

EEN MERKWAARDIGE SNEEUWBUI EN IETS OVER IJSVORMING.

Den eersten December 1893 des morgens te half acht hing er te Groningen een vrij dichte, natte nevel. In den loop der morgenuren ging deze eerst in een gestadigen, fijnen regen over, later werden de droppels grooter en daarop volgde een regenbui, die duidelijk van plan scheen te zijn den geheelen dag te blijven doorkletteren.

Tegen half twaalf merkte ik echter op, dat de vallende droppels het voorkomen hadden, alsof zij uit pas gesmolten sneeuwvlokken bestonden. Een half uur later vertoonden zij dat karakter duidelijk en te 1 uur vielen er werkelijk sneeuwvlokken neer, die echter, waar zij te recht kwamen, spoedig smolten. De bui had nu mijn aandacht voor goed getrokken en zoo kwam ik te 2 uur tot de waarneming, dat die sneeuwvlokken, in groote dichtheid — en bij sterken wind — vallende, op de hooge daken van het gebouw, waarin ik was, niet meer smolten. De temperatuur was op die plaatsen dus 0° geworden. Even over 3 uur bleven ook de lagere daken wit, de takken der hoogere boomen — ondanks den wind! — en ook enkele plekjes van den open grond van een plein waren met sneeuw bedekt. Te vier uur was alles wit en de grond zoo dik besneeuwd, dat de voet in de laag wegzonk. Het was toen met recht hondenweer.

Des avonds was echter de wind gaan liggen en de lucht vrij helder geworden. Het was niet koud en, toen ik te 11 uur van een concert naar huis ging, trof het mij niet alleen, maar vele personen met mij, zoo zeldzaam fraai zich de besneeuwde boomen voordeden. De hoogste en dunste takken waren namelijk dik met sneeuw bedekt, ook al stonden zij steil rechtop. De schuine en horizontale takken bogen diep onder den last van sneeuw. Ook stoephekken, kettingen en dergelijke dunne voorwerpen droegen dikke sneeuwlagen. Toen ik aan zulk een ketting schudde, zag ik, dat er wel veel losse sneeuw afviel, maar dat hij geheel met ijs omkorst was, hetwelk ruw en spierwit was aan de oppervlakte, maar van binnen glashelder.

Het tooneel, dat de boomen aanboden, was den anderen morgen

nog fraaier. Vooral de ijpen en linden hadden in sterke mate den vorm van treurboomen aangenomen, zoodat de menschen op straat stil stonden, om er naar te kijken. Ik zag nu ook, dat de kalkvoegen der baksteen muren alle met daaraan vastzittende ijs- en sneeuwranden waren bekleed, die wel een of twee centimeter naar voren sprongen, maar zich weinig of niet in de hoogte verhieven, zoowel de staande als de horizontale. Ik zou nog meer verschijnselen van dien aard kunnen noemen, maar zij kwamen alle daarop neer, dat de sneeuw zich op zeer vreemde wijze aan de voorwerpen had vastgeklampt.

Nu las ik onlangs in de wetenschappelijke rubriek van een of andere illustratie over een dergelijk geval, maar niet op 1 December j.l., en daar werd ter verklaring bijgevoegd, dat het water van regenbuien soms in een bijzonderen toestand kan verkeeren. *Het is onder nul afgekoeld zonder te bevriezen, en befrist dan terstond als het bijv. tegen een boomtak aankomt.* Dat iets van dien aard kan plaats hebben, heeft stellig menigeen opgemerkt, als hij zich des morgens bij sterk vriezend weer zijn waschwasser inschonk. Dit loopt als water uit de kan en valt *als ijs en water* in de kom. Reeds vele jaren geleden, om van andere proeven niet te spreken, gelukte het aan DESPRETZ om water in thermometerbuizen tot -20° C. af te koelen. Het is echter niet waar, dat het water dan door aanraking met een vast lichaampje terstond *geheel* befrist. Het opmerken van die fout is voor mij de aanleiding om hier over dit punt te spreken. Zij wordt dikwijls begaan, ook door mannen van gezag in de wetenschap.

Zoo lees ik in een vrij uitvoerig handboek: »Ook zijn er, die meenen, dat de reden van de hagelvorming te vinden is in de lage temperatuur, die kleine regendruppels kunnen bezitten, zonder te befristen. Die druppeltjes zouden zich tot grootere vereenigen en bij de vereeniging zou het water wegens zijn lage temperatuur in ijs veranderen.»

In een ander vrij groot wetenschappelijk werk vind ik: »'t Kan ook gebeuren, dat water eene temperatuur beneden 't vriespunt bezit en toch nog vloeibaar blijft. In dat geval is de minste aanraking met een vast lichaam voldoende, het water in ijs te doen overgaan. Indien de regen in dezen toestand verkeert, zal hij bij het vallen op boomen en andere voorwerpen terstond befristen, hoewel deze voorwerpen zelfs eene temperatuur boven het vriespunt bezitten.»

Beide zijn werken van de laatste jaren. Wat zij hier verkondigen, strijd vierkant tegen de waarheid en de werkelijkheid. Niet minder duidelijk zegt WÜLLNER (*Exp. Physik* III bl. 608): Immer aber tritt dann ein plötzliches Erstarren der ganzen Wassermassa ein, sobald man das Wasser mit einem fremden Körper berührt.

Zoodra water van 0° in ijs van 0° overgaat, grijpen zijn deeltjes elkaar op zekere regelmatige wijze vast, zoodat er kristallen ontstaan, wier volume grooter is dan dat van het water. Niettegenstaande dat grooter worden van het volume, gaat de ijsvorming toch gepaard met een toenadering van elkaar aantrekkende punten. Overal, waar aantrekkende punten tot elkaar naderen, ontwikkelen zich snelle bewegingen, dat is, worden de tot elkaar naderende deeltjes warm. Nu kan men onderstellen, dat deze warmte uit de gevormde ijsdeeltjes op de nog vrije waterdeeltjes overgaat, maar als men dit doet, zal men toch erkennen, dat deze daardoor warmer worden dan 0° en dus weldra de gevormde ijskristalletjes weder zullen smelten. Wil men deze in 't leven behouden, om zoo te zeggen, dan moet men de warmte van die waterdeeltjes naar buiten lokken en wegvoeren. Dit geschiedt, als de omgeving van het water kouder dan 0° is. In water van 0° moeten wij ons voorstellen, dat er altijd warmere en koudere deeltjes of groepen van deeltjes zijn, zoodat het steeds uit een mengsel van ijs van 0° of minder, en uit water van 0° of meer dan 0° bestaat. Maar die verschillende koudere en warmere groepen veranderen steeds van temperatuur, het ijs wordt water, ander water wordt ijs, enz. Eerst wanneer het warmere water zijn overmacht van warmte of moleculaire beweging aan een koelere omgeving afstaat, neemt het ijsgehalte toe en zal het water bevriezen. RÖNTGEN¹ meent zelfs op gronden, die wij hier niet kunnen bespreken, dat deze samenstelling van water uit watermoleculen en ijsmoleculen ook nog bij hoogere temperaturen dan 0° zou bestaan en de reden zou zijn o. a. van de inkrimping van het volume van water bij zijn verwarming van 0° tot 4° C. Dat ijs een grooter volume heeft dan water en toch door een toenadering van aantrekkende punten ontstaat, schijnt, oppervlakkig bekeken, tegen elkaar te strijden. Maar men kan gemakkelijk voorstellingen van deze zaak geven, die den schijnbaren strijd wegnemen. Denkt men zich bijv. rijstkorrels, zooals zij in een schotel liggen, op allerwijze los over elkander gevleid, dan

¹ *Wiedemanns Annalen*, 1892, XLV. bl. 91

zijn deze de voorstelling van vloeibaar water. Denkt men nu die korreltjes aan hunne einden van kleine puntjes en in het midden van eenige gaatjes voorzien, dan kan men die puntjes in die gaatjes steken en zoo uit de losse korreltjes vaste figuurtjes opbouwen, die ijskristallen kunnen verbeelden. Door de aantrekkingen, waarmede die punten en gaatjes op elkander werken, willen alle korreltjes kristallen vormen. Zij kunnen dat echter niet doen door de hevige (warmte-) bewegingen, die zij zelfs bij 0° hebben. Alleen dezulke, die toevallig veel beweging aan hun kameraden hebben overgegeven, grijpen elkander vast, zooals men op de ijsbaan zijn vrienden geen hand kan geven, als men ze in volle vaart passeert, maar wel, als men zeer langzaam elkaar voorbijgaat of denzelfden kant uitrijdt.

Het is — hoe en waarom, weten we niet — mogelijk, zuiver water tot zelfs 20 graden onder nul af te koelen, zonder dat de ijsvorming intreedt. Wat gebeurt er nu, als water van -20° begint te bevriezen? Dan geven die deeltjes, welke ijskristalletjes worden, de bij hunne bevroering ontstane warmte ook aan de omringende kameraden af, maar niet geheel en al. Een deel er van behouden zij zelf, wat zij straffeloos kunnen doen. Zoo wordt alles -19° . Nu gaat de ijsvorming voort en stijgt de temperatuur tot het mengsel ijs en water 0° is geworden. Kan nu al het water op die manier in ijs zijn veranderd? Onmogelijk. Daartoe is die vrijkomende, zoogenoemde latente warmte veel te groot. Het is algemeen immers bekend, dat 1 gram water van 80° , dat tot 0° afkoelt, evenveel warmte afgeeft als 1 gram water van 0° , dat ijs wordt van 0° , namelijk 80 calorieën. PEARSON berekent, dat bij -20° uit 1 gram water, bij volledige bevroering tot ijs van -20° , zooveel warmte vrij komt als uit 1 gram water van 70° , dat tot 0° afkoelt, of 70 calorieën. Laten wij nu de berekening opmaken. Wij onderstellen dat we 1000 gram water van -20° hebben. Laten daarvan x gram in ijs van 20° overgaan, dan brengen deze voort $70 x$ calorieën. Deze blijven in het water en het ijs. Om 1 gram ijs 1 graad te verwarmen, heeft men 0,5 cal. noodig; voor 1 gram water, ook onder nul, 1 cal. Wij hebben x gram ijs en $1000 - x$ gram water, die van -20° tot 0° stijgen. Dat vereischt $20 \times 0,5 x + 20 \times 1 \times (1000 - x)$ of $20000 - 10 x$ calorieën. Zullen de $70 x$ cal. van zooveel tot deze verwarming in staat zijn, dan moet

$$70 x = 20000 - 10 x$$

zijn, of $80 x = 2000$ of $x = 250$ gram.

In dit geval, door DESPRETZ bereikt, zal dus nog maar 250 per 1000 gram tot ijs vervormd worden. Het is geloof ik niet waarschijnlijk, dat regendroppels van zulk een lage temperatuur voorkomen. Vielen zij in een regenmeter, die kunstmatig op de temperatuur van 0° werd gehouden, dan zou men na de bui daarin 3 gewichtsdeelen water en 1 ijs moeten vinden. Die proef ware te nemen.

Hoe nu de steller van de tweede door mij gedane aanhaling durft beweren, dat zulke droppels zelfs op takken, die warmer zijn dan nul graden, geheel zouden bevrozen, vat ik niet. Maar genoeg over dit punt. Keeren wij nu tot de sneeuwbuï van 1 December terug. Zij geeft ons veel merkwaardigs ter beschouwing en de feiten zijn gemakkelijk te verklaren. De meteorologische waarnemingen aan de Universiteit op dien dag en volgenden gedaan, mij welwillend door professor HAGA afgestaan, kloppen volkomen met mijn opmerkingen. Wij zullen het een en ander hier samen vermelden.

1 December. Temperatuur op ongeveer 2 meter boven den grond onder een vierkant dakje van 's nachts 12 uur tot den middag ongeveer 5° C. Barometer dalende van 755 tot 750. Wind West-zuid-west, kracht ongeveer 4 K.G. per M^2 , maar te 12 uur 's middags verheffing tot 8 K.G. 's Morgens mist, overgaande in dichten steeds sterkeren regen, omstreeks den middag in pas gesmolten sneeuw.

Onderstelling: Hooge luchtlagen vol zeer koude sneeuw komen boven Groningen.

De vallende sneeuw smelt in de warme onderlucht. De wind brengt vermenging tot stand en het denkbeeldige vlak van 0° temperatuur daalt neer. De sneeuwvlokken houden tot even onder dat vlak stand, dat te 2 uur bij mij den open grond bereikt, die echter zelf nog te warm is om de sneeuw niet te doen smelten. De hoogste voorwerpen koelen het eerst tot 0° af, omdat zij eerder door het vlak van 0° zijn bereikt.

Temperatuur daalt te 1 uur snel tot 2° en 1° , en wordt 's avonds te negen uur (let wel: onder dak!) 0° en daar beneden. In de open lucht was zij dat blijkbaar veel eerder, reeds te 3 uur. De wind liep toen naar O N O en wakkerde steeds aan. Te 7 uur 's avonds was hij van een kracht 20, waarna hij afnam en te middernacht van een drukking 3 werd. Den volgenden dag tusschen een kracht 3 en 4, 's middags 5, daarna 2 en van 4 uur af steeds 3.

Daar de wind zoo matig werd, beschadigde hij de sneeuwvormingen om de boomtakken maar weinig. De losse sneeuw was er Zaterdag

wel voor een deel af, maar de witte ijskorsten niet. Hoe zijn deze ontstaan?

De door den regen tot 2 uur toe kletsnatte takken zijn toen begonnen nul graden te worden. De sneeuwvlokken die er op vielen, bleven in dat water hangen. Zij waren later onder nul en deden dus dat water op de takken langzaam in ijs overgaan. Ondertusschen vielen er steeds meer op. Deze vrozen vast aan de laatste waterdeeltjes, die zij in een witte, zeer poreuze ijskorst omzetten. Later kleefde er nog lossere sneeuw aan, die er weer afgewaaid kan zijn, maar het verschijnsel bleef er niet minder indrukwekkend om. Het spijt mij, geen metingen te hebben gedaan. Maar rondom de dunste takjes zelfs zat zeker een korst van 1 a 2 centimeters dikte. Dat de takken reeds eenigermate des avonds, maar zeer sterk den anderen morgen, hingen te treuren, bewijst de uitwerking van de zwaartekracht op het altijd voor groote en aanhoudende werkende krachten plastische ijs. Een kleine berekening met matige gegevens doet mij zien, dat een twijgje van 1 meter lengte en in 't midden $\frac{2}{3}$ centimeter dikte een gewicht ijs van nagenoeg $\frac{1}{4}$ kilogram had te dragen. De zwaarte werkte op de schuine takken den geheelen avond en nacht bij zacht vriezend weer. Het ijs was dus niet zeer hard en de groote drukkingen, die aan de onderzijde der takken daarin door de zwaarte dier ijsmassa's ontstonden, deden het langzaam toegeven en de takken steeds krommer worden, het meest natuurlijk bij den oorsprong der twijgen. Daardoor hingen deze min of meer als bij treurwilgen omlaag. Hetzelfde verschijnsel heb ik eens jaren geleden opgemerkt bij een drie dagen aanhoudende rijp of rijm, dien ik in de *Nieuwe Groninger Courant* heb beschreven. Minder gemakkelijk is er een reden op te geven, waarom de kalkvoegen der baksteen muren ook door ijs- en sneeuwlijsten werden geteekend. Wellicht heeft dat met de poreusheid of het warmtegeleidend vermogen van de kalk, vergeleken bij dezelfde grootheden van de baksteen, te maken. Maar zonder allerlei hypothesen vind ik geen verklaring, waarom ik haar hier dan ook maar achterwege laat.

De ijsvorming uit onder nul afgekoelde mist- of regendroppeltjes is zeker een feit, dat dikwijls voorkomt, zoo niet steeds, als er rijp wordt gevormd. Maar dat het ijs van dit verschijnsel slechts voor een klein deel zoo kan ontstaan, is hoop ik overtuigend gebleken. En dat het niets te maken had met onze sneeuwbuï, evenzeer.