

Wasser

Wasserstoffoxid oder auch H₂O genannt. Die Molare Masse beträgt 18,02 g/mol. In reinstem Zustand ist Wasser eine klare, geruch-, geschmacklose, farblose Flüssigkeit, deren Schmelzpunkt bei 0° C und der Siedepunkt bei 100° C liegt. Durch den Schmelzpunkt und Siedepunkt des Wassers bei 1013 mbar ist die Celsius-Temperatur-Skala festgelegt worden. 1 cm³ Wasser von 4°C besitzt die Masse von 1 g; Eis von 0° C hat die Dichte 0,9168.

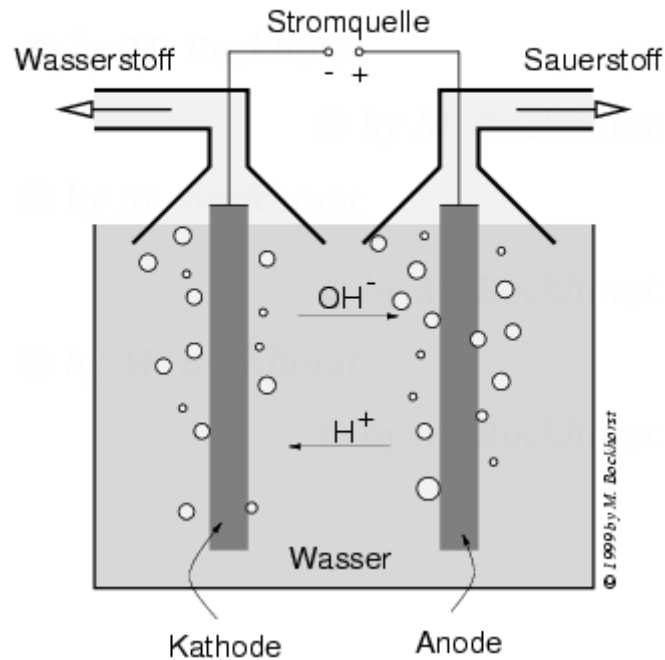
Eine Reihe von Eigenschaften heben das Wasser aus der Gruppe der Wasserstoff-Verbindungen der dem Sauerstoff benachbarten Elemente heraus: Während alle Wasserstoff-Verbindungen der Nichtmetalle Gase sind, ist Wasser als einzige flüssig (hypothetische Schmelztemperatur -100°C, Siedepunkt -80°C); während viele dieser „Hydride“ toxisch sind, ist Wasser der Hauptbestandteil der Körperflüssigkeit aller Organismen.

Während sich fast alle Flüssigkeiten beim Gefrieren zusammen ziehen und sich dadurch ihre Dichte erhöht, dehnt sich Wasser beim Erstarren aus. Das Dichtemaximum des Wassers liegt bei 4° C. Diese Eigenschaft bewirkt nicht nur, dass Eis auf flüssigem Wasser schwimmt, dass es Eisberge gibt (von denen aufgrund der Dichtedifferenz zwischen Eis und Meerwasser nur 12% sichtbar sind) und das, – zusammen mit der geringen Wärmeleitfähigkeit des Eises – Gewässer von der Oberfläche her, nicht aber bis zum Grund gefrieren (Überlebenschance für Organismen), sondern auch, dass gefrierende Wasserleitungen etc. platzen und Gesteine mit Wassereinschlüssen gesprengt werden können.

Durch Elektrolyse lässt sich Wasser in seine Bestandteile zerlegen, wobei sich an der Kathode Wasserstoff und an der Anode Sauerstoff im Vol.-Verhältnis 2:1 abscheiden, zur Verbesserung der elektrischen Leitfähigkeit setzt man Elektrolyte hinzu. Der Prozess der Wasserelektrolyse wird technisch zur Gewinnung von Wasserstoff (u. Sauerstoff) benutzt.

Photochemisch lässt sich Wasser zwar nicht durch sichtbares Licht, aber durch sehr kurzwellige Ultraviolettstrahlung in H₂ und O₂ spalten. Auf dem Umweg über Sensibilisatoren wie Chlorophyll ist die Photolyse von Wasser jedoch zusammen mit der CO₂-Reduktion die bei weitem umsatzstärkste chemische Reaktion auf Erden, nämlich als Photosynthese oder Assimilation. Verständlicherweise sind viele Prozesse für die Wasserzersetzung nach dem Modell der Photosynthese entwickelt worden.

Elektrolyse von Wasser



Physiologie:

Für die Organismen ist Wasser unentbehrlich. Als Lösungs-, Transport- und Quellungsmittel ermöglicht Wasser die zahlreichen chem. und kolloidchem. Zellreaktionen.

Der durchschnittliche Wassergehalt des erwachsenen Menschen beträgt über 50%. Der tägliche Wasserumsatz beläuft sich auf etwa 2,5 l. Als Trinkflüssigkeit werden ca. 1200 ml, mit dem Wassergehalt der Nahrungsmittel ca. 1000 ml aufgenommen, und als Oxidationsprodukte des Stoffwechsels entstehen ca. 300 ml; ausgeschieden werden als Harn ca. 1500 ml, als Schweiß 600 ml, durch die Atemluft 300 ml und im Kot 100 ml. Das Wasser regelt auch die Körpertemperatur, indem es durch Verdunsten an der Hautoberfläche Wärme entzieht. Größere Wasserverluste können bei starkem Fieber, Diarrhoe, Erbrechen, Ödemen und Verbrennungen auftreten.

Für standortgebundene Pflanzen ist Wasser von besonderer Bedeutung. Frische, grüne bestehen zu 70–80% ihres Gewichtes aus Wasser, Wassermelonen zu 93%, Gurken zu 96%, Wiesenpflanzen Kürbisse, Rhabarber u. Kopfsalat jeweils zu 95%. Eine Sonnenblume dunstet an einem klaren, sonnigen Tag etwa 1 l Wasser ab, eine Birke mit 200000 Blättern 60–70 l, ein Hektar Buchenwald mit 400 Bäumen im Lauf einer Vegetationsperiode etwa 3,6 Mio. l Wasser, das wären etwa 60% der Niederschläge, wenn man eine Niederschlagsmenge von 600 mm zugrunde legt. Bei künstlicher Bewässerung benötigt man 500 t Wasser, um 1 t Getreide zu ernten.

Wasservorkommen: $\frac{3}{4}$ der Erde ist mit Wasser bedeckt, das sind ca.

1.650.000.000.000.000.000 Liter (1,65 Trilliarden Liter).

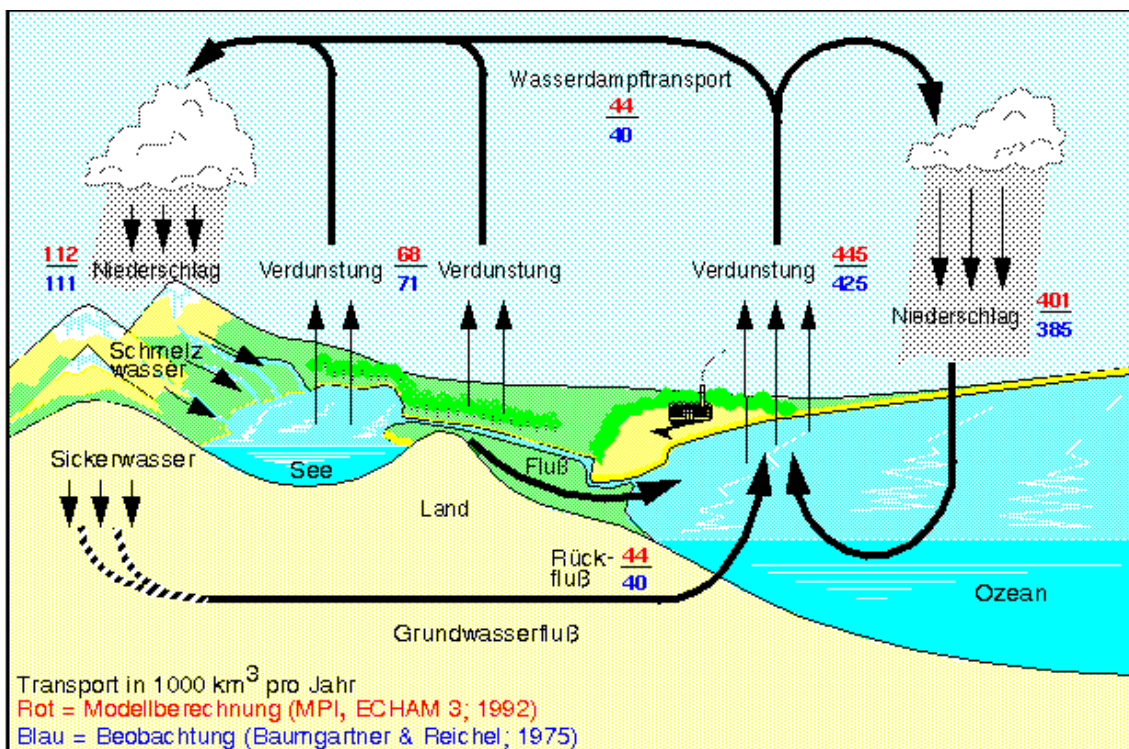
Wenn man dieses Wasser in einen Würfel stecken würde, so hätte er eine Kantenlänge von 1180 Kilometer.

Die Aufteilung des Wassers auf unserer Erde gliedert sich wie folgt:

- Meere
- Nicht förderbares Grundwasser(zu tief)
- Polareis
- Flüsse
- Förderbares Grundwasser
- Atmosphäre

Demnach stehen nur 0,03% als Süßwasser zur Verfügung (Trinkwassergewinnung aus Grund- und Flusswasser). Das sind 495.000.000.000.000.000 Liter weltweit die als könnten (Würfel mit 79 Kilometer Kantenlänge.) In Deutschland wurden 1995 insgesamt Trinkwasser genutzt werden 6.528.000.000.000 Liter für Trinkwasserversorgung gefördert (Würfel mit 1.87 Kilometer Kantenlänge).

Um eine Vorstellung zu bekommen wie viel Trinkwasser in Deutschland verbraucht wird, im Gegensatz zum gesamten Wasservorrat auf der Erde, kann man sich folgendes Beispiel vorstellen. Ein Schwimmbecken mit den Maßen 50 Meter*20 Meter*2 Meter Tiefe soll den gesamten Wasservorrat der Erde darstellen. Das jährlich geförderte Trinkwasser in Deutschland stellt dann ein halbes Schnapsglas dar.



Für die Wasserversorgung des Menschen (Haushalt, Ind. u. Landwirtschaft) stehen als Süßwasser nur die Vorräte in Seen, Flüssen oder im Grundwasser zur Verfügung. Im Gegensatz zu anderen Rohstoffen verringert sich dieser Vorrat wegen des Wasserkreislaufs nur unwesentlich. Etwa ebensoviel, wie dem Wasserreservoir der Erde entnommen wird, fließt ihm nach Verdunstung als Niederschlagswasser (Wolken, Nebel, Regen, Reif, Hagel, Tau, Schnee) wieder zu. Zur Untersuchung des

Wasserkreislaufs und von Grundwasser Wanderungen eignen sich Isotope. Das aus dem Kreislauf stammende Wasser wird gelegentlich vadoses, das aus tiefen Quellen erstmals zutage tretende juveniles Wasser genannt.

Natürliches Wasser, selbst Regen und Schnee, ist jedoch keinesfalls chemisch rein, sondern enthält gelöste und suspendierte org. und anorg. Stoffe. Bei Mineralwässern (Tafelwässern) und solchen Quellwässern, die direkt als Trinkwasser brauchbar sind, ist ein Gehalt an mineralischen Bestandteilen aus gesundheitlichen und geschmacklichen Gründen erwünscht, nicht jedoch die Anwesenheit org. Substanzen, insbesondere solcher anthropogener Herkunft.

Unter dem Begriff Wasseraufbereitung fasst man die Maßnahmen zur Gewinnung von Trinkwasser und von Brauchwasser für industrielle und landwirtschaftliche Zwecke zusammen, d.h. von Wasser für chemische Reaktionen, als Lösungsmittel, als Kesselspeisewasser zur Dampferzeugung und Heizung, zur Kühlung und Klimatechnik, zur Bewässerung usw. Als Vorräte kommen Grundwasser und Oberflächenwasser, Fluss- und Talsperrenwasser, seltener Quellwasser in Frage, sowie unter besonders regionalen, klimatischen und ökonomischen Gesichtspunkten auch Meerwasser und Brackwasser.

Die Wahl der einzelnen Verfahrensschritte richtet sich sowohl nach der Verwendung als auch nach der Beschaffenheit des zu reinigenden Wassers. Bei reinem Quellwasser muss u. U. nur eine „Sicherheitschlorung“ vorgenommen werden.

Dagegen sind, um brauchbares Trinkwasser aus stark verunreinigtem Rohwasser, z.B. Uferfiltrat aus Rhein u. Ruhr, zu erhalten, mehrere Reinigungsschritte erforderlich, wie Durchbruchschlorung oder Ozonisierung zur Abtötung pathogener Keime. Flockung, z.B. mittels Eisen- od. Aluminiumsalzen, und Sedimentation zur Entfernung anorg. u. org. Kolloide, Filtration über Sandfilter, Entfernung gelöster anorg. Verunreinigungen, insbesondere der Härtebildner durch chemische Verfahren und org. Verunreinigungen durch Aktivkohle-Behandlung. Schließlich dient die Sicherheitschlorung zur Verhinderung einer Reinfektion des aufbereiteten Wassers im Verteilungssystem.

Die Gewinnung von Trinkwasser und auch Bewässerungswasser aus Meerwasser erfolgt vorwiegend durch viel stufige (Vakuum-)Entspannungsverdampfung (MSF, E multistage flash evaporation). Energetisch günstiger ist die umgekehrte Osmose, bei der Meerwasser oder Brackwasser unter Anwendung eines äußeren Druckes durch eine semipermeable Membran hin durchtritt und dabei in salzarmes Wasser übergeführt wird.

Aufwendigere Verfahren sind beim Einsatz von Flusswasser nötig, das durch unzureichend oder überhaupt nicht gereinigte Abwässer nicht nur mineralische, sondern auch org. Verunreinigungen enthält. Beisp.: Sulfate, Phosphate aus Haushalt u. Landwirtschaft, Nitrate u. a. Stickstoffverbindungen, Schwermetalle, Tenside, Huminsäuren und Stoffwechselprodukte aus biol. Kläranlagen. Zunehmend gibt es auch Probleme mit der Qualität des Grundwassers, das durch Auswaschungen aus Deponien, Straßenverkehr und Landwirtschaft belastet ist.

Die Reinhaltung des Wassers zählt zu den Aufgaben des Natur- und Umweltschutzes sowie der Wasserwirtschaft. Hierbei handelt es sich um den Gewässerschutz sowie um die Reinhaltung des in Wasserversorgungsanlagen

befindlichen Wasser. Beisp.: Schutz von Brunnen, Behältern usw. vor Verunreinigungen, Verwendung geeigneter Werkstoffe für Rohrleitungen, Armaturen usw., Schutz der Anlagen gegen Zerstörung durch aggressive Wässer oder Frost; Wasserleitungsanlagen dürfen nicht mit Entwässerungsleitungen in Verbindung stehen, Trinkwasserleitungen müssen von Nichttrinkwasserleitungen getrennt sein.

Zur Verminderung der Wasserverschmutzung ist gebrauchtes, insbesondere das Abwasser aus Industrie und Gewerbe, vor der Ableitung in die Flüsse durch Abwasserbehandlung zu reinigen. In praktisch allen Ländern sind Wasserversorgung und Wasserwirtschaft durch Gesetze geregelt.

In der BRD sind dies das Wasserhaushaltsgesetz vom 23.9.1986, die Wassergesetze der Länder, die Trinkwasserverordnung, die Trinkwasseraufbereitungsverordnung, die Wassersicherstellungsverordnung, die Verordnung der Länder über das Lagern Wasser gefährdender Flüssigkeiten, Abfall- und Waschmittelgesetze und das Abwasserabgabengesetz sowie entsprechende Gesetze der Länder und der EU einschließlich der Transportbestimmungen.

Im Zusammenhang mit der Wasseraufbereitung und Abwasserbehandlung hat sich eine eigenständige Analytik entwickelt, die von den Methoden der Mikro- und Spurenanalyse Gebrauch macht. Zu den wichtigsten Parametern der Wasseranalytik gehören der biol. und der chem. Sauerstoff-Bedarf (BSB u. CSB) eines Wassers, der Gehalt an org. Materie (TOC) und an org. Halogenverbindungen (AOX), der Keimgehalt, die Konzentration einzelner Anionen und Schwermetalle, Trübung , Leitfähigkeit und pH.

Biologische Untersuchungen werden mit Mikroorganismen (Algen), Kleinkrebsen (Daphnien) und Fischen (Goldorfen) vorgenommen. In den Gewässergütekarten der BRD ist ein wichtiges Kriterium der sogenannte Saprobitätsgrad, der aus der Anzahl der in einem Gewässer vorhandenen Organismenarten bestimmt wird.

Verwendung:

Als Nahrungs-, Reinigungs- und Lösungsmittel, Löschwasser, Kühlmittel, Kesselspeisewasser und Wärmeübertragungsmittel, zur Energiegewinnung durch Wasserkraft, als Transportmittel, als Moderatorflüssigkeit in Reaktoren, zur Bewässerung usw.

Die BRD (alte Bundesländer) verbrauchte ca. 39 Mrd. m³ Wasser im Jahr; davon entfallen 10% auf die chem. Industrie und 80% auf andere Industrien sowie Elektrizitätswerke und 2% auf die Landwirtschaft. Die größten industriellen Wasserverbraucher sind 1.) die chemische, 2.) die Eisen- und Hütten- und 3.) die Papier-Industrie.

Zur Herstellung von 1 t Papier benötigt man 250 t (früher 400–500 t) Wasser, für 1 t Bier 20 t, für 1 t Stahl 25–200 t, für 1 t Öl 180 t und zur Herstellung von 1 Pkw 380 t Wasser. In wesentlich kleineren Mengen wird Wasser für chem. Reaktionen, z.B. zur Gewinnung von Wasserstoff verbraucht.