

HOOFDSTUK 16 WATER 5 pag.

Een heel ander onderwerp: water, wasser, eau, aqua, agua, aier, varn, woda, shui, mizu, majem etc. “De meest vreemde stof op aarde is water”, las ik ooit! Hoe kan dat nu? Water is toch juist de gewoonste stof op aarde? Daar wilde ik meer van weten! En inderdaad, als je water eens wat beter bestudeert, blijken er toch wel vreemde zaken met dit “gewone” spul aan de hand.

Een zekere “Thales van Milete” (een Griekse wetenschapper) was 2500 jaar geleden ook al tot de ontdekking gekomen, dat water nogal bijzonder is, en studeerde er vlijtig op! Hij dacht dat alles op deze wereld uit water bestond! Dat was trouwens helemaal zo’n gek idee niet, alleen kende hij de percentages niet! Heel veel, de mens, de dieren, de planten, de aarde zelf, bestaat voor een procent of vijftig tot tachtig uit water. De mens bestaat voor 60 %, sommige zeedieren zelfs voor meer dan 90 % uit water!

Dat er veel water is op deze wereld heb ik aan den lijve ondervonden: als je zeeman bent wordt je indringend geconfronteerd met het feit dat er veel meer water is dan land, zo’n 4 à 5 maal zoveel! Kan je het je voorstellen? Je vaart met een 15 mijlsvaartje (een kleine 30 kilometer per uur) over de oceaan en dag in dag uit, weken lang, elke dag hetzelfde: rondom water, water en nog eens water! Ja, zal je zeggen, logisch, met zo’n slakkengangetje schiet je ook niet erg op! Maar.... het ging wel 24 uur per dag door en dat is toch zo’n 700 km per dag of 5000 km per week, de wereld rond in 8 weken (als je brandstof genoeg hebt)!

Oké, maar die bijzondere eigenschappen van water, wat zijn die dan wel? Ik zal er een paar noemen.

- Kook- en vriespunt.

De chemische formule van water is H_2O , dat wil dus zeggen dat één molecuul water uit twee atomen Waterstof en één atoom Zuurstof bestaat. Nu zijn er wel méér moleculen met Waterstof, die net zo gebouwd zijn, maar nu komt het verschil. Als je water daarmee vergelijkt blijkt er met het vries- en kookpunt van water iets vreemds aan de hand te zijn. We nemen een paar moleculen van vergelijkbare structuur, maar dan met een hoger “molecuulgewicht” (het molecuulgewicht is de som van de atoomgewichten) en vergelijken deze met water in de volgende tabel:

<u>Verbinding</u>	<u>Molecuulgewicht</u>	<u>Kookpunt $^{\circ}C$</u>	<u>Vries(stol)punt $^{\circ}C$</u>
H_2Te	129	- 4	- 51
H_2Se	80	- 41	- 66
H_2S (Zwavelwaterstof)	34	- 61	- 82
H_2O (water)	18	+ 100	0

Zou water zich “normaal” gedragen, dan zou het kookpunt bij $- 80^{\circ}C$ en het vriespunt bij $- 95^{\circ}C$ moeten liggen, wel heel wat anders dan de 100 en 0 graden Celsius, die wij van water kennen en waar we zelfs onze temperatuurschaal (Celsius en Kelvin) aan gerelateerd hebben. Ik moet er trouwens nog wel bij vertellen dat deze temperaturen bij atmosferische druk gelden.

Hoe kan dit? Waaraan ligt dit grote verschil? De oorzaak blijkt te liggen in de uiterst sterke “Waterstofbinding” van het waterstofatoom met de zuurstofatomen in een molecuul water! Maar waaróm die zo sterk is? Er zijn verklaringen voor maar het blijft een vreemde zaak!

- Stollingsvolume

Bijna elke stof die van de vloeibare fase naar de vaste fase overgaat (en dus stolt), vermindert in volume, behalve.... water. Oké, ook Bismut en gietijzer nemen iets in volume toe bij het stollen, maar water groeit 10 %! Dit heeft tot gevolg dat water in vaste toestand, ijs dus, op water drijft! Stel nu toch eens voor dat dit niet het geval was. Meren, rivieren, zeeën zouden vanaf de bodem bevriezen en uiteindelijk geheel uit ijs bestaan. En het zou dan helemaal niet onwaarschijnlijk zijn, dat niet alles ontdooid zou zijn vóór de volgende winter! Het klimaat op aarde zou in ieder geval heel anders zijn! Oorzaak van dit afwijkende stollingsgedrag? Zal wel weer de “waterstofbinding” zijn.

- Afkoelingsgedrag

Is dat dan ook anders? Ja, inderdaad. Iedere “normale” vloeistof krimpt als z'n temperatuur daalt en zover afkoelt dat de vloeistof gaat stollen. Daarna krimpt ze nog verder, behalve water, Bismut en gietijzer dus. Ook water krimpt bij afkoelen, totdat....? Ja, **tot de temperatuur tot 4 °C is gedaald**, daaronder zet het water weer langzaam uit totdat bij 0 °C het water befrist! Daarbij zal, zoals gezegd, het volume ineens met 10 % toenemen en het water in "ijs" veranderen. Dit betekent dus dat water bij 4 °C de grootste dichtheid heeft en er is afgesproken dat het soortelijk gewicht dan 1 is! (Bij alle andere temperaturen is de dichtheid van water dus minder dan één!)

Nou ja, interessante eigenschap, maar meer niet, denk je! Deze eigenschap is echter zo belangrijk dat het leven op aarde niet zou bestaan, of in ieder geval heel anders zou zijn, als water deze eigenschap niet had!

Waarom is dat feit dan zo belangrijk? Omdat in meertjes, vennetjes, zeeën, rivieren, overal, het zwaarste water altijd naar beneden zakt. En wordt de buitenlucht en daardoor het water in de sloten kouder en kouder, dan zal dat dus uiteindelijk water van 4 °C zijn! Al is het dus nog zo koud, op de bodem blijft het water altijd vier graden! Alleen als het zeer streng en langdurig vriest en de ijslaag zo dik wordt dat deze bijvoorbeeld in ondiepe sloten de bodem nadert, ja dan zal het onderin natuurlijk uiteindelijk ook kouder worden. Maar dat komt, zeker in een gematigd klimaat, praktisch nooit voor, ook al omdat het er bovenop drijvende ijs enigszins isoleert! Het moet daarom altijd vrij lang vriezen vóór we kunnen schaatsen. “Ga niet over één nacht ijs!” En een elfstedentocht? Zullen we er in ons warmer wordende klimaat nog één meemaken?

Dit merkwaardige afkoelingsgedrag van water is zeer belangrijk voor het waterleven, want in dit bodemwater van vier graden kunnen al die vissen, kikkers, salamanders en andere waterdiertjes de winter overleven. Ze zullen daar wél in een soort winterslaap moeten gaan, maar de meeste overleven het! Was dit niet zo, dan waren ze al lang geleden uitgestorven! Er zijn nog een heel stel andere eigenschappen die water uniek maken. Hier volgen er nog een paar.

- Thermisch eigenschappen

Water heeft ook nog een abnormaal grote “warmtecapaciteit”, dat wil zeggen: het verwarmen van water vraagt veel meer energie dan andere vloeistoffen. Aha, dus dáárom duurt het zo lang om water aan de kook te brengen! En daarom werkt water ook als een thermostaat. Zo is een zeeklimaat veel constanter dan een landklimaat, want de aarde koelt veel sneller af en warmt veel sneller op dan de zee. Woon je vlakbij zee dan is dat zeer duidelijk te merken. Het zal daar meestal minder streng vriezen dan in het binnenland en ook het temperatuurverschil tussen dag en nacht is veel kleiner, door de matigende werking van

het zeewater. Neem bloembollen, eigenlijk subtropische planten, die doen het aan de kust veel beter dan in het binnenland! Indertijd verhuisde ik van de kust naar het Oosten van het land. Daar bleken mijn narcissen al snel hun kopjes te laten hangen door de nachtvorst. Aan zee komt dit niet of veel minder voor! Dus dáárom vind je die bollenkwekers allemaal vlak achter de duinen! Het zeewater langs de kust blijft lang warm en zal alleen in zeer strenge winters kunnen bevriezen. En dit relatief warme zeewater beïnvloedt het klimaat van het kustgebied gunstig: 's winters mildere temperaturen en minder nachtvorst!

Bevroren water, ijs dus, blijkt ook nog, een relatief grote smeltingswarmte te hebben. En de verdampingswarmte van water is helemaal abnormaal groot, zeker in vergelijking met andere stoffen! Om één kilo ijs te smelten is net zoveel warmte nodig als om die zelfde kilo gesmolten ijs op 80 graden Celsius te brengen. Laat ons deze ene kilo water nu nog verder opwarmen, tot 100 °C, het kookpunt bij atmosferische druk. Willen we nu die kilo heet water geheel in stoom om zetten, dan is daar net zoveel warmte voor nodig als om 5,4 kilo water van 0 °C naar 100 °C te brengen! Om in natuurkundige termen te spreken: de smeltingswarmte van 1 kg water is ongeveer 80 (kcal) en de verdampingswarmte ongeveer 540 (kcal)! Dit alles bij atmosferische druk, bij aardse omstandigheden dus. Is dit werkelijk zo uitzonderlijk? Ja, want deze getallen liggen bij alle andere (vloei)stoffen veel lager!

Die getallen 80 en 540 stammen nog uit het calorietijdperk. Toen was alles simpel. Om één gram water één graad te verwarmen was één calorie nodig. Maar toen kwam het nieuwe SI stelsel en werd de calorie vervangen door de “Joule”, waarbij 1 calorie = 4,187 Joule! Maar zoals we eerder zagen, zo snel krijg je die oude eenheden niet weg. Men gebruikt de calorie nog steeds, bijvoorbeeld als eenheid van voedingswaarde! Voor de zekerheid geef ik de waardes voor smeltingswarmte en verdampingswarmte ook even in de nieuwe eenheden:

- Smeltingswarmte: 0,335 Megajoule per Kg
- Verdampingswarmte: 2,257 Megajoule per Kg

- Oplosmiddel

Water blijkt ook zo'n beetje dé universele (chemische) “oplosser” te zijn. Bijna alles is oplosbaar in water, hoewel ik toegeef dat die oplosbaarheid niet altijd zo sterk is als je zou willen! (Soms kan je maar beter vlekkenwater gebruiken!) Men heeft ongelofelijk veel stoffen opgelost in water gevonden, sommigen in grote, andere in zeer kleine hoeveelheden. Ook een belangrijke eigenschap voor alles wat leeft is, dat het water zélf bij het oplossen niet of zeer weinig verandert. Doordat zóveel stoffen in water op kunnen lossen, is water de bron van al het aardse leven geworden. Die zeeën zijn nog steeds reusachtige oplossingen van allerlei stoffen, waardoor er een enorme verscheidenheid van allerlei “leven” in voorkomt. En deze zeeën vormden vroeger een soort “oersoep” waarin het leven kon ontstaan.

In al dit zeewater zijn vooral keuken- en andere zouten opgelost. Maar ook bijvoorbeeld Goud. Er is een enorme hoeveelheid Goud in het zeewater aanwezig, maar helaas heb ik het er nog niet op een lonende wijze uit kunnen krijgen! We zouden eigenlijk een Goudmagneet moeten hebben!

- Oppervlaktespanning

Water heeft (Kwik uitgezonderd) de grootste “oppervlaktespanning” van alle bekende vloeistoffen op aarde. Wat houdt dat in? Dit houdt in dat water sterke, harde druppels vormt, dat een wateroppervlak zeer sterk is, zo sterk dat je er een naald en een scheermesje op kan laten drijven, terwijl IJzer toch een veel hoger soortelijk gewicht heeft. Ook insecten, zoals Guido Gezelles “schrijverkes”, kunnen op het water lopen zonder er in te zakken. Over Jezus

zal ik het maar niet hebben, ik denk niet dat dát wat met de oppervlaktespanning te maken had. En...., waarom heeft water zo'n grote oppervlaktespanning? Juist, door die "waterstofbinding"!

- Cohesie en adhesie

Water blijkt ook heel goed aan elkaar te "kleven" ("cohesie"), maar ook erg makkelijk aan andere zaken (adhesie), zoals glas, steen enzovoort. Één gevolg hiervan is dat water een sterk "capillaire" werking heeft, waardoor het dus in zeer dunne buisjes, tegen de zwaartekracht in, omhoog kan kruipen. Dit is voor de natuur een zeer belangrijke eigenschap, want hierdoor kunnen bomen en planten water tot in de toppen opzuigen en blijven groeien, hoewel hierbij ook de "osmotische" druk (wat is dat nu weer?) een rol speelt!

De Waterstofbinding

Nu die zo bijzondere Waterstofbinding. Waarom is die zo sterk? Water bestaat uit Waterstof én Zuurstof. Nu is Waterstof zélf eigenlijk al een heel bijzondere stof: het kleinste atoom in de rij van elementen, met slechts één proton als kern en één elektron er omheen. Maar ook Zuurstof is anders dan anders: het wordt bijvoorbeeld goed door een magneet aangetrokken wat normaliter alleen bij (sommige) metalen voorkomt. Zuurstof heeft 8 elektronen om de kern, 2 in de K-schil en 6 in de L-schil en streeft naar de edelgasconfiguratie met 8 elektronen (neon). Nou, die twee ontbrekende elektronen wil het Waterstofmolecuul graag leveren. Een Waterstofmolecuul heeft als symbool H₂, Waterstofatomen zijn namelijk graag met z'n tweeën, net als Zuurstof trouwens (edelgasconfiguratie van Helium). Twee Waterstofmoleculen verbinden zich dan met één molecuul Zuurstof tot één molecuul H₄O₂! Dit valt dan uiteen in twee moleculen H₂O en we hebben water!



Deze reactie blijkt een bijzonder sterke verbinding te geven en geeft zo een nogal bijzonder molecuultje, waarvan ik hieronder een tekeningetje geef.

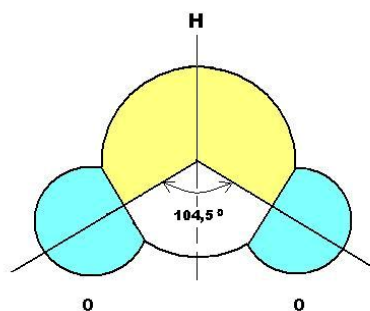


Fig. 16.1 Watermolecuul

Waarom die binding toch zo sterk is? Daar hebben geleerden jaren van studie aan gewijd, te moeilijk om in een paar woorden te vertellen. Ook die bijzondere hoek (zie de tekening) blijkt verklaarbaar (maar niet door mij!) Over de Waterstofbinding kan men dus op wetenschappelijk niveau van alles vertellen. Maar echt waarom die binding zo sterk is? Ik ben bang dat men dat niet weet! Het is gewoon zo! En.. daardoor leven wij zoals we leven. Zonder die Waterstofbinding bestonden wij niet!

IJskristallen



Als water bevriest kunnen, zoals we weten, de mooiste kristallen ontstaan, die we helaas alleen onder een microscoop kunnen zien. Toch kennen we ze allemaal, als symbool in de waarschuwborden voor gladde wegen, op koelkasten, als kerstversiering, kerstplacemats enzovoort. Er zijn ontelbaar, misschien wel oneindig veel verschillende vormen! Ze hebben allen één ding gemeen: ze zijn "hexagonaal", zeshoekig dus! Als we ze echt

willen zien, kunnen we alleen afgaan op foto's, want in de vrieskou door een sterke microscoop loeren naar sneeuwkrystallen lijkt me geen optie voor de doorsnee mens! Mensen die dit wél doen komen tot opzienbarende conclusies. Wat blijkt?

Ijskrystallen blijken beïnvloedbaar, ze zijn gevoelig voor van alles! Mooie muziek geeft mooie krystallen, "heavy metal", rot muziek dus, geeft lelijke krystallen. Ook de waterkwaliteit is belangrijk: hoe zuiverder hoe mooiere krystallen. Heldere bergbeekjes geven de mooiste vormen, water uit vervuilde rivieren geven onooglijke



vormen.

Een Japanner, een zekere Masaru Emoto heeft jarenlang ijskrystallen bestudeerd en er een heel mooi boekje, waarin prachtige foto's, over geschreven. Dat boekje heet: "De boodschap van WATER". Lezen! Ergens had ik al eens gelezen dat ijskrystallen, die zich op lelijke teksten vormen (over de duivel, van Hitler en zo) lelijker zijn dan ijskrystallen op mooie poëtische teksten. Men koelde dus

papier met tekst af, liet er water op krystalliseren en fotografeerde de krystallen. Maar... kan water dan lezen? Heeft water een geheugen? Het moet haast wel! Je zou het in ieder geval gaan denken!

Nog sterker is het volgende. Je neemt twee glazen (gedestilleerd, dus puur) water, zet er één op de eettafel en laat iedereen erop schelden. Daarna neem je het andere glas en laat iedereen dit glas water vriendelijk toespreken! Daarna produceer je ijskrystallen van het water uit beide glazen. Wat zal er gebeuren? Juist: prachtige krystallen van het tweede glas en lelijke krystallen van het eerste glas! Zou er dan toch.....?



Homeopathie

Fig. 16.2 Ijskrystallen

Voor de aanhangers van homeopathie is dit alles niets nieuws! Homeopathie was er al in de 18^e eeuw. Al vele jaren maken homeopaten oplossingen van zeer kleine hoeveelheden van bepaalde stoffen in water, of water met wat alcohol. Wat voor stoffen? Wel, men neemt dan stoffen die de symptomen van de te bestrijden ziekte veroorzaken. Neem bijvoorbeeld ui. Ui laat de ogen tranen dus maakt men daaruit een medicijn voor de ogen! En kinine! Kinine veroorzaakt de symptomen van malaria en dus maakt men hieruit een geneesmiddel tegen malaria! Door deze stoffen op te lossen in water en op een bepaalde wijze te schudden, daarna elke keer een (tiende) deel ervan nemen en opnieuw te verdunnen (tot wel acht keer) verkrijgt men een medicijn, waarvan de gevestigde medische wetenschap zegt dat het absoluut niet meer kan werken. De betreffende stof is dan namelijk zo sterk verdund dat er slechts een paar of zelfs helemaal geen moleculen van die stof in de vloeistof aanwezig zijn.

Maar.... ze (de gevestigde medische wetenschap) vergeten één ding: deze waterige oplossing heeft de "afdruk" van de stof opgenomen in z'n "geheugen"! WATER HEEFT GEHEUGEN! En, is de juiste stof gebruikt, dan blijkt die wel degelijk genezend te werken! Te simpel gedacht? Geloof je het niet? Ik ben er in de oorlog in ieder geval door genezen! (zie Hoofdstuk 1). De medische wetenschap zou er eens wat meer aandacht aan moeten besteden, maar helaas, zij beschouwen het als kwakzalverij....