

HET IJS EN DE IJSVORMING.

DOOR

W. A. H A Z E U.

Niets is natuurlijker en betamelijker voor redelijke schepselen, dan om de werken eener scheppende Almagt na te vorschen, voor zoo verre althans het hun zoo weldadig geschonken vermogen des verstands slechts reiken kan, waardoor zij tevens in de gelegenheid worden gesteld daarvan partij te trekken, om dit te oefenen en zoo veel mogelijk te volmaken; en, wat vooral niet als het geringste mag worden aangemerkt, daardoor te worden opgeleid, om in die werken der natuur de hand eens weldoenden Scheppers te bewonderen en te verheerlijken, die al wat bestaat met wijze orde en regelmaat heeft daargesteld en onderhoudt, en de schoonste evenredigheid in de natuurwetten en de daaruit geboren wordende verschijnselen bewarende, op den duur werkzaam blijft, om het geluk en het welzijn zijner schepselen te bevorderen en te verhoogen.

De vorming van ijs, sneeuw, hagel, enz. behoort tot die natuurverschijnselen, en eenige daarvan bekleeden in dit Album, aan de verspreiding van natuurkundige kennis gewijd, reeds eene waardige plaats. Het moge dan den lezers niet ongevallig zijn, wanneer ik over deze, met name het ijs, te dezer plaatse iets in het midden wensch te brengen, en aan zijne vorming en de verschijnselen, die daarbij plaats hebben, eenige weinige bladzijden voor eene korte beschouwing wil toewijden.

Op welke wijze dan ontstaat het ijs?

Verschillende omstandigheden werken daartoe mede; onder de eerste vereischten behoort een geschikte temperatuursvermindering.

Een ieder toch weet, dat het water, bij eenen middelbaren warmtegraad, vloeibaar blijft. Zal het water in den vasten toestand overgaan, zal er ijs worden gevormd, dan is daarvoor eene bepaalde warmtevermindering noodig, tot op het punt dat wij het vriespunt noemen. Op den thermometer van FAHRENHEIT wordt dit punt met 32° aangegeven, op andere thermometers evenwel, zoo als die van CELSIUS en RÉAUMUR, wordt het met 0 aangeduid. Hoewel wij in het dagelijksch leven meer aan den thermometer van FAHRENHEIT gewoon zijn, is het in meer dan één opzigt gemakkelijker, om dien van CELSIUS te volgen, en zal ik, van warmtegraden in dit stukje sprekende, de schaal van CELSIUS steeds gebruiken.

In den winter neemt het water trapsgewijze de temperatuur der lucht aan, en wordt dan meer en meer verkoeld. Men stelle zich om deze afkoeling wel te begrijpen voor, dat het water als het ware uit dunne op elkander liggende lagen bestaat. De oppervlakte des waters, de eerste laag uitmakende, is ook het eerst aan den invloed der koude lucht blootgesteld, en wordt dus ook het eerst afgekoeld. Door deze afkoeling trekken zich de kleine waterdeeltjes te zamen, verdigten zich, zoo als men dit noemt, en de laag wordt daardoor zwaarder dan de onderliggende. Het natuurlijk gevolg daarvan is, dat deze zwaardere laag zich door de lichtere lagen naar beneden begeeft, en dus plaats maakt voor de tweede, die nu de bovenste wordt. Deze wordt op hare beurt afgekoeld, zinkt naar beneden en maakt plaats voor de derde. Deze stroom of omwisseling, waardoor de bovenste lagen, na afgekoeld te zijn, naar beneden, de warmere benedenste lagen naar boven gaan, duurt nu alzoo voort, zoodat de waterlagen langzamerhand meer en meer verkoeld worden.

Ik heb daar straks reeds aangemerkt, dat het vriespunt des waters 0° CELSIUS is; wat zoude derhalve natuurlijker zijn dan dat, wanneer de temperatuur des waters, door die toenemende afkoeling, eindelijk tot op 0° was gekomen, het in korten tijd van den bodem tot de oppervlakte toe in ijs zoude veranderen; en toch zien wij, dat hoe dik het ijs ook worden moge, het water onzer

rivieren, stroomen en zeeën nimmer tot den bodem toe bevroest, maar gedeeltelijk vloeibaar blijft. Hoe komt dit?

Zoo even zeide ik, dat het water, door verkoeling digter en dien ten gevolge zwaarder gemaakt, naar beneden zinkt. Eene natuurkundige waarheid nu, die voor alle lichamen geldt, is deze, dat zij door de warmte uitzetten en hierdoor ligter, en door verkoeling inkrimpen en daardoor zwaarder worden; vooral bij de vloeibare lichamen heeft dit in hooge mate plaats. Juist omdat deze natuurwet onbetwistbaar waar is, verdient het bij het water zoo-veel te meer onze aandacht, dat de gemelde wet bij deze vloeistof slechts gedeeltelijk van toepassing is, ja eene belangrijke wijziging ondergaat. Het water namelijk verdigt zich slechts tot op zekeren graad van den thermometer, te weten tot op $4,1^{\circ}$; boven het vriespunt. Wordt het water beneden dien graad verkoeld, dan wordt het niet meer verdigt, dus ook niet zwaarder, maar begint zich uit te zetten, en wordt dien ten gevolge ligter dan water van $4,1^{\circ}$ C. En wat is hiervan het gevolg? Dat het aldus beneden dien graad verkoelde water zich niet meer naar beneden begeeft, maar boven blijft.

Het water aan den bodem onzer stroomen wordt dus nimmer kouder dan $4,1^{\circ}$ boven het vriespunt, terwijl het boven drijvende water, verder afgekoeld wordende, het vriespunt, 0° C., zal bereiken, en alsdan in den vasten toestand zal overgaan.

Voorzeker een hoogst merkwaardig verschijnsel. Wie kan daarin het wijze bestuur der Voorzienigheid miskennen, die dit alzoo met de beste oogmerken heeft bepaald. — Immers wanneer het water voortging bij zijne afkoeling tot op het vriespunt zich te verdigten en al het water, op die temperatuur gekomen, plotseling in ijs werd herschepen, dan zouden er geene levende wezens in de wateren kunnen bestaan, de warmtekracht der zon, hoe vermogend haar invloed op deze ijsmassa's ook ware, om ze te smelten, zoude daartoe ontoereikend zijn, onze luchtstreek zoude gelijk zijn aan de onherbergzame en koude poolstreken. Het ijs behoort buitendien tot de slechte warmtegeleiders; de warmte der zon en der omgevende lucht kan dus maar langzaam op deze ijsmassa's inwerken om ze te smelten; terwijl het vooral de aanzienlijke hoeveelheid gebondene

warmte is, waarover straks nader, die tot de langzame smelting van het ijs het hare toebrenge. Ik acht het verder ten eenenmale onnoodig om hier op de noodlottige gevolgen te wijzen, die eene dergelijke inrigting der natuur voor alle levende wezens op aarde onvermijdelijk hebben zoude. Wil men een bewijs, dat het water werkelijk aan de hiervoor gemelde schoone natuurwet gehoorzaamt, dan zal de volgende afdoende proefneming daaromtrent volkomen zekerheid kunnen geven.

In een koud vertrek, waar de temperatuur minstens 0° C. is, wordt een diep glazen vat met water van 10° C. gevuld. Nu brengt men daarin twee thermometers, den eenen digt aan de oppervlakte des waters, den tweeden daarentegen digt aan den bodem van het glas. Beide thermometers geven nu natuurlijk 10° C. aan. In dit vertrek nu, welks temperatuur kouder is dan die van het water, wordt dit weldra afgekoeld. Nu den stand der thermometers gedurende die afkoeling waarnemende, ziet men aanvankelijk den bovenste steeds eene hoogere temperatuur aanwijzen, dan den onderste; een bewijs dat het afgekoelde water naar beneden zinkt, en de bovenste waterlagen de warmste zijn. Dit duurt slechts zoolang, totdat beide thermometers op $4,1^{\circ}$ C. staan. Nu heeft het tegenovergestelde plaats. De bovenste thermometer daalt meer en meer, terwijl de onderste op $4,1^{\circ}$ C. blijft staan. Het bovenste water wordt dus bij verdere afkoeling beneden $4,1^{\circ}$ C. niet meer samengetrokken, maar zet zich uit en wordt daardoor ligter dan het onderste, even als zulks plaats zoude hebben wanneer het verwarmd werd.

Zien wij nu verder, wat er gebeurt bij den overgang des waters tot ijs. Zoodra dan de oppervlakte des waters de temperatuur van 0° C. heeft aangenomen, begint het in ijs te veranderen, onder het aannemen eener regelmatige gedaante, hetgeen kristallisatie genoemd wordt. Het is wel der moeite waardig om deze ijswording waar te nemen. In het klein, doch zeer fraai, kunnen wij dit zien bij het bevrozen der vensterglazen. Het zijn, zoo als bekend is, de vochtige dampen der kamer, die op de koude ruiten worden afgekoeld, daardoor tot vocht overgaan en dan onder de schoonste figuren, gelijk aan vederen, vertakkingen, planten, bladeren enz. bevrozen.

Indien het water in een glas in eene matige koude langzaam begint te bevrozen, dan ziet men eerst een dun vliesje op de oppervlakte des waters ontstaan, vervolgens vormen zich ijskristallen die de gedaante van naalden bezitten, en die elkan- der onder regelmatige hoeken van 60 en 120 graden snijden; aan deze hechten zich nieuwe, en aan deze weder andere, totdat einde- lijk de geheele massa vast wordt. Niet altijd evenwel hebben de ijskris- tallen de gedaante van naalden; deze verschilt eensdeels naar de hevigheid der koude en de snelheid van de vorming der ijskris- tallen, ten anderen naar de meerdere of mindere stilte die bij het bevrozen des waters heeft plaats gehad.

Nu eens vindt men het water alzoo in rechte naalden, dan weder in vederachtige kristallen, of in schubvormige blaadjes gekristalliseerd, welke veelzijdige tusschenruimten tusschen zich laten. Hoogst zeldzaam worden er volkomen gevormde ijskristallen waargenomen. CLARKE vond op eene plaats, waar de fijne nevel van een' waterval bij eene lang aanhoudende temperatuur van $0,5^{\circ}$ C., aan den overhangenden boog eener brug, ijskegels gevormd had, ruitvormige kristallen met hoeken van 60 en 120 graden.

Deze kristallisatie des waters wordt aanmerkelijk vertraagd, wan- neer het in *volkomen* rust blijft verkeeren. Het kan dan tot 8° , ja somtijds 11° beneden het vriespunt worden afgekoeld, zonder vast te worden; doch dan is het inbrengen van een vast ligchaam, of de geringste beweging genoegzaam om het terstond geheel en al in ijs te veranderen. Wat is de reden van dit verschijnsel? Bij het bevrozen des waters ontwijkt de gebondene warmte, welke het water vloeibaar hield. Zoo lang deze niet ontweken is, kan het bevrozen des waters niet volgen. Wij kunnen ons van de vrijwor- ding dier warmte overtuigen bij het zoo evengenoemde verschijnsel; want wat gebeurt er indien het beneden het vriespunt afgekoelde water door eenige beweging in ijs wordt veranderd? Een daarin geplaatste thermometer rijst van 8° beneden het vriespunt, die hij aantoonde zoo lang het water vloeibaar bleef, bij de ijswor- ding tot 0° , dat is, het punt waarop het water tot ijs overgaat. De warmte namelijk, die het water niettegenstaande de afkoeling

tot 8° bezat, deelt zich, vrij wordende, aan den thermometer mede, en doet hem dus rijzen. Bij het bevrozen des waters echter, ontdekt men niets van die vrij wordende warmte; de reden daarvan is, dat de kristallisering van het ijs zeer langzaam plaats grijpt. Indien water bij 0° befrist, dan begint die bevrozing op verschillende punten te gelijk, en op deze punten geven de eerst vastwordende deeltjes hunne gebondene warmte aan de naastbijzijnde af, die daardoor nog eenige oogenblikken vloeibaar blijven. Daardoor ontstaan die dunne ijsnaalden, waarvan straks is gesproken en die in de vloeistof zich verspreiden. Op deze wijze verbreidt zich die gebondene warmte van punt tot punt en bewerkt eene langzame bevrozing des waters en tragsgewijze toeneming in dikte van het ijs; zonder deze warmte zoude de geheele vloeistof, tot op het vriespunt verkoeld, eensklaps vast worden.

Wij hebben reeds gezien dat het water, even voordat het tot ijs overgaat, zich uitzet; deze uitzetting is echter nog aanmerkelijker wanneer het water werkelijk tot ijs wordt; zij bedraagt namelijk $\frac{1}{11}$ van de uitgebreidheid, die het als water had. Heeft men b. v. eene hoeveelheid van 10 kannen water, dan zal deze, wanneer dit water tot ijs is geworden, 11 kannen bedragen. Ziedaar dan de oorzaak, waarom het ijs op het water drijft; immers het is door die uitzetting $\frac{1}{11}$ ligter geworden, en moet dus, aan de wetten der zwaartekracht gehoorzamende, drijven.

Staan wij thans eenige oogenblikken stil bij het bevrozen van stroomende wateren. De ijsvorming begint gewoonlijk aan de oevers, daar deze meer wind afkeeren, hoewel de golvende beweging des waters dit ijs grootendeels belet zich vast te zetten. Vervolgens breidt het zich van de oevers meer en meer naar het midden toe uit. In het midden des strooms, waar de afkoeling der oppervlakte niet zoo regelmatig plaats vindt als aan de oevers, vormen zich aanvankelijk kleine stukken ijs, die, tegen andere aandrijvende, vast vriezen, en aldus al grooter en grooter worden. Deze stukken worden nog vermeerderd door het grondijs, hetwelk, zoo als ik hierna wil vermelden, op den bodem gevormd wordt, en, naar de oppervlakte des strooms opstijgende, zich met de schotsen vereenigt. De tusschenruimte tusschen deze hoe langer hoe kleiner wor-

dende, vereenigen zij zich met het ijs des oevers, en er ontstaat aldus ten laatste een vaste bodem, die aanvankelijk reeds eene vrij aanmerkelijke dikte heeft, en meer en meer in dikte toeneemt. Indien nu het drijfijs niet ligter ware dan water, dan zoude het noodwendig na zijne vorming dadelijk moeten wegzinken.

Uit dezelfde uitzetting blijkt het verder duidelijk, waarom flesschen, pompen, regenbakken, pijpen van waterleidingen enz. tegen de vorst moeten worden beveiligd; want de kracht, waarmede die uitzetting gepaard gaat, is inderdaad allergeweldigst, wanneer het water, tusschen dusdanige wanden geen uitweg vindende, bevriest. Zij doet gemelde voorwerpen barsten, boomen vaneen splijten, ja zelfs wanneer het water, in spleten van rotsen bijeengevloeid, bevriest, doet zij deze vaak in ontzettende steenklompen uitspringen, die op aanmerkelijken afstand worden voortgeworpen. Het welbekende Fransche spreekwoord: *Il gèle à pierre fendre*, in onze taal minder eigenaardig overgebracht: "het vriest dat het kraakt," drukt dus een wezenlijk natuurverschijnsel uit.

Op verschillende plaatsen zijn proeven genomen, om de kracht te berekenen waarmede deze uitzetting van het ijs plaats heeft. In de 17^e eeuw deden eenige leden van de Akademie del Cimento te Florence op deze wijze eenen koperen bol barsten, die zoo dik van wand was, dat de geleerde MUSSCHENBROEK berekende, dat de kracht noodig om hem te breken 13860 Ned. pond moest bedragen.

Zoo heeft men in de jaren 1828 en 29 proeven genomen met geschut in het arsenaal te Warschau. Een houwitser van gegoten ijzer, ruim 17 duim in middellijn, welks wanden ruim 3 duim dikte hadden, werd met water gevuld bij eene koude, streng genoeg om dit te doen bevrozen, en vervolgens de opening met eene schroef gesloten. Na verloop van 7 uren was de kogel gebarsten, en stukken van 75 pd. zwaar werden zelfs tot op 3 el afstands voortgeslingerd. Het ijs was nog maar 4 duim dik toen de uitbarsting plaats greep; welk eene ontzettende kracht wordt er bij deze uitzetting dus ontwikkeld!

De vermoedelijke oorzaak, waardoor de gemelde uitzetting van het ijs plaats grijpt, zoude hierin bestaan: Alle lichamen die zich

op den aardbodem bevinden, hetzij zij vast, vloeibaar of gasvormig zijn, bestaan uit ondenkbaar kleine deeltjes, die als voor verdere verdeling onvatbaar moeten beschouwd worden, en daarom met een van het grieksch afgeleid woord, *atomen* genoemd worden. Ik heb reeds aangemerkt, dat het water bij zijne vastwording den kristalvorm aanneemt. Deze kristallisatie gaat van de atomen des waters uit, en nu stelle men zich voor, dat deze, zich als het ware gereed makende, om te kristalliseren, zich daarbij van elkander verwijderen, en dan daardoor eene grootere ruimte moeten innemen, dan zij in den vloeibaren toestand bezaten; en, aangezien die uitzetting op alle punten des waters tegelijk plaats heeft, moet dit noodwendig plotseling geschieden en met aanmerkelijke kracht vergezeld gaan.

Verder zoude die uitzetting van het ijs, hoewel zulks onjuist is, gedeeltelijk ook op rekening van de lucht, die in het water bevat is, moeten gesteld worden, die natuurlijk niet tot den vasten toestand kan overgaan, maar gedurende het bevroren in oneindig fijne blaasjes afgezonderd wordt, welke het ijs meer of minder ondoorschijnend maken en met het bloote oog duidelijk zichtbaar zijn. Men heeft wel beproefd om het water, alvorens het bevroor, door koken of door middel der luchtpomp van luchtdeelen te berooven, maar niet te min het daaruit gevormde ijs met blaasjes gevonden. Indien men echter overgehaald, dat is scheikundig gezuiverd water in eenen kleinen glazen bol zoo lang kookt, dat de lucht uit het bovenste gedeelte des bols uitgedreven en door waterdamp is vervangen, daarna den bol goed digtkurkt, en het water dan laat bevroren, dan verkrijgt men een volkomen doorschijnend ijs, hetwelk alleen van het water te onderkennen is door de terugkaatsing van het licht, welke door de kristalvlakken van het ijs wordt te weeg gebracht.

Maar ook dit ijs is ligter dan water, waaruit voortvloeit, dat de gemelde uitzetting, van de lucht in het ijs onafhankelijk moet geacht worden.

Het is een eigenaardig verschijnsel, dat het zeewater, hetwelk vele zoutdeelen bevat, langzamer befrist niet alleen, maar ook dat bevroren zeewater geen zouten maar een' zoeten smaak heeft, even alsof het rivierwater

ware. Het is dan ook eene daadzaak, dat het zeewater bij het bevrozen als het ware in twee deelen wordt gescheiden. De zoutdeelen van het bovenwater vereenigen zich met het onderste water, dat, zwaarder zijnde, beneden blijft en niet befrist, terwijl het bovenste water, van zoutdeelen bevrijd en dien ten gevolge ligter zijnde, tot ijs overgaat. Bij het bevrozen van het zeewater vormt zich dus zuiver ijs, terwijl de digtheid van het vloeibaar blijvende gedeelte door het grooter gehalte aan zoutdeelen toeneemt.

Wat kan de reden zijn van dit verschijnsel? De deeltjes der lichamen worden door eene bijzondere kracht te zamengehouden, zamenhangskracht, cohaesie geheeten. Deze kracht kan echter op verschillende wijzen worden gewijzigd, door fijne verdeling, oplossing, warmte en dergelijken. In het zeewater nu, zoo als bekend is, eene oplossing van zouten in water, hebben zich de waterdeeltjes met de zoutdeeltjes innig vereenigd. Iedere druppel vocht, hoe klein ook, bevat eenige zoutdeeltjes, zij zijn daarin opgelost; de aantrekking dus tusschen zout- en waterdeeltjes heeft de aantrekking tusschen de water- en zoutdeeltjes op zichzelf, overwonnen. Bevriest echter het water en neemt het dus den kristalvorm aan, dan gaat dit aantrekkingsvermogen tusschen de zout- en waterdeeltjes weder verloren. De waterdeeltjes alleen, vereenigen zich tot ijs en de zoutdeeltjes scheiden zich in het overblijvende vocht af.

Ik heb reeds met een enkel woord gewaagd van de geringe vatbaarheid, die het ijs bezit om de warmte te geleiden, waardoor het moeilijk tot smelting komt; doch een vroeger reeds vermeld verschijnsel geeft aanleiding dat het ijs veel warmte noodig heeft om te smelten, en deze smelting zelve vertraagd wordt; het is namelijk de groote hoeveelheid warmte, die in het ijs wordt gebonden of vastgelegd.

Reeds een en andermaal over gebondene warmte gesproken hebbende, zal het niet ondienstig geacht worden, om te herinneren wat men daaronder verstaat. Door gebondene warmte verstaat men eene zekere hoeveelheid warmte, die bij het smelten der lichamen daarin overgaat, zonder dat daardoor de temperatuur dier lichamen verhoogd wordt, zonder dat derhalve die warmte door den thermometer kan worden waargenomen. Zie hier een paar voorbeelden om het gezegde op te helderen.

Vermengt men 1 pond water van 0° met eene gelijke hoeveelheid water van 75° , dan verkrijgt men een mengsel van $37,5^{\circ}$ warmte. De helft der warmte, die het water van 75° bezat, is dus overgegaan op het koude water van 0° , waardoor men 2 pond water van $37,5^{\circ}$ heeft verkregen. Doch neemt men nu 1 pond ijs of sneeuw van 0° , en vermengt men *dit* met 1 pond water van 75° , dan zal de warmtegraad van het gesmolten mengsel niet 37° , maar insgelijks, even als het ijs, 0° zijn. En wat blijkt nu hieruit? Hieruit ziet men duidelijk, dat die hoeveelheid warmte van 75° , die noodig was om ijs van 0° in water van 0° te doen overgaan, in het smeltende ijs is overgebracht. Deze warmte heeft enkel en alleen gediend om het ijs te doen smelten, het ijs heeft haar opgenomen; de thermometer geeft die warmte niet aan; deze, in smeltend ijs gedompeld, gaat dan eerst rijzen, wanneer al het ijs is gesmolten, een bewijs, dat de verder toegevoerde warmte eerst na de smelting merkbaar wordt, dat zij dan eerst vrij blijft en niet meer wordt vastgelegd.

Wij hebben straks reeds aangemerkt, dat die gebondene warmte bij het bevrozen weder vrij wordt, en hebben toen gezien welk eene nuttigheid zij daarbij aanbrengt. Niet minder is dit het geval bij het smelten van het ijs, zooals ik thans zal trachten aan te toonen.

Het is overbekend, dat rivieren en stroomen uit de bergen hunnen oorsprong nemen, dat zij, door smeltend ijs en sneeuw gevoed, die de toppen dier bergen bedekken, van nietige beken zooals zij in den aanvang waren, weldra tot groote, breede stroomen worden.

Deze massa's sneeuw en ijs nu, gaan, door de groote hoeveelheid warmte, die zij noodig hebben om tot water te worden, slechts langzaam daartoe over. Immers wij hebben het uit het straks aangehaalde voorbeeld gezien, dat de warmte-hoeveelheid, die noodig is om de temperatuur van 1 pond water één graad te verhoogen, de warmte-hoeveelheid dus, die bij de smelting van 1 pond ijs of sneeuw wordt gebonden, 75° zal zijn. Zal er nu niet zeer veel warmte aan de omringende lucht moeten ontnomen worden, om die massa's sneeuw en ijs tot water te doen overgaan, en vloeit hier niet van zelve uit voort, dat het ontdooijen daarvan langzaam en trapsgewijze moet geschieden? Zoo ook is het gelegen met het

ontdooijen van het ijs onzer rivieren en stroomen. De aanzienlijke hoeveelheid warmte, die bij het smelten ook daarin wordt gebonden, doet het ijs slechts langzaam afnemen, en in stukken gebroken door de vereenigde werking van wind en stroom, wordt het veelal gemakkelijk weggevoerd naar den oceaen. Welke onheilen zouden er echter plaats grijpen in het tegenovergestelde geval; want indien de ijs- en sneeuwmassa's en de met ijs bedekte stroomen, in het voorjaar schielijk de groote hoeveelheid warmte konden opnemen, die noodig is om ze te smelten, dan kon het niet missen of groote overstromingen, dijkbreuken enz., zouden daarvan onvermijdelijk het gevolg moeten zijn; het op eenmaal tot water geworden ijs zoude met geweldige kracht zich eenen weg trachten te banen en in onweerstaanbare vaart alles medeslepen en verdelgen.

De overstromingen, die plaats hebben wanneer de rivieren aan het kruijen gaan, zooals men dit noemt, en er door op een geschovene schotsen ijssdammen worden gevormd, welke den weg versperren dien het ijs nemen moet om zich te kunnen verwijderen, zijn alles behalve gering te achten; de laatste tijd heeft daarvan helaas, vooral in ons vaderland, wederom de verschrikkelijkste bewijzen opgeleverd. Maar toch, deze onheilen zouden niet, zoo als nu enkele malen, maar geregeld iederen winter en met nog oneindig meer kracht misschien plaats grijpen, indien ijs en sneeuw op eenmaal smolten, nadat het dooiweder in plaats van de vorst was ingevallen.

Eene ijsvorming, die juist het tegendeel is van de gewone, is de vorming van het grondijs, waarvan ik reeds met een enkel woord gewaagde, en waarop ik thans terug wil komen.

Velen verkeerden in de dwaling, dat het ijs hetwelk wij in het voorjaar ten bodem zien gaan, grondijs genoemd wordt. Dit is zoo niet. Het grondijs ontstaat op den bodem onzer stroomen, het heft tevens menigmaal steenen en andere voorwerpen mede naar boven; in den Rhijn b. v. worden dikwijls de ankerkettingen der schipbruggen door het grondijs mede naar boven gevoerd.

De beroemde ARAGO heeft de aannemelijkste verklaring van dit verschijnsel gegeven; hij meent namelijk dat het water dikwijls

zonder vast te worden beneden het vriespunt kan worden verkoeld, en dat de aldus sterk verkoelde waterdeeltjes dadelijk bevrozen, wanneer zij, door den stroom des waters naar beneden gevoerd, met de vaste deelen van den bodem in aanraking komen. Twee daadzaken dezer theorie zijn onwedersprekelijk waar: de eene is, dat het water kan worden verkoeld beneden het vriespunt, en de tweede, dat deze verkoelde waterdeeltjes, bij aanraking met vaste lichamen, dadelijk tot ijs kunnen overgaan. Beide hebben wij vroeger reeds doen opmerken. Maar minder duidelijk mag het geacht worden, dat die verkoelde waterdeeltjes, door den stroom in beweging gebragt, zoo lang vloeibaar kunnen blijven, voordat zij bevrozen, daar zij anders bij de geringste schudding dadelijk in ijs veranderen. De vermoedelijkste opheldering, die daarvan kan gegeven worden, zoude gelegen moeten zijn in de groote en gelijkmatige snelheid, waarmede de gezegde waterdeeltjes door den stroom worden medegesleept, waardoor zij, als het ware, geen tijd verkrijgen om eene kristalvormige gedaante aan te nemen, voordat zij, door eene onmiddellijke aanraking van den bodem of van vaste lichamen eene aan eenen schok gelijkende beweging verkrijgende, daartoe worden in staat gesteld. Voor deze meening zoude kunnen pleiten, dat het grondijs nimmer in stil staande of zich zacht bewegende wateren ontstaat, maar altijd in snel stroomende rivieren, waar de snelle nederdaling der verkoelde waterdeeltjes door de medeslepene kracht des strooms kan plaats vinden.

Tot de verhevenste verschijnselen der natuur behoort met regt de ijsvorming in de Poolzeeën. De ijsmassa's, die aan de kusten van Spitsbergen en Groenland gevonden worden, zijn dikwijls 6 tot 8 el dik; zij vormen zeer groote vlakten, wier grenzen men dikwijls uit de hoogste toppen der masten niet kan waarnemen; dit zijn de zoogenoemde ijsvelden, wier oppervlakte menigmaal 300 tot 400 vierk. mijlen bedraagt. Somtijds is de oppervlakte dezer ijsvelden effen, dikwijls echter ook ongelijk, en in groote schotsen gebroken. Veeltijds ziet men 8 tot 10 el hooge verhevenheden, aan torens gelijk, die eenen ijzingswekkenden aanblik hebben, terwijl zij nu eens

eene schoone blaauwachtige kleur vertoonen, dan weder met eene dikke sneeuwlaag overdekt zijn.

Door den golfslag worden deze ijsvelden dikwijls plotseling van een gescheurd, en daardoor in stukken van 100 tot 200 □ mijlen verdeeld. Deze velden worden meermalen door eenen snellen stroom medegevoerd, en wanneer zij eenen tegenovergestelden stroom ontmoeten, die stukken van een ander ijsveld met zich medevoert, dan stooten deze ijsmassa's met een vreeselijk gekraak op elkander. Wanneer een schip het ongeluk heeft tusschen twee zulke massa's in te geraken, dan wordt het soms letterlijk door midden gesneden.

Wanneer zulke ijsvelden, bij eene dergelijke ontmoeting scheuren en in stukken vallen, dan nemen andere toe in grootte, en worden nog vreeselijker. Het eene ijsblok na het andere wordt opgestapeld en door de golven opgeheven; zij vormen alzoo ware ijsbergen, die dikwijls 10 tot 15 ellen hoog boven 'den waterspiegel uitsteken. In de Baffinsbaai worden nog verreweg hooëgere ijsbergen gevonden, dan in de zeeën van Groenland. Zij steken dikwijls 30 tot 40 ellen boven de oppervlakte des waters uit, en daar deze hoogte slechts $\frac{1}{3}$ gedeelte uitmaakt van den geheelen ijsberg, die voor $\frac{2}{3}$ gedeelten onder de oppervlakt der zee is gedompeld, zoo bedraagt de geheele hoogte dier ijsbergen 250 en 350 ellen. Men meent dat deze ijsbergen aan de kust worden gevormd, waar zij de diepten vullen, die in de zee hare uitwatering hebben, en waar zij door eenige onbekende oorzaak worden losgescheurd. Inderdaad ziet men aldaar aan de kust zulke in enkele gedeelten afgescheurde ijsbergen van heerlijk blaauwe kleur en wonderbare hoogte. In den zomer, wanneer het ijs door de werking der zonnestralen smelt, stroomt het water van den top dier bergen als geweldig groote watervallen naar beneden. Dit is een heerlijk en majestueus tooneel, dat de zeelieden echter slechts uit de verte durven te aanschouwen, want de reusachtige, hoog in de lucht uitstekende bogen en ijsruggen barsten dikwijls plotseling onder een verschrikkelijk gekraak uiteen, en storten in de zee neder.

Staan wij ten slotte nog eenige weinige oogenblikken stil bij de physische eigenschappen, waardoor het ijs zich kenmerkt, voor zoo

verre wij nog geene gelegenheid hebben gehad, om daarvan in de voorgaande bladzijden te gewagen.

Tot de reeds genoemde physische eigenschappen behooren de kristalliseerbaarheid van het ijs, zijn glans en hardheid; doch de eigenschap, waarop ik hier meer bepaald wilde wijzen, is de groote taaiheid, die het ijs wel is waar met vele andere lichamen gemeen heeft, maar die bij eene vastgewordene *vloeistof*, zoo als het ijs, inderdaad opmerkelijk is. Velen hebben het toch met mij ondervonden, dat ijs van 1 Ned. duim dik niet alleen zeer goed eenen aanmerkelijken last konde dragen, maar dat het zelfs onder dien last zich boog, ja onder het voortgaan in eene eenigzins golvende beweging geraakte, zonder te breken. Dat het ijs hierbij niet breekt, moet wel gedeeltelijk daaraan geweten worden, dat het water het ijs tot steun verstrekt, doch juist de golvende beweging toont aan, dat het ijs zonder taai te zijn, die beweging niet konde doorstaan. Bij iedere beweging immers, hoe gering ook, die het ijs ondergaat, zoude het onfeilbaar moeten afbreken, wanneer de ijsdeeltjes onderling niet met groote vastheid aan elkander hingen. Behalve deze, hebben ook andere proeven de taaiheid van het ijs voldoende bewezen. — Een stuk ijs, van 3 el lang, 27 duim breed en nagenoeg 11 duim dik, dat met het eene einde aan een groot ijsblok vast zat, konde aan het tegenovergestelde einde een gewigt van ruim 12 pond dragen, zonder te breken.
