

DE H A G E L.

DOOR

P. HARTING.

Hebt gij de schatkameren des hagels gezien?

JOB. XXXVIII vs. 22.

De afgeloopen zomer heeft zich gekenmerkt door eene buitengewone warmte en talrijke onweders, die zeer dikwerf gepaard gingen met geweldige hagelbuijen, welke hier en daar groote schade hebben aangerigt. Zoo vielen er — om slechts eenige door de nieuwspapieren medegedeelde voorbeelden te noemen — te Goes op den 11^{den} Augustus hagelsteen en zoo groot als duiveneijeren, en van een half Ned. ons gewigt; te Nykerk bracht eene hagelbui, op den 30^{sten} Augustus, aan den te veld staanden tabak eene schade aan, welke op niet minder dan 60,000 gulden begroot werd; ook te Utrecht werd, den 6^{den} September, door eene hagelbui, waarbij hagelsteen en vielen tot van 20 Ned. strepen middellijns, op sommige punten, vooral in het noordelijkst gedeelte der stad, veel schade aangerigt.

Dit zamentreffen van groote luchtwarmte met het vallen van ijs uit de wolken is voorzeker opmerkelijk. Wel is waar hagelt het des winters ook, doch dan zijn de hagelsteen en altijd veel kleiner, en zelfs hebben sommige schrijvers, bepaaldelijk onder de Franschen, gemeend, dat de winterhagel iets anders is dan de zomerhagel en de eerste door eenen bijzonderen naam, dien van *grésil*, willen onderscheiden. Dit onderscheid nu, enkel gegrond op de grootte der hagelsteen en, schijnt minder aannemelijk; maar, hoe dit zij, de daadzaak, dat juist gedurende het heetste jaargetijde de grootste ijsklompen uit de lucht vallen, is onbetwifelbaar.

Geheel hieraan beantwoordt de ervaring, dat zware hagelbuijen in de koude poolstreken uiterst zeldzaam zijn, terwijl zij daarentegen gedurende den zomer in de gematigde luchtstreek het veel-

vuldigst voorkomen. Dat zij ook in de landen, die tusschen de keerkringen gelegen zijn, niet geheel ontbreken, en daar soms zelfs eene hevigheid bezitten, welke in onze luchtstreek zelden wordt waargenomen, hiervan zullen zoo dadelijk eenige bewijzen worden medegedeeld. Het is intusschen ligtelijk te begrijpen dat, wanneer de in de wolken gevormde hagelsteen en niet bijzonder groot zijn, zij dan in de heete lucht der keerkringslanden smelten, alvorens de oppervlakte des bodems te bereiken; iets dat men trouwens ook dikwerf in de gelegenheid is hier te lande waar te nemen, en waardoor dan die buitengewoon groote regendroppelen ontstaan, die niet zelden de eigenlijke hagelsteen voorafgaan, welke eerst dan als ijs nedervallen, nadat de lucht genoegzaam is afgekoeld.

Een zware hagelbui is inderdaad een der geweldigste natuurtooneelen. Het gekletter en geraas door de nedervallende en onderling botsende steenen veroorzaakt, de duistere hemel, waaraan de wolken in tegengestelde rigtingen door den vaak hevigen wind worden voortgezweept en als tegen elkander opgestuwd, de bliksemschichten, die daaruit te voorschijn schieten, en snel opgevolgd worden door de ratelende donderslagen, wier gerommel voor eenige oogenblikken het geknetter des hagels verdooft, dat alles is wel geschikt om den aanschouwer met eene angstige bewondering te vervullen, welke in bange vrees overgaat, wanneer die aanschouwer tevens eigenaar is van in den omtrek te velde staande gewassen, wier teedere vruchten en bladeren tegen zulk een geweld niet bestand zijn, en hij zoo in weinige minuten tijds zijne nog pas gekoesterde hoop op eenen rijken oogst in rook ziet vervliegen.

Gelukkiglijk voor het mensdóm is echter geen weêrverschijnsel zoo plaatselijk als de hagel. Zeer dikwerf bepaalt zich eene hagelbui tot eenen zeer beperkten omtrek, en, bij de gemakkelijke middelen van vervoer, die thans allerwege bestaan, wordt ligtelijk in de behoefte door aanvoer van naburige plaatsen voorzien, zoodat de prijs der wezenlijkste levensbehoefden daardoor slechts weinig stijgt. Hoogst zelden toch heeft eene hagelbui eene zoo groote uitgebreidheid als die, welke den 13^{den} Julij 1788, na in het Zuiden van Frankrijk

ontstaan te zijn, haren loop over België tot midden in ons vaderland voortzette, in Frankrijk alleen 1039 gemeenten trof, en, volgens officiële bescheiden, aldaar eene schade veroorzaakte van vijfen-twintig millioenen franken. Tevens echter levert deze hagelbui een merkwaardig bewijs op voor de zoo even genoemde beperking binnen eene zekere ruimte. De door den hagel getroffen plaatsen vormden namelijk twee evenwijdige van het Zuid-Westen naar het Zuid-Oosten gerigte strooken. De eene dezer strooken had eene lengte van 175 uren gaans, de andere van ongeveer 200, doch de gemiddelde breedte van de oostelijke strook bedroeg vier uren, en die der westelijke slechts twee, terwijl het op de daartusschen gelegen punten alleen sterk regende. Op iedere plaats hagelde het niet meer dan 7 tot 8 minuten lang. Eene vergelijking van de tijden, waarop het op verschillende plaatsen had gehageld, leerde, dat deze bui in 1 uur tijds $16\frac{1}{2}$ uren gaans had afgelegd, dat is met eene snelheid, welke die der stoomtreinen hier te lande ruim tweemaal overtreft. Het volgend tafeltje, waarin de tijden zijn opgeteekend, geeft hiervan een overzicht.

WESTELIJKE STROOK.				OOSTELIJKE STROOK.			
Te La Rochelle..	ten	$5\frac{1}{2}$	uur 's morgens.	Te Artenay bij Orleans.	ten	$7\frac{1}{2}$	uur 's morg.
" Loches.....	"	$6\frac{1}{2}$	" "	" Andonville.....	"	8	" "
" Chartres.....	"	$7\frac{1}{2}$	" "	" Parijs.....	"	8	" "
" Rambouillet...	"	8	" "	" Crespy.....	"	$9\frac{1}{2}$	" "
" Pontoise.....	"	$8\frac{1}{2}$	" "	" Chateau-Cambresis..	"	11	" "
" Clermont.....	"	9	" "	" Utrecht.....	"	$2\frac{1}{2}$	" "
" Douai.....	"	11	" "				
" Courtray....	"	$12\frac{1}{2}$	" "				
" Vlissingen....	"	$1\frac{1}{2}$	" "				

Deze strookswijze verbreiding, welke hier op zoo groote schaal plaats greep, is inderdaad aan de meeste hagelbuijen eigen. Gelukkigig echter zijn die strooken in den regel veel kleiner, soms slechts eenige honderd ellen breed.

Dat de door den hagel aangerigte schade vooral afhangt van de grootte der hagelsteen, spreekt van zelfs. Vooreerst toch hebben grootere steenen ook eene grootere zwaarte; maar, waar het hier vooral op aankomt, zij doorklieven de lucht sneller. Indien deze

volstrekt geenen tegenstand bood, dan zoude inderdaad de geringste hagelbui verwoestend zijn, want eene eenvoudige berekening, gegrond op de wetten, die de lichamen bij hunnen val volgen, leert, dat hagelkorrels, vallende uit eene hoogte van 4000 ellen, — en wij zullen straks zien, dat er redenen bestaan om de plaats van hunnen oorsprong in sommige gevallen nog veel hooger te stellen, — wanneer zij de aarde bereiken, zonder dien weerstand der lucht, eene snelheid zouden verkregen hebben van omstreeks 280 ellen in eene sekonde, eene snelheid, waardoor hunne kracht schier die van geweerkogels zoude evenaren.

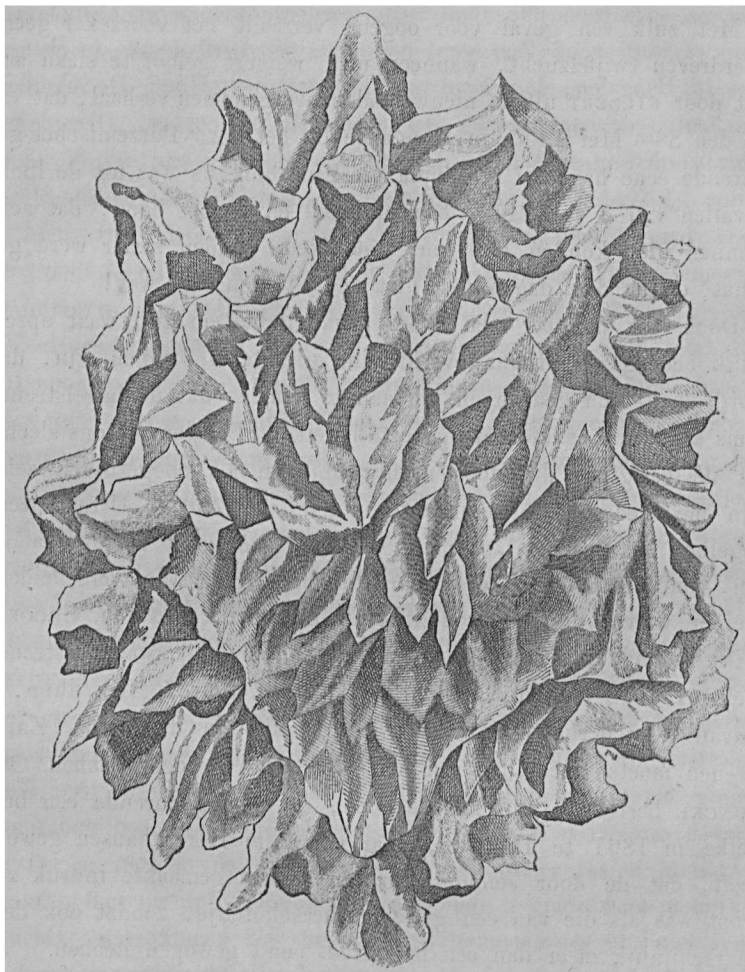
Dat er soms hagelsteen en vallen van zeer grooten omvang en die door de hoogte, waaruit zij nedervallen, eene geweldige kracht hebben verkregen, is ontegenzeggelijk. Intusschen moet men de berigten, door de nieuwspapieren medegedeeld, altijd met eenige omzigtigheid aannemen; vooral geldt zulks van de vroegere berigten, toen het getal dagbladen nog zeer gering was, en eene overdrijving niet ligtelijk kon worden gelogenstraft.

Een vrij zonderling voorbeeld hiervan levert het berigt, hetwelk men in 1767 in de Berlijnsche nieuwspapieren las, dat er te Potsdam hagelsteen en gevallen waren zoo groot als pompoenen, die bijna alle vensterglazen vermorseld, verscheidene ossen gedood en eenen boer den arm hadden afgeslagen. Eerst vele jaren later vernam men uit de verzameling van anekdoten van FREDERIK II door NICOLAI uitgegeven, hoe de nieuwsbladen aan dit berigt gekomen waren. Een vreemdeling namelijk, die van Berlijn te Potsdam kwam en daar aan den koning werd voorgesteld, antwoordde op de vraag, wat voor nieuws er in Berlijn was, dat men daar spoedig oorlog verwachtte. Dergelijke praatjes bevielen den koning op dat oogenblik volstrekt niet, en om aan zijne goede Berlijners eenige afleiding te verschaffen, liet hij door eenen zijner vertrouwden het vertelsel van die geweldige hagelbui te gelijker tijd in de beide Berlijnsche couranten plaatsen, van waar uit het verder zijnen weg vond. Wel werden verscheidene wederleggingen uit Potsdam, waar het het fraaiste weder ter wereld was geweest, ingezonden, maar geene van die werd opgenomen.

Met zulk een geval voor oogen, verraadt het voorzeker geene overdreven twijfelzucht, wanneer men weigert geloof te slaan aan het door GILBERT uit de nieuwsbladen overgenomen verhaal, dat er, op den 8^{sten} Mei 1802, in Hongarije bij het dorp Putzemischel gedurende eene hagelbui een bijna vierkant blok ijs was uit de lucht gevallen van 3 voet lang, 3 voet breed en 2 voet hoog, dat acht mannen niet konden opligten, 550 Ned. ponden zwaar werd geschat, en na drie dagen nog niet geheel gesmolten was!

Doch ook wanneer men zulke gevallen buitensluit, waar opzettelijk bedrog of althans overdrijving niet te miskennen zijn, dan wordt men toch gedrongen om aan te nemen, dat de hagelsteen soms eene zeer aanzienlijke grootte bereiken. Bepalen wij ons slechts tot de berigten, die door natuurkundigen als ooggetuigen zelve zijn medegedeeld. MUSSCHENBROEK nam in 1736 te Utrecht eene hagelbui waar, waarbij de meeste steenen zoo groot als duiveneijeren, doch sommigen, die door de vereeniging van verscheidene kleinere waren ontstaan, zoo groot als kippeneijeren waren. CROOKSHANK woonde in Noord-Amerika eene hagelbui bij, waarbij steenen vielen van 13 tot 15 E. duimen, dat is 32 tot 37 Ned. duim, in omvang, en derhalve van meer dan 1 palm in doorsnede. Zulke steenen moeten meer dan een half Ned. pond gewogen hebben. Ook MUNCKE berigt omtrent hagelsteen, gevallen gedurende een bui, welke in 1801 te Hanover, maar vooral te Herrenhausen gewoed heeft, dat de door sommige in den bodem gemaakte indruk zoo groot was als die van een gewoon theeschoteltje, zoodat ook deze waarschijnlijk meer dan een half Ned. pond gewogen hebben.

Wij zouden hier nog verscheidene andere meer of min wel be-
wezen voorbeelden van zeer zware hagelsteen, in ons werelddeel
of elders in de gematigde luchtstreek gevallen, kunnen bijvoegen,
doch wenden wij ons liever naar de keerkringsgewesten. Reeds is
opgemerkt, dat aldaar ook hagel voorkomt, — en dat de hagelbuijen
daar in hevigheid zelfs geenszins voor die onzer gewesten behoeven
onder te doen, moge blijken uit de hierbij gevoegde (volgende bladz.)
aan MARTINET's *Katechismus der natuur* ontleende afbeelding van
eene hagelsteen den 30 April 1770 te Hougly in Bengalen gevallen.



Ook DARWIN verhaalt van eenen hagelstorm in de Pampas van Zuid-Amerika, waarhij de steenen zoo groot als kleine appels waren, en waardoor een aantal herten, struisvogels en andere dieren gedood werden.

Desniettegenstaande heeft men het voorkomen van hagelbuijen in de keerkringsgewesten in twijfel getrokken, zoodat Dr. BUIST te Bombay het noodig oordeelde dienaangaande berigten in te zamelen, welke hij, door middel van den luitenant-kolonel SYTES, aan de in 1850 te Edinburg gehouden vergadering van de *British*

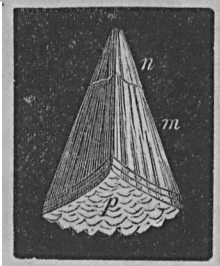
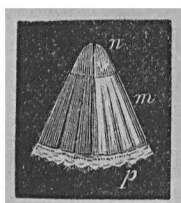
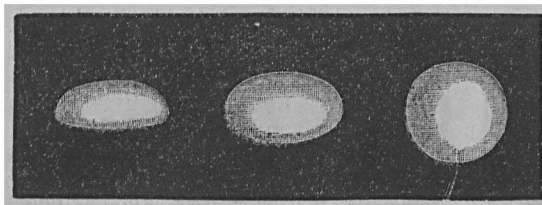
Association mededeelde. Onder die berigten komen er eenige zeer merkwaardige voor. Zoo werd op den 10^{den} April 1822, te Bangalore in Bengalen, door eene hagelbui veel vee gedood. De inlanders beschreven de hagelsteen en zoo groot als pompoenen. Drie dagen later werden in eene holte nog steenen gevonden van 5½ E. duim (bijna 14 Ned. duim) in doorsnede. Te Kotali vielen den 5^{den} Maart 1827 hagelsteen en zoo groot als een man's vuist. Verscheidene personen werden er door gedood of zwaar gewond. Te Chumar zouden op den 5^{den} Mei 1833 hagelblokken gevallen zijn, waarvan er een twee E. ponden woog, en even zware steenen zouden in Februarij 1736 bij eenen hagelstorm te Benares zijn waargenomen.

Bewijzen dus genoeg, dat de heete luchtstreek in dit opzigt niets boven de gematigde vooruit heeft. Intusschen schijnt het toch over het algemeen waar te zijn, hetgeen von HUMBOLDT zegt; dat in de streken tusschen de keerkringen, waar de bodem slechts weinig boven de oppervlakte der zee ligt, het vallen van hagel even zeldzaam is als het vallen van aërolithen bij ons. Vooral geldt zulks van de in de warme luchtstreek gelegen eilanden. De ritmeester J. POPP deelde mij mede, dat hij gedurende een tweeëntwintigjarig verblijf op Java, en wel in de warmste dat is het laagst gelegen gedeelten des eilands, slechts eene enkele maal eene hagelbui van weinig beteekenis had bijgewoond; doch in de bergachtige hoog gelegen streken is daarentegen het verschijnsel niet zoo zeldzaam.

Om de wijze, waarop de hagel zich in den dampkring vormt, te kunnen verklaren, is de eerste voorwaarde, dat wij nader trachten bekend te worden met het maaksel der hagelkorrels. De oppervlakkige beschouwer ziet daarin niets dan kleinere of grootere stukken ijs; ten hoogste komt hij tot het besluit dat het niet anders dan bevroren regendroppels zijn. Maar hij, die de moeite neemt deze korrels nader te onderzoeken, komt weldra van die dwaling terug, en ontdekt met verwondering daarin een vrij zamengesteld en hoogst merkwaardig maaksel.

Wat in de eerste plaats den uitwendigen vorm aanbelangt, zoo zijn de hagelkorrels zelden rond, gelijk bevroren droppels zouden zijn, maar dikwerf lensvormig, zoodat zij zich, in twee rigtingen

gezien, vertoonen als de onderstaande figuren: Soms hebben zij ook



eene peervormige gedaante (LEOPOLD VON BUCH), of die van zeshoekige (ADANSON) of driehoekige piramieden met eene bolle grondvlakte (DELCROS), in welk geval de spits tijdens het vallen bovenwaarts gericht is, iets dat reeds uit de plaats van hun zwaartepunt

in de nabijheid der breedere grondvlakte volgt.

Grootere hagelsteen en zijn vaak zamengesteld uit verscheidene onderling zamengebakken kleinere, en wij zullen zoo dadelijk zien, dat zij somwijlen zelfs uit steenen van verschillenden vorm kunnen bestaan, die zich tot één geheel vereenigen hebben.

Zeër leerzaam was voor mij de hagelbui, die den 9^{den} September 1846 's namiddags ten 3 ure, Utrecht trof, en ik voeg er zelfs gaarne bij, dat deze het was, welke mij aanleiding gaf mijne aandacht ook later meer bepaald op dat merkwaardig natuurverschijnsel te vestigen. De lezer zal mij dus vergunnen, dat ik hier eene eenigzins uitvoerige beschrijving geef van het maaksel der toen gevallen hagelsteen en; te meer, dewijl de later te geven verklaring van de wijze, waarop de hagel in den dampkring gevormd wordt, daarop hoofdzakelijk gegrond is.

De gedaante der steenen (Pl. I, Fig. 1) was in dit geval meeren-deels lensvormig rond, niet zelden met ongelijke kromming der beide oppervlakten; eenige waren ellipsoidisch of langwerpig rond, bijna als suikerboonen, terwijl slechts zeer weinige eenen onregelmatigen vorm bezaten en dan blijkbaar ontstaan waren door de vereeniging van twee of meer steenen. Zij hadden algemeen gladde oppervlakten, dadelijk na uit de lucht gevallen te zijn.

Fig. 1.

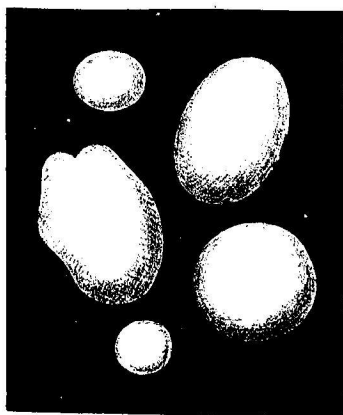


Fig. 2.

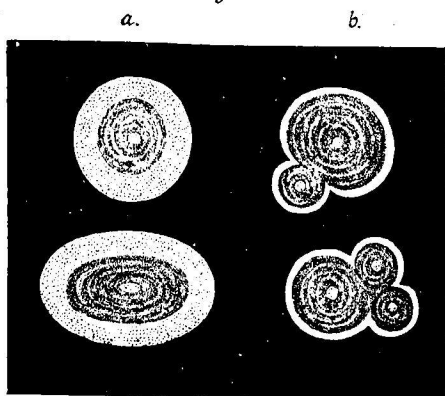


Fig. 3.

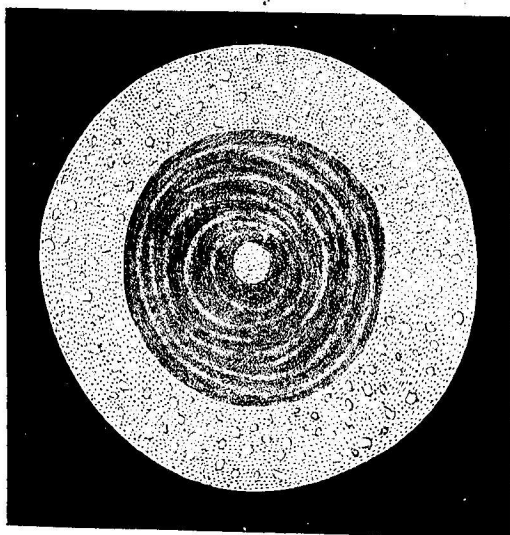


Fig. 4.

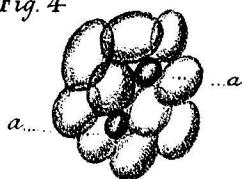
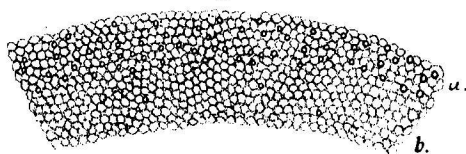


Fig. 5.



De grootte der lensvormige en ellipsoidische steenen verschilde van 6 tot 20 Ned. strepen. Onder de onregelmatig gevormde trof ik er echter een aan van 23 strepen in de grootste doorsnede.

Wanneer men zulk eenen hagelsteen, terstond nadat hij was nedergekomen, met een scherp mes kliefde, dan nam men het volgende waar.

In het midden van elken korrel bevond zich een helder witte ondoorschijnende kern (Fig. 2 *a* en Fig. 3, vier malen vergroot). Bij beschouwing door een vergrootglas herkende men daarin kleine ijskristalletjes met daartusschen besloten luchtblaasjes. In het voorbijgaan doe ik hier opmerken, dat fijn verdeelde lucht zich altijd wit vertoont. Ik herinner hier slechts aan schuimend zeepsop; doch ook de witte kleur van vele bloemen, van pennenvederen, van schrijfpapier enz., wordt door niets anders dan door zulke fijn verdeelde lucht veroorzaakt, waarvan de tegenwoordigheid zich echter dikwerf slechts bij de beschouwing door het mikroskoop verraad.

De grootte dezer kernen bedroeg hier van 1 tot 2 strepen; in sommige andere gevallen komen echter merkelijk grootere voor. In den regel bevatten de grootste steenen ook de grootste kernen. In alle de lensvormige steenen was ook de kern rond en lensvormig; in de ellipsoidische daarentegen hadden ook de kernen eene ellipsoidische gedaante. Daar nu die kernen de eerst gevormde gedeelten in elken hagelkorrel zijn, zoo vloeit hieruit de gevolgtrekking voort, dat de gedaante, welke de steen later gedurende zijnen groei verkrijgen zal, reeds door den oorspronkelijken vorm des kerns bepaald wordt.

Rondom dezen kern bevond zich de uit eene digtere glasachtige ijsmassa bestaande laag, die het grootste deel van elken steen uitmaakte. Tegen het licht gehouden bleek deze ijslaag doorschijnend te zijn, terwijl zij zich bij opvallend licht grijsachtig vertoonde. Bij nadere beschouwing ontdekte men, dat zij nog uit een aantal verschillende lagen bestond, even als de schillen eener uije, waarvan echter de meeste den kern niet geheel omgaven. Wij zullen zoo dadelijk op het maaksel dier glasachtige laag nog eens terug komen, en dan zal ons blijken, dat elke der genoemde lagen nog uit kleinere deeltjes is zamengesteld.

Elke korrel was aan de buitenvlakte wederom omgeven van eene

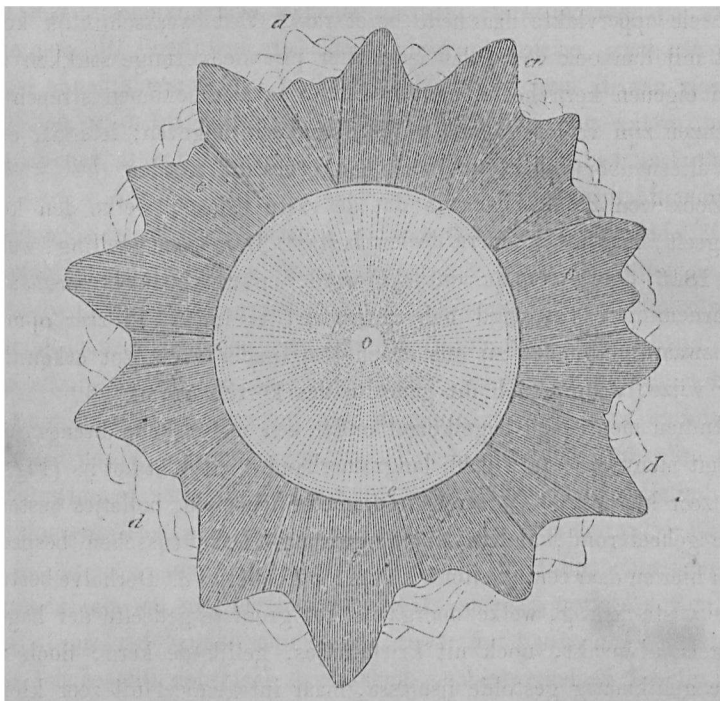
witte en doorschijnende laag, in maaksel overeenkomende met dat van den kern, en zeer talrijke luchtblaasjes insluitend. Bij sommige korrels nam ik nog in deze laag twee of drie doorschijnende lagen waar, welke met ondoorschijnende afwisselden. De dikte der buitenste laag bedroeg bij verschillende korrels $\frac{1}{8}$ tot $\frac{1}{4}$ van de geheele middellijn.

Dat het hier beschreven maaksel inderdaad het meest algemeene is, is mij niet alleen door eigene latere waarnemingen gebleken, maar ook de beschrijvingen door andere natuuronderzoekers (ADANSON, DELCROS, KÄMTZ, VON BUCH) daarvan gegeven, komen in de hoofdpunten daarmede overeen, bepaaldelijk daarin, dat er steeds een inwendige witte ondoorschijnende kern in gevonden wordt, waarom zich eene digtere geheel of half doorschijnende ijslaag heeft afgezet. De buitenste der bovengenoemde lagen schijnt soms te ontbreken, welligt echter is dan deze steeds zeer dunne laag reeds gesmolten, alvorens men tijd heeft gehad haar waar te nemen.

Het tot hiertoe gezegde geldt echter alleen van de enkelvoudige korrels. Wanneer zij uit twee of meer bestaan, dan wordt het maaksel ook zamengestelder, doch steeds laat zich dit tot dat der enkelvoudige korrels terugbrengen. In de door mij waargenomen gevallen waren in sommige korrels twee of drie kernen zichtbaar, en hunne ligging duidde dan klaarblijkelijk aan, dat elk oorspronkelijk aan eenen afzonderlijken korrel had toebehoord, doch welke zich onder het vallen met anderen vereenigd had (Fig. 2 b). Mijn ambtgenoot BUIJS BALLOT deelde mij mede, dat hij tijdens de hagelbui op den 6^{den} September j. l. hier gevallen, zamengestelde korrels had waargenomen, waarin het getal der kernen zelfs van 10—12 bedroeg.

Wat het maaksel aanbelangt van zulke groote hagelsteen, als er een is afgebeeld op bl. 38, zoo bezit ik daaromtrent geene eigene ervaring. De volgende afbeelding is van DELCROS, en vertoont de doorsnede van eenen der hagelsteen, den 4^{den} Julij 1819 te La Braconnière in het departement Mayenne gevallen, welke aldaar de harde dakleijen verbrijzelden en vele andere verwoestingen aanrigtten.

Rondom eenen kleinen kern *o* bevond zich een grootere uit eene stralige witte ondoorschijnende massa *b* bestaande, op hare beurt



wederom omgeven van eenige lagen *eee* vast en doorschijnend ijs. De buitenste oppervlakte werd gevormd door talrijke pyramiedvormige stukken met de spitsen buitenwaarts gekeerd; deze bestonden uit digt ijs, waarin straalswijze strepen gezien werden. DELCROS heeft de meening geuit, dat de straks (bl. 40) beschreven pyramiedvormige korrels ontstaan zouden, door het barsten van zulke groote hageelsteenen, ten gevolge eener in het inwendige plaats grijpende ontploffing. Doch daarvoor is niet de minste grond voorhanden; en veel aannemelijker is het in zulk eenen steen eene vereeniging te zien van vele kleinere rondom eenen grooteren. Deze laatste toch, sneller vallende, zal op haren weg kleinere steenen ontmoeten, die daaraan vastgroeijen; en dewijl nu hierdoor telkens het zwaartepunt verandert, zoo moet er in den steen eene ronddraaijende beweging ontstaan, ten gevolge waarvan eene nieuwe oppervlakte de onderzijde inneemt, die met de minder snel vallende kleinere steenen in aanraking komt, en zoo verklaart het zich, hoe eindelijk de

geheele oppervlakte daarmede bezet raakt. Zeer waarschijnlijk komt het mij dan ook voor, dat ieder dier piramiedvormige stukken zijnen eigenen kern heeft, en dat de daarin waargenomen strepen de grenzen zijn van de lagen, welke dien kern omgeven; iets dat echter alleen door nader onderzoek kan bevestigd worden.

Zoo even zeide ik reeds dat de vaste ijslaag, welke den kern omgeeft, nog uit kleinere deelen bestaat. Deze samenstelling, welke in 1846 door WALLER ontdekt werd, en welke ik bij herhaalde waarnemingen bevestigd heb gevonden, is inderdaad zeer opmerkenswaardig, omdat zij ons eenen stap nader voert tot erkenning der wijze, waarop zich dit gedeelte des korrels vormt.

Indien men eenen hagelkorrel onder een mikroskoop brengt, dan neemt men waar, terwijl hij langzamerhand smelt, dat het ijs (Fig. 4) uit zeer kleine, $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{2}$ streep in diameter hebbende, bolletjes bestaat, vele geheel rond, andere iets langwerpig. Daar tusschen bespeurt men hier en daar eenige uiterst kleine luchtbelletjes *a*. Derhalve bestaat deze vaste ijslaag, welke doorgaans het grootste gedeelte der hagelkorrels uitmaakt, noch uit kristalletjes, gelijk de kern, noch uit eene gelijkmatig gestolde ijsmassa, maar integendeel uit zeer kleine bevroren droppeltjes, die bovendien, gelijk wij zagen, laagsgewijs gerangschikt zijn, terwijl zich de witte of minst doorschijnende lagen kenmerken door een grooter getal van luchtbelletjes, die daarentegen in de grijze of meest doorschijnende lagen slechts spaarzaam verspreid zijn. De afbeelding (Fig. 5), waarvan *a* een gedeelte eener witte en *b* eener grijze laag, bij zeer geringe vergrooting, vertoont, moge dit duidelijk maken.

Water is natuurlijk het hoofdbestanddeel van de hagelkorrels. Intusschen zoude men zich bedriegen, indien men waande, dat het altijd het eenige is. De hagelkorrels toch hebben zich gevormd in den dampkring, en daarin zweven velerlei stoffen en ligchaampjes, die tijdens de vorming der korrels daarin kunnen worden opgenomen. Zoo zijn er voorbeelden bekend, waar binnen in de hagelkorrels kleine kafblaadjes gevonden werden. In twee gevallen, waarvan het eene plaats greep in Ierland in 1821, het andere den 15 Augustus 1824 te Sterlitanaush in Siberie, werden in de kor-

rels kernen gevonden bestaande uit zwavelkies (PICTET, EVERSMANN). In het laatste dier gevallen bestond de zwavelkies uit duidelijk achtlakkige kristalletjes van niet minder dan 6 strepen breedte en 2 strepen hoogte. Zulke waarnemingen zijn voorzeker hoogst zonderling, en, indien zij boven alle bedenking verheven te achten zijn, dan toonen zij, hoe krachtig soms de opstijgende luchtstroom is, dat zij ligchaampjes van eene zoo groote soortelijke zwaarte naar die hooge luchtlagen kan heen voeren, waar, gelijk later zal blijken, de hagel zijnen oorsprong neemt.

Minder moeilijk verklaarbaar is het, hoe andere kleine ligchaampjes, gelijk zandkorreltjes, in den hagel komen. In het jaar 1755 viel bij de uitbarsting van den Katlegiaa op Ysland een hagel, waarvan iedere korrel een weinig zand en vulkanische asch bevatte (MUNCKE). Zoo ook vond WALLER in vele hagelkorrels zeer kleine, alleen door het mikroskoop waarneembare organische ligchaampjes, confervendraden, de kiezelpanters van diatomeën, enz. welker tegenwoordigheid in hagelkorrels opgehouden heeft raadselachtig te zijn, sedert wij door de ontdekkingen van EHRENBURG weten, dat er dikwerf uit de lucht een poeder nedervalt, hetwelk mede geheel uit dergelijke kleine mikroskopische wezentjes bestaat, en waarvan de eerste oorsprong wel zonder eenigen twijfel aan de oppervlakte der aarde moet gezocht worden, al kunnen wij ook dikwerf niet de plaats van dien oorsprong, noch de kracht, waardoor zij in het luchtruim zwevende worden gehouden, even bepaald en duidelijk aanwijzen, als in het poeder, dat den 2 September 1845 op de hoogte der Orkney-eilanden viel, en dat blijkbaar afkomstig was uit de Hekla, waarvan op denzelfden dag eene uitbarsting plaats greep, waarbij de uitgeworpen asch ten deele uit dezelfde bestanddeelen, kiezelpanters van diatomeën enz., bestond, als het zoo even genoemde vele uren verder gevallen poeder.

In den laatsten tijd is door MÈNÉ in hagel eene vrij aanzienlijke hoeveelheid ammoniak gevonden. Doch ook dit kan geene verwondering wekken, daar het sedert vele jaren bekend is, dat deze stof, een der voortbrengselen der ontbinding van alle dierlijke lichamen, in den dampkring en desgelijks in den regen nimmer ontbreekt.

Tot hiertoe hebben wij aan de hand der ervaring eenen volkomen veiligen weg bewandeld. Wij kunnen de nedergevalLEN hagelkorrels betasten, meten, wegen, doorklieven om hun inwendig maaksel te leeren kennen; het mikroskoop kan ons zelfs te hulp komen, waar het ongewapend oog niet meer toereikend is; na de smelting des korrels blijkt het ons, of daarin andere vaste stoffen bevat zijn, en om de in het water welligt opgeloste te ontdekken, kunnen wij onze toevlugt nemen tot de middelen, die de scheikunde ons aanbiedt.

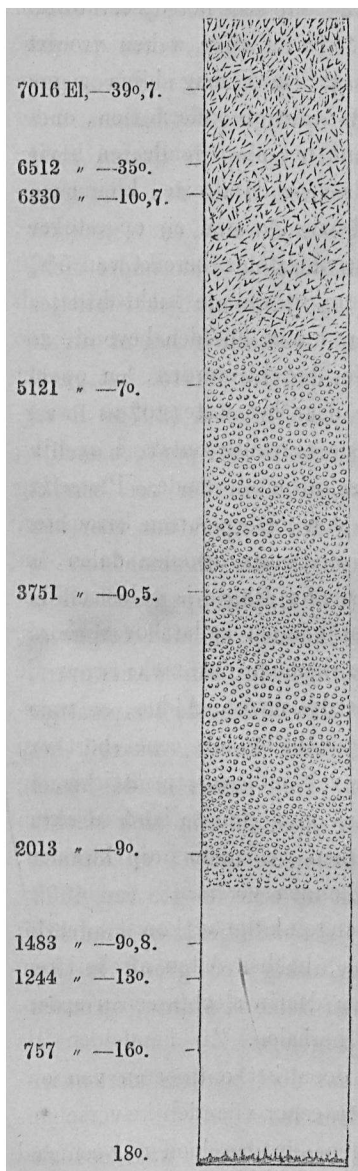
Doch anders is het gelegen, waar het geldt den oorsprong en de vormingswijze der hagelkorrels te verklaren. Deze vorming geschiedt eenige duizende ellen boven onze hoofden, en van onmiddellijke waarneming kan hier geene sprake zijn. Wij moeten, om de wijze te verklaren hoe een op zoo grooten afstand van ons verwijderd verschijnsel ontstaat, onze toevlugt nemen tot gissingen, tot vooronderstellingen, welke, hoezeer gegrond op hetgeen de regtstreeksche ervaring leert, toch in zekerheid daarmede geenszins op ééne lijn mogen gesteld worden. Die onzekerheid valt vooral in het oog bij de beschouwing van de verschillende, ten deele zeer uiteenlopende theoriën, welke, door onderscheidene natuurkundigen, van de hagelvorming gegeven zijn. Ik zal mijne lezers niet vermoeijen met eene optelling daarvan. Voor den zaakkundigen, die welligt deze bladen in handen neemt, zoude het overbodig zijn, terwijl zij, die alleen verlangen naar uitbreiding hunner natuurkennis, door zulk eene opsomming van meeningen, waarvan de eene weder heeft plaats gemaakt voor eene andere, zich weinig bevredigd zouden gevoelen.

Verkieslijker komt het mij voor hier alleen die theorie kortelijk uiteen te zetten, welke mijns oordeels het best geschikt is, om rekenschap te geven van de waargenomen verschijnselen. Alvorens echter daartoe over te gaan, verzoek ik mijne lezers mij in gedachte te willen vergezellen op eene luchtreis. Welligt zal het ons aldus gelukken in den dampkring, die zitplaats van zoo velerlei stoffen, die werkplaats van zoo hevige krachten, eenige waarnemingen te doen, welke ons nader zullen brengen tot de oplossing van het vraagstuk, dat ons thans bezig houdt.

Wij stappen in het schuitje, dat op den 27^{sten} Julij 1850 de

heeren BARRAL en BIXIO, van uit den tuin van het observatorium te Parijs, in het luchtruim zal opvoeren. Eenige weken vroeger, den 29^{sten} Junij, hadden deze moedige, men mag bijna zeggen vermetele natuuronderzoekers reeds eene luchtreis ondernomen, onder hoogst ongunstige omstandigheden, want het plasregende, en hevige rukwinden hadden in den ballon, reeds vóór de afreize, kleine openingen doen ontstaan. In weerwil daarvan waren zij opgestegen, en hadden binnen een half uur tijds eene hoogte bereikt van 5900 ellen (18790 R. voet). Door de verdunning van de lucht had zich toen de ballon, die zich te dicht boven hunne hoofden bevond, zoo sterk uitgezet, dat zij er geheel onder bedekt werden, en op het punt waren van te stikken, te meer daar het waterstofgas, waarmede de ballon was gevuld, door eene toevallig ontstane opening juist boven hunne hoofden in het schuitje stroomde. Plotseling bemerken zij aan het snelle rijzen van den medegenomen barometer, dat zij met eenen schrikwekkenden spoed naar beneden dalen, en geen wonder, want eene scheur van twee ellen lengte is in het midden des ballons ontstaan. Zij werpen dadelijk allen ballast over boord, de dekens waarvan zij zich voorzien hadden om zich tegen de koude te beschutten, zelfs hunne gevoerde laarzen. Aldus, en waarschijnlijk ook omdat de half ontledigde ballon als eene soort van parachute werkte, gelukte het hunnen val eenigzins te matigen, en kwamen zij ongeveer $\frac{3}{4}$ uurs na hunne opstijging te land in eenen wijngaard, waar de naburige boeren hen weldra te hulp kwamen, zoodat zij zonder letsel hun schuitje konden verlaten.

Menigeen zoude zich door zulk eene ongelukkige uitkomst, waarbij ter naauwernood het leven gered was, hebben laten afschrikken. Doch de heeren BIXIO en BARRAL zagen daarin slechts eenen spoorslag te meer, om het waagstuk te herhalen. Zij handelden als soldaten, die door de overmagt en door het ontmoeten van onvoorziene hinderpalen, bij het bestormen eener vijandelijke verschan-sing teruggeslagen, niets liever verlangen dan den dood nog eenmaal te trotseren, maar bij eené tweede bestorming zich de kennis van het terrein en de magt des vijands ten nutte maken, welke zij bij de eerste hebben opgedaan.



GRAPHISCHE VOORSTELLING DER LUCHT-
REIS VAN BIXIO EN BARRAL OP DE
SCHAAL VAN $\frac{1}{50,000}$.

Voor dezen nieuwen togt zijn ook alle maatregelen tot eenen beteren uitslag genomen. Wel is waar is ook nu het weder ongunstig, want de hemel is met zware wolken bedekt, waaruit de regen naar beneden stroomt. Doch wellicht geeft juist die toestand des hemels aanleiding tot gewigtige ontdekkingen. Eene groote reeks van werktuigen, barometers, thermometers, psychrometers, polariskopen, luchtledig gemaakte glasballons, enz., zijn vóór de waarnemers in eenen breeden ijzeren ring bevestigd. Ten 1 uur 's namiddags houdt de regen op, het schuitje wordt losgemaakt en de ballon vliegt er mede naar boven. Weldra bevindt het zich te midden der wolken, en de stad Parijs en met haar de geheele aarde is aan de blikken der reizigers onttoegen. Zij zweven in eenen dikken mist, die hen van onderen, van boven en van alle zijden omgeeft. De luchtwarmte, welke bij hun vertrek 18°C (68°F) bedroeg, is op de hoogte van 3751 ellen (11947 R. voet) gedaald tot $0^{\circ},5\text{C}$ (33°F), dat is bijna tot het vriespunt. Gekomen op eene hoogte van 5121 ellen (16310 R. v.) is de luchtwarmte verminderd tot op -7°C ($19^{\circ},6\text{F}$), doch nog steeds worden zij omgeven van denzelfden mist. Slechts flauwelijk ontdekken zij eenige zon-

nestralen, welke daar door heen schemeren. Op eene hoogte van 6330 ellen, waar de thermometer -10° , 5 C (7° F) aanwijst, wordt de mist minder dik, en worden zij bedekt met zeer kleine naaldvormige ijskristalletjes, welke, ten gevolge van de opstijging des ballons, met eene zekere kracht schijnen neder te vallen en op de ijzeren plaat vóór hen eene soort van geknetter doen hooren. Door den mist heen ontwaren zij nu een wit en zwak beeld van de zon, en te gelijker tijd een tweede dergelijk zonnebeeld aan dezelfde zijde onder zich, het gevolg der terugkaatsing op de ten deele uit ijskristalletjes bestaande wolken, waarboven zij drijven. Plotseling begint nu de temperatuur nog veel sneller te dalen, dan tot hiertoe het geval was. Zij wordt -23° , 8 C (-11° F), op 6512 ellen (20740 R. v.) -35° C (-32° F), en eindelijk toen zij hun hoogste punt, namelijk 7016 ellen (22345 R. v.) boven de oppervlakte der zee bereikt hadden, is de regstreeksche waarneming der temperatuur voor hen onmogelijk geworden, want het kwikzilver des thermometers is gedaald beneden de laatste verdeling (37° C) die op de schaal is aangebragt. Eerst na hunne terugkomst konden zij zich vergewissen, door middel van den minimum-thermometer van WALFERDIN, dien zij verzegeld medegenomen hadden, dat de laagste temperatuur -39° , 7 C (-39° , 5 F) bedragen had, eene koude, waarbij het kwikzilver op het punt is te bevrozen. Nog steeds is de hemel boven hen met wolken bedekt, waardoor heen de zon zich slechts flauw vertoont. Doch nu begint de ballon te dalen; op hunnen togt benedenwaarts ontmoeten zij nog tot op eene hoogte van 4502 ellen (14339 R. v.) de reeds genoemde ijskristalletjes, en eindelijk bereiken zij 's namiddags ten half zes gelukkig den grond in het gehucht Des Peux in het departement van Seine et Marne, op eenen afstand van ongeveer 13 uren van Parijs gelegen.

Teekenen wij terstond op, wat voor ons doel bij deze merkwaardige luchtreis het meest belangrijk is. Het is:

Vooreerst, de verbazende dikte der wolkenlaag, waardoor de reizigers zijn heengegogen, zonder zelfs hare uiterste grenzen te bereiken; die dikte bedroeg ten allerminste 5000 ellen, en was waarschijnlijk nog veel aanzienlijker.

Ten tweede bewijst het voorkomen van mist in eene lucht, welker warmte -7°C bedroeg, dat zich de waterdampdeeltjes tot ver beneden het vriespunt kunnen afkoelen, zonder nog te bevriezen.

Ten derde is de zeer snelle temperatuurvermindering in de bovenste wolkenlagen hoogst merkwaardig. Bij eene stijging van weinig meer dan 700 ellen daalde de thermometer ongeveer 30°C (54°F). Vroeger had GAY LUSSAC op eene dergelijke luchtreis, doch bij helder weder, op dezelfde hoogte, waar BIXIO en BARRAL eene koude van $-39^{\circ},7$ ondervonden, slechts eene van $-9^{\circ},5$ waargenomen. Dit groote verschil kan alleen worden toegeschreven aan de tegenwoordigheid der wolkenlaag, en, gelijk ARAGO in zijn verslag over deze luchtreis aan de Fransche academie voorzeker met grond vermoedt, aan hare uitstraling van warmte in de ruimte.

Eindelijk *ten vierde* heeft deze luchtreis het daadzakelijk bewijs geleverd voor het bestaan der hoogste wolken uit ijskristalletjes, iets dat trouwens reeds door vele andere waarnemingen, gelijk door de gekleurde ringen, zoogenaamde halo's, om de zon en de maan, en andere dergelijke verschijnselen, zoo goed als bewezen was.

Onlangs, den 11 Augustus 1852, hebben ook de heeren WELSH en NICKLIN van het observatorium te Kew bij London, in gezelschap van den bekenden luchtreiziger GREEN, eenen dergelijken togt ondernomen. De grootste door hen bereikte hoogte bedroeg 6048 ellen (19500 E. voet). Op dien togt doorklieften zij twee wolkenlagen, de eerste op eene halve E. mijl of ongeveer 800 ellen, de tweede op twee en eene halve E. mijl of ongeveer 4000 ellen boven de aardoppervlakte, terwijl zij op het hoogste punt gekomen nog eene derde wolkenlaag boven zich zagen. Nabij de grootste hoogte namen ook zij sneeuw- of ijskristalletjes in de lucht waar; zij waren stervormig en hadden ter naauwernood een Ned. streep diameter.

Zien wij thans in hoe verre deze kennis van den aard der wolkenlagen in den dampkring, ons in staat stelt om rekenschap te geven van het ontstaan der verschillende deelen, welke elken hagelkorrel zamenstellen.

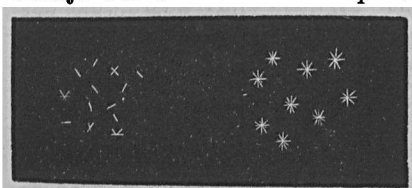
Alle waarnemers (VOLTA, FÉRON, MUNCKE, KÄMTZ), die aan-

dachtig den hemel hebben gadeslagen vóór en tijdens eene hagelbui, komen daarin overeen, dat daarbij steeds twee wolkenlagen worden waargenomen, die boven elkander in het luchtruim drijven. Uit eigene ervaring kan ik zulks bevestigen, en tevens de juistheid van hetgeen KÄMTZ zegt, betrekkelijk de vorming der eigenlijke hagelwolken. Eerst ziet men die witte vederachtige wolken ontstaan, waaraan de weêrkundigen den naam van *cirrh*i hebben gegeven, en welke zich altijd zeer hoog in den dampkring bevinden, terwijl velerlei verschijnselen aanduiden, dat zij geheel of grootendeels uit kleine ijskristalletjes zijn zamengesteld. Eerst later worden deze vederachtige wolken aan het gezigt onttrokken door de zich daaronder vormende of schuivende veel donkerder en ondoorschijnender dampwolken, welke, gelijk alle waterdamp in het algemeen, uit zeer kleine deeltjes bestaan, van $\frac{1}{71}$ tot $\frac{1}{29}$ streep, gemiddeld $\frac{1}{42}$ streep in doormeter (KÄMTZ), die men, op het voorbeeld van DE SAUSSURE, niet als kleine waterdruppeltjes, maar als waterblaasjes beschouwt. Het spreekt van zelf, en de reeds medegedeelde gevallen bewijzen zulks, dat wanneer zich twee zulke wolkenlagen, welke wij kortheidshalve de ijswolk en de dampwolk willen noemen, boven elkander bevinden, er nog daarom niet noodwendig hagel gevormd wordt; alleen dit mogen wij als zeker stellen, dat zij bij elke hagelbui bestaan, maar dat er nog andere omstandigheden moeten bijkomen, om hagelkorrels te doen geboren worden, en zelfs, al zijn deze boven in de lucht gevormd, hen den bodem te doen bereiken.

Herinneren wij ons nu, dat elke hagelkorrel eenen kern bevat uit sneeuw- of ijskristalletjes bestaande, en dadelijk moet het vermoeden rijzen, dat die kernen gevormd zijn door dezelfde kristalletjes, welke de bovenste ijswolk zamenstellen. De oorzaak, waarom juist zulke ijswolken gedurende het heetste jaargetijde het eerst ontstaan, is niet moeilijk aan te wijzen. De door de zonnewarmte sterk verwarmde bodem doet de met waterdamp verzadigde lucht opwaarts stijgen. Hoe grooter de warmte is, en hoe minder wind, — derhalve op eenen zwoelen drukkend heeten dag, — des te krachtiger is die opstijgende luchtstroom. Bereikt deze ein-

delijk de hooge streken van onzen dampkring, waar de temperatuur ver beneden het vriespunt is, dan bevroren de intusschen daaruit nedergeslagen dampen, en er ontstaan ijskristalletjes, die echter aanvankelijk zoo klein zijn, dat zij blijven zweven en door den opstijgenden luchtstroom als gedragen worden.

In dien toestand nu blijven deze ijswolken in de meeste gevallen. Doch indien de opstijgende luchtstroom aanhoudt en met dezen gestadig nieuwe waterdamp wordt aangevoerd, dan geschiedt wat bij kristalvorming in het algemeen altijd plaats grijpt. Elk kristalletje wordt dan een middelpunt waarom zich andere kristalletjes



afzetten. Zoo ontstaan kristal-groepjes, die al grooter en grooter worden, tot zij eindelijk zoo zwaar zijn, dat zij naar beneden vallen. In den winter, wanneer

die ijswolken veel lager hangen, vallen die kristalgroupjes als sneeuw neder. In den zomer sneeuwt het alleen in de koude hooge luchtlagen, en komt de sneeuw alleen tot ons als kernen van hagelkorrels, nadat die sneeuw-kernen, door van buiten daarom afgezette ijslagen, voor eene te snelle smelting beveiligd zijn.

Het is duidelijk, dat die lagen, welke uit vast ijs bestaan, zich op een lager punt des dampkrings en wel in de dampwolk gevormd hebben. De wijze, hoe deze laatste ontstaan is, kan op verschillende manieren worden verklaard, en waarschijnlijk is haar oorsprong ook niet altijd dezelfde. Zij moet reeds ontstaan, zoodra de hoogere ijswolk eene aanzienlijke dikte verkregen heeft, omdat daardoor, vooral ten gevolge der uitstraling in de ruimte, ook de zich daaronder bevindende lucht sterk wordt afgekoeld, en de daarin opgeloste waterdamp zich dus moet nederslaan; maar ook koude luchtstroomen, die zich met de warmere vermengen, kunnen hier het hunne aan toebrengen. Dat zij het echter niet alleen zijn, welke het verschijnsel der hagelvorming te weeg brengen, gelijk door sommigen (OLMSTEDT, SCHWAAB) is aangenomen, bewijzen de straks vermelde gevallen van zware hagelbuijen tusschen de keerkringen. Hoe dit zij, het kan niet anders, of de reeds vooraf

gevormde en nederdalende sneeuwkernelen bereiken weldra de bovenste lagen der dampwolk, waar de temperatuur reeds ver beneden het vriespunt is, en de waterdeeltjes derhalve bereid zijn om in vast ijs over te gaan. De eigenaardige straks beschreven zamenstelling van dit ijs uit bolletjes, van eenen betrekkelijk veel grooteren doormeter dan die der oorspronkelijke waterblaasjes, bewijst, dat deze nog eerst tot droppeltjes zamenvloeijen, terwijl eindelijk de als de schillen eener uije elkander bedekkende lagen zich zeer eenvoudig laten verklaren door aan te nemen, dat in de dampwolk zelve lagen van meerdere of mindere digtheid zijn, waarbij dan ook een meerder of een minder getal van luchtblaasjes tusschen de vast wordende waterdroppeltjes besloten worden, waardoor het ijs zich afwisselend iets witter of grijzer vertoont.

Eindelijk, wanneer de hagelkorrel de benedenste grenzen van de dampwolk bereikt heeft, en zich in de lucht daaronder naar de aarde toe beweegt, vormt zich de buitenste vroeger (bl. 42) beschreven laag, door verdigting en bevrozing van den in de lucht nog opgelosten waterdamp. Het is als het ware eene vorming van rijm aan de oppervlakte des korrels. Daartoe wordt echter vereischt, dat de hagelkorrels, bij het verlaten van de dampwolk, nog ver beneden het vriespunt zijn afgekoeld, en dat de lucht bovendien zeer vochtig is. Is noch het een, noch het ander het geval, dan vormt zich de buitenkorst niet, en inderdaad schijnt zij dan ook dikwerf te ontbreken of althans zeer dun te zijn.

Ziedaar in korte trekken den gang geschetst van de hagelvorming, zoo als zij, volgens hetgeen de waarneming ons leert, werkelijk schijnt plaats te grijpen. Ik mag echter niet voor mijne lezers verzwijgen, dat er aan deze theorie nog zwaarigheden verbonden zijn, wier oplossing moeilijk is. De hoofdzwaarigheid is deze. Bij het vast worden van alle gasvormige en vloeibare lichamen wordt warmte vrij, en, hoe zonderling het ook klinken moge, de waarheid is, dat bij de vorming van ijs zelfs eene betrekkelijk groote mate van warmte ontbonden wordt, zoo groot zelfs, dat de berekening, op den natuurkundigen wel bekende proeven gegrond, leert, dat zich op eene oppervlakte van ijs, dat ver beneden het vriespunt is

afgekoeld, slechts eene betrekkelijk geringe hoeveelheid waterdamp tot ijs kan verdigten, omdat bij die verdigting zooveel warmte vrij wordt, dat daardoor de oorspronkelijke ijsmassa zelve wordt verwarmd tot eenen graad, die eene verdere ijsvorming onmogelijk maakt. Deze zwaarigheid is dan ook door allen meer of min gevoeld, die over de hagelvorming gedacht en geschreven hebben, en velerlei vooronderstellingen zijn uitgedacht, om rekenschap te geven van de groote en blijvende koude, die noodig is, om de oorspronkelijke sneeuwkerntjes met eene tamelijk dikke ijslaag te omgeven.

Ik zal hier in geene nadere ontwikkeling treden van deze vooronderstellingen, waarvan vele reeds, als geen den minsten grond hebbende, verworpen zijn. Evenmin zal ik op eene uitvoerige wijze zelf deze zwaarigheid trachten op te lossen, of althans te verminderen. Alleenlijk doe ik hier opmerken, dat, — sedert wij door de merkwaardige reis van BIXIO en BARRAL weten, dat in eene ijswolk, waar nog geen hagelvorming bestond, de temperatuur, op eenen hoogteaafstand van slechts 700 ellen, van -10° C. tot bijna -40° C. daalde, terwijl daarboven nog ijswolken zweefden, die derhalve hoogstwaarschijnlijk nog veel kouder waren, — het geoorloofd is ons de kernen der hagelkorrels, tijdens hun eerste ontstaan, zoo koud te denken, dat daardoor de verdigting van eene vrij dikke ijslaag mogelijk wordt, te meer dewijl ook, gelijk wij zagen, de bovenste gedeelten van de dampwolk reeds beneden het vriespunt zijn afgekoeld.

Voor de vorming van kleine hagelkorrels schijnt mij de zwaarigheid op die wijze opgeheven, — en de zeer groote ontstaan, op de reeds vroeger beschreven wijze (bl. 43), door de vereeniging van meerdere kleinere. \

Mogt echter iemand van oordeel zijn, — en ik stem het hem gaarne toe, — dat daardoor toch bezwaarlijk de vorming van enkelvoudige hagelsteen van 20 strepen in doormeter kan verklaard worden, wegens de kleinheid van den kern in verhouding tot de omringende ijsmassa, — welaan, hij wage met mij eene gissing, wel stout, maar toch niet al te stout, namelijk dat de ontbonden warmte onder den vorm van elektriciteit vrij wordt. Sedert de ontdekkin-

gen der laatste jaren meer en meer geleid hebben tot erkenning, dat de eene kracht in de andere kan overgaan; sedert het geen los vermoeden meer, maar eene door proeven gerügsteunde stelling is, dat warmte, licht, elektriciteit, magnetismus, scheikundige werking en zelfs werktuigelijke kracht slechts wijzigingen zijn van ééne hoofdkracht, welke zich, naar gelang der omstandigheden waaronder zij optreedt, verschillend uit, — sedert wij bepaaldelijk weten dat elektriciteit zich in warmte kan omzetten, en wij die warmte met de hand voelen en hare hoegrootheid met den thermometer meten kunnen, — is het geoorloofd ook eene omzetting in tegenovergestelden zin als mogelijk, ja zelfs als waarschijnlijk te onderstellen.

Uit het gezegde volgt reeds, dat, naar mijn inzien, de elektrsche verschijnselen, de bliksem en de donder, die zoo vaak de hagelbuijen vergezellen, er niet de oorzaak, maar het gevolg van zijn. Ik weet, dat dit in strijd is met de meening, welke door velen, en daaronder uitstekende mannen, wordt voorgestaan. Doch ter wederlegging behoef ik mij slechts te beroepen op één enkel algemeen bekend feit, dat namelijk vele hagelbuijen zonder onweder voorbijgaan. Waar beide luchtverschijnselen gepaard gaan, daar zien wij, wel is waar, het eerst de bliksemstralen, en hooren wij den donder, terwijl eerst later de hagel verschijnt, doch deze opvolging is slechts schijnbaar, want van de bui, die nog op een half uur afstands van ons woedt, zijn het alleen de bliksemstralen, die ons oog, en de donderslagen, die ons oor treffen, terwijl de hagel eerst op de plaats zelve, waar hij valt, zichtbaar wordt.

Desniettegenstaande is het juist op de meening, dat de elektrsche toestand der lucht de hoofdoorzaak van de hagelvorming is, dat niet alleen meer dan eene theorie daarvan berust, maar zelfs heeft men gemeend, en meenen sommigen nog, dat men de met gewassen bebouwde velden voor het gevaar van den hagelslag beveiligen kan door elektriciteits-afleiders. GUENAUT DE MONTBEILLARD had in 1776 het eerst daartoe den voorslag gedaan, doch het was eerst sedert 1820, — toen de fransche apotheker LA POSTOLLE beweerde had, dat het voldoende was om op een veld een aantal staken met touwen

van stroo daaraan, te plaatsen, om het ten eeuwigen dage voor het vallen van hagelsteen te behoeden, — daarbij beweerde dat stroo de elektriciteit veel beter geleidde dan metalen, — dat men dit middel werkelijk begon te beproeven. In ons vaderland, — waar de zucht om alles wat nieuw is dadelijk in toepassing te brengen, weinig te huis behoort, waardoor wij wel eens wat laat in het bezit van iets goeds komen, maar daarentegen ook veel wat onbruikbaar of slecht is onder ons geen ingang vindt, — heeft men, voor zoo ver ik weet, deze hagel-afleiders nergens opgericht; maar de wijnbergen in Frankrijk, in Savoye, in het kanton Wallis, in een deel van Italië, ja zelfs de tuinen binnen Parijs, waar toch aan hooge punten geen gebrek is, werden bedekt met deze van strootouwen voorzien staken. Zij, die — en teregt — de strootouwen niet vertrouwden, verwisselden deze met metalen geleiddraden; sommige plaatsten op de staak bovendien zelfs eene metalen spits; anderen behielden de staak alleen, met of zonder spits. In weerwil dezer zeer wezenlijke verschillen hielpen alle de opgerigte hagel-afleiders even goed, dat wil zeggen: in het geheel niet. Van verschillende zijden werd dan ook hunne nutteloosheid aangetoond, doch desniettemin staande zijn nog zelfs in den allerlaatsten tijd van meer dan eene zijde aan de Fransche akademie voorslagen gedaan tot eene verbeterde inrigting van hagel-afleiders, onder den naam van *electro-substracteurs*, en is ARAGO weder op eenen vroeger door hem gedanen voorslag terug gekomen, om eenen luchtballon aan een geleidend touw bevestigd op te laten, ten einde zoo de elektriciteit aan de hagelwolken te onttrekken.

Na het reeds voorafgaande zal het ter naauwernood behoeven gezegd te worden, dat mij alle deze en dergelijke voorslagen, die zich grondten op de meening, dat de elektrishe toestand der wolken de voornaamste oorzaak der hagelvorming is, volstrekt doelloos toeschijnen. Trouwens de hagelbui, die op den 6^{den} September j. l. Utrecht trof, levert er het sprekendste bewijs van. Op ter naauwernood tien minuten gaans ten Z. O. van de stad, was het droog en goed weder; iets meer in de nabijheid van de stad regende het; in het zuidelijk en zuid-oostelijk gedeelte der stad vielen hagelsteen van 5 tot 10

strepen in doormeter, maar in het midden en vooral in het noordelijk gedeelte, en daarbuiten, vielen veel grootere hagelsteen, sommige van 20 strepen in doormeter. Daarenboven ontlastte zich de bui niet alleen boven de van talrijke uitstekende spitsen voorziene stad, terwijl het naburige platte land verschoond bleef, maar het was juist in de nabijheid van den 100 ellen hoogen en van eenen bliksem-afleider voorzien domtoren, dat vele en zware hagelsteen vielen, zoodat ik zelfs de meening hoorde opperen, dat de dom de bui wel kon hebben aangetrokken. Daarvoor bestaat nu voorzeker even weinig grond als voor de tegenovergestelde meening, dat door eenen hoogen toren eene bui zoude kunnen verhinderd, en de hagelvorming belet worden. Doch duidelijk is het uit het aangehaalde voorbeeld, waarbij voorzeker nog vele andere zouden kunnen gevoegd worden, dat van zoogenaamde hagel-afleiders volstrekt geen hulp te wachten is. Ik voeg er zelfs bij, dat, te oordeelen naar alles wat wij van den hagel weten, er geen vooruitzicht hoegenaamd bestaat, dat er immer middelen zullen worden gevonden, om zijne vorming te beletten.

Welligt schijnt deze hopelooze uitspraak aan sommigen toe weinig vereerend te zijn voor de wetenschap. Menigeen toch ziet in haar slechts de nederige dienaar van den mensch, wier eigenlijk doel het is middelen op te sporen tot verbetering van zijnen stoffelijken toestand, tot voldoening aan zijne zinnelijke behoeften. Maar, al is het geoorloofd daar, waar de wetenschap zulke middelen aan de hand geeft, deze in toepassing te brengen, haar hoogste doel is een geheel ander. Het bestaat in veredeling van den mensch door zijnen geest te verrijken met kennis. Haar eigenlijk streven is den sluijer op te ligten, welke het hoe en het waarom der dingen voor den onkundigen beschouwer bedekt, en de onveranderlijke wetten te leeren kennen, volgens welke de oneindige Schepper het groote heelal bestuurt. De verkregene kennis van de Natuur zal hem dan ook vaak behoeden voor eene vermetele beoordeeling, van hetgeen voor den onkundigen ligtelijk als een bewijs kan gelden, dat de Voorzienigheid niet over het menschedom waakt, of dat de Godheid in haren toorn de straffende hand heeft opgeligt, om hare schep-

selen te kastijden. Eene ruimere natuurbeschouwing, waarbij men het beperkt standpunt van enkele individus verlaat en het geheel tracht te overzien, leert ons integendeel altijd de schoone harmonie kennen, welke in al het geschapene heerscht. De hagel kan ons hiervan een treffend voorbeeld opleveren. Juist die jaren, waarin hij de grootste verwoestingen aanrigt, zijn over het algemeen ook de vruchtbaarste. De reden hiervan laat zich gemakkelijk inzien. Eene groote luchtwarmte en veel vocht in den dampkring worden vereischt tot de vorming van groote hagelsteenen, die de velden hier en daar kunnen verwoesten; maar diezelfde luchtwarmte en de nedervallende regenbuijen doen elders het graan welig groeijen, waarvan ons brood gebakken wordt, en het gras, waarmede het vee zich voedt, welks vleesch wij eten. Wat ik vroeger reeds gezegd heb, kan ik hier slechts herhalen: de marktprijs der wezentlijkste levensbehoeften wordt nimmer verhoogd door de hagelstormen, waardoor slechts enkele streken van eenen doorgaans zeer beperkten omtrek getroffen worden.

Het is met dat al hard, — zoo zal men mij tegenvoeren, — voor hem wien het treft. Het is zoo: maar vergeten wij niet, dat de mensch een verstandelijk wezen is, en dat hij in eene maatschappij leeft. Indien hij verzuimt van deze hem geschonkene voorregten gebruik te maken, wie moet dan de schuld dragen? Reeds sedert vele jaren bestaat er gelegenheid, om zijne te velde staande gewassen, voor eenen betrekkelijk zeer geringen prijs, tegen hagelschade te verzekeren. Dus doende kan die schade, door over zeer velen verdeeld te worden, tot bijna niets worden teruggebracht. Hij, die dit nalaat en zijnen oogst vernield ziet, hij klage noch de wetenschap aan, die hem geen hulpmiddelen daartegen heeft verschaft, noch het allermint de Voorzienigheid, dat zij hem niet in hare afzonderlijke hoede heeft genomen; maar hij beschuldige alleen zich zelven, en zijne eigene zorgeloosheid. Zoo ergens dan geldt hier het: "*Aide toi et Dieu t'aidera.*"