

LICHTVERSCIJNSELS IN DEN DAMPKRING,

DOOR

Dr. H. EKAMA.

DE SCHEMERING.

Voor de meeste menschen gaat de dag ongemerkt over in den nacht; evenwel ligt tusschen beide nog eenige tijd, gedurende welken de lichtsterkte al meer en meer afneemt. Bij helder weder begeeft zich omstreeks dien tijd menig wandelaar naar buiten, om nog de laatste stralen der ondergaande zon op te vangen. In den regel wordt dan slechts om het natuurtooneel in de nabijheid der zon gedacht; wat het overig gedeelte van den hemel te aanschouwen geeft, ontsnapt gewoonlijk aan de bewonderende blikken. Maar al is ook de pracht in de nabijheid van de zon het grootst, over den geheelen hemel komen gedurende de schemering verschijnselen voor, die onze aandacht meer dan waard zijn.

De volledige verklaring van alle verschijnselen, welke men gedurende de schemering waarneemt, is nog niet gegeven; ik zal mij dan ook in hoofdzaak bepalen tot het beschrijven dier verschijnselen, in de volgorde, waarin zij zich aan den hemel vertoonen. De voorstelling is evenwel eenigszins gekunsteld te noemen; zelden of nimmer toch zijn *alle* onderdeelen op één avond waargenomen: als één deel zijn grootste volmaaktheid bereikt, zal een ander deel zóó zwak zijn, dat het aan den toeschouwer ontsnapt.

Bij de vele waarnemingen, welke reeds verricht zijn, stuit men op de moeielijkheid, dat zich bij de schemeringsverschijnselen vele zaken voordoen, die aan plaatselijke invloeden zijn toe te schrijven. Dit levert natuurlijk zijn bezwaren bij het onderzoek naar de juiste

verklaring. De meest volledige beschrijving is gegeven door w. von BRZOLD¹, wien ik in het onderstaande op den voet zal volgen. Ik behoef hier niet te vermelden, dat de hemel bij het opgaan der zon hetzelfde kan vertoonen als bij het ondergaan, maar in omgekeerde volgorde. Uit den aard der zaak zijn omtrent de morgenschemering echter veel minder waarnemingen verricht dan betreffende de avond-schemering.

Korthedshalve wordt in het volgende onder den »westelijken hemel” het deel in de nabijheid der ondergaande zon verstaan, terwijl dan met den »oostelijken hemel” het daar tegenover liggende gedeelte bedoeld wordt.

Nadert de zon den horizon, dan neemt de westelijke hemel een doorschijnend witte tint aan, die in geel overgaat, terwijl de oostelijke hemel een zwak okergele kleur heeft, die in dof purper verandert. Zoodra de zon onder den horizon gedaald is, verheft zich aan den oostelijken hemel de aschgrauwe schaduw der aarde in den vorm van een segment.

Dit segment schijnt zich vóór het purper te schuiven, zoodat slechts een smal gedeelte hiervan overblijft, hetwelk den *eersten oostelijken schemeringsboog* of de *eerste tegenschemering* vormt. De bovenste grens van het purper is bijna standvastig, zoodat deze kleur door de rijzing van het segment langzamerhand verdwijnt; is dit gebeurd, dan is de grens van het aschgrauwe segment niet meer waar te nemen.

Op den westelijken hemel blijft boven de zon een heldere plaats over, welke vooral in horizontale richting zich uitstrekt en die de grens vormt tusschen het gele en het blauwe deel van den hemel. Is de zon ondergegaan, dan verandert het geel in oranje en de heldere streep breidt zich in horizontale richting uit en wordt dan door BRANDES² de »Dämmerungsschein” genoemd, terwijl wij haar met den naam *schemeringsschijnsel* zullen aanduiden. Het deel van den hemel, dat zich hierboven bevindt, wordt spoedig donkerder. Het geel neemt dan den vorm van een segment aan, en BRZOLD noemt dit het *eerste heldere segment* en zijn grens den *eersten westelijken schemeringsboog*.

Het uitspansel is ondertusschen veel donkerder geworden, en aan den westelijken hemel verschijnt, op een hoogte van omstreeks 25° boven den horizon, een heldere vlek, die na korten tijd een purper-

¹ Pogg. Ann., Bd. CXXIII, S. 240.

² GEHLER'S phys. Wörterbuch, neue Ausg., Bd. II, S. 271.

achtige kleur met violette tint aanneemt. Deze vlek heeft een cirkelvormige gedaante en de straal neemt snel toe. Wij zullen dit verschijnsel het *eerste purperlicht* noemen. Zijn lichtsterkte vermeerderd, terwijl de zon steeds daalt, en zal volgens BEZOLD het grootst geworden zijn, als de zon zich $3^{\circ},4$ tot $4^{\circ},5$ onder den horizon bevindt.

Deelen van gebouwen, welke naar het westen gekeerd zijn, schijnen nu roodachtig gekleurd en men kan de kleine voorwerpen weder onderkennen, terwijl zij even na zonsondergang donker waren. Dit verschijnsel komt overeen met het *nagloeien* van bergen, het zoogenaamde »*Alpenglühen*».

In steden, waar men niets van den westelijken hemel kan zien, neemt men toch duidelijk de toeneming in helderheid tengevolge van het purperlicht waar.

Is het purperlicht verdwenen, dan zal men den oostelijken hemel weer een weinig gekleurd of ten minste verlicht vinden en somtijds zelfs sporen van een *tweede donker segment* ontdekken; evenwel is het verschijnsel zoo zwak, dat het bestaan slechts met moeite is te constateeren. Aan den westelijken hemel heeft men een herhaling van de reeds eenmaal waargenomen verschijnselen. Terwijl de eerste schemeringsboog daalt, ontwikkelt zich, op dezelfde plaats ongeveer als waar het eerste schemeringsschijnsel zichtbaar was, een tweede. De eerste schemeringsboog verliest zijn purpere begrenzing, zonder evenwel in scherpte af te nemen en boven hem vertoont zich een groengele boog, waarboven zich het *tweede schemeringsschijnsel* en de *tweede westelijke schemeringsboog* (de grens van het tweede heldere segment) verheft. Men kan dan beide bogen boven elkander waarnemen.

Zijn de omstandigheden gunstig, dan ontwikkelt zich boven deze een *tweede purperlicht*, op een hoogte boven den horizon, die iets kleiner is dan die van het eerste. De cirkelvormige uitbreiding is geheel dezelfde, doch de kleur is iets meer in het geelrood. Eindelijk verdwijnt ook het tweede purperlicht, doordat het achter het tweede segment komt, hetwelk nu het eenige nog verlichte deel van den hemel vormt. Verdwijnt ook dit, dan is de schemering geëindigd.

Dit is het einde van de *astronomische schemering*; zoo aanstonds hoop ik hierop terug te komen.

Volgens BEZOLD zullen de schemeringsverschijnselen zich het schoonst en het uitgebreidst in de maanden October en November vertoonen. Ook de beide maanden, die de genoemde voorafgaan en de twee, die

er op volgen, kunnen schoone schemeringsverschijnselen opleveren. In April zullen zij het zeldzaamst zijn.

Zooals reeds gezegd is, zullen wij ons niet in een theorie omtrent de schemering begeven; alleen zij vermeld, dat deze reeds door den Arabischen astronoom ALHAZEN is ontwikkeld en later door LAMBERT en GRUNERT uitgebreid. Zij berust op de terugkaatsing van het licht door den dampkring; doch reeds bij de behandeling van de kleur des hemels heb ik er op gewezen, dat men hier meer aan buiging van het licht door de in de lucht zwevende deeltjes dan aan terugkaatsing moet denken.

De vroegere sterrekundigen hebben aan de schemering zoozeer hunne opmerkzaamheid gewijd, omdat zij hoopten, hieruit de hoogte van den dampkring af te leiden; doch deze pogingen hebben geen betrouwbare uitkomsten opgeleverd. Al is het misschien mogelijk uit de schemering iets omtrent deze hoogte bij benadering te vinden, dan is toch een grondige kennis en een volledige verklaring van de waargenomen verschijnselen daarvoor in de eerste plaats een vereischte.

Men onderscheidt een *burgerlijke* en een *astronomische* schemering. De laatste wordt gerekend van het oogenblik, dat de zon ondergaat, totdat het laatste spoor van zonlicht aan de westerkim verdwijnt. De waarnemingen hebben ons geleerd, dat dan de zon zich 18° onder den horizon bevindt. Voordat de grens evenwel bereikt is, is het te donker geworden om nog eenig voorwerp duidelijk te onderscheiden. Men is dan verplicht kunstlicht te ontsteken en op dit oogenblik is de burgerlijke schemering geëindigd. Het hierboven opgegeven einde is natuurlijk zeer afhankelijk van het werk, dat men bij dit zwakke licht verrichten wil; doch wij kunnen ons zeer goed bij BEZOLD aansluiten, die voor het einde van de burgerlijke schemering het verdwijnen van het eerste purperlicht aanneemt. Uit zijne waarnemingen leidt hij af, dat de zon op dat oogenblik 6 tot $6\frac{1}{2}$ graad onder den horizon staat.

Om evenwel nauwkeurig te bepalen, bij welke standen van de zon de verschillende schemeringsverschijnselen optreden, zijn nog tal van metingen noodig; deze ontbreken op het oogenblik bijna geheel. Ook is het aantal waarnemingen tot nu toe te gering om te besluiten, hoe deze verschijnselen met den meteorologischen toestand der atmosfeer samenhangen.

Op het einde van het jaar 1883 vertoonden, zooals waarschijnlijk nog velen zich herinneren, de schemeringsverschijnselen een buiten-

gewone kleurenpracht en glans, terwijl de duur van de schemering toegenomen was. Het onderzoek leerde echter, dat de hierboven opgegeven fasen der schemering op de gewone wijze op elkander volgden, maar alle onderdeelen waren veel duidelijker. De tijd, die verliep na zonsondergang tot het eerste purperlicht verdween, was veel grooter dan gewoonlijk en vooral het tweede purperlicht bleef zeer lang zichtbaar. Deze lange duur van het purperlicht was het grootst in de maanden November en December van het jaar 1883 en verminderde daarna weer spoedig tot de gewone lengte. Zelfs heeft men een verschijnsel waargenomen, dat men als een derde purperlicht zou kunnen beschouwen.

De oorzaak van deze prachtige schemeringen wordt gezocht in de uitbarsting van Krakatau op 26 en 28 Augustus 1883, die een groote optische storing in den dampkring heeft teweeggebracht. Ten gevolge toch van de uitbarsting zijn een groot aantal ultra-mikroskopische deeltjes in den dampkring gebracht, die, na tot een ontzaglijke hoogte te zijn opgevoerd, langen tijd noodig hebben om weer op aarde te vallen. Deze deeltjes zullen hun invloed op de richting en op de sterkte der lichtstralen doen gelden.

Voor de onderstelling, dat de genoemde uitbarsting de oorzaak van deze bijzondere verschijnselen is, pleit, dat zij het eerst even na de gebeurtenis in de nabijheid van Straat Soenda zijn waargenomen, en van die plaats af in een dag of acht, over de geheele verzengde luchtstreek, in westelijke richting voortschrijdende, zijn zichtbaar geworden. Verder heeft men oudere beschrijvingen van dergelijke lichtverschijnselen in den dampkring, die korten tijd na een vulkanische uitbarsting zich vertoond hebben.

In Juni 1886 zag men ook te Palermo roode schemeringen, nadat de Etna van 18 Mei tot 6 Juni een groote hoeveelheid asch in de lucht geslingerd had. Zij waren niet zoo sterk als in 1883/84 en de kleur was meer vuilgeel. Volgens Ricco¹ is dit het gevolg daarvan, dat de Etna geen waterdamp, zooals de zeevulkaan Krakatau, uitwerpt. Hierdoor tracht hij ook te verklaren dat toen de gekleurde zonnen, waarover ik zoo aanstonds iets zal mededeelen, ontbraken.

Een moeilijkheid bij bovenstaande onderstelling is echter de groote snelheid, waarmee de zichtbaarheid van het verschijnsel zich over de aarde verspreid heeft. Volgens berekening zou de luchtstroom, die de

¹ *Comptes rendus*, 1886, Tome CIII, p. 496.

fijne deeltjes heeft meegevoerd, een snelheid van 35 meter per seconde, — ja, in sommige gevallen een nog grootere, — moeten gehad hebben. Het kan evenwel zeer goed zijn, dat op de hoogte van 30.000 meter, waartoe het stof opgevoerd zal zijn, een orkaan met bovengenoemde snelheid heerscht. Eenigen geleerden is het gelukt langs wiskundigen weg, hoewel ieder op verschillende wijze, aan te toonen, dat in die streken altijd een dergelijke orkaan in westelijke richting moet waaien.

Kort na de uitbarsting nam men in de tropen, en eenigen tijd later ook in de gematigde luchtstreek, een rookachtige verduistering van den dampkring waar. Bij den æquator geleek het verschijnsel op een dichten nevel, op andere plaatsen op een laag cirriwolken. De nevel was van 27 tot 30 Augustus het duidelijkst zichtbaar in de nabijheid van Krakatau en, daar hij zich op andere plaatsen overal evenzoo en begeleid van dezelfde verschijnselen vertoonde, hebben wij hier weder een reden om het ontstaan aan de uitbarsting toe te schrijven.

Waaruit hij bestaan heeft, is natuurlijk zeer moeilijk te bepalen; waarschijnlijk zullen de hoofdbestanddeelen uiterst fijne deeltjes puimsteen en ultra-mikroskopische waterbolletjes, ijsbolletjes en ijsnaaldjes, waarvoor deeltjes de kernen leverden, geweest zijn. ¹ Natuurlijk hadden de verschillende deeltjes niet alle even groote afmetingen, en de grootere zullen het eerst, de kleinere daarentegen na langen tijd op aarde neergedaald zijn. De grootsten, vond ARCHIBALD, hadden meer dan één jaar, de kleinsten daarentegen meer dan drie jaar noodig om de aarde te bereiken. Deze laatste opmerking is van groot belang voor de verklaring der nu volgende verschijnselen.

Gedurende eenigen tijd na de uitbarsting had de zon in de tropische gewesten een blauwe of een groene kleur. Soms is de zon loodkleurig of koperkleurig en enkele malen met een zilveren glans gezien. Een blauwe kleur nam men waar, wanneer de zon hoog aan den hemel stond; een groene zon daarentegen, wanneer de zon den horizon naderde. Buiten de verzeigde luchtstreek werd de gekleurde zon zelden en dan nog slechts zeer flauw waargenomen. De maan was in dien tijd in de tropen ook gekleurd.

KIESLING ² heeft door proeven aangetoond, dat stof, langs me-

¹ Zie: *Album der Natur*. Jaargang 1890, blz. 119.

² *Untersuchungen über Dämmerungserscheinungen zur Erklärung der nach dem Krakatau Ausbruch beobachteten atmosphärisch-optischen Störung.*

chanischen weg verkregen, geen kleuring van het zonlicht kan teweegbrengen; daarentegen geeft rook een blauwe kleur aan de zonnestralen, en het bleek hem, dat deze kleur spoediger optrad, wanneer bij den rook uiterst fijne waterdruppeltjes aanwezig waren. Het groen kleuren der zonnestralen heeft KIESLING niet kunstmatig kunnen voortbrengen.

ARCHIBALD heeft de groene kleur der zon trachten te verklaren door de onderstelling, dat de deeltjes, ten gevolge van hun verschillende grootte, zoowel de roode als de blauwe stralen uitdoofden ¹. Deze verklaring wordt eenigszins bevestigd door het feit, dat de kleuring der hemellichamen spoedig ophield en bijna slechts tusschen de keerkringen is waargenomen; want na korten tijd waren toch de grootste deeltjes uit den nevel gevallen.

Wij zijn nu genaderd tot den *Bishop's ring*, misschien wel het belangrijkste der lichtverschijnselen, die hun ontstaan te danken hebben gehad aan de uitbarsting van Krakatau. Hoewel na Juli 1886 niet meer duidelijk waargenomen, levert hij toch een grondslag om eenige verschijnselen, welke altijd waargenomen worden, vollediger te verklaren. Deze ring draagt zijn naam, omdat hij het eerst, en wel op 5 September 1883, door BISHOP te Honolulu is waargenomen en beschreven. Eerst was de ring slechts tusschen de tropen zichtbaar, doch later ook daarbuiten. Om de zon vertoonde zich een witachtige nevel met een flauwen rooden rand. De middellijn van dezen ring bedroeg van 20° tot 30° . Men kan hem dus niet verwarren met de ringen van 22° straal, die bij de halo beschreven zijn. ²

Men heeft hier met een buigingsverschijnsel te doen, en het staat in een nauw verband met de kransen, die men om de zon en om de maan waarneemt. Uit de vroeger gegeven verklaring ³ dezer kransen blijkt, dat het licht van een bepaalde kleur buiten het hemellichaam door de buiging der stralen al meer en meer in sterkte afneemt, totdat het zijn minimum-sterkte bereikt. Vervolgens neemt de intensiteit toe en bereikt een maximum, dat den eersten ring van die kleur aan den krans levert. Men heeft dus om de lichtbron een schijf van een bepaalde kleur, wier middellijn afhangt van de golflengte van het beschouwde licht. Hoe grooter de golflengte is, des te grooter is de middellijn van de schijf. Heeft men nu wit licht

¹ Zie: *Album der Natuur*. Jaargang 1890, blz. 121.

² Zie: *Album der Natuur*. Jaargang 1890, blz. 85.

³ Zie: *Album der Natuur*. Jaargang 1889, blz. 362.

(dus licht van alle mogelijke golflengten bijeen), dan heeft men eerst een roode schijf; daarbij een gele met iets kleiner middellijn; dan een groene schijf, die weer iets kleiner is, enz. Het middengedeelte van al deze schijven valt samen; dit geeft aan het oog wit licht, doch de buitenrand blijft rood, omdat hier geen licht van andere schijven is bijgevoegd. Deze aureool om de lichtbron kan men in het algemeen niet waarnemen, omdat de deeltjes, die de buiging voortbrengen, te groot zijn; hoe grooter toch de deeltjes zijn, hoe kleiner de stralen der schijven. Bij groote deeltjes maakt het licht van de lichtbron de aureool dus onzichtbaar; maar zijn de deeltjes zeer klein dan kan de roode grens der aureool ver genoeg van de lichtbron verwijderd zijn, om zichtbaar te wezen. Dat bij den BISHOP's-ring de roode rand een betrekkelijk groote breedte heeft, is het gevolg van de verschillende afmetingen der stofdeeltjes. Hunne middellijnen kan men uit de metingen van den ring berekenen. Deze hebben gemiddeld voor den binnenrand van den rooden zoom 10° , voor den buitenrand 22° straal gegeven, waaruit volgt, dat de middellijnen der deeltjes van den nevel afwisselen tusschen 0,00342 en 0,00185 mM. Nadert de zon den horizon, dan wordt de afstand van het bovenste deel van den ring tot de zon grooter en de ring krijgt den vorm van een ellips. Dit trachtte KIESLING te verklaren door het feit, dat de deeltjes in de hogere luchtlagen kleiner zijn en dat dus de lichtstralen van de laagstaande zon meer kleine deeltjes ontmoeten en daardoor de lichtsterkte aan den buitenrand vergroot. Het is hem gelukt deze excentrische ringen kunstmatig te verkrijgen door middel van glasplaten, bedekt met kwikbolletjes of met zwavelkristalletjes, welke regelmatig in grootte afnemen.

Door BUSCH is opgemerkt, dat de beide neutrale punten van BABINET en BREWSTER ¹ (de punten, waarin het licht van den hemel geen polarisatie vertoont) van April tot October 1886 op een afstand van 14° van de zon lagen en dat in dien tijd de straal van den BISHOP's-ring ook 14° bedroeg; terwijl, wanneer de zon daalde, de afstand van deze punten tot 24° steeg, wat met de metingen van RIGGENBACH voor den straal van den ring bij zonsondergang overeenstemt. Hieruit kan men afleiden, dat er altijd een BISHOP's-ring bestaat, die evenwel slechts aan de polarisatie van het hemellicht kan herkend worden en die door uiterst fijne stof in den dampkring wordt voortgebracht.

¹ Zie: *Album der Natur*. Jaargang 1890, bl. 122.

Dat men den ring niet dadelijk na de uitbarsting van Krakatau heeft waargenomen, is weder het gevolg van de ongelijke afmetingen der deeltjes. Wij weten toch dat voor de buigingsverschijnselen deeltjes van dezelfde grootte vereischt worden. Toen nu de grootste deeltjes uit dien nevel waren gevallen, vertoonde zich de ring, en wel gelijktijdig met den nevel. Nu echter bijna alle deeltjes weer op aarde zijn neergekomen, is de helderheid van den ring niet voldoende meer om hem nog zichtbaar te doen zijn.

De BISHOP'S-ring heeft aanleiding gegeven tot een verklaring van het purperlicht, hetwelk KIESLING als een voortzetting van den ring beschouwt. De metingen van RIGGENBACH hebben deze onderstelling bevestigd, zoodat ook het purperlicht tot de buigingsverschijnselen gerekend moet worden, hoewel de terugkaatsing en de breking van de lichtstralen niet geheel uitgesloten behoeven te worden. Dat bij het purperlicht het rood de alleen voorkomende kleur moet zijn, is gemakkelijk in te zien, wanneer men bedenkt, dat de lichtstralen, die tot de vorming hebben bijgedragen, een grooten weg door den dampkring hebben afgelegd.

De feiten, die het meest voor het verband tusschen den BISHOP'S-ring en het purperlicht pleiten, zijn de volgende: 1e even na het verdwijnen van den BISHOP'S-ring verschijnt op dezelfde plaats het purperlicht; 2e het punt, dat bij den BISHOP'S-ring de meeste helderheid heeft, heeft een afstand van de zon, die overeenstemt met dien van het punt, waarin het purperlicht het helderst is en 3e is het licht van beide verschijnselen op dezelfde wijze gepolariseerd.

Dat het purperlicht niet den vorm van een boog vertoont, wordt veroorzaakt, doordat de uiteinden bij den horizon door het schemerlicht worden onzichtbaar gemaakt.

De afstand van het purperlicht tot de zon is grooter dan de straal van de BISHOP'S-ring. Dit is gemakkelijk te verklaren. Nog kleinere deeltjes dan wij hierboven hebben opgegeven komen in den dampkring voor, doch het door deze gebogen licht is te zwak, om gedurende den dag waargenomen te worden.

Veel valt dus vóór deze verklaring van het purperlicht te zeggen; maar dit neemt niet weg, dat de theorie nog niet geheel volledig is en nog veel tegenstand, o. a. van RICCO, RUSSEL en ARCHIBALD, ondervindt.

De schemeringsverschijnselen, tengevolge van de uitbarsting van

Krakatau, waren nog niet geheel verdwenen, toen zich in 1885 een nieuw verschijnsel aan den hemel vertoonde, namelijk de *zilveren* of *lichtende nachtwolken*. Jesse te Petersburg heeft zich veel moeite voor de waarneming van dit bijzondere verschijnsel gegeven en een oproeping tot alle natuuronderzoekers gericht, om zooveel mogelijk waarnemingen te verzamelen. Dit laatste was te meer gewenscht, daar de bedoelde wolken zich reeds weer hoe langer hoe zeldzamer vertoonden en omdat, wanneer zij eenmaal verdwenen zouden zijn, het misschien jaren zal duren eer zij weder verschijnen.

De lichtende nachtwolken vertoonen zich slechts binnen het deel van den hemel, dat door de schemering verlicht is. De wolken verschijnen, als de zon zich omstreeks 10° onder den horizon bevindt en zij blijven zoolang zichtbaar als de schemering duurt. Zij gelijken op de gewone cirri of schapenwolkjes, maar verschillen van deze in enkele opzichten, zoodat men ze dadelijk er van onderscheiden kan. Bevinden zich namelijk gewone cirri binnen den schemeringsboog, op een tijd, dat de zon omstreeks 10° onder den horizon staat, zoo zijn deze steeds donkerder dan de hemel in hun omgeving; de lichtende wolken daarentegen zijn steeds helderder dan de hemel. Verder verdwijnen de cirri in het algemeen niet, als de schemeringsboog over hen heengaet; de verandering bestaat slechts daarin, dat zij nu helderder schijnen dan de donkere hemel in hun omgeving. De lichtende wolken verdwijnen evenwel geheel, zoodra de schemeringsboog hen voorbij gaat en slechts dat deel, dat binnen het verlichte segment ligt, blijft zichtbaar.

De nachtwolken schijnen een wit, zilverachtig licht uit te stralen, dat in de nabijheid van den horizon in goudgeel overgaat. In haar verschijnen is een periode te bemerken, namelijk, dat zij met tusschentijden van 8 tot 14 dagen, en dan meestal eenige dagen na elkander, optreden. Metingen hebben geleerd, dat de hoogte der cirriwolken boven de aardoppervlakte slechts 13 kilometer bedraagt, terwijl de lichtende nachtwolken een hoogte van omstreeks 75 kilometer bereiken. Ook is het aan Jesse gelukt photographieën van het verschijnsel te maken en een verklaring voor het ontstaan der lichtende nachtwolken op te bouwen. Ook zij zullen een gevolg zijn van de uitbarsting van Krakatau. Behalve de stof- en waterdeeltjes zijn bij de uitbarsting ook gassen in den dampkring gekomen. Deze zijn al hooger en hooger gestegen, totdat zij op een plaats kwamen, waar zij ten gevolge van verminderde drukking en de daaruit volgende uitzetting,

gepaard met een lage temperatuur, tot kleine vloeistofdruppeltjes overgingen. Deze druppeltjes kunnen niet dalen, daar zij dan weer tot den gasvormigen toestand overgaan, om vervolgens op te stijgen en weer vloeibaar te worden. Deze wolken blijven dus op dezelfde wijze drijven als de gewone wolken, maar op veel grooter hoogte. Het gas, dat tot hun vorming het meest heeft bijgedragen, is waarschijnlijk zwaveligzuur.

Ook heeft JESSE getracht de periodiciteit in het verschijnen der lichtende wolken te verklaren; doch daar die verklaring op verschillende onderstellingen berust, zullen wij hier er niet verder op in gaan.