HET WATER, IN BETREKKING TOT DE NATUUR EN DEN MENSCH BESCHOUWD,

DOOR

Dr. F. W. KRECKE.

Drie vierde gedeelte van de oppervlakte onzer planeet is bedekt met eene vloeistof, die eene hoogst gewichtige rol speelt zoowel in de huishouding der natuur als in die der menschen, n.l. het water. Slechts weinige woorden zullen voldoende zijn om dit eenigzins nader aan te wijzen.

Een groot deel van de vaste oppervlakte onzer aarde is uit water afgezet en doet zich voor als eene reeks van boven elkander liggende lagen, waarvan sommige eene aanzienlijke dikte bezitten. Ons geheele vaderland is zijn ontstaan aan het water verschuldigd: het zand onzer heidevelden, de klei langs onze rivieren, de krijt- en steenkolenlagen van Limburg, zijn alle uit het water afgezet. Nog dagelijks kunnen wij zien hoe het hier zand- en kleibanken vormt, daar weder het land tracht te verzwelgen, zoodat er jaarlijks millioenen schats moeten besteed worden om het binnen de perken te houden, die daaraan door den mensch zijn gesteld. Met één woord, het water is de gewichtigste stof waarvan de natuur zich bedient om meestal langzame, maar daarom niet minder ingrijpende veranderingen aan de oppervlakte van onze aarde te doen plaats hebben.

Geene stof draagt verder zoo zeer bij om afwisseling, leven en schoonheid bij te zetten aan de natuur, die ons omringt. Als ijs vormt het in den winter op de wateren eene spiegelgladde korst; als sneeuw bedekt het de aarde en de planten, die daarop groeien, met een donzen kleed en beschut deze tegen de strenge winterkoude; als hagel vernietigt het niet zelden in weinige oogenblikken de hoop van

den landman, als rijp tooit het elken tak en ieder grasspiertje met een festoen van kunstbloemen. Bij-zonnen en bij-manen, alsmede kringen om zon en maan, zijn hun ontstaan verschuldigd aan de breking van het licht in millioenen ijskristallen, die in het luchtruim zweven. Als vloeistof drenkt het, in den vorm van regen, de aarde en maakt haar geschikt tot woonplaats van mensch en dier. Zwitserland dankt een groot deel van zijn natuurschoon aan het water, dat als ijs de hoogste bergtoppen met een eeuwigdurend kleed bedekt en zich als gletschers in den vorm van reuzenslangen tot in de dalen naar beneden kronkelt, om het leven te geven aan tallooze beken en rivieren. Het vormt die donkerblauwe meren, welke als schitterende paarlen te midden van een krans van bergen zijn gelegen, stortbeken, die in ongetemde vaart tusschen de rotsen heenbruisen, en watervallen waarvan sommige in den vorm van stofbeken naar beneden storten, terwijl andere door de verbazende hoeveelheid water, die ze afvoeren, de aarde tot op aanzienlijken afstand doen dreunen en sidderen. Misschien bestaat er geen verhevener schouwspel dan het gezicht van den onmetelijken oceaan, die nu eens kalm en onbewegelijk als een reuzenspiegel aan onze voeten ligt uitgebreid, dan weder, door den storm bewogen, hemelhooge golven vormt die tot schuim uiteenspatten en spotten met onze krachtigste zeedijken. De regenboog is zijne kleurenpracht verschuldigd aan de breking der zonnestralen in de regendruppels. De wolken, wier schaduwen in snelle vaart over het landschap trekken, de mist, die ons in een ondoorzichtig hulsel wikkelt, bestaan uit water. Doch waartoe meer woorden om de hoogst belangrijke rol, die dit lichaam in de natuur speelt, nader aan te geven.

Ook in de menschelijke samenleving is het water eene der meest onmisbare stoffen. Als ijs vormt het eene effen baan, waardoor vergelegen plaatsen met elkander worden vereenigd. In zuidelijke landen dient het den mensch tot afkoeling zijner dranken en is daar bijna eene onmisbare levensbehoefte geworden. In den vloeibaren toestand is het water de algemeene drank van mensch en dier, hetzij als zoodanig, hetzij als koffie, thee, bier enz. Gezondheid of ziekte van den mensch zijn afhankelijk van den aard van het drinkwater. Het vormt een magazijn, waarin de arbeid, die van de zon uitstraalt, wordt opgehoopt; het geeft dien gemakkelijk aan waterraderen en andere toestellen af en vormt de minst kostbare bron van beweeg-

kracht. De oceaan is een gemakkelijk middel van gemeenschap tusschen de verschillende werelddeelen en is het groote tooneel waarop scheepvaart en wereldhandel zich bewegen; hij strekt verder tot verblijf aan myriaden schepselen, waarvan velen den mensch tot voedsel dienen. In den vorm van damp is het water de bewegende kracht van het stoomwerktuig, dat meer dan eenig ander toestel heeft bijgedragen om het lot van den mensch te verbeteren, tijd en arbeid te besparen en daardoor de beschaving te bevorderen.

Zonder water zou de aarde voor menschen en dieren even onbewoonbaar zijn als hare getrouwe gezellin, de maan.

Alvorens tot de beschouwing van het water in de natuur over te gaan, zal het niet ongepast zijn om de voornaamste chemische en physische eigenschappen dezer vloeistof kortelijk in het geheugen terug te roepen.

De oude wijsgeeren beschouwden het water als een der vier elementen. Eerst op het einde der vorige eeuw leerde men het kennen als eene samengestelde stof, die ontstaat uit de vereeniging van twee enkelvoudige lichamen: waterstof en zuurstof. CAVENDISH toonde omstreeks het jaar 1780 aan dat bij verbranding van brandbare lucht (waterstof) in levenslucht (zuurstof) enkel water gevormd wordt. Reeds vroeger was het optreden van water bij de verbranding van waterstof door verschillende scheikundigen, o. a. door PRIESTLEY, opgemerkt.

LAVOISIER, de groote hervormer der scheikunde, toonde in 1783 aan dat het water eene verbinding van waterstof en zuurstof is. Hij trachtte de betrekkelijke hoeveelheden van beide gassen te leeren kennen en ontleedde daartoe den damp daarvan door gloeiend ijzer. De nauwkeurigste onderzoekingen op dit gebied werden echter verricht door GAY-LUSSAC en A. VON HUMBOLDT, die in 1805 bewezen dat het water gevormd wordt door de vereeniging van juist twee maten waterstof en ééne maat zuurstof, hetgeen in 1843 door DUMAS volkomen werd bevestigd, die aantoonde dat, door waterstof over gloeiend koperoxyd te doen stroomen, water ontstaat door de vereeniging van 1 gewichtsdeel waterstof en 8 gewichtsdeelen zuurstof.

De samenstelling van het water kan men door de volgende proeven leeren kennen. Wanneer een galvanische stroom door deze vloeistof wordt geleid, dan wordt zij in hare beide bestanddeelen ontleed,

Zuiver water geleidt echter den stroom zeer slecht, zoodat men, om de vloeistof beter geleidend te maken, een weinig zwavelzuur toevoegt. Zijn de beide elektroden van platina en vangt men de twee gassen afzonderlijk op, dan zal zich aan de positieve pool een zeker volumen zuurstof verzamelen, dat men herkent door de eigenschap om een glimmende zwavelstok te doen ontvlammen. Aan de negatieve pool daarentegen, verzamelt zich eene dubbele hoeveelheid waterstof, die zich laat herkennen door de eigenschap om met eene weinig lichtgevende vlam te verbranden.

Mengt men daarentegen in eene verdeelde glazen buis, die op een kwikbak is geplaatst, 2 volumina waterstof en 1 volumen zuurstof, en laat men vervolgens door dit gasmengsel, tusschen twee in het glas ingesmolten platinadraden eene elektrische vonk overspringen, dan vereenigen zich beide tot water, en het kwik zal tot boven in de buis stijgen, waar deze vloeistof eene nauwelijks merkbare ruimte inneemt. Neemt men hetzij waterstof, hetzij zuurstof in overmaat, dan blijft een deel daarvan in onveranderden toestand terug.

Leidt men daarentegen droge waterstof over gloeiend koperoxyd, dan vormt zich daarbij water. De scheikundige werking, die daarbij plaats heeft, is gemakkelijk te verklaren: Het koperoxyd is eene verbinding van 63,5 gewichtsdeelen koper en 16 deelen zuurstof. Brengt men dit tot de gloeihitte en voert men daarover droge waterstof, dan verbindt deze zich met de zuurstof van het koperoxyd en vormt daarmede water, terwijl koper als metaal terug blijft. Heeft men het buisje met koperoxyd vóór de proef gewogen, en herhaalt men deze bewerking na afloop daarvan, dan blijkt dat het in gewicht is afgenomen. Dit gewichtsverlies stelt de hoeveelheid zuurstof voor, die zich met de waterstof heeft verbonden. Weegt men tevens de hoeveelheid water, die daarbij is ontstaan, dan blijkt dat 16 gewichtsdeelen zuurstof 18 gewichtsdeelen water hebben opgeleverd, of, met andere woorden, dat 16 gewichtsdeelen zuurstof zich met 2 gewichtsdeelen waterstof tot water hebben verbonden. De procentische samenstelling van water is derhalve in gewicht:

Waterstof. . . .	11,111
Zuurstof.	88,889
	100,000

In de physica wordt geleerd dat enkelvoudige zoowel als samengestelde gassen en dampen zich omstreeks op dezelfde wijze tegenover veranderingen van temperatuur en drukking verhouden. Dit heeft in het begin dezer eeuw een italiaansch scheikundige AVOGADRO geleid tot de hypothese, dat in eene zelfde ruimte van verschillende enkelvoudige en samengestelde gassen, bij eene zelfde temperatuur en eene zelfde drukking een gelijk aantal moleculen voorhanden zijn. Deze hypothese vormt den grondslag voor de geheele nieuwere scheikunde. Nemen wij haar aan, dan volgt daaruit dat in de twee maten waterstof, die wij bij de ontleding van water verkregen, het dubbel aantal moleculen voorhanden zijn, als in de ééne maat zuurstof. Daar nu het molecule zoowel van waterstof als van zuurstof uit twee atomen bestaat, volgt hieruit a. w. dat water is opgebouwd uit twee atomen waterstof en één atoom zuurstof. Nu is men in de scheikunde gewoon de atomen der elementen uit te drukken door middel van één of meer beginletters van hunne latijnsche namen. Men plaatst dan het aantal atomen van een element, dat in eene verbinding voorkomt, daarnaast aan de rechterhand. Waterstof (in het latijn Hydrogenium) wordt aangeduid door H; zuurstof (in het latijn Oxygenium) door O. Het scheikundige teeken, de scheikundige formule van water zal derhalve zijn H_2O.

Het water, dat in de natuur in zulk eene verbazende hoeveelheid voorkomt, is nooit scheikundig zuiver; het bevat steeds meer of minder opgeloste stoffen. Daar wij echter het water, zooals de natuur het oplevert, op eenvoudige wijze kunnen zuiveren, is het nooit noodig om het uit zijne bestanddeelen op te bouwen. Die zuivering noemt men destilleeren. Wordt nl. deze vloeistof, door verhooging van temperatuur, in damp overgevoerd en verdicht men dezen in daartoe ingerichte koeltoestellen, dan verkrijgt men zuiver of gedestilleerd water. Men brengt daartoe het water in een ketel, die door vuur wordt verwarmd. De damp verzamelt zich in een daarop geplaatsten helm, waarin mechanisch medegevoerde waterdruppels zich kunnen afzetten en wordt van daar gevoerd in een tinnen slang, die in een koelvat met koud water is geplaatst. De waterdamp gaat daarin in den vloeibaren vorm over en wordt in een daaronder geplaatst vat opgevangen, terwijl de onzuiverheden in den ketel terugblijven.

In de scheikunde maakt men dikwijls gebruik van het water als oplossingsmiddel. De hoeveelheden van verschillende stoffen, die in een zelfde gewicht water kunnen worden opgenomen, zijn echter zeer verschillend. Terwijl sommige stoffen, zooals b. v. bijtende potasch en soda, ijzerchlorid enz., daarin bijna in elke verhouding kunnen worden opgelost, zijn er andere, zooals b. v. de metalen, zwavelzure baryt enz., die bijna als onoplosbaar daarin kunnen worden beschouwd. Tusschen beide uitersten vindt men allerlei overgangen. Niet alleen vaste lichamen, maar ook vloeistoffen en gassen worden door water opgenomen.

Behalve van den aard van het lichaam, is de oplosbaarheid afhankelijk van de temperatuur. Vaste lichamen zijn, met zeer enkele uitzonderingen, meer oplosbaar in warm dan in koud water. Bevat eene oplossing zooveel van een lichaam als daarin kan worden opgenomen, dan noemt men haar verzadigd. Bij bekoeling eener verzadigde oplossing zet een deel van het opgeloste lichaam zich daaruit af, meestal in den vorm van kristallen.

De mate van oplosbaarheid van vaste lichamen in water wordt uitgedrukt door aan te geven hoeveel gewichtsdeelen der eersten in 100 deelen water kunnen worden opgenomen. Slechts weinige stoffen zijn in warm water bijna even oplosbaar als in koud; een bekend voorbeeld hiervan levert het keukenzout op. Honderd gewichtsdeelen water nemen bij 0° 35,7 en bij 100° 39,8 gewichtsdeelen daarvan op. Bij de meeste stoffen is dit verschil echter veel aanzienlijker: 100 deelen water lossen bij 0° op 3 en bij 100° 154 deelen gewone of potaschaluin. Enkele zouten zijn schijnbaar bij eene zekere temperatuur meer oplosbaar dan bij eene hoogere: hiertoe behooren de zwavelzure en koolzure soda, die bij omstreeks 32,°5 meer oplosbaar zijn dan bij hoogere en lagere temperaturen. De aard van dit opstel laat echter niet toe om daaromtrent in nadere bijzonderheden te treden.

De oplossing van een vast lichaam in water kookt steeds bij eene hoogere temperatuur dan zuiver water, terwijl het vriespunt daarvan lager is gelegen. Meestal bevriest uit eene oplossing bijna zuiver water, waarbij eene sterkere oplossing onbevroren terugblijft. Hierop berust eene methode die in noordelijke streken veelvuldig wordt gebruikt om keukenzout uit zeewater af te zonderen. Men laat dit laatste in vijvers bevriezen, verwijdert de pekel, die onbevroren achterblijft, en dampt die in bakken boven vuur verder uit tot ze kristallen van keukenzout afzet.

Daar vaste lichamen, wanneer ze in water zullen oplossen, eerst den vloeibaren toestand moeten aannemen, en er bij den overgang daartoe eene aanzienlijke hoeveelheid warmte wordt gebonden, zal er daarbij eene verlaging van temperatuur ontstaan, die voor sommige zouten zeer aanzienlijk is. Mengsels van zulke zouten met water worden koudmakende mengsels genoemd en worden dikwijls door natuur- en scheikundigen gebruikt. Mengt men 4 deelen water met de daarbijgeplaatste hoeveelheden van verschillende zouten, dan neemt men de volgende verlagingen van temperatuur waar:

5 salmiak en 5 salpeter. . . .	22°
4 salpeterzure ammonia. . . .	20°
1 chloorammonium	15°,2
1 salpeterzure ammonia. . . .	14°,1
1 chloorkalium.	11°,8
1 salpeter.	10°,6

Alleen dan wanneer de oplossing vergezeld gaat van eene scheikundige werking, die meer warmte doet ontstaan dan de verkoeling bedraagt, die door het oplossen wordt ontwikkeld, zal zij van warmteontwikkeling vergezeld gaan, zooals bij het oplossen van bijtende potasch of soda in water.

Sommige vloeistoffen, zooals olie, mengen zich niet met water; andere daarentegen, zooals alkohol en ether, mengen zich daarmede wel; alkohol en water kunnen in alle willekeurige verhoudingen worden gemengd. Bij ether daarentegen bestaan hiervoor bepaalde grenzen; honderd deelen water kunnen b. v. niet meer dan 10 deelen ether opnemen.

De oplosbaarheid van gassen in water is zeer verschillend. Van sommige, zooals zoutzuur, zwaveligzuur-anhydrid, is deze zeer aanzienlijk, van andere daarentegen, zooals zuurstof en stikstof, zeer gering. Men is gewoon de oplosbaarheid van gassen in maat uit te drukken en zegt b. v.: ééne maat water neemt 500 maten zoutzuur, 40 maten zwaveligzuur-anhydrid, 0,014 maten stikstof op. De oplosbaarheid van gassen in water vermindert met toenemende temperatuur; bij de kookhitte worden ze geheel uitgedreven, en insgelijks grootendeels bij bevriezen. Wanneer de drukking vermindert, die door een gas op het water wordt uitgeoefend, dan vermindert, daarmede evenredig, ook de oplosbaarheid. Bousingault vond dat in hooge alpenmeren zoo weinig lucht is opgelost, dat het leven der visschen daarin onmogelijk wordt.

De meeste gekristalliseerde zouten bevatten eene zekere hoeveelheid water dat met den naam van kristalwater wordt bestempeld. Bij sommige bedraagt het kristalwater meer dan de helft van het gewicht van het zout: zoo bevat gekristalliseerde koolzure soda niet minder dan 65, aluin 45,5 p. c. kristalwater. Andere daarentegen, zooals keukenzout, salpeter enz., kristalliseeren watervrij. Door genoegzame verhooging van temperatuur wordt het kristalwater van alle zouten uitgedreven; sommige verliezen een deel daarvan in droge lucht, ze verweeren gelijk men zegt. Andere zouten daarentegen trekken water uit de lucht aan, ze vervloeien.

Zuiver gedestilleerd water is eene reuklooze, smaaklooze en doorzichtige vloeistof, die zich in dunne lagen ongekleurd voordoet, doch in dikkere eene duidelijk blauwe kleur vertoont. Het is, even als alle drupvormige vloeistoffen, slechts weinig samendrukbaar. Het bevriest en kookt, onder de gewone dampkringsdrukking, bij standvastige temperaturen, die men als de vaste punten 0° en 100° op den honderddeeligen thermometer heeft aangenomen.

Bij het vastworden zet zich het water plotseling omstreeks 7 p. c. uit, zoodat het soort. gew. van ijs bij 0° 0,918 bedraagt. Hierdoor drijft dan ook het ijs in zeeën, rivieren en meren steeds aan de oppervlakte. Men heeft van de verbazende kracht dezer uitzetting van het water bij bevriezen, partij getrokken om rotsen te verbrijzelen. Vult men in den winter rotsspleten met water, dan zal, bij het bevriezen daarvan, het gesteente worden verbrijzeld. Hetzelfde verschijnsel geschiedt in de natuur op uitgebreide schaal en werkt krachtig mede om de rotsen te doen verweeren.

Wanneer het water aan eene aanzienlijke drukking is blootgesteld, dan kan het zeer sterk worden afgekoeld zonder te bevriezen. Bousingault vulde, tijdens de belegering van Parijs in 1871, een holle stalen cilinder, die van zeer dikke wanden voorzien was, geheel met water en bracht er toen een kogel in, om door het al dan niet rollen daarvan bij het omkeeren te kunnen waarnemen of het water vast of vloeibaar was. Hij sloot vervolgens den cilinder met een stevigen stop. Op die wijze kon hij het water tot — 15° afkoelen, zonder dat het vast werd. Bij het openen der stop echter ging het, daar het nu geene drukking meer ondervond, terstond in ijs over.

Het water is een zeer slechte geleider der warmte. Even als elk ander lichaam zet het zich bij verwarming uit en krimpt bij bekoeling in. Bij eene temperatuur van + 4° bezit het echter zijne grootste dichtheid, zoodat het bij sterkere afkoeling zich weder uitzet. Deze eigenschap is van het grootste gewicht voor de huishouding der natuur. Bij het begin van den winter koelt zich de oppervlakte van stilstaande wateren, zeeën en rivieren aan de oppervlakte af, door aanraking met de koudere lucht. Het koelere water, dat een grooter soortelijk gewicht bezit dan het warme, daalt naar den bodem en maakt plaats voor ander, dat nog niet is afgekoeld maar nu op zijne beurt kouder wordt en eveneens naar beneden daalt. Deze afkoeling gaat op die wijze geregeld voort, zoolang er nog koud water naar beneden zinkt en door warmer water wordt vervangen; maar dit houdt geheel op, zoodra de geheele massa eene temperatuur van 4° heeft aangenomen. Bij het verdere bekoelen zet het zich dan aan de oppervlakte uit en blijft boven drijven, zoodat het de lagen, die daar onder liggen, tegen afkoeling beschermt. Eindelijk begint het aan de oppervlakte te bevriezen en de dunne ijslaag vormt eene beschutting tegen verdere afkoeling. Zij wordt wel is waar bij het aanhouden der vorst dikker, maar op korten afstand daaronder daalt de temperatuur van het water niet onder 4°, zoodat planten en dieren daarin ongestoord kunnen voortleven. Werd echter het water, tot aan het vriespunt toe, voortdurend dichter, dan zou spoedig de geheele watermassa in ijs veranderen, het leven der daarin voorkomende wezens zou worden vernietigd, en de langdurigste zomerwarmte zoude in onze streken niet meer voldoende zijn om de tot den bodem toe bevrozen wateren onzer rivieren te doen ontdooien.

Het bevriezen van water is eene ware kristallisatie: de kristalvorm van het ijs is een rhomboëder, vrij wel gelijkende op dien van kalkspaath. De fraaie zeshoekige stervormige gedaante, die de sneeuwfiguren bezitten, zijn van zeszijdige prisma's afgeleid.

Door drukking smelt het ijs gedeeltelijk en wordt bij het ophouden daarvan weder vast. Door dit verschijnsel, herbevriezing (regelatie), genoemd, verklaart men de beweging der gletschers naar de dalen.

Wanneer water in een gesloten vat boven zijn kookpunt wordt verwarmd, dan oefent de damp daarvan eene aanzienlijke drukking op de wanden daarvan uit. Hiervan maakt men gebruik tot het drijven van stoomwerktuigen. Niet alleen bij de kooktemperatuur, maar ook bij

lagere temperatuur verdampt het water; zelfs ijs verdampt zeer merkbaar.

In de natuur is het water nooit in rust; het loopt voortdurend in een cirkel rond om, na korteren of langeren tijd, weder te keeren tot de plaats, waarvan het is uitgegaan. Drie vierde van de oppervlakte der aarde wordt door water bedekt; slechts één vierde verheft zich in den vorm van vast land meer of minder daarboven, en ook hiervan is nog een deel, in den vorm van rivieren en meren, met water bedekt. De buitenste aardkorst is tevens bijna overal meer of minder met water doortrokken. Men schat de hoeveelheid daarvan, die in den oceaan voorhanden is, op 400,000 kubieke myriameters. Door de warmte der zon verdampt hiervan elk jaar eene hoeveelheid van omstreeks 300 kubieke myriameters zuiver water, dat in den vorm van onzichtbaren waterdamp in de lucht wordt opgenomen. Na korteren of langeren tijd daarin te hebben rondgezworven, neemt het den zichtbaren vorm aan en geeft het aanzijn aan wolken en nevels, waaruit het water als regen, sneeuw of hagel nedervalt.

Het regenwater is dus oorspronkelijk zuiver gedestilleerd water; verschillende oorzaken werken echter mede om het zijne zuiverheid te doen verliezen. Het eerste regenwater, dat na een langdurige droogte valt, wordt beladen met allerlei stoffen die in de lucht zweven; daaronder vindt men kiemen van infusoriën, conferven en andere lagere organismen. Bij hunne ontwikkeling zijn ze de oorzaak dat het water na eenigen tijd een onaangenamen reuk verkrijgt. Bovendien bevat het regenwater veschillende gassen uit de lucht in opgelosten toestand, zooals stikstof, zuurstof, koolzuur, ammoniak en bij onweder bovendien salpeterzuur en salpeterigzuur. In de nabijheid der zeekusten bevat het tevens niet zelden chloornatrium, benevens een weinig vrij zoutzuur. In steden, voornamelijk in fabrieksplaatsen, heeft men bovendien zwaveligzuur, zwavelwaterstof en andere stoffen in het regenwater gevonden. Van alle natuurlijke wateren is echter het regenwater het zuiverste. Het bevat niet meer dan 30 tot 50 millioenste vreemde stoffen. Het sneeuwwater bevat dezelfde bestanddeelen als het regenwater.

De regen dringt in den poreuzen bodem en verzamelt zich daarin meestal op eene niet zeer aanzienlijke diepte, daar het door kleilagen of vaste gesteenten in zijne verdere beweging wordt gestuit. In zand-

gronden echter kan het water tot eene aanzienlijker diepte wegzinken. Wordt er nu een put gegraven, dan dringt men spoedig door tot eene aardlaag, die geheel met water doortrokken is; graaft men dan nog dieper, dan wordt de put gedeeltelijk met water gevuld. Uit hetgeen wij vroeger zagen omtrent het vermogen van water om verschillende stoffen op te nemen, volgt, dat het welwater steeds onzuiverder zal moeten zijn dan het regenwater, daar het in den bodem verschillende oplosbare bestanddeelen aantreft, waarmede het wordt bedeeld. De aard dier opgeloste stoffen zal tevens afhankelijk wezen van den bodem. Reeds PLINIUS schreef voor 18 eeuwen: "*Tales sunt aquae, qualis terra per quam fluunt*" (de aard van het water is afhankelijk van den bodem waardoor het stroomt), en deze uitspraak wordt door de tegenwoordige wetenschap volkomen bevestigd.

In de bovenste aardlagen vindt het water, dat uit de lucht neervalt, aanzienlijke hoeveelheden koolzuur, grootendeels afkomstig van de verandering die de plantendeelen, bij hunnen overgang in humusachtige stoffen, ondergaan. Het lost dit gas in ruime hoeveelheid op en is hieraan zijn frisschen smaak verschuldigd, dien het regenwater mist. Koolzuurhoudend water is in staat om verschillende stoffen op te nemen, die in zuiver water onoplosbaar zijn, o. a. koolzuren kalk, koolzure magnesia, phosphorzuren kalk en sommige kiezelzure zouten.

Wanneer een welput gegraven wordt in een bodem, die slechts weinig oplosbare zouten bevat, dan is het putwater bijna even zoo zuiver als het regenwater; dit is het geval op vele plaatsen op de heide. Zulk water noemt men week of zacht. Graaft men daarentegen een put in een bodem, die veel koolzure kalk of gips bevat, dan verkrijgt men een welwater, dat rijk is aan dubbelkoolzuren en zwavelzuren kalk. Zulk water wordt hard genoemd omdat het, om redenen die later zullen worden vermeld, tot wasschen en koken ongeschikt is. Verder ontbreken keukenzout, zwavelzure magnesia en chloormagnesium nooit in het welwater.

In oude, sterk bevolkte steden is de bodem op vele plaatsen met den inhoud van riolen, privaatputten en andere ophoopingen van schadelijk vuil zoodanig doortrokken, dat het welwater aldaar zeer sterk bedeeld is met organische stoffen en hunne ontledingsproducten, zoo als salpeterzuur, salpeterigzuur, ammoniak enz.

Bronwater, dat bij ons te lande weinig voorkomt, bevat in het algemeen dezelfde bestanddeelen als het welwater; het verschilt even

als dit, met den aard van den grond waaruit het ontspringt. Bevat het bronwater meer vaste lichamen of gassen opgelost, dan in gewoon welwater voorkomen, dan noemt men het mineraalwater. Het wordt dan als geneesmiddel tegen sommige ziekten aangewend of, om zijn verfrisschenden smaak, als drank gebruikt.

Men verdeelt de minerale bronnen in: 1°. Zuurlingen, die eene groote hoeveelheid koolzuur opgelost bevatten; hiertoe behooren die van Selters en Fachingen in Nassau, Sulzmatt in den Elzas, enz. 2°. Alkalische bronnen, die voornamelijk koolzure zouten der alkaliën, benevens vrij koolzuur bevatten, zooalz die van Vichy, Saint-Nectaire, Ems, enz. 3°. Zoutbronnen, die keukenzout en andere chloormetalen bevatten; hiertoe behooren die van Kissingen, Nauheim, Homburg, Bourbonne, enz. Sommige daarvan bevatten tevens broom- en jood-verbindingen, zoo als die van Kreuznach in Rijn-Pruissen, Wildegg in Zwitserland, Gebangan, Assinan en Krakal op Java. 4°. Zwavelbronnen, die zwavelwaterstofhoudend water opleveren, zoo als die van Barèges, Bagnères-de-Luchon, Aken, Burdscheidt en Schinznach. 5°. Bitterwateren, welke voornamelijk zwavelzure magnesia (bitterzout of engelsch zout) bevatten; hiertoe behooren de bronnen van Epsom, Pülna en Friedrichshall. 6°. Glauberzout-bronnen leveren een water dat rijk is aan zwavelzure soda, zoo als die van Carlsbad, Eger, Mariënbad. 7°. Staalbronnen, die ijzer bevatten, hetzij in den vorm van dubbel koolzuur ijzeroxydul, hetzij als zwavelzuur ijzeroxydul. Hiertoe behooren de wateren van Schwalbach, Pyrmont, Alexisbad, Spa, Passy en Auteuil.

Het rivierwater is zijn ontstaan verschuldigd hetzij aan bronnen, hetzij aan gletschers, of wel aan beide. Ofschoon de bronnen, die aanleiding geven tot het ontstaan der rivieren, soms rijk zijn aan dubbelkoolzure kalk of magnesia, is het rivierwater nooit met groote hoeveelheden van deze zouten bedeeld. Zoodra toch zulk een water gedurende zekeren tijd in aanraking is met de lucht, verliezen de genoemde dubbelkoolzure zouten de helft van hun koolzuur en gaan daardoor in enkel koolzure zouten over. Deze zijn onoplosbaar in water en zetten zich tegen de oevers of tegen planten, die in het water groeien, af. Rivierwater behoort dus steeds tot de zachte wateren. Het neemt echter steeds eene zekere hoeveelheid zouten op van de terreinen, waardoor het vloeit. De samenstelling van het rivierwater wisselt af met de hoeveelheid gevallen regen, het smelten der sneeuw, den aard van

de rivierbedding. Regen en sneeuw verminderen de hoeveelheid vaste stoffen (in de Rhône te Lyon van 0,18 tot 0,10 gram per liter). Het wordt verder dikwijls verontreinigd met den afval van fabrieken, zooals van looierijen, verwerijen, slachterijen, alsmede met den inhoud der riolen van de steden langs de rivieroevers.

In sommige provinciën in het noorden van Zweden is het rivierwater bijna even zuiver als het regenwater. Het water der Fahlun-rivier geeft, volgens BERZELIUS, geene reactie met de verschillende reagentiën, die tot onderzoek van water worden gebruikt, en laat bij verdamping alleen een lichtgeel residu over; dit bestaat uit extractiefstoffen, waarin men een spoor keukenzout, doch geene zwavelzure zouten kan aantoonen. Van daar dat het zoozeer geschikt is tot het vervaardigen van fijn filtreerpapier, dat bij verbranding slechts sporen van asch-bestanddeelen mag nalaten.

Het rivierwater bevat verder eene zekere hoeveelheid slib, die het mechanisch medevoert. Alleen dan, wanneer het door een meer heeft gevloeid, waarin het slib gelegenheid heeft gehad om te bezinken, is het rivierwater volkomen helder en vertoont dan zijne ware blauwe kleur. Dit is o. a. het geval met het water der Rhône te Genève, dat zonder voorafgaande zuivering, door waterraderen, die door de rivier worden gedreven, wordt opgepompt en door buizen door de stad wordt gevoerd, om als drinkwater te dienen, en dat van den Rijn bij Constanz.

De volgende tabel bevat de gemiddelde hoeveelheden opgeloste stoffen in grammen, die in 1 liter rivierwater worden gevonden:

Rijn bij Bazel	0,1694
„ „ Straatsburg	0,2317
„ „ Emmerik	0,2890
„ „ Arnhem	0,1593
IJsel bij Deventer	0,1950
„ „ Kampen	0,2010
Merwede bij Dordrecht	0,1600
Kromme Rijn bij Utrecht	0,2000
Maas bij Grave	0,1272
„ „ Rotterdam	0,2134
Seine „ Parijs	0,2544
Marne „ „	0,3780
Garonne bij Toulouse	0,1367
Rhône „ Genève	0,1820

Rhône	bij	Lyon	0,1840
Saône	„	Macon	0,1870
Loire	„	Orleans	0,1346
Theems	„	Chelsea	0,3040
„	„	Londen	0,4084
„	„	Greenwich	0,3998
Clyde	„	Glasgow	0,1161
Elbe	„	Hamburg	0,1269
Donau	„	Weenen	0,1414
Spree	„	Berlijn	0,1140

Men ziet uit deze tabel hoe groot de invloed is, dien groote steden op de samenstelling van het rivierwater uitoefenen. Het water der Theems neemt, bij het stroomen door Londen, niet minder dan 0,1 gram opgeloste bestanddeelen per liter op.

Het water der meeste meren, vooral van die, door welke rivieren stroomen, verschilt niet van rivierwater. Andere daarentegen, die wel toevoer doch geen afvoer van water hebben, bevatten zeer groote hoeveelheden van zouten opgelost. De Doode Zee in Palaestina bevat niet minder dan 24,540 p. c. vaste stoffen. Zij is dan ook eene bijna verzadigde zoutoplossing, waarin geene dieren kunnen leven.

De rivieren voeren haar water ten slotte naar den oceaan, die men als de groote spoelkom der aarde kan beschouwen, waarin ten slotte alle stoffen, die door den regen van het vaste land zijn uitgeloogd, terecht komen. Daar uit de zee voortdurend zuiver water verdampt, en dit wordt aangevuld door rivierwater, dat verschillende stoffen in oplossing bevat, zal het gehalte aan vaste stoffen daarvan voortdurend moeten toenemen. Deze toename is echter zoo langzaam dat zij, gedurende den korten tijd dat waarnemingen daaromtrent zijn gedaan, niet kan blijken. Wanneer toch duizend rivieren evenveel vaste stoffen aanbrachten als de Rijn, dan zouden zij gezamelijk in ééne eeuw het zoutgehalte slechts met één vierhonderdduizendste kunnen vergrooten. Sommigen zijn zelfs zoover gegaan, om het geheele zoutgehalte van den oceaan te willen verklaren door het uitloogen van het vaste land. Dit is echter minder waarschijnlijk, daar onderzeesche zoutbeddingen zeker ook wel daartoe zullen hebben bijgedragen.

Het water van den oceaan, op aanzienlijken afstand van de kust, bevat omstreeks 3,5 p. c. zouten opgelost. Dit zoutmengsel bestaat gemiddeld uit:

Chloornatrium	78.47
Chloormagnesium	9.42
Zwavelzure magnesia	6.41
Zwavelzure kalk	4.44
Chloorkalium	1.03
Broommagnesium	0.17
Koolzure kalk	0.04
Kiezelzuur	0.01
Ammoniak	0.01
	100.00

In sommige zeeën, die door nauwe straten met den oceaan in verband staan, verschilt echter het zoutgehalte zeer van het genoemde gemiddelde. Het water der Roode Zee bevat 4,5 p. c. zouten, terwijl in dat der Oostzee slechts 0,481 p. c. zouten in oplossing bevat zijn.

De reden dezer afwijking is niet ver te zoeken: de Roode zee ligt in eene heete luchtstreek, zoodat er van hare oppervlakte eene zeer aanzienlijke hoeveelheid water door verdamping verloren gaat. Daarentegen ontvangt ze bijna geen rivierwater. Om haar op een gelijk peil met den oceaan te houden moet een sterke stroom van zeewater door de straat van Bab-el-Mandeb binnenvloeien, waardoor het zoutgehalte voortdurend wordt vergroot. — De Oostzee daarentegen bevindt zich juist in het tegenovergestelde geval. Deze is in een koud klimaat gelegen, waardoor de verdamping van hare oppervlakte betrekkelijk gering is. Daarentegen storten vele en groote rivieren hare wateren in deze binnenzee uit, zooals de Oder, Weichsel, Niemen, Duna, Newa, Lulea, Pitea, Umea, Dalelv enz. Om haar dus op gelijk peil te houden met de Noordzee, gaat er voortdurend een sterke stroom door de beide Belten en de Sond naar buiten, waardoor het zoutgehalte voortdurend afneemt.

Water is de belangrijkste drank van mensch en dier. Het wordt niet alleen als zoodanig gebruikt, maar het vormt het hoofdbestanddeel der meeste andere dranken, zooals thee, koffie, bier enz. Meer en meer blijkt het dat het water de voornaamste drager is van de smetstoffen, waardoor ziekten van den eenen mensch op den anderen worden overgeplant, zoodat de aard van het drinkwater een grooten invloed uitoefent op de gezondheid. Van alle natuurlijke wateren is alleen het zeewater uit zijn aard als drinkwater onbruikbaar, daar het

brakingen verwekt; alle overige soorten van water kunnen, wanneer zij aan zekere eischen voldoen, als drinkwater worden gebruikt. De eischen, door verschillende geleerden aan goed drinkwater gesteld, wijken echter eenigzins van elkander af, zoodat wij alleen die zullen opgeven, waarover men het algemeen eens is.

1°. Drinkwater moet helder zijn. Is het troebel door fijne kleideeltjes, zooals sommige soorten van rivierwater, dan bezinken deze spoedig en het wordt weldra helder. Is het echter troebel door organische stoffen, dan wordt het water zelfs door eene lange rust en filtratie niet helder, en moet in elk geval als drinkwater worden verworpen.

2°. Drinkwater moet in dunne lagen kleurloos zijn en in dikkere lagen eene lichtblauwe kleur vertoonen. Bezit het eene groene of gele kleur, dan is die in de meeste gevallen afkomstig van organische stoffen, soms mikroskopische organische wezens of hunne kiemen. Zulk drinkwater is bepaald schadelijk.

3°. Drinkwater moet reukeloos zijn. Wanneer het geruimen tijd in goed gesloten flesschen bewaard is, mag het geen reuk aannemen die aan zwavelwaterstof of rottende dierlijke stoffen herinnert.

4°. Drinkwater moet een frisschen smaak bezitten, afkomstig van gassen die daarin zijn opgelost. De hoeveelheid gas moet van 25 tot 50 kub. centimeters per liter bedragen. Gedestilleerd water, dat deze bestanddeelen niet bevat, bezit een flauwen smaak en ligt zwaar in de maag.

5°. Drinkwater mag slechts weinig organische en geene georganiseerde stoffen bevatten. Daarin mogen zich, wanneer het eenigen tijd in goed gesloten flesschen bewaard is, geene levende organismen ontwikkelen, daar de kiemen daarvan dikwijls de dragers zijn van epidemische ziekten.

6°. Drinkwater mag niet te veel anorganische zouten bevatten. Als maximum kan men één gram per liter aannemen. Daarvan mag omstreeks de helft dubbelkoolzure kalk zijn. Veel gips werkt nadeelig op de spijsvertering. Phosphorzuur, in eenigzins aanzienlijke hoeveelheid, wijst op eene besmetting met dierlijke uitwerpselen.[1]

[1] Toch komen er gevallen voor waar de aanwezigheid van phosphorzuur aan andere oorzaken is toe te schrijven. Bij een onderzoek van meer dan 40 welwateren in de gemeente Stad Doetinchem vond ik in alle, ook in de beste, vrij aanzienlijke hoeveelheden van dit zuur.

Het voorkomen van groote hoeveelheden keukenzout moet dikwijls aan dezelfde besmetting worden toegeschreven.

7°. Drinkwater mag geen, of slechts sporen van ammoniak, salpeterigzuur of salpeterzuur bevatten, daar deze stoffen meestal afkomstig zijn van stikstofhoudende organische stoffen, die in verrotting verkeeren.

Hoe men het drinkwater onderzoekt, kan hier niet worden aangegeven.

Wij moeten thans de vraag trachten te beantwoorden, hoe men zuiver drinkwater kan verkrijgen.

Regenwater wordt bij ons te lande in die streken gedronken waar het welwater brak is en waar men niet, zooals te Amsterdam, door aanvoer van elders in de behoefte aan drinkwater voorziet. In een groot deel der provinciën Friesland, Groningen, Noord- en Zuid-Holland is het de eenige soort van drinkwater. Wil men regenwater als drank gebruiken, dan moeten de daken en goten, waarin het wordt opgevangen, goed schoon zijn, even als de regenbakken, waarin het bewaard wordt. Het is echter, door zijn gering gehalte aan anorganische zouten, zeer week en daardoor minder smakelijk voor hen, die aan goed welwater gewend zijn. Wordt het regenwater op vuile daken en in vuile goten verzameld, dan is het dikwijls zeer rijk aan organische stoffen, die afkomstig zijn van rottende bladeren en andere onzuiverheden en gaat daardoor spoedig in bederf over, waarbij zich niet zelden daarin lagere dieren ontwikkelen en het een onaangenamen reuk en smaak verkrijgt.

Wordt het regenwater opgevangen op daken, die gedeeltelijk met lood bekleed zijn, of geleid door buizen van dit metaal, dan neemt het niet zelden verbindingen hiervan in zich op en kan alsdan aanleiding geven tot gevaarlijke chronische ongesteldheden. Door verschillende oorzaken kunnen loodverbindingen in het regenwater komen en wel: 1°. Doordien lood afwisselend met water en lucht in aanraking is, zooals niet zelden gebeurt in goten van dit metaal die na regen gedeeltelijk met water gevuld blijven. Daarbij vormt zich eene zekere hoeveelheid loodhydroxyd (loodoxyd-hydraat), dat in water niet geheel onoplosbaar is, en dus door het regenwater wordt opgenomen. Het voorkomen van zouten of van koolzuur in water vermindert echter de oplosbaarheid van loodhydroxyd aanmerkelijk. 2°. Wanneer bladeren of andere orga-

nische stoffen in looden goten vallen en daarin verrotten, leveren zij eene kleine hoeveelheid vrije organische zuren. Nu wordt lood zelfs door de zwakste zuren gemakkelijk opgelost en geraakt zoo in het regenwater. 3°. Wanneer zeewater op een vlak strand aan de inwerking der zonnestralen is blootgesteld, dan zal, volgens onderzoekingen van den Hoogleeraar G. J. MULDER, eerst het water verdampen, waarbij de daarin bevatte zouten achterblijven. Door de zonnehitte wordt dan een deel van het daarin voorkomende chloormagnesium ontleed onder vorming van vrij zoutzuurgas. Dit laatste nu wordt in de lucht opgenomen, lost gemakkelijk in water op en valt met den regen naar beneden. Deze verkrijgt daardoor de eigenschap om het lood aan te tasten. Ook door het keukenzout van het zeewater, dat vooral bij storm in de atmospheer in fijn verdeelden toestand wordt opgenomen, kan het lood worden aangetast.

Gebruikt men derhalve regenwater, dat met lood in aanraking is geweest, als drinkwater, dan moet men van tijd tot tijd onderzoeken of zich daarin ook verbindingen van dit metaal bevinden. Beter nog is het om het gebruik van lood op de daken geheel te vermijden en in plaats daarvan zink te nemen. Verbindingen van dit metaal toch worden minder gemakkelijk door het regenwater opgenomen, zijn minder schadelijk voor de gezondheid, en bovendien is zink goedkooper dan lood.

De regenbakken, waarin het water wordt opgevangen, worden het best bekleed met verglaasde tegels. Zij moeten voor elke 10 vierkante meters oppervlakte van het dak 1 kub. meter inhoud bezitten. Regentonnen zijn voor dit doel minder geschikt, daar zij licht organische stoffen van het hout aan het water afstaan.

In de provincie Friesland wordt het regenwater op vele plaatsen verzameld in dusgenoemde d o b b e n. Een stuk weiland wordt daartoe zoodanig afgegraven dat het naar ééne zijde afhelt. Op de laagste plaats maakt men dan een vijvertje, waarvan de bodem met eene laag waterdichte klei is bedekt, en laat daarin het regenwater afvloeien. Hierbij gaat een groot deel van het water door verdamping verloren, doch men verzamelt op die wijze, wanneer men slechts zorgt dat het vijvertje nu en dan wordt schoongemaakt en er in de klei geen scheuren komen, een uitstekend drinkwater.

In Venetië, waar het welwater, evenals te Amsterdam, brak is, verzamelt men het regenwater van openbare en bijzondere gebouwen

en op sommige plaatsen ook van de straat in groote regenbakken, cassettoni genoemd. Daarin is een hoop zeezand geplaatst, in het midden waarvan zich een gestapelde put bevindt, waarin de pompbuis is geplaatst. Het water wordt dus eerst door het zand gefiltreerd vóór het kan worden opgepompt.

Het grootste deel van het drinkwater wordt verkregen uit putten. De meeste daarvan zijn gemetseld; slechts weinige zijn geboord. Bij den aanleg van welputten moet men zorg dragen om het dusgenoemde zakwater (het regenwater dat in den bodem dringt en gewoonlijk met plantaardige of dierlijke stoffen, daaruit afkomstig, verontreinigd is) af te sluiten en alleen het water uit grootere diepte, het dusgenoemde welwater op te vangen.

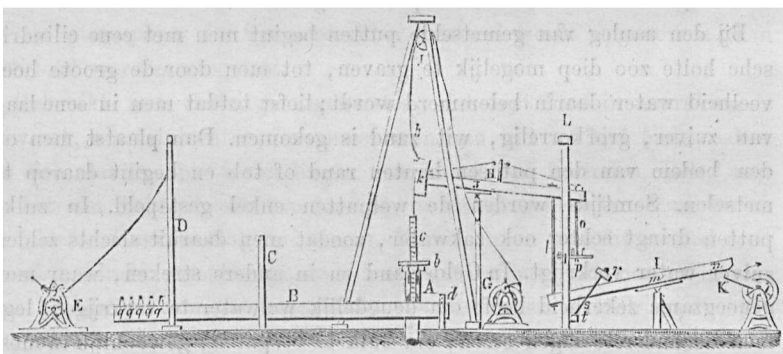
Bij den aanleg van gemetselde putten begint men met eene cilindrische holte zoo diep mogelijk te graven, tot men door de groote hoeveelheid water daarin belemmerd wordt; liefst totdat men in eene laag van zuiver, grofkorrelig, wit zand is gekomen. Dan plaatst men op den bodem van den put een houten rand of tob en begint daarop te metselen. Somtijds worden de welputten enkel gestapeld. In zulke putten dringt echter ook zakwater, zoodat men daaruit slechts zelden zuiver water verkrijgt. In Gelderland en in andere streken, waar men genoegzame zekerheid heeft om deugdelijk welwater te verkrijgen, legt men de onderste lagen steen, om kalk te besparen, gewoonlijk in mos.

De diepte, die men aan een welput moet geven, hangt af van die waarop het welwater onder den beganen grond wordt aangetroffen. Op de meeste plaatsen zijn de putten niet dieper dan 4 tot 6 meters. In het hoogste gedeelte der stad Nijmegen echter moeten de welputten eene veel aanzienlijker diepte, tot 25 meters toe, bezitten. Bij het aardhuis in het Soerensche bosch, waar de oppervlakte van den beganen grond omstreeks 90 meters boven den zeespiegel ligt, is men genoodzaakt geweest om een welput tot eene diepte van 73 meters te graven.

Het welwater is, wanneer het niet door toevallige omstandigheden verontreinigd is, een uitstekend drinkwater. In oude steden, waar men in den bovengrond een tal van ondichte privaatputten, zinkputten en riolen aantreft, is het zakwater op de meeste plaatsen geheel, en het welwater gedeeltelijk door den inhoud daarvan besmet, zoodat het op de meeste plaatsen onmogelijk is om uit den bovengrond goed drinkwater te verkrijgen. Men is dan genoodzaakt om zuiver drink-

water van elders door middel van waterleidingen aan te voeren, zooals bij ons te lande te Amsterdam, Rotterdam, Helder en 's Hage geschiedt, of om putten van eene aanzienlijker diepte aan te leggen. Gemetselde putten kunnen slechts weinige meters onder den waterspiegel worden gegraven, daar op grootere diepte de toevoer van water zoo aanzienlijk is, dat de put gedurende het metselen niet droog kan worden gehouden. Diepere putten worden dan ook uit buizen samengesteld, die door middel van hefboomen of schroeven in den grond worden gedrukt. De grond wordt dan door middel van een bijzonder daartoe ingerichte boor uit den put verwijderd.

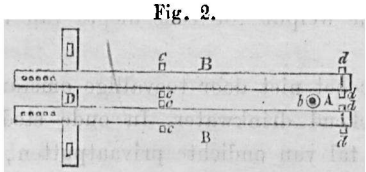
Fig. 1.



Nevensgaande figuren stellen de wijze voor waarop te Utrecht van wege het Gemeentebestuur, onder toezicht van den boormeester DE GRAAF, putten worden geboord. Fig. 1 stelt de daartoe dienende toestellen van ter zijde gezien voor; Fig. 2 is de platte grond van een gedeelte daarvan.

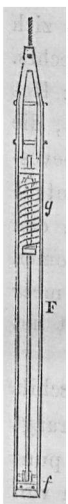
De boorbuis A (fig. 1 en 2) is van ijzer en wordt uit verschillende stukken, die aan elkander geschroefd worden, samengesteld. Aan de onderzijde is ze voorzien van een stalen ring met scherpen kant, om haar beter in den bodem te doen dringen. Aan de bovenzijde draagt ze een stevige ijzeren muts *b*, die door middel van ijzers kan worden bevestigd aan de gegroefde trekstangen *c* (fig. 1), die van onder bevestigd zijn aan de hefboomen BB

Fig. 2.



van de tweede soort. Deze zijn stevige houten balken, die om hun eene uiteinde *d* kunnen draaien rondom een paar dikke ijzers, die verbonden zijn aan palen (*dddd*), die stevig in den grond zijn bevestigd. Aan het andere uiteinde kunnen deze hefboomen door gewichten (*qqqqq*) worden bezwaard. Vier houten jukken (*cccc*) dienen als geleiders der hefboomen. De hefboomsarmen van macht en last staan tot elkander als 9,12 : 1. Op die wijze kan men op de boorbuis eene drukking tot zelfs van 22.000 kilo uitoefenen. De hefboomen kunnen worden opgeheven door middel van een takel; het touw loopt over katrollen welke aan den bok D zijn bevestigd, en wordt opgetrokken door de scheepslier E.

Fig. 3.



De boor F, waardoor de aarde wordt verwijderd uit het boorgat, is een holle ijzeren cilinder, in figuur 3 afzonderlijk in doorsnede op grootere schaal afgebeeld. Zij is aan beide zijden open en aan het ondereinde van een stalen ring voorzien, die in een scherpen kant eindigt. Op geringen afstand van den onderkant bevindt zich in de boor een klep *f*, die naar boven open slaat, waaraan een stang is bevestigd, die door middel van de spiraalveer *g* wordt neergedrukt. De boor is opgehangen aan een kabel *h* (fig. 1), die over de katrol *i* loopt en vervolgens gewonden is over den trommel van de scheepslier G. Bij het boren wordt de boor in de ijzeren buis op en neer bewogen, zoodat ze telkens met zekere kracht op den bodem van het boorgat neervalt. Deze bewerking noemt men het l u i d e n. Daarbij opent zich de klep, en de aarde komt zoo daar boven. Is de boor met aarde gevuld, dan wordt zij door de lier G opgehaald en vervolgens geledigd.

Het op en neer bewegen der boor geschiedt door middel van den hefboom H, die in J zijn steunpunt heeft. Aan de eene zijde draagt deze den cirkelboog *k*, waaraan een klem is bevestigd, waartusschen het boortouw geklemd kan worden. Aan het andere uiteinde draagt de hefboom een paar ijzeren stangen *l*, die aan het uiteinde van een tweeden hefboom I zijn bevestigd, insgelijks van de eerste soort, die om *m* draait. Deze hefboom wordt in beweging gebracht door middel van den duim K, die door een stoomwerktuig wordt rondgedraaid in de richting van het pijltje. Bij elken rondgang ontmoet deze het ondereinde *n* van den hefboom I en licht dit op. Hierdoor worden de stangen *l* naar beneden getrokken en de boor opgelicht. Is echter de arm voorbij den hefboom heengegaan, dan valt het einde *n* naar

onder en de boor valt door zijn gewicht en dat van den kabel naar beneden. Bij het boren op groote diepte is het gewicht van den kabel vrij aanzienlijk, zoodat de boor met eene te groote kracht op den bodem van het boorgat zou neervallen. Om dit gewicht bij de beweging onschadelijk te maken, bevinden zich aan den hefboom H een paar stangen *o*, waaraan eene plank *p* is bevestigd, waarop tegenwichten zijn geplaatst. De plank vindt eene geleiding in den paal L. Bovendien rust op den bovenkant van den hefboom I een stuk hout *r*, dat aan een paar ijzers is bevestigd, die om het scharnier *s* kunnen draaien. Dit scharnier is bevestigd aan het eene einde van eenige stevige planken *t*, die aan elkander zijn vast gemaakt en aan het andere uiteinde en het midden stevig zijn bevestigd. Deze planken dienen als veeren, om de kracht van den hefboom *i* te breken. Het blok hout *q* beweegt zich bij elken op- en neergang van den hefboom daarover links en rechts.

Het boren met dezen toestel geschiedt nu op de volgende wijze: Het uiteinde *ee* der hefboomen wordt door middel van de lastlier E, die door stoom wordt bewogen, tot zekere hoogte opgeheven. Daarop bevestigt men de trekstangen *cc* door middel van de ijzers aan de muts *b* en plaatst de gewichten *qq* op de hefboomen B. Nu viert men den takel van de lastlier langzaam, zoodat de boorbuis door de hefboomen en de gewichten in den grond wordt gedrukt. Wil de buis niet meer zakken, dan wordt de boor in beweging gesteld en de aarde uit het boorgat verwijderd.

De diepte, waarop men op die wijze dagelijks kan boren, verschilt met den aard van den grond en met de diepte. In het begin bedraagt zij 3—3½ meter, naderhand minder, en ten slotte zal er een punt komen, waar de wrijving van den bodem tegen de buitenwanden van de boorbuis zoo groot wordt, dat deze laatste niet meer kan zakken. Heeft men op die diepte nog geen goed drinkwater verkregen, dan kan men eene tweede nauwere boorbuis in de eerste laten zakken en daarmede de boring voortzetten.

Uit den aard van den grond, die door de boor wordt opgevoerd, kan men afleiden of men goed water op die diepte kan verwachten. Klei- of leemlagen leveren in den regel slecht water op. Is men daarentegen in eene grofkorrelige, witte zandlaag gekomen, dan kan men goed water verwachten. Men staakt dan het boren, pompt eene groote hoeveelheid water uit en onderzoekt het laatste. Om een voortdurenden watertoevoer te verkrijgen, metselt men rondom het bovenéinde der

boorbuis een waterdicht reservoir, dat eenige kub. meters kan bevatten en laat daarin de pompbuis eindigen.

De diepste put, die op die wijze geboord is, is die van Sperenberg bij Berlijn, die eene diepte van niet minder dan 1272 meters bezit. Die te Rochefort bij La Rochelle bezit eene diepte van 858 meters, die te Mondorf bij Luxemburg van 730 meters, en die van Neusalzwerk bij Pruisisch Minden van 697 meters. Die van Grenelle bij Parijs, die in 1834 begonnen en in 1841 voltooid is, heeft eene diepte van 547 meters en levert dagelijks meer dan 4 millioen liters water van 28° warmte. Ook bij ons te lande heeft men op die wijze boorputten van aanzienlijke diepte vervaardigd: aan den Baardwijkschen overlaat tot 54 meters, te Purmerende tot 75 meters, te Leiden tot 93 meters, te Amsterdam tot 174 meters, te Gorinchen tot 183 meters, te Goes tot 921 meters, en te Utrecht (Neude) tot 152 en (Vreeburg) ruim 300 meters. Op laatstgenoemde plaats is men nog steeds bezig met boren. De uitslag was echter niet overal even bevredigend.

Het boren van zulke diepe putten vordert veel tijd en kost veel geld. Veel minder kostbaar zijn de dusgenoemde Nortonputten of pijpwellen. De buis, die eene middellijn van niet meer dan 3 à 4 centimeter heeft en waartoe men getrokken ijzeren gasbuizen gebruikt, eindigt van onderen in een stalen punt; het onderste deel, ter hoogte van omstreeks een meter, is van eene menigte kleine openingen voorzien, waardoor het water kan binnendringen. Zij wordt door middel van een heiblok in den bodem gedreven, in den regel tot geene grootere diepte dan 30 à 40 meters. Meestal wordt de pomp onmiddellijk op de buis bevestigd. De Nortonputten leveren echter veel minder water dan de straksgenoemde boorputten.

Het water der meeste niet minerale bronnen is als drinkwater uitstekend geschikt.

Het water der meeste rivieren is, zooals vroeger (pag. 45) is opgemerkt, troebel door fijn verdeeld slib, dat daarin zweeft, en bevat bovendien organische stoffen, waarvan de oorsprong tevens is opgegeven. Vroeger meende men dat deze organische stoffen, in aanraking met de lucht, spoedig geoxydeerd en dus onschadelijk werden. Latere onderzoekingen, daaromtrent door de engelsche *Rivers Pollution Commission* verricht, hebben echter doen zien, dat dit niet het geval is. Het is dan ook als zoodanig als drinkwater ongeschikt en wordt alleen na filtratie, waarover later, als drinkwater gebruikt.

Alleen dan, wanneer het door meren heeft gestroomd, waarin de onzuiverheden gelegenheid hebben gehad om te bezinken, kan het zonder gevaar als drinkwater worden gebruikt, zooals het reeds pag. 45 vermelde water der Rhône te Genève.

In nog hoogere mate dan het meeste rivierwater, is het water onzer grachten, vaarten en slooten verontreinigd, vooral wanneer zich daarin, gelijk in de meeste steden, riolen en faecale stoffen ontlasten.

(*Wordt vervolgd.*)