

CHEMISCHE STOVEN.

DOOR

W. M. LOGEMAN.

Op uitnoodiging van het bestuur eener industrieele vereeniging in deze stad heb ik in den laatstverloopen winter eene voordracht gehouden ter verklaring en demonstratie van de werking dezer inrichtingen. Na hetgeen daarover door Prof. HARTING in dit Album (jaargang 1883, bl. 93) reeds was medegedeeld, achtte ik het overbodig op dit onderwerp hier terug te komen, al ware het ook dat de uitkomsten mijner proefnemingen eenigszins gunstiger voor de toekomst daarvan waren uitgevallen, dan die van genoemden hoogleeraar. Maar thans, nu zulke inrichtingen op onzen Hollandschen Spoorweg in gebruik zijn gekomen, heb ik mij daardoor, bij het aanhooren der gesprekken van mijne medereizigers, enkele malen kunnen overtuigen dat eenig gezond begrip dienaangaande bij naar het uiterlijk beschaafde Nederlanders volkomen ontbreekt, en kennis kunnen nemen van den fantastischen onzin, dien sommigen daarover, als eene verklaring, ten beste gaven. Daarom meen ik eenige toevallig te mijner beschikking gekomen bladzijden van ons Album niet beter te kunnen besteden, dan tot het geven van een kort overzicht dier voordracht, met enkele bijvoegingen, waartoe ik later aanleiding heb gevonden.

Vele lichamen kunnen gesmolten worden, dat is van den vasten tot den drupvormig vloeibaren toestand worden gebracht. Dit zou met *alle* stoffen het geval zijn, indien allen in dien laatsten toestand konden bestaan zonder chemische ontleding. Iedereen weet dat, om eene stof te doen smelten warmte noodig is in dien zin, dat men haar tot een bepaalden warmtegraad, haar smeltpunt, moet verhitten om het smelten te doen beginnen. Maar wat *niet* iedereen weet en waarop het hier voornamelijk aankomt, is dat *deze* verhitting niet genoeg is, maar dat men, om het smelten te doen voortgaan, evenzeer moet voortgaan met de verhitting of beter gezegd met de mededeeling van warmte aan de stof, die men wenscht te doen smelten. Zoolang het lichaam bij die mededeeling vast blijft, is het eerste een noodzakelijk gevolg van

het tweede, en beteekenen dus beide uitdrukkingen volkomen hetzelfde. Maar zoodra een stof tot haar smeltpunt is gekomen houdt die overeenkomst op. Een bekend voorbeeld kan dit ophelderen en aantoonen dat er tot het smelten van ijs een aanmerkelijke hoeveelheid warmte *verbruikt* wordt, die daaraan medegedeeld moet worden, enkel om het smelten te weeg te brengen, zonder de temperatuur van dit ijs in het minst te doen rijzen. Men vermenge een hoeveelheid fijn gestoten ijs — sneeuw dus, als die droog verkrijgbaar is, dus niet aan een warmtegraad, hooger dan het vriespunt, is blootgesteld geweest — met een *gelijke gewichtshoeveelheid* water, dat tot op 80° C. of nog iets daarbeneden is verhit. In de sneeuw wees te voren de thermometer 0° aan of, als 't vriezend weder is, een of meer graden daarbeneden. Is het eerste het geval, dan zal, zoodra door eenig roeren met den thermometer de sneeuw geheel gesmolten is, die thermometer weder juist 0° aanwijzen, een blijk, dat al de warmte, die noodig is geweest om het water van 0° tot bijna 80° te verhitten, *verbruikt* is geworden om een gelijke hoeveelheid vast water — ijs of sneeuw — te doen smelten. Had men van elk een kilogram genomen, dan zou die laatste warmtehoeveelheid bijna 80 malen grooter zijn geweest dan die welke noodig is om een kilogram water 1° te verwarmen. Deze hoeveelheid neemt men algemeen als eenheid van warmte-hoeveelheid aan¹ en noemt ze *Calorie*. Een kilogram ijs van 0° verbruikt dus, om tot water van evenzeer 0° over te gaan, bijna 80 caloriën.

En niet ijs alleen. Geene stof hoegenaamd kan van vast vloeibaar worden zonder daartoe warmte, en meestal een aanzienlijke hoeveelheid, te verbruiken. Ook als zij niet door verwarming, maar door oplossing vloeibaar wordt. Een kilogram van een mengsel in gelijke deelen van ammoniakzout en salpeter b. v., met eene geschikte hoeveelheid (1,9 kilogram) water vermengd, lost zich daarin op en verbruikt tot zijn vloeibaar worden minstens 70 caloriën, zoodat het mengsel, als elk der bestanddeelen afzonderlijk een temperatuur van 10° C. bezat, al spoedig na het mengen eene van —16° tot —20° vertoont en dus eene vrij aanzienlijke hoeveelheid water kan doen bevriezen, dat daarmee in aanraking wordt gebracht, zonder zich daarmee te kunnen vermengen.

Maar, hoe ongaarne ook, laat ik de »bevrizende mengsels'' varen — men begrijpt dat ik er hier zulk een beschreef — om dadelijk

¹ Deze *kleine* onjuistheid veroorloof ik mij hier, om niet in onnoodige uitvoerigheid te vervallen.

over te gaan tot een ander, voor ons tegenwoordig doel veel belangrijker onderwerp, tot wat men in zekeren zin het omgekeerde van het vorige zou kunnen noemen. Volmaakt dezelfde hoeveelheid warmte namelijk, die eene bepaalde hoeveelheid stof *verbruikt* om van vast, vloeibaar te worden, *ontwikkelt* zij ook weder bij den tegenovergestelden overgang, bij dien van vloeistof tot vast lichaam, bij wat wij, al naar haren aard, haar stollen of bevrozen noemen. Een kilogram water b. v., om van water op 0° tot ijs, ook van 0°, over te gaan, moet evenzeer 80 calorien verliezen, als het die moet toegevoerd verkrijgen voor de tegenoverstelde verandering.

Dit aan te toonen op even rechtstreeksche wijze als hierboven voor het warmteverbruik is beschreven, is moeielijk. Maar om te bewijzen dat een vloeistof als zij vast wordt warmte, en dikwijls een aanzienlijke hoeveelheid, ontwikkelt en dus hare eigene temperatuur zeer aanmerkelijk verhoogt, kan men een zeer eenvoudigen weg inslaan, door gebruik te maken van de eigenschap van sommige zoutoplossingen, die tot *ver* beneden haar smelt- of stollingspunt kunnen worden verkoeld, zonder daarbij vast te worden, als men slechts zorgt dat zij bij die verkoeling niet ook met het kleinste vaste deeltje van hetzelfde of een verwant zout in aanraking komen. Het duidelijkst en gemakkelijkst ziet men dit aan het zout dat in de chemie onder den naam van natrium-hyposulfiet bekend is. De photographen, die er druk gebruik van maken, hebben aan een oplossing daarvan den ietwat handiger naam van »hypo» gegeven. Stoot men dit zout fijn, althans tot stukjes van de grootte eener erwt en kleiner, en brengt men het in een kookfleschje, dat daarmede tot boven de helft is gevuld, met den bol van een geschikten thermometer in het zout, dan ziet men dit bij verhitting van het fleschje boven een spiritus- of gasvlam bij omstreeks 56° C. in zijn kristalwater smelten. Men verhit het daarna nog tot omstreeks 65° of hooger en schudt de vloeistof in het fleschje onder schuin houden daarvan om, ten einde zeker te zijn dat niet misschien nog een klein, ongesmolten kristalletje aan een hooger gelegen en dus koeler deel van den wand is blijven zitten. Dit gedaan zijnde zet men het fleschje rustig neder. Al naar de temperatuur van de omgeving en den inhoud van het fleschje — het is raadzaam dit niet te klein te nemen, het moet zoo, half gevuld, omstreeks 50 kubieke centimeters vloeistof bevatten — ziet men in een paar uur of langer de temperatuur der vloeistof tot 20° of lager dalen, zonder dat het zout weder vast wordt. Werpt men er dan een, vooraf ter zijde gelegd, zeer klein kristalletje van zout in, dan begint de kristallisatie dadelijk en plant zich in weinige

oogenblikken, van het kristalletje uit, door de geheele massa voort. Maar daarbij rijst ook de thermometer soms tot 50° en hooger, ten blijk dat er bij en door het vast worden een aanmerkelijke hoeveelheid warmte ontwikkeld is. En hiermede is lang nog niet alles afgeloopen. De inhoud van het fleschje vertoont zich, wel is waar, als met een netwerk van elkaar op vele punten rakende kristalnaalden doorweven, maar deze laten nog veel ruimte tusschen elkaar open, die met het nog vloeibare deel der te voren geheel gesmolten massa zijn gevuld. De thermometer rijst nu ook niet meer. Maar zij daalt ook niet, in langen tijd niet. Waarom niet? Omdat de temperatuur hoog genoeg is geworden om het fleschje en dus het nu brijachtig mengsel evenveel warmte aan de koudere lucht die het omringt, en door uitstraling, in een zeker tijdsverloop te doen verliezen, als er in dienzelfden tijd door het verder vastworden ontwikkeld wordt. Maar na korter of langer tijd begint de thermometer, eerst langzaam en dan sneller, te dalen. Dit laatste vooral, als het zout geheel vast geworden, tot een samenhangende vrij harde massa gestold is, en dus de warmteontwikkeling geheel heeft opgehouden.

Het gebruik dat ik hierboven beschreef, juist van het daar genoemde zout, om de warmteontwikkeling bij het vast worden aan te toonen, mag niemand op het denkbeeld brengen dat deze alleen bij dit zout bemerkbaar of zelfs alleen daarbij zeer aanmerkelijk zou zijn. Er zijn een aantal stoffen, waarbij die ontwikkeling bij het vast worden van dezelfde gewichtshoeveelheid veel grooter is; zij is slechts, door de opgegeven eigenschap daarvan, veel gemakkelijker dan bij de meeste andere stoffen bij het genoemde zout *waar te nemen*. En zij is algemeen en voor alle stoffen geldig die in de beide toestanden, als vast lichaam en vloeistof, kunnen bestaan. Elke daarvan verbruikt warmte bij het smelten en ontwikkelt weder evenveel als zij stolt. En de stolling, eens begonnen, kan niet voortgaan als de daarbij ontwikkelde warmte niet een uitweg vinden kan, b. v. door zich mede te deelen aan de omringende lucht, die daartoe kouder moet zijn dan die vloeistof. Daardoor is elke vloeistof in dien toestand een verwarmingsmiddel voor hare omgeving. Voor lucht, van even beneden het vriespunt in een geheel of bijna afgesloten ruimte voorhanden, is de aanwezigheid van water dat daar bevriest, zoolang het nog niet geheel bevrozen is, door de warmte die bij dat bevrozen ontwikkeld wordt, in staat — als de hoeveelheid en ook de oppervlakte daarvan, welke met die lucht in middellijke of onmiddellijke aanraking is, maar groot genoeg zijn — om een verdere verkoeling dier lucht

en van de voorwerpen die daarin zijn geplaatst volkomen te verhinderen. Voor eenige jaren heeft een fransch uitvinder dit middel voorgesteld om bij vriezend weder het bevrozen der planten in koude kassen te voorkomen. Hij noemde dit, met meer geluk wat het effect van den naam, dan wat de volkomen waarheid aangaat: *le chauffeage à la glace*.

En nu de zoogenaamde »chemische stoven.» Uit het bovenaangehaalde opstel van Prof. HARTING kan de lezer reeds weten dat dit metalen bussen zijn, gevuld, niet zooals de gewone waterstoven met heet water, maar met natrium-acetaat of azijnzuur natrium, alleen of met bijvoeging van meer of minder water. Als dit door verwarming vloeibaar is gemaakt, dan is het een warmtebron als zooveel beschreven. Het komt er maar op aan om te bepalen hoeveel warmte zij meer dan een waterstof van denzelfden vorm en gelijke afmetingen kunnen afgeven. Om dit met eenige benadering te kunnen bepalen deed ik twee busjes van gewoon ijzerblik vervaardigen, zooveel mogelijk aan elkander gelijk, cilindrisch, van ruim 7,5 cM. middellijn en bijna 16 hoog. Zij waren romdom gesloten, op eene van een kort busje voorziene opening aan het bovineind na, waardoor zij konden worden gevuld, en dan gesloten met een kurken stop, waar een thermometer doorheen was gestoken. Het eene was met gewoon water gevuld en het andere met tot een grof poeder gestooten azijnzuur natrium. Toen zij beiden verhit werden smolt het zout en nam nu een kleinere ruimte in. Deze werd met nieuw zout aangevuld totdat ook dit busje geheel met vloeistof gevuld was dus, met het in zijn kristalwater gesmolten zout, *zonder bijvoeging van water*. Nu werden beide op eenigen afstand van elkaar op dezelfde tafel neergezet om te verkoelen en telkens na verloop van tien minuten de beide thermometers afgelezen. De temperatuur der omgeving was 8,5° C. bij het begin, later gedurende eenige uren vrij constant 9° en op het laatst weder 8,5°. Ik kreeg nu de volgende thermometerstanden. Die in het water zijn in de kolom W, die in het zout in de kolom Z vermeld. Ik heb reeds gezegd dat er tusschen de eene en de andere aflezing steeds 10 minuten verliepen en behoef dus de tijden niet aan te teekenen.

Z.	W.	Z.	W.	Z.	W.	Z.	W.	Z.	W.
100°	96°	72,5°	68°	59°	50°	59°	38°	59°	29,6°
97°	89°	68,6°	64,5°	59°	47,6°	59°	36,3°	59°	28,5°
91,9°	83,5°	65°	61,2°	59°	45,5°	59°	34,7°	59°	26,4°
86,8°	79°	61,5°	58°	59°	43,5°	59°	33,4°	58°	25,4°
81,8°	75°	59°	55,2°	59°	41,5°	59°	32,1°	58°	24,5°
77°	71,5°	59°	52,6°	59°	39,7°	59°	30,8°	57,8°	23,7°

Na nóg 2 uren was de thermometerstand in het zout $56,5^{\circ}$, in het water 17° .

Uit dit tabelletje laat zich het aantal calorien, dat de hoeveelheid gesmolten zout in het busje — 866 grammen — bij de vastwording ontwikkelde, met eenige benadering berekenen. Want men kent uit de getallenopgaven voor het water en het gewicht — 711 grammen — daarvan het aantal calorien, dat het in $10'$ verloor bij ongeveer dezelfde middentemperatuur als die waarbij de temperatuur van het zout constant bleef, en deze hoeveelheid moet, daar de beide busjes in alle opzichten gelijk en gelijkvormig waren, gelijk zijn aan de gezochte. Hierbij nog die hoeveelheid rekenende, welke het zout bij het verder vast worden ontwikkelde, toen het, *in twee en een half uur*, van 59° tot $56,5^{\circ}$ verkoelde, komt men door eene gemakkelijke berekening tot de slotsom, dat een liter van het gesmolten zout bij het vast worden minstens 90 calorien ontwikkelt. Bij het verkoelen van 100 tot 59° en van $56,5^{\circ}$ tot 20° geeft het zeker nog 70 af, dus in het geheel 160 calorien. Een liter water onder dezelfde omstandigheden verliest, gelijk bekend is, slechts 80 calorien. Het zout heeft dus bij de bovengenoemde temperatuurverandering een tweemaal grooter verwarmingsvermogen dan een gelijk volume water, wat men naar willekeur kan doen strekken om in denzelfden tijd tweemaal meer warmte of dezelfde hoeveelheid warmte in tweemaal grooteren tijd daarvan te verkrijgen.

Het nut van dit zout voor eene verwarming als die der spoorwegwaggons is hiermede naar ik meen voldoende bewezen. Maar men mag hierbij niet vergeten dat mijne metingen geschied zijn op het gesmolten zout alleen, *zonder bijvoeging van water*. Ik heb namelijk reden om te vooronderstellen dat de gewone vulling dier stoven voor een niet onaanzienlijk gedeelte ook uit water bestaat. Over de uitwerking daarvan en over een eenvoudig middel om de verwarming van zulke kamerstoven door een gewoon petroleum- of gastoestel binnen ieders bereik te brengen, zal ik, naar ik hoop, in dit Album binnen kort nader kunnen berichten.