf des Körpers. Unter körperlicher Belastung, besonders bei hohen Umgebungstemperaturen stellt der Durst gelegentlich allerdings nur ein unzureichendes Signal dar. Beim konzentrierten Arbeiten z. B. am PC oder bei langen Autofahrten wird das Durstgefühl auch schon einmal unterdrückt, oder wir verlernen auf die Signale des Körpers richtig zu reagieren.

Flüssigkeitsverluste von nur 2% des Körpergewichtes (75 Kg  $\cong$  1.500 ml) vermindern bereits die körperliche und geistige Leistungsfähigkeit erheblich. Bei einer neutralen Umgebungstemperatur stellt sich schon eine Verschlechterung der körperlichen Leistungsfähigkeit um etwa 8% ein. Je weiter der Wasserverlust steigt, desto merklicher werden die Leistungseinschränkungen. Negative Effekte wirken sich dabei besonders deutlich im Bereich der aeroben Ausdauer aus. Dies wird mit dem negativen Einfluss auf die Herz-Kreislauf-Funktion bzw. die Temperaturregulation begründet. Werden die Flüssigkeitsverluste nicht rechtzeitig ersetzt, wird Blut und Gewebe zunehmend Wasser entzogen. Das Blut fließt langsamer und harnpflichtige Substanzen können nicht mehr in ausreichendem Umfang ausgeschieden werden. Gleichzeitig ist die Versorgung der Muskel- und Gehirnzellen mit Sauerstoff und Nährstoffen herabgesetzt.

In Studien wurden die Auswirkungen einer Dehydratation untersucht. Die Probanden wurden zunächst durch eine restriktive Wasseraufnahme und körperliches Training auf unterschiedliche Stufen einer Dehydratation eingestellt und führten dann verschiedene Tests (Kurzzeitgedächtnis, Lösung mathematischer Aufgaben und dergleichen) durch. Von einem Flüssigkeitsverlust von 2% an kam es zu deutlichen Verschlechterungen der gemessenen mentalen Funktionen.

Bei Sportlern, die zum Erreichen eines niedrigeren Wettkampfgewichts gezielt Körpergewicht in Form von Körperwasser verloren hatten, wurden ebenfalls ein verschlechtertes Kurzzeitgedächtnis und Störungen der Allgemeinbefindlichkeit festgestellt.

Im dehydrierten Zustand konnten sich die Versuchspersonen Informationen schlechter merken. Da auch pro Zeiteinheit weniger Informationen als sonst verarbeitet werden konnten, agierten dehydrierte Personen langsamer, waren weniger flexibel, verloren leichter die Übersicht und hatten größere Schwierigkeiten, komplexe Zusammenhänge zu verstehen. Die beobachteten Leistungseinbußen traten auf, ohne dass diese von den Probanden selbst wahrgenommen worden waren.

Eine Abnahme des Körperwassers um 3% führt bereits zu einem Rückgang der Speichelsekretion und der Harnproduktion mit dunkel gefärbtem Urin sowie zu Kopfschmerzen, Mundtrockenheit und Verstopfung. Eine Rehydrierung von diesem Level ist nicht innerhalb kurzer Zeit durch das Trinken von Wasser möglich. Eine komplette Rehydrierung benötigt 16-24 h und erfolgt zweckmäßigerweise durch die gleichzeitige Aufnahme von Wasser und elektrolyt- bzw. mineralstoffhaltigen Lebensmitteln, z.B. Kartoffeln, Bananen, Gemüse und Nüssen.

Bei hoher Umgebungstemperatur führte bei Probanden ein Wasserverlust von 2-4% zu einer Reduktion der maximalen aeroben Leistungsfähigkeit von 10-25% und der Arbeitskapazität von 20-45%.

Mit der aeroben Leistungsfähigkeit bzw. der Ausdauerleistungsfähigkeit wird die maximale Sauerstoffaufnahmekapazität ( $VO_2max$ ) beschrieben. Darunter versteht man die maximale Menge an Sauerstoff, die ein Individuum der Luft entnehmen, zu den Organen transportieren und dort verwerten kann. Unter Arbeitskapazität (PWC= **physical work capacity**) versteht man die auf eine bestimmte Herzfrequenz bezogene Leistungsfähigkeit. Die Arbeitskapazität wird mit dem Ergometer in Watt gemessen. In der Regel wird die Herzfrequenz 170/min als Bewertungsmaßstab herangezogen und für untrainierte, normalgewichtige Menschen sind für Frauen 2,5W/Kg Körpergewicht und bei Männern 3,0 w/Kg als Normalwert anzusehen. Trainierte können diesen Wert um etwa 50-70% steigern, also 4,5-5,1 w/Kg. Bei Spitzensportlern wurden schon Werte von 6-7 W/Kg gemessen.

Bei einem Flüssigkeitsverlust von 5% (75 Kg  $\cong$  3.750 ml) stellt sich eine Tachykardie (beschleunigter Puls von über 100/min und bei über 150/min spricht man von einer ausgeprägten Tachykardie) ein und die Körpertemperatur steigt. Schon nach 2 bis 4 Tagen bei gemäßigten Temperaturbedingungen und ohne Wasserzufuhr erreicht man diesen Wert, es treten Übelkeit, Schwindelgefühle, Kopfschmerzen, Durchblutungsstörungen, Erbrechen und Muskelkrämpfe auf.

Der Wasserlust von 10% (75 Kg  $\cong$  7.500 ml) führt zu Verwirrheitszuständen und Stoffwechselstörungen.

Ab 20% (75 Kg  $\triangleq$  15.000 ml) Wasserverlust tritt durch Nieren- und Kreislaufversagen der Tod ein. Nimmt man diese Zahl und den normalen Wasserverbrauch pro h, so wären es 6,25 Tage für den 75 Kg Mensch bis zum theoretischen Tod durch verdursten. Wenn nichts zugeführt wird und unter optimalen Bedingungen.

Die Verlustgrenzen ab 10% und höher spielen beim Tauchen kaum eine Rolle und sind lediglich zur Vervollständigung des weiteren Verlaufes der Dehydratation aufgeführt.

Wichtig ist es, nicht nur während des Sports, sondern schon davor genügend zu trinken. Damit lassen sich Hitzekrämpfe, Hitzschlag und die gefürchtete Hitzeerschöpfung vermeiden, die zu Kopfschmerzen, Benommenheit und Schwindel führen oder schlimmstenfalls einen Schock auslösen können. Bei schweißtreibender Aktivität verliert der Körper ein bis zwei Liter Wasser pro Stunde und damit auch Elektrolyte. Wenn der große Durst kommt, ist das ein Anzeichen dafür, dass der Körper schon ein Flüssigkeitsdefizit hat, das kaum mehr aufzuholen ist. Bei Sportarten im Wasser wird der Verlust kaum wahrgenommen, da die Kühlung hervorragend funktioniert und man sollte sich deshalb noch bewusster zum Trinken anhalten.

Allerdings ist nicht jedes Getränk als Volumenersatz zu empfehlen. Ideal sind natriumarme stille Mineralwasser, Leitungswasser oder Saftchorlen. Bei Leistungssport wird der Durst auch gern mit isotonischen Getränken gelöscht, die gleich viele gelöste Teilchen enthalten wie die Flüssigkeiten im menschlichen Organismus und dadurch schnell aufgenommen werden.

Kaffee, Schwarzer Tee, Bier und Wein sind keine gesunden Durstlöscher. Zum einen wegen des Gehalts an Koffein, Teein oder Alkohol und zum anderen wegen ihrer harntreibenden Wirkung. Beim Genuss dieser Getränke sollte man sich angewöhnen seine Wasserzufuhr etwas zu erhöhen, damit der Wasserhaushalt ausgeglichen bleibt, wobei das Verhältnis 1:1 übertrieben ist.

Chemisch gesehen gibt es keinen Unterschied zwischen Koffein und Teein. Das Koffein aus Tee wirkt jedoch anders als jenes, welches der gerösteten Kaffeebohne entnommen wird. Bei der Nutzung des Tees sind noch Gerbsäuren an der Wirkung beteiligt, welche eine Verzögerung des Koffeins hervorrufen. Dies ist der Grund, warum einst eine Unterscheidung zwischen Koffein und Teein vorgenommen wurde. Bei der Verwendung des Begriffes Teein, bezieht man sich auf das Gemisch aus Koffein und Gerbsäure, welches den Tee milder aber auch länger wirken lässt als den Kaffee. Unbeschadet davon bleibt die Gesamtwirkung des Koffeins gleich.

Der diuretische Effekt (harntreibende Wirkung) von Kaffee wurde in einigen gut kontrollierten Studien untersucht. Wohl gemerkt bei einem Kaffee Konsum im Normalbereich, also etwa 4-6 Tassen pro Tag, spielt der Effekt kaum eine Rolle. Bewegt man sich jedoch unter bestimmten und ungewohnten Belastungsszenarien, sollte man darauf bedacht sein die Entwässerungsfaktoren auf das unumgängliche Maß zu reduzieren. Zudem Koffein neben der Steigerung der Herzfrequenz, sich auch auf die Blutgefäße auswirkt, so werden im Gehirn die Blutgefäße eng gestellt und in der Peripherie weit. Koffein ist ein Nervengift, das die Nebennierenrinde anregt und den Ausstoß von Stresshormonen auslöst. All diese Aspekte sind hinsichtlich des Apnoetauchens nicht gerade wünschenswert.

Etwa 500-600 mg Koffein gelten allgemein als gesundheitlich unbedenklich. Das entspricht den genannten 6 Tassen Kaffee oder 1L Tee. Anbei eine kleine Tabelle welches Genussmittel wie viel Koffein enthält.

Genussmittel	Koffeingehalt in mg pro 50 ml oder 50 g
Espresso	55
Mokka	40 - 54
Ungefilterter Kaffee	36 - 52
Filterkaffee	32 - 48
Instantkaffee	24 - 40
Zartbitterschokolade	5 - 40
Tee	12 - 24
Cola	7,5 - 17,5
Ernegydrink	16
Milchschokolade	7,5 - 10
Kakao	0,8 - 2

Alkohol erhöht den Blutdruck, erweitert die Blutgefäße in der Peripherie der Körperteile (Fingerspitzen, Zehen, Nase usw.), was die Auskühlung des Körpers beschleunigt. Die Atmung wird gesteigert, der Blutzuckerspiegel wird gesenkt und die Leistungsfähigkeit der Muskulatur ist herabgesetzt. Als weitere Punkte sind noch die harntreibende Wirkung anzuführen und das Mineralstoffe wie Magnesium und Kalium, sowie Vitamin C in erhöhtem Grad verbraucht werden. Alles ebenfalls Effekte, die beim Apnoetauchen nicht wünschenswert sind. Dies sollte man beachten, wenn man mit einem Restblutgehalt im Alkohol tauchen gehen will.

### **Das richtige Trinken ist auch wichtig.**

Was wäre unser Leben, wenn es zu einer Regel keine Ausnahme gäbe. Es ist falsch zu glauben, dass viel trinken immer hilft. Menschen mit Herzschwäche, eingeschränkter Nierenfunktion, Leberzirrhose oder der Neigung zu Ödemen sollten mit ihrem Arzt darüber sprechen, wie viel Flüssigkeit für sie gesund ist. Die von diesen betroffenen Personen benötigte Menge, kann deutlich unter der Norm liegen.

Neben der Menge ist auch die Art des Trinkens wichtig, deshalb öfter kleine Mengen und nicht 2–3 mal gleich einen halben Liter auf einmal, denn durch diesen plötzlichen Flüssigkeitsschub kommt es zu erhöhter Nierenfunktion und Schweißproduktion, das Blutvolumen wird nicht ausgeglichen und der Kreislauf bleibt weiter belastet.

### **Wann soll man trinken?**

Bis etwa 30 Minuten vor der Belastung sollte man in mehreren Etappen bis 500 ml Flüssigkeit aufgenommen haben, damit die Flüssigkeitsabgabe vom Magen in den Darm verbessert wird.

Bei einer Belastung von bis zu 60 Minuten reicht es in aller Regel aus, verloren gegangene Flüssigkeit nach Beendigung des Sports zu ersetzen. Bei einer bekannten Neigung zu Muskelkrämpfen ist es dagegen sinnvoll, schon während der Belastung zu trinken. Auch die klimatischen Bedingungen sind zu beachten, insbesondere wenn eine Akklimatisierungsphase fehlt.

Gehen Belastungen über 60 Minuten hinaus, müssen die Flüssigkeitsverluste schon während der Belastung ersetzt werden. Das Optimale wäre alle 15-20 Minuten 100 bis 200 ml zu trinken. Das ist beim Schwimmbadtraining gut zu realisieren, jedoch beim Freiwassertraining schon etwas umständlich.

Nach der Belastung ist das Trinken zum Ausgleich der Verluste wichtig. Dabei gilt: In den ersten beiden Stunden nach der Belastung kann der Körper Wasser und Kohlenhydrate am besten aufnehmen und speichern.

### **Wann ist ein Getränk ein gutes Sportgetränk?**

Kurz gesagt durch eine schnelle Resorption (Aufnahme) durch den Körper.

Hierzu muss die Flüssigkeit rasch in den Darm und schnell vom Darm in den Körper gelangen. Gekühlte Getränke fördern die Flüssigkeitsaufnahme, das Getränk darf jedoch nicht zu kalt sein, da es dann in einer tropischen/subtropischen Umgebung zu unerwünschten Magen- Darmtätigkeiten kommen kann.

Den Übergang vom Magen in den Darm fördert regelmäßiges Trinken in kleinen Mengen. Im Darm werden Getränke am schnellsten aufgenommen, die isoton oder leicht hypoton sind.

**Isoton** ist ein Getränk, wenn es dieselbe Konzentration an gelösten Teilchen wie Blutplasma aufweist. Der Vorteil einer isotonen Lösung ist, dass der Körper sie schnell resorbieren kann, ohne sie verdünnen zu müssen.

**Hypotone** Flüssigkeiten enthalten weniger gelöste Teilchen als Blutplasma. Auch sie werden vom Körper gut aufgenommen und sind hypertonen Getränken vorzuziehen.

**Hyperton** wird eine Flüssigkeit bezeichnet, wenn sie eine höhere Konzentration an gelösten Teilchen aufweist als Blutplasma. Vor der Aufnahme in den Körper wird im Darm eine isotone Lösung hergestellt, indem dem Körper kurzfristig Wasser entzogen wird, das in den Darm wandert. Zum raschen Ausgleich von Flüssigkeitsverlusten sind solche Getränke nicht geeignet.

Als Energiespender vor, während und nach der körperlichen Belastung und zum Auffüllen der Glykogenspeicher eignen sich kohlenhydrathaltige Getränke mit einem Kohlenhydratgehalt von 20-60 g/Liter (2-6%). Fruchtsaftschorlen im Verhältnis 1 Teil Saft auf 3 Teile Wasser bis zu Mischungen im Verhältnis 1:1 erfüllen diese Vorgabe.

Reine Fruchtsäfte, Fruchtsaftgetränke, Limonaden und Colagetränke enthalten circa 10% Kohlenhydrate. Sie sind somit in aller Regel hyperton und kein ideales Sportgetränk.

Hinsichtlich der Flüssigkeitsverluste, werden auch andere Stoffe ausgeschieden.

Schweiß enthält unter anderem Natrium (~1.200mg/l), Chlorid (~1.000 mg/l), Kalium (~300mg/l), Kalzium (~160mg/l) und Magnesium (~36 mg/l), Sulfat, Phosphat, Zink/Eisen (je ~1,2mg/l), aber entgegen früherer Annahmen keine Vitamine.

Nach Meinung der Mehrzahl der Experten gilt derzeit die Saftschorle (aus Fruchtsaft, z.B. Apfelsaft und Mineralwasser) in den oben genannten Mischungsverhältnissen für den Breitensportler als ideales Getränk, um Verluste an Flüssigkeit, Energie und Mineralstoffen auszugleichen. Das Mineralwasser ist im Idealfall kohlen säurearm, enthält 400–800 mg Natrium pro Liter und weist ein Calcium-Magnesium Verhältnis von 2:1 auf.

### **Sind isotonische Sportgetränke notwendig?**

Das Marktangebot ist vielseitig und unübersichtlich. Speziell für Leistungssportler entwickelte isotonische Sportgetränke erfüllen die Voraussetzungen für ein ideales Sportgetränk. Nach Angaben der [Deutschen Gesellschaft für Ernährung](#) e.V. bieten sie jedoch Breitensportlern im Vergleich zur Schorle keine zusätzlichen Vorteile.

Aus ökologischen Gründen (Dosenmüll) und aus ökonomischen Gründen (Preis) sind solche Getränke für den Breitensportler nicht sinnvoll, aber auch nicht schädlich.

### **Sauerstoffwasser?**

Sauerstoffwasser ist Trinkwasser, das mit Sauerstoff angereichert wird. Es hat dadurch einen erhöhten Sauerstoffgehalt von 45 mg und mehr pro Liter. Die Werbung verspricht mehr Energie, eine Steigerung der körperlichen und geistigen Leistungsfähigkeit und die Förderung der Immunabwehr. Gemäß einer Studie der Hersteller, soll das Sauerstoffwasser dem Konsumenten einen Vitalitätsgewinn liefern. Die genannten Wirkungen sind jedoch bisher wissenschaftlich nicht gesichert und Stiftung Warentest hat sämtliche Wasser dieser Art mit mangelhaft bewertet.

### **Trinkempfehlungen:**

- Vor, während und nach dem Sport an eine ausreichende Flüssigkeitszufuhr denken
- Langsam und schluckweise trinken und höchstens 200 ml auf einmal, sonst wird der Magen überlastet
- ausprobieren welche Getränketemperatur am besten vertragen wird
- Die Getränke sollten in jedem Fall isoton oder leicht hypoton sein. Leitungswasser ist nicht so geeignet, aber besser als nichts
- Auch trinken wenn man müde und appetitlos bist
- Vor allem nach längerer Belastung in den ersten zwei Stunden nach der Belastung nicht durch andere Aktivitäten vom Trinken und Essen abhalten lassen!
- Sauna und Alkohol verzögern die Regeneration des Wasserhaushaltes! Ein Rausch kann die Erholung um 72 Stunden aufschieben!

Für den Sportler ist es wichtig zu wissen, wie viel Elektrolyte und Spurenelemente in den Mineralwässern enthalten sind. Elektrolyte sind Salzverbindungen, die in wässriger Lösung in Ionen (Kationen, Anionen) zerfallen und elektrisch leitfähig sind.

Wichtige Elektrolyte sind Natrium, Kalium, Kalzium, Chlor und Magnesium. Der Mengen- und Spurenelementgehalt ist in natürlichen Mineralwässern höher als in Tafelwässern; daher sollten Leistungssportler die etwas teureren Mineralwässer im Leistungssport zum Ausgleich von Flüssigkeitsdefizit bevorzugen.

Der Kohlensäuregehalt beeinflusst die Bekömmlichkeit der Mineralwässer. Während der körperlichen Belastung werden kohlensäurehaltige Flüssigkeiten schlecht vertragen. Kohlensäurearme Mineralwässer sind besser verträglich, sie werden auch als stille Wasser bezeichnet. Die Kohlensäure gibt dem Wasser den Geschmack, es sei denn, andere Inhaltsstoffe, wie z.B. Chloride oder Sulfate dominieren. Je nach dem vorherrschenden Mineralgehalt werden drei Mineralwassertypen unterschieden:

**Chlorid-Wässer** (Natriumchlorid- oder Magnesiumchlorid-Wässer),

**Sulfatwasser** (Natriumsulfat-, Kalziumsulfat- oder Magnesiumsulfat-Wässer) und

**Bicarbonatwasser** (Natriumbicarbonat, Kalziumbicarbonat oder **Magnesiumbicarbonat**- Wässer). Statt Bicarbonat wird auch die Bezeichnung Hydrogencarbonat benutzt.

In den Mineralwässern sind die Mineralien in verschiedener Konzentration (Menge) enthalten, entsprechend erfolgt die Einteilung in zwei Gruppen.

**Mengenelemente:** Natrium, Chlor, Kalium, Kalzium, Magnesium und Phosphor.

**Spurenelemente:** Eisen, Jod, Fluor, Mangan, Kupfer, Zink, Selen und Molybdän.

Mineralwasser	Bicarbonat >1000 mg/l	Magnesium >100 mg/l	Natrium >200mg/l	Kalium >20mg/l	Jod >30µg/l
Hunyaadijananos		x	x		x
Kaiser Friedrich Quelle	x		x		
Heppinger	x	x	x	x	
Überkingen	x		x		
Apolinaris	x	x	x	x	
St Gero	x	x			
Fachingen	x		x	x	
Gerolsteiner	x	x			
Luisenbrunnen	x		x		
Hirschquelle	x				
Selters/Taunus	x		x	x	
Rosbacher Urquelle	x	x			
Rhenser			x		
Selters/Lahn			x		
Bad Wildunger Helenenquelle					x
Friedrich Christian Heilquelle					x
Kaiser Ruprecht Heilquelle					x

## Mineralien und Inhaltsstoffe mit Bedeutung im Sport

Ein beachtenswerter Inhaltsstoff (kein Element) ist in den aus Kalkgestein stammenden Mineralwässern enthalten, das Bikarbonat (Hydrogencarbonat/  $\text{HCO}_3$ ). Das Bicarbonat wirkt basisch und eignet sich zur Kompensation einer übersäuerten Stoffwechsellage also bei hohem Laktat-Aufkommen. Das basisch reagierende Bikarbonat fördert den Ausstrom von Wasserstoffionen aus der Muskelzelle, besonders bei Ausdauerbelastungen. Ein hoher Bikarbonatgehalt ist bei über 1.000 mg/l gegeben

Magnesium ist ein wichtiger Inhaltsstoff, der bei gezielter Auswahl der Mineralwässer den täglichen Bedarf von 300 bis 500 mg Magnesium decken helfen kann. Mit dem Schweiß und bei Muskelkater geht dem Körper Magnesium verloren. Bei der Auswahl der Mineralwässer sollten solche mit einem Gehalt von über 100 mg/l Magnesium bevorzugt werden

Der Gehalt an Natrium in Mineralwässern ist im Sport bei starker Dehydratation von großer Bedeutung. Bei starkem Schwitzen unter Hitzebelastungen kommt es zu einem hohen Natriumverlust. Daher sind beim Ausgleich eines starken Flüssigkeitsdefizits nach der Belastung Mineralwässer mit hohem Natriumgehalt zu wählen. Mineralwässer mit einer Natriumkonzentration über 200 mg/l. Natrium liegt nicht in allen Mineralwässern als Kochsalz ( $\text{NaCl}$ ) vor, sondern in anderen chemischen Verbindungen, z. B. als Carbonat. Das bedeutet, dass ein hoher Natriumgehalt keine gesundheitliche Gefährdung beim Erwachsenen hervorruft. Eine Ausnahme machen hier Säuglinge, die bei der Nahrungszubereitung mit Mineralwässern auf jene mit niedrigem Natriumgehalt angewiesen sind. Wenn ein Spitzensportler zu wenig Natrium in seinen Getränken zu sich nimmt, kann das lebensgefährliche Auswirkungen haben, wie das bei Ultralangläufen unter Hitze in Südafrika beobachtet wurde.

Der Wissenschaftler Noakes konnte bei langsamen Läufern Zustände der „Wasservergiftung“ ausmachen, obwohl sie überreichlich Leitungswasser tranken. Da für die Aufnahme von Wasser im Darm stets Natrium erforderlich ist, führte die Trunksucht der Athleten zur einer Abnahme der Natriumkonzentration im Blut unter 130 mmol/l. Diese zu geringe Natriummenge bewirkte Funktionsstörungen im Gehirn (Gehirnödeme), mit ernstesten gesundheitlichen Folgen. Deshalb sollten den selbst hergestellten Trinkflaschen unter Verwendung von Leitungswasser stets noch 0,8 bis 1,2 g/l Kochsalz zugefügt werden. Der Salzgeschmack kann auf das persönlich verträgliche Maß eingeepegelt werden. Der Gebrauch von Salztabletten ist nicht mehr üblich, weil durch die Wasseranziehung des Kochsalzes wiederum Funktionsstörungen im Magen (Krämpfe) eintreten können.

Der Kaliumgehalt ist in Mineralwässern meist gering. Da Fruchtsäfte reichlich Kalium enthalten empfiehlt es sich für eine höhere Kaliumaufnahme das Mineralwasser im Verhältnis vier Teile Mineralwasser mit einem Teil Fruchtsaft zu mixen. Das bekannte Standardgetränk ist hierfür die Apfelschorle.

Jod ist ein wichtiges und lebensnotwendiges Spurenelement, welches besonders bei Sporttreibenden im Süden Deutschlands, wo Wässer und Lebensmittel jodarm sind, beachtet werden sollte. jodreiche Heilquellen weisen über 30  $\mu\text{g/l}$  auf und kompensieren eine eventuelle Jodunterversorgung.

### Energierreiche Getränke und Mineralpräparate

Unabhängig von den Mineralwässern werden von Sportlern energiereiche Getränke aufgenommen, wie z.B. Isostar, alkoholfreies Malzbier, Cola Getränke, Glucosegetränke u.a. Diese werden nach ihrer osmotischen Wirkung in hypotone, isotone und hypertone Getränke eingeteilt. Der osmotische Druck im Blut und Körperflüssigkeiten beträgt 280 bis 295 mOsm/kg. Dieser Druck gilt als isoton. Da die in den Mineralwässern gelösten Teilchen (Ionen) einen osmotischen Druck von etwa 50 bis 150 mOsm/kg aufweisen, zählen sie zu den hypotonen Getränken. Die unterschiedliche Konzentration und Verteilung der Mineralien in den gebräuchlichen Mineralwässern ersetzt im Leistungssport aber nicht die gezielte Zufuhr von höher dosierten Mineralpräparaten.

<b>Eigenschaft/Funktionszustand</b>	<b>Wirkung auf die Flüssigkeitsresorption (Aufnahme)</b>
Volumen	Erhöhte Trinkmenge, steigert die Aufnahme
Natriumarme Flüssigkeit (hypotones Leitungswasser)	Verlangsamte Resorption
Energiegehalt % Glucose	Bis 8% beschleunigte Resorption Ab 10% Glucose verlangsamte Resorption
Osmolarität (Druck gelöster Teilchenzahl in Flüssigkeit) Maßeinheit mOsmol/Kg	Flüssigkeit mit hohem osmotischen Druck (hyperton) wird langsam resorbiert
pH-Wert	Eine höher Abweichung des pH-Wertes von 7,0 – 7,45 verlangsamt die Resorption und begünstigt Störungen des Säure-Basenhaushaltes
Belastungsintensität	Ausdauerbelastungen im Bereich von 75% der maximalen Sauerstoffaufnahme oder 80% der maximalen Herzfrequenz verlangsamen Resorption
Dehydratation	Werte die über 1,5 l oder 2% des Körpergewichtes aufweisen, verlangsamen die Resorption
Angst, Stress	Verlangsamen die Resorption

## Wichtige Mineralstoffe, die in Mineralwasser enthalten sind

Mineralstoff	Empfohlene Zufuhr für Erwachsene pro Tag	Funktion	Mangel
<b>Natrium</b> Na	2-3 g	Erhält die Gewebespannung und reguliert den Wasserhaushalt des Körpers.	Schwäche, Übelkeit, Muskelkrämpfe, Kreislaufkollaps.
<b>Kalium</b> K	3-4 g	Reguliert den Flüssigkeitshaushalt. Regelt die Funktionsfähigkeit der Muskeln und Nerven und ist notwendig für das Säure-Basen-Gleichgewicht. Aktivator verschiedener Enzyme.	Muskelschwäche, Absinken des Blutdrucks, Störungen der Herztätigkeit und Appetitlosigkeit.
<b>Calcium</b> Ca	800 mg	Maßgeblich für den Aufbau der Knochen und Zähne. Wichtige Rolle bei der Blutgerinnung und für die Weiterleitung der Nervenimpulse auf die Muskelzellen.	Entkalkung der Knochen und Zahn-, Haar- und Nagelschäden. Krampfstörungen.
<b>Magnesium</b> Mg	Frauen: 300 mg Männer: 350 mg	Verantwortlich für die Weiterleitung der Nervenimpulse auf die Muskelzellen. Zahlreiche Stoffwechselfunktionen. Aktiviert Enzyme zur Energiegewinnung.	Kopfschmerzen, Schwindel, Herzrasen und Neigung zu Krämpfen. Konzentrations- und Kreislaufschwäche.
<b>Eisen</b> Fe	Männer: 12 mg Frauen: 18 mg	Bildung der roten Blutkörperchen. Austausch von Sauerstoff im Blut.	Müdigkeit, Blässe, eingerissene Mundwinkel.
<b>Zink</b> Zn	15 mg	Funktion bei der Zellteilung, der Wundheilung (Zinksalben!) und für das Wachstum	Verzögert die Wundheilung. Haarausfall und entzündlichen Hautveränderungen.
<b>Phosphor</b> P	800 mg	Aufbau von Knochen und Zähnen. Baustein von Nukleinsäuren.	Mangel ist selten.
<b>Kieselsäure</b> SiO <sub>2</sub>	5mg/kg Körpergewicht	Festigt das Bindegewebe. Wichtig für den Aufbau von Haaren und Nägeln.	Schlechte Heilungstendenz der Haut. Wachstumsstörungen an Haaren und Nägeln.
<b>Chlorid</b> Cl	2-5 g	Ist zusammen mit Natrium für die Wasserbilanz (osmot. Druck) zuständig. Als Bestandteil der Magensäure und damit für die Verdauung wichtig.	Verlust von Magensäure. Durchfall, in extrem. Fällen Wachstumsstörungen.

## Symptome Dehydratation

Das normalerweise vorhandene Durstgefühl kann bei schweren Formen wegen gleichzeitig auftretenden Störungen des Zentralen Nerven Systems (ZNS) fehlen oder nicht wahrgenommen werden.

Es kann zu Krampfständen, Bewusstseinstörungen bis hin zu schweren Schockzuständen kommen. Da beim Tauchen in Tropischen oder Subtropischen Gebieten die angenehme Wassertemperatur den Körper von außen kühlt, werden einige Symptome abgeschwächt und andere Symptome eventuell fälschlicherweise auf einen möglichen Tiefenrausch oder Dekompressionserkrankung zurückgeführt. Dadurch kann es entsprechend schnell zu gefährlichen Situationen kommen. Insbesondere dann, wenn man aufgrund der Annahme eines Tiefenrausches die Tiefe verringert und die Symptome nicht nachlassen. Fällt nun der Taucher in Stress- oder Panikverhalten kann es bis zum Tauchunfall führen.

Anzeichen für eine mangelhafte Flüssigkeitszufuhr:

Leicht:

- Konzentrationsschwierigkeiten
- Müdigkeit
- Schwere Beine
- Kopfschmerz

Schwer:

- Muskelkrämpfe
- Übelkeit, Erbrechen
- Verwirrtheit
- Thrombose
- Nierenkolik
- Ohnmacht

Erste Hilfe

Wie bei Hitzeerschöpfung; weiteren Flüssigkeitsverlust verhindern, durch Kleidung (Tauchanzug) entfernen (Hitzestau), für Schatten und Kühlung sorgen, sowie die ansprechbare Person kühle Getränke in kleinen Schlucken trinken lassen. Die Lagerung an die Kreislaufverhältnisse anpassen: bei stabilem Kreislauf Oberkörper hoch ansonsten Flach- oder Schocklage. Jede weitere Anstrengung natürlich vermeiden. Je nach Schwere, Notarzt oder Arztbesuch.

## Wärmehaushalt

Das Trinken hat dementsprechend auch seine Wirkung auf die Wärmeregulation des Körpers.

Der Mensch gehört zu den gleichwarmen Lebewesen. Auch bei wechselnder Umgebungstemperatur bleibt seine Körpertemperatur konstant.

Dieses gilt allerdings nur für die Körperhöhlen, in denen eine gleich bleibende Kerntemperatur von etwa 37° Celsius herrscht. Um diese Kerntemperatur aufrecht zu erhalten, müssen Wärmebildung und -aufnahme in einem Gleichgewicht mit der Wärmeabgabe stehen. Diese Thermoregulation geschieht über ein Steuerzentrum des Gehirns, den Hypothalamus. Er beeinflusst alle vegetativen Prozesse und ist damit ein wichtiges Organ, um das innere Milieu des Körpers zu regeln.

Die Wärmebildung ist abhängig vom Energieumsatz des Körpers. Befindet sich der Körper in einem Ruhezustand, übernehmen über die Hälfte der Wärmebildung die inneren Organe; Haut und Muskulatur sind zu etwa 20% beteiligt. Arbeitet der Körper, nimmt die Wärmebildung insgesamt stark zu, der Anteil der Muskulatur an diesem Prozess beträgt nun an die 90%. Friert der Körper, kann er sich zusätzlich durch das Zittern der Muskeln Wärme verschaffen, was energetisch gesehen allerdings relativ unwirksam ist.

Außerdem tragen Schilddrüsenhormone und die Steigerung von hormonell angesteuerten Stoffwechselfvorgängen innerhalb der Leber und der Muskeln (Adrenalin, Noradrenalin, Serotonin) zur Erhöhung der Wärmebildung bei.

Zur Wärmeabgabe wird die im Körperinneren gebildete Wärme mit dem Blutstrom an die Oberfläche des Körpers, also die Haut, gebracht. Dieses funktioniert allerdings nur, wenn die Temperatur der Haut geringer als die des Körperinneren ist. Wichtig ist beim Transport der Wärme vor allem die Durchblutung der Haut. Dies ist besonders bei Kälte wichtig, da dann die Haut durch die Engstellung der Gefäße weniger gut durchblutet wird. Deshalb gilt auch das für unterkühlte Personen kein Alkohol verabreicht werden darf, da durch die Gefäßerweiternde Funktion des Alkohols die Person schneller auskühlt.

Wärme wird zum einen durch Strahlung und Konvektion (z.B. Wind, der auf die Haut trifft) abgegeben. Dieses ist nur in ausreichendem Maße möglich, wenn Dinge der Umgebung bzw. die Außentemperatur kühler als die Haut sind. Arbeitet der Körper stark oder sind die Außentemperaturen wesentlich höher, wird die Wärme des Körpers durch Verdunsten von Wasser über die Schweißdrüsen abgegeben.

Bei normaler Temperatur sondert der Körper rund 500 ml Schweiß am Tag ab. Bei hohen Temperaturen und körperlicher Anstrengung ist es ein Vielfaches dieser Menge. Die Schweißzusammensetzung variiert. Neben Wasser ist im Schweiß auch Kochsalz enthalten. Ammoniak, Eiweiß und Harnstoffe sind ebenfalls Schweißbestandteile. Die Absonderung dieser Stoffe über die Haut kann die Nierenfunktion allerdings nicht ersetzen.

Wichtig ist, dass bei hoher Schweißabsonderung neben der Flüssigkeitsmenge der Verlust an Kochsalz wieder ausgeglichen wird. Die Schweißabgabe wird vom Nervensystem und von Hormonen gesteuert. Erhöhte Schweißabgabe ist nicht nur Folge von Temperaturschwankungen, sondern auch zum Beispiel von Nervosität (Angstschweiß).

Für die Verdunstung von Wasser wird Wärmeenergie benötigt. Durch den Verbrauch dieser Energie führt die Verdunstung zur Abkühlung des Körpers. Hauptziel ist dabei, die Körperkerntemperatur auf normal, also um 37°C, zu halten.

Durch Anpassung an die Außentemperaturen (Akklimation) wird die Wirksamkeit des Wärmehaushalts erhöht. Trockenes Klima vermindert die Verdunstung gegenüber einem Klima mit hoher Luftfeuchtigkeit. Auch die richtige Kleidung ist entscheidend für die Wärmeregulierung. Zu dicke und luftdichte Kleidung verhindert die Verdunstung des Schweißes.

Einer der wichtigsten Faktoren, welche die körperliche Leistungsfähigkeit beeinflussen, ist die aktuelle Umgebungstemperatur. Besonders, wenn zusätzlich zur vermehrten Wärmebildung durch körperliche Belastung eine hohe Umgebungstemperatur von außen auf den Organismus einwirkt, kann es zu Störungen des Wasser- und Elektrolythaushalts sowie der Temperaturregulation kommen. Diese Faktoren können besonders die Ausdauerleistungsfähigkeit äußerst negativ beeinflussen. Eine herausragende Bedeutung des Wassers liegt in seiner Beteiligung an der Regulierung der Körpertemperatur. Wasser ist der Hauptbestandteil von Schweiß. Durch die Verdunstung von Wasser an der Hautoberfläche wird überschüssige Wärme abgegeben. Wasser ist einer der wenigen Nährstoffe, dessen ausreichende Zufuhr vor einer intensiven sportlichen Aktivität eindeutig eine Leistungssteigernde Wirkung beigemessen wird. Die normale Körpertemperatur in Ruhe liegt zwischen 36,1 und 37,2°C. Die Aufrechterhaltung der Körpertemperatur erfolgt durch die

kontinuierliche Verbrennung von Kohlenhydraten, Fetten und Eiweißen. Verschiedene Bedingungen können aber zu einer erheblichen Steigerung der Wärmeproduktion führen. Die körperliche Aktivität ist ein Faktor.

Eine Abnahme des Blutvolumens, zum Beispiel durch Dehydratation, führt zu einer Verminderung des Herzminutenvolumens, zu einem messbaren Anstieg der Herzfrequenz und einem Abfall des Schlagvolumens sowie zu einer Herabsetzung der Schweißbildung. Der hieraus resultierende Anstieg der Körperkerntemperatur wirkt sich durch eine vorzeitige zentrale Ermüdung negativ auf mentale Prozesse aus. Zusätzlich können Störungen des intrazellulären Flüssigkeits- und Elektrolytspiegels sowie im Stoffwechsel auftreten und ebenfalls zu einer weiteren Leistungsver schlechterung beitragen.

Hitzeerschöpfung infolge von Wasserverlust ist eine der häufigsten Formen des Hitzeschadens. Die Blutgefäße der Haut sind stark erweitert und weisen eine erhöhte Fassungskapazität auf. Auch das relative Blutvolumen nimmt ab, der Blutdruck fällt und es kommt auf Grund einer verminderten Hirndurchblutung zu Schwindelgefühl bis hin zur Ohnmacht. Typische Symptome sind Erschöpfung und manchmal auch Erbrechen; die Haut ist blass, kalt und schweißbedeckt.

Die Symptome einer Hitzeerschöpfung sind Kopfschmerzen, Schwindel, Übelkeit, Bewusstseinsstörungen bis hin zur Bewusstlosigkeit. Die Haut ist zuerst gerötet, dann blass, feucht und klebrig. Der Puls ist schnell, der Blutdruck niedrig, die Atmung schnell und flach.

#### Erste Hilfe

- in Schatten, kühle Umgebung bringen
- beengende Kleidung ablegen
- wenn Patient bei Bewusstsein in Schocklage bringen
- trinken
- beobachten, da es sich zum Hitzschlag entwickeln kann
- nach 1-2 Stunden stellt sich Normalisierung ein

Der Hitzschlag ist die gefährlichste Form des Hitzeschadens, er kann tödlich enden und erfordert rasches, zielgerichtetes Handeln.

Eine zu große Wärmestauung im Körper führt zum plötzlichen Versiegen der Schweißproduktion und zur Erhöhung der Körpertemperatur. Hirnstörungen können die Folge sein, der Mensch wird bewusstlos. Man spricht vom Hitzschlag. Wenn nicht sofortige Hilfe erfolgt, besteht Lebensgefahr.

Man erkennt den Hitzschlag am hochroten Kopf, heißer, trockener Haut, einem stumpfen Gesichtsausdruck, taumelndem Gang erhöhtem Puls und sehr hoher Körpertemperatur, bis zu Werten von 43 - 44°C. Der Betroffene kann bewusstlos werden, unbehandelt kann der Hitzschlag sogar zum Tode führen.

#### Erste Hilfe

- An einem kühlen Ort mit leicht erhöhtem Oberkörper hinlegen
- In kaltem Wasser getränkte Tücher auflegen und Luft fächeln, insbesondere den Kopf kühlen
- Der Betroffene sollte, wenn möglich, trinken

Ich denke nun kann jeder für sich seine Trinkgewohnheiten einmal genauer betrachten und sehen was richtig gemacht wird und wo man noch nachbessern kann, damit durch diesen alltäglichen Aspekt der Flüssigkeitsaufnahme die Freude und Sicherheit am Tauchen nicht getrübt wird und natürlich damit auch der Rest des Alltages.

**Quellen:**

Armstrong, L. E., Epstein, Y.

**Fluid-electrolyte balance during labzor and exercise: concepts and misconceptions.**

Int. J. Sport Nutr. 9: 1-12 (1999)

Borghesi, L., Meschi, T., Amato, F., Briganti, A., Guerra, A., Allegri, F., Novarini, A., Giannini, A.

**Urinary volume: stone risk factor and preventive measure.**

Nephron 81(Suppl.): 31-37 (1999)

Borghesi, L., Meschi, T., Schianchi, T., Briganti, A., Novarini, A.

**Fluid balance during team sports.**

J. Sports Sci. 15: 287-295 (1997)

Borghesi, L., Meschi, T., Amato, F., Briganti, A., Novarini, A., Giannini, A.

**Urinary volume, water and recurrences in idiopathic calcium nephrolithiasis: a 5-year randomized prospective study.**

J. Urol. 155: 839-843 (1996)

Burge, C.M., Carey, M.F., Payne, W.R.

Rowing performance, fluid balance, and metabolic function following Dehydration and rehydration.

Med. Sci. Sports Exerc. 25: 1358-1364 (1993)

Choma, C.W., Sforzo, G.A., Keller, B.A.

**Impact of rapid weight loss on cognitive function in collegiate wrestlers.**

Med. Sci. Sports Exerc. 30:746-9 (1998)

Cian, C., Barraud, P.A., Melin, B., Raphel, C.

Effects of fluid ingestion on cognitive function after heat stress or exercise-induced Dehydration.

Int. J. Psychophysiol. 42: 243-251 (2001)

Clapp, A.J., Bishop, P.A., Smith, J.F., Lloyd, L.K., Wright, K.E.

**A review of fluid replacement for workers in hot jobs.**

AIHAJ 63:190-198 (2002)

Convertino, V.A., Armstrong, L.E., Coyle, E.F., Mack, G.W., Sawka, M.N., Senay, L.C., Sherman, W.M.

**American College of Sports Medicine position stand. Exercise and fluid replacement.**

Med. Sci. Sports Exerc. 28(1): i-vii (1996)

Costill, D.

**Gastric emptying of fluids during exercise.**

In: Gisolfi, C., Lamb, D. (Hrsg.): Perspectives in exercise science and sports medicine. Benchmark, Indianapolis (1990)

DGE, ÖGE, SGE, SVE

**Referenzwerte für die Nährstoffzufuhr.**

Umschau Braus Verlag, Frankfurt (2000)

Gopinathan, P.M., Pichan, G., Sharma, V.M.

**Role of Dehydration in heat stress-induced variations in mental performance.**

Arch. Environ. Health 43: 15-7 (1988)

Greenleaf, J.

**Problem: Thirst, drinking behavior, and involuntary Dehydration.**

Medicine and Science in Sports and Exercise 24: 645-656 (1992)

Kleiner, S.M.

**Water: an essential but overlooked nutrient.**

J. Am. Diet. Assoc. 99: 200-206 (1999)

Latzka, W.A., Montain, S.J.

**Water and electrolyte requirements for exercise.**

Clin. Sports Med. 18: 513-24 (1999)

Maughan, R.J., Leiper, J.B.

**Limitations to fluid replacement during exercise.**

Can. J. Appl. Physiol. 24:173-187 (1999)

Montain, S., Coyle, E.

Influence of graded Dehydration on hyperthermia and cardiovascular drift during exercise.

J. Appl. Physiol. 73: 1340-1350 (1992)

Morlion, B.J.

**Wasser, Elektrolyte und Säuren-Basen-Haushalt. S. 159-161.**

In: Biesalski, H.K. et al. (Hrsg.). Ernährungsmedizin. 2. Aufl., Thieme, Stuttgart (1999)

Naghii, M.R.

**The significance of water in sport and weight control.**

Nutr. Health 14:127-132 (2000)

Neuhäuser-Berthold, M., Beine, S., Verwied, S.C., Luhrmann, P.M.

Coffee consumption and total body water homeostasis as measured by fluid balance and bioelectrical impedance analysis.

Ann. Nutr. Metab. 41: 29-36 (1997)

Rogers, P.J., Kainth, A., Smit, H.J.

**A drink of water can improve or impair mental performance depending on small differences in thirst.**

Appetite 36: 57-58 (2001)

Sawka, M.

**Physiological consequences of hypohydration: exercise performance and thermoregulation.**

Med. Sci. Sports Exerc. 24: 657-670 (1992)

Sawka, M.N., Montain, S.J.

**Fluid and electrolyte supplementation for exercise heat stress.**

Am. J. Clin. Nutr. 72: 564S-572S (2000)

Sawka, M.N., Montain, S.J.

**Fluid and electrolyte balance: effects on thermoregulation and exercise in the heat.**

S. 115-124. In: Bowman, B.A., Russell, R.M. (Hrsg.): Present Knowledge in Nutrition. ILSI Press Washington (2001)

Sawka, M.N., Neuffer, P.D.

**Interaction of water bioavailability, thermoregulation, and exercise performance. S. 85-94.**

In: IOM (Hrsg.) Fluid replacement and heat stress. National Academy Press, Washington (1994)

Sheng, H.P.

**Body fluids and water balance. S. 843-865.**

In: Stipanuk, M.H.: Biochemical and physiological aspects of human nutrition. Saunders, Philadelphia (2000)

Shirreffs, S.M.

**Markers of hydration status.**

J. Sports Med. Phys. Fitness 40: 80-84 (2000)

Sowers, M.R., Jannausch, M., Wood, C., Pope, S.K., Lachance, L.L., Peterson, B.

**Prevalence of renal stones in a population-based study with dietary calcium, oxalate, and medication exposures.**

Am. J. Epidemiol. 147: 914-920 (1998), Tuma, J., Hess, B.: Nephrolithiasis. Schweiz. Med. Forum 41: 1019-1024 (2001)

Uribarri, J., Oh, M.S., Carrol, H.J.

**The first kidney stone.**

Ann. Intern. Med. 111: 1006-1009 (1989)

Williams, M.H.

**Nutritional aspects of human physical and athletic performance. 2. Ed.**

Charles Thomas Publisher, Springfield (1985)

Williams, M.H.

**Ernährung, Fitness und Sport.**

Ullstein Mosby, Berlin (1997)

Wolf, E.

**Wer öfter trinkt, kann besser denken.**

Pharmazeutische Zeitung 26: 2240-2241 (2001)

Wrong, O.

**Water and monovalent electrolytes. S. 149-163.**

In: Garrow, J.S., James, W.P.T., Ralph, A. (Hrsg.): Human nutrition and dietetics. Churchill Livingstone, Edinburgh (2000)