

DE IJSVORMING;

DOOR

DR. A. T. REITSMA.

Geen verschijnsel is zoo algemeen bekend en wordt in elk handboek van natuurkunde zoo voldoende verklaard, als de overgang van het water uit den vloeibaren tot den vasten toestand. En toch hebben er bij de ijsvorming somtijds verschijnselen plaats, die door het vreemde en ongewone, dat ze vertoonen, wel waardig zijn de aandacht te trekken. De ijsvorming bekleedt in de huishouding der natuur eene zeer belangrijke rol, die wel verdient in al hare vormen bestudeerd te worden. Visschers, die in den winter vaak op zee omzwerven, disschen dikwijls al vreemde en meestal voor ongelooflijk gehouden verhalen op van visschersbooten, die op zonnige warme winterdagen plotselijk midden in eene ijsvrije bogt in het ijs bezet raakten of op eens met ijs omkorst werden, van groote steenen, die door het ijs van den bodem der zee omhoog geheven en aan den oever werden geworpen enz. Dergelijke verhalen bragten prof. EDLUND te Stockholm het eerst op de gedachte deze feiten meer opzettelijk te onderzoeken. De uitkomst van zijn onderzoek was, dat de ijsvorming in zout en in zoet water op eene wezenlijk zeer verschillende wijze plaats heeft, dat namelijk het ijs in rivieren en meren zich gewoonlijk het eerst op de oppervlakte van het water vormt en daarentegen in de zee bijna altijd eerst op den zeebodem.

De oorzaken van dit verschijnsel liggen in de zeer verschillende eigenschappen van het zoete en van het zoute water.

Het zoete water heeft, in afwijking van alle andere bekende stoffen, de merkwaardige eigenschap, dat het bij eene temperatuur van ongeveer $+ 4^{\circ}$ C. een geringer volumen heeft, dan bij elke andere temperatuur. Bijgevolg is dan ook water, dat tot $+ 4^{\circ}$ C. afgekoeld is, zwaarder

dan water, dat, hetzij een hooger en, hetzij een lageren warmtegraad bezit. Zulk een maximum van digtheid heeft daarentegen bij het zoute water geen plaats. Hoe meer dit afgekoeld wordt, des te zwaarder wordt het. Hierbij komt, dat het zoete water bijna altijd langzamerhand tot ijs bevriest, het zoute daarentegen gewoonlijk plotselijk. Legt men namelijk een thermometer in een vat met zoet water, hetwelk langzaam wordt afgekoeld, zoo zinkt de thermometer tot 0° ; daarop begint de ijsvorming en de temperatuur blijft onveranderd totdat al het water tot ijs is overgegaan. Slechts als het watervat volkomen stil staat en zorgvuldig tegen alle invallend stof beschut is, kan de watermassa aanmerkelijk tot beneden het gewone vriespunt afgekoeld worden. Maar dan bewerkt ook de geringste beweging van het water of het kleinste zand- of ijskorreltje, dat in de vloeistof geworpen wordt, eene plotselijke ijsvorming in het beneden het vriespunt afgekoelde water en de thermometer stijgt tot 0° , tengevolge van de bij de ijsvorming vrij gewordene warmte. Even zoo is het ook met zout water, slechts met dit onderscheid, dat het eerst bij eene lagere temperatuur tot ijs overgaat en dat men het zonder bijzondere voorzigtigheidsmaatregelen aanmerkelijk beneden zijn gewoon vriespunt kan afkoelen. Als dan de bovenmate verkoelde vloeistof plotselijk omgeschud of een stukje ijs er ingeworpen wordt, zoo volgt de ijsvorming plotselijk, terwijl de temperatuur der vloeistof tot het eigenlijk vriespunt stijgt.

Met behoorlijke inachtneming van deze daadzaken, kan men de verschijnselen, welke met de ijsvorming in verband staan, zeer gemakkelijk verklaren. Gedurende den herfst en den winter wordt natuurlijk de bovenste waterlaag in rivieren, meren en zeeën afgekoeld. Het koude water zinkt als het zwaardere naar den bodem en warmer water stijgt in plaats daarvan naar boven, om evenzoo afgekoeld te worden en wederom naar beneden te zinken. Deze circulatie duurt in rivieren en meren zoo lang, totdat de geheele watermassa eene temperatuur van $+ 4^{\circ}$ heeft aangenomen, maar dan blijft het nog meer afgekoelde water als het lichtere op de oppervlakte, vormt voor het lagere, warmere water eene beschermende bedekking en gaat eindelijk tot ijs over. Daarom heeft de ijsvorming in meren en rivieren bijna altijd aan de oppervlakte plaats. Maar geheel anders geschiedt dit daarentegen aan de zee-kusten. Daar het zoute water geen boven het vriespunt liggend maximum van digtheid bezit, zoo wordt de afkoeling in de zee

zoo lang voortgezet, totdat de geheele watermassa de temperatuur heeft aangenomen, bij welke het zoute water tot ijs overgaat, en wanneer de zee van geen storm bewogen wordt of geene in het water gemengde sneeuwdeeltjes de ijsvorming bevorderen, kan deze afkoeling nog verder voortgezet worden, zonder dat er eene ijsvorming volgt. Dan vertoont zich op den zeebodem eene beneden het vriespunt afgekoelde waterlaag, in welke eene eenigzins hevige beweging of eenige van elders daarin gebragte ijsstukken, eenige riemslagen of een in het water neergelaten vischnet of dergelijke eene plotselijke ijsvorming kunnen bewerken, die, wanneer zij eenmaal begonnen is, zich snel door de geheele boven mate afgekoelde waterlaag voortplant. Daardoor kan eene tevoren van alle ijs vrije zeebogt zelfs bij zacht weder plotselijk met eene digte laag van ijsdeelen, die van den bodem opstijgen, bedekt worden, welke, indien het scherp koud is, binnen weinige uren zoo sterk zamenvriezen, dat het nieuw gevormde ijs menschen en paarden draagt.

Professor EDLUND heeft zich echter niet tevreden gesteld met de theoretische ontwikkeling van de vraag; hij heeft zich ook de bevestiging der ervaring voor de resultaten der theorie willen verschaffen en heeft te dien einde circulaires met vragen over de ijsvorming op zee aan der zake kundige bewoners der kusten van Zweden, Noorwegen en Finland rond gezonden.

Volgens de op deze wijze ingewonnen ophelderingen komen dergelijke van de vorming van het grondijs afhankelijke verschijnselen bijzonder voor bij Aland, in het zuidelijk gedeelte van de Oostzee, in het Kattogat en in de zuidelijke scheren van Noorwegen. Op verscheidene plaatsen hebben de visschers eene eigene, zeer gepaste benaming „vloeiend ijs” voor de oververkoelde waterlaag, die zich in het begin van den winter op den bodem der zee vormt. Elk voorwerp, dat daarmede in aanraking komt, wordt plotselijk met een ijskorst bedekt; netten, die 40 tot 50 voeten beneden de watervlakte waren afgelaten geworden, worden zoo met ijs bedekt, dat zij weder boven op de oppervlakte des waters komen. Een van de gevraagde personen drukt zich aldus uit: „Als een visch toevallig in eene oververkoelde waterlaag geraakt, gaat het evenzoo, als wanneer men een kaars in gesmolten vet steekt, het ijs zet zich rondom hem aan.” Bij stil weder en hevigen storm kan de zee dikwijls vele weken lang vrij van

ijs blijven, maar na stil weder is een storm van eenige uren genoegzaam om zelfs dan, als er eene zachtere temperatuur is aangevangen, een zeebogt met een dik, van den zeebodem omhoog gestegen ijsdek van kleine, ronde, schotelvormige stukken te overtrekken, die spoedig tot een samenhangend ijsveld zamen vriezen. Daardoor zijn vele ongelukken veroorzaakt geworden, terwijl visschersbooten, die op de opene zeevlakte uitroeid, plotselijk van zulke kleine ijsstukken geboeid werden, die zoo dicht over elkander lagen, dat men in weerwil van het dreigend levensgevaar niet in staat was de boot slechts tot aan den naauwelijks eenige duizend ellen verwijderden oever te brengen. Menig zeilschip is, terwijl het op zulk een fjord kruiste, zoozeer beïjst geworden, dat het zich genoodzaakt gezien heeft zijne reis te staken en in de nabijheid eene winterhaven te zoeken.

Ook in stroomende zoete wateren vormt zich nu en dan eene oververkoelde waterlaag, die niet op de oppervlakte blijft, maar door den stroom naar den bodem der rivier wordt gedreven. Op plaatsen, waar de rivier sterker stroomt en de beweging van het water wegens de oneffenheden in de rivierbedding minder regelmatig is, gaat deze waterlaag tot ijs over, 't welk zich op den bodem der rivier in zoo groote massas nederzet, dat het, als het naar de oppervlakte omhoog stijgt, groote steenen en andere voorwerpen met zich wegdraagt. Soms wordt het geheele rivierbed door zulk eene grondijs-vorming versperd. Zoo werd in het jaar 1720 de waterval bij Trollhättan in de Göta-Elf negen dagen lang door het grondijs zoo volkomen verstopt, dat eene groote overstroming plaats had en in de Motala-rivier moeten zware overstromingen zeer dikwijls door zulk eene oorzaak zijn teweeggebracht.

Het is hoogst waarschijnlijk, dat deze vorstverschijnselen in de poolstreken wegens de sterkere koude en het grooter zoutgehalte des waters zich nog in veel sterkeren graad vertoonen. Het is echter bekend, dat de zeevaarders aan de kusten van Groenland en Labrador groote ijsbergen ontmoeten. Zulk een ijsberg bevat dikwijls vele honderd miljoenen kubieke voeten ijs en zoude eene hoogte van 1000 voet hebben, als hij aan land werd gebracht. Wel heeft men de eerste oorzaak van het ontstaan dezer ijsbergen in de ontzaggelijke gletschers te zoeken, welke aan de Groenlandsche kusten in de zee afzakken. Doch deze van de gletschers los gescheurde ijsblokken maken slechts de kern der

eigenlijke ijsbergen uit, welke daardoor ontstaan, dat zulk een ijsblok met zijn benedenste gedeelte in aanraking met eene waterlaag komt, die tot beneden het vriespunt afgekoeld is en bij aanraking van werkelijk ijs in eenen vasten vorm overgaat. De ijsrots wordt op zulk eene wijze, terwijl hij heen en weder drijft, steeds grooter en wast eindelijk aan tot den ontzaggelijken ijsberg, die in den Atlantischen Oceaan nog verre tegen het zuiden den zeevaarders dikwijls schrik aanjaagt. Ook op Spitsbergen komen ontzaggelijke gletschers voor; maar ijsbergen, wier grootte maar eenigermate vergeleken zou kunnen worden met die, welke aan de kusten van Groenland gevonden worden, treft men daar niet aan. De oorzaak daarvan ligt voor de hand. De kusten van Spitsbergen namelijk worden door den golfstroom, die zelfs nog op eene breedte van 80° altijd nog merkelijk warm is, en niet zoo als de kusten van Groenland, door eenen uit het noorden komende waterstroom bespoeld. Vandaar treft men zelden in de zeeën, welke Spitsbergen omringen, eene beneden het vriespunt afgekoelde waterlaag aan, en het door de gletschers afgeworpene ijszaad vindt daar geen geschikten grond tot verdere ontwikkeling.

Naar dr. A. PETERMANN'S *Mittheilungen über wichtige neue Erforschungen aus dem Gesamtgebiete der Geographie*, 1867, VII, p. 241.
