

EENE NIEUWE VERKLARING VAN HET NOORDERLICHT?

DOOR

Dr. P. S C H U R I N G A.

Even als de kometen en vallende sterren, de vulkanische uitbarstingen en onweders, behoort het Noorderlicht tot die natuurtooneelen, welke door het indrukwekkende en schijnbaar toevallige hunner raadselachtige verschijning reeds van oudsher de belangstelling en weetgierigheid van den beschouwer hebben gaande gemaakt. En die weetgierigheid is juist met betrekking tot het noorderlicht tot op heden nog wel het minst van allen bevredigd, niettegenstaande de meest uiteenloopende hypothesen, die tot verklaring van het verschijnsel zijn opgesteld geworden. Onder dezen zijn het oudst de theoriën, waarin brandbare gassen of dampen, die, tot in de hoogste streken der atmosfeer opgestegen, aldaar zouden ontbranden, eene hoofdrol spelen.

Twée meeningen zijn er echter, die gedurende de laatstverloopene eeuw den meesten opgang gemaakt en ten slotte meer of minder gezag verkregen hebben. De eene, afkomstig van CANTON, en voorgestaan door BECCARIA, PRIESTLEY en anderen, houdt het noorderlicht voor eene werking der aardsche elektriciteit, die of aan de polen uit-, of door den dampkring van pool tot pool overstroomt.

De voornaamste grond dezer opvatting bestaat in de overeenkomst van het hier bedoelde lichtverschijnsel met het elektrisch licht in eene met verdunde lucht gevulde ruimte. Verder had deze theorie haar succes mede te danken aan de moeilijkheid om bij de andere (verbran-

dings-)theoriën eene verklaring te geven van den langen duur en de onhoorbaarheid van het verschijnsel, alsook van de zoogenaamde kroon. De laatstgenoemde twee bezwaren laten zich echter ook nog steeds gelden bij de elektrische theorie.

Ten laatste verkreeg, en bezit nog tot op den huidige dag de meeste aanhangers de magnetische, of wel de elektromagnetische theorie, van welke reeds HALLEY de eerste denkbeelden heeft aangegeven; ofschoon de nieuwere en betere vorming dezer theorie, en hare verdere ontwikkeling moeten toegeschreven worden aan DALTON, BIOT en HANSTEEN.

De eerstgenoemde twee onderstellen in den dampkring voorhandene cylinders of prismas van "magnetische stof", die onder den invloed der lucht-elektriciteit lichtgevend wordt, terwijl naar HANSTEEN's meening lichtende cylinders van de aarde opstijgen in richtingen, die gelegen zijn in een' cirkel, wiens middelpunt de magnetische noordpool is, zijnde rondom den magnetischen zuidpool een dergelijke stralenkrans aanwezig. Het grootste bezwaar tegen deze hypothesen is, dat wij het magnetisme in het geheel niet kennen als onmiddellijke oorzaak van lichtverschijnselen, en ons slechts licht en magnetisme als gelijktijdige werken der elektriciteit, of ook lichtverschijnselen door elektriciteit ten gevolge van het magnetisme, bekend zijn geworden. Dat er echter hier aan geen elektromagnetisme of magneto-inductie, bij welke beiden men in den dampkring elektriciteit mocht verwachten, gedacht mag worden, schijnt voldoende te blijken uit het feit, dat geen der latere waarnemers de geringste werking van het noorderlicht op de gevoeligste elektrometers heeft kunnen ontdekken. Het eigenlijke verschijnsel kan door het magnetisme alsnog volstrekt niet verklaard worden, en bijna uitsluitend op het nog betwistbare feit der inwerking van het noorderlicht op de magneetnaald steunen de tegenwoordige natuurkundigen, wanneer zij zich bepalen tot de uitspraak, dat het noorderlicht is "een magnetisch verschijnsel."

De laatstgenoemde onbepaalde aanduiding is intusschen geene verklaring, en indien men haar wil opvatten in dien zin, dat het magnetisme de oorzaak van het noorderlicht is, dan is zij zelfs ongegrond. Wij komen hieronder nader daarop terug. Het is een feit, dat de ontdekking van de geheimzinnige werkingen der elektriciteit, en de verklaring daardoor van verschijnselen als het onweder, aanleiding heeft gegeven tot de neiging, om allerlei andere onverklaarde verschijn-

selen zoo mogelijk op rekening dier elektriciteit te stellen. Men denke bijvoorbeeld aan de pogingen tot verklaring der hagelvorming. Die neiging heeft zeer waarschijnlijk mede aanleiding gegeven tot de elektrische theorie van het noorderlicht, en wellicht evenzeer de hand gehad in de verspreiding der bovengenoemde magnetische en elektromagnetische theoriën; zij althans schijnt de oorzaak der berusting, waarmede men dikwijls genoegen neemt in eene zoo weinig zeggende uitspraak, als deze, dat "het noorderlicht is een magnetisch verschijnsel."

Wegens het onvoldoende en gedwongene, of onwezenlijke der vroegere en nog heerschende noorderlichts-theoriën, moet iedere poging welkom zijn, die eene andere verklaring tracht te geven, inzonderheid indien zoodanige verklaring zich door eenvoud en ongedwongenheid aanbeveelt. Ten deele is zulks het geval met eene proeve in het jongste November-nummer van PETERMANN'S *Mittheilungen*, zijnde een opstel van dr. A. WOLFERT, getiteld: *Das Nordlicht, eine weder magnetische noch elektrische Erscheinung*. De schrijver tracht daarin eene, hoewel niet nieuwe, toch van de thans heerschende meening afwijkende verklaring te geven, volgens welke het noorderlicht niets dan een optisch verschijnsel zou zijn. De beschouwingen van dezen schrijver, ofschoon niet in allen deele juist, schijnen ons toch te verdienen onder de aandacht te worden gebracht, waartoe wij in de eerste plaats de hoofdpunten er van kortelijk zullen opgeven.

In het eerste gedeelte van zijn opstel geeft de genoemde schrijver — behalve eene schets van de vermindering der zonnewarmte en verlichting, bij het naderen des winters en wanneer men zich naar de pool heen begeeft, — eene beschrijving van het noorderlicht in zoodanige hoofdtrekken, waardoor het meest wezenlijke, en datgene, wat inzonderheid te verklaren is, vooral uitkomt. Een noorderlicht, zooals het vooral onder den 70^{sten} breedtegraad of nog hooger dikwijls schijnt, heeft tot basis een helderlichten boog, boven en rondom het "donkere segment", waarvan het midden zich (bij ons) in het noordwesten, ongeveer in de richting van het magnetische noorden, bevindt. Weldra schieten uit dezen boog van tijd tot tijd heldere stralen uit in richtingen, die ongeveer in het zenith samenloopen; deze stralen veranderen van tijd tot tijd hunne helderheid; zij verplaatsen zich en worden door nieuwe vervangen, verschieten dan weder en flikkeren weer op. Ten laatste vereenigen de stralen zich werkelijk omstreeks het ze-

nith; alsdan vertoont zich het geheel als een reusachtige verlichte koepel, of eene tent met voorhangsel van vlammende draperiën; van oost tot west loopt door het zenith een halve cirkel van purperrood licht, die somtijds eindelijk nog door de uit het noorden opschietende stralen overschreden wordt. Dikwijls, ofschoon niet altijd, vormen gedurende de schoonste ontwikkeling de nabij het zenith samenkomende stralen eene eigenaardige krans- of slangvormige figuur, de zoogenaamde kroon, die onbewegelijk blijft staan, te midden van het vlammen en sidderen der bogen en stralen, en soms een helderen glans achterlaat, als reeds het overige verdooft. De stralen en bogen zijn eerst rooskleurig, en dan vuur- en purperrood, sommigen hebben groene en vooral gele gedeelten opgemerkt tusschen de kroon en den witachtig lichtenden noordwestelijken boog, in welken enkelen ook blauw licht hebben gezien. In verband daarmede wordt het donkere segment als violetkleurig beschouwd door onzen schrijver, die voorts nog aan segment en boog eene beweging naar en over het noorden wil toekennen. De tijd van het verschijnsel valt voor onze streken vooral in den avond, terwijl na middernacht zelden een noorderlicht gezien wordt.

Vooraf in de laatstgenoemde punten draagt de beschrijving van het verschijnsel door dr. W. onmiskenbare blijken van zekere voorliefde voor zulke bijzonderheden, welke 't best overeenstemmen met hetgeen er nieuw is in de verklaring, die hij vervolgens van het noorderlicht geeft. Die verklaring bespreken wij straks; vooraf echter zullen wij, in aansluiting aan het gezegde in den aanvang dezes, eenige der meest gegronde bezwaren opnoemen, die onze schrijver later tegen de elektrische en magnetische theoriën van het noorderlicht aanvoert.

Zijne bedenkingen tegen de theorie der elektriciteits-uitstroomingen aan de (magnetische) polen zijn voornamelijk:

1°. Men weet door de ervaring, dat het scheepsijzer, getroffen door elektrische ontladingen, daardoor magnetisch wordt, terwijl het kompas voor altoos zijne bruikbaarheid verliest. Dit zelfde zou moeten bewerkt worden door de bedoelde elektrische uitstroomingen, die ongetwijfeld vrij hevig zouden kunnen zijn. Bij schepen echter, die de magnetische noordpool inderdaad hebben bereikt, nam men niets dergelijks waar. Wél stond de magneetnaald loodrecht op den horizon, en was zij dus voor het oogenblik onbruikbaar, doch daarna deed zij hare diensten weder als altoos te voren.

2° Elektrische ladingen, die uitstroomen in de ruimte, vertoonen

daarbij een licht, dat steeds den vorm heeft eener pluim, en deze eigenaardige gedaante neemt men nimmer waar bij het noorderlicht, men moge zich ver van, nader bij, of zelfs op de magnetische noordpool bevinden.

3^o Sterke elektrische ontladingen gaan gewoonlijk vergezeld van eenig gedruisch, hetwelk bij het onweder tot donder is aangegroeid. Daar nu volgens Dr. W. de noord- en zuidpool-ontladingen nog veel krachtiger (ofschoon minder plotseling?) zouden moeten zijn, mocht men hierbij een nog heviger geluid verwachten. Toch bespeurt men bij het noorderlicht niets dan — verheven stilzwijgen. (Dit feit schijnt niet voor tegenspraak vatbaar, immers tegenover de beweringen van BREWSTER, GMELIN en eenige anderen, staan de bepaalde ontkenningen van VON WRANGEL, PATRIN, ANJOU, HOOD en FRANKLIN, die, wanneer men alle omstandigheden in aanmerking neemt, meer gewicht in de schaal leggen, dan de eerstgenoemden.)

4^o Indien de magnetische pool inderdaad het centrum van uitstrooming ware, zoude men aldaar en verder noordwaarts het lichtverschijnsel gedeeltelijk en geheel in het zuiden moeten zien, en zou dat uitstroomingspunt zich voor plaatsen nabij genoemde pool boven den horizon moeten bevinden. Nu hebben vele reizigers zich op Melville Eiland zoowel als op Boöthia Felix bevonden, doch altijd zagen zij, meent Dr. W., het noorderlicht zoodanig, dat het punt van oorsprong beneden den horizon lag, en wel aan de noordzijde. (Wat de laatste bewering betreft, deze althans is overdreven en onjuist, immers het gaat niet aan om eenvoudig de berichten te ontkennen van waarnemers als kapitein PARRY, ROBERTSON, MAUPERTUIS, GRISCHOW, CRAMER en anderen, die allen noorderlichten waarnamen, waarvan de lichtboog, of althans de zetel, in het zuiden lag, terwijl deze waarnemers zich in het koudere deel van het noordelijk halfronde bevonden.)

De voornaamste bedenking, die Dr. W. inbrengt tegen den magnetischen oorsprong van het noorderlicht, bestaat in de opmerking, dat men in deze zaak eenigszins eene oude sleur is gevolgd, door eerst eene oorzaak (het magnetisme) te stellen, om dan daaruit met eene zekere vooringenomenheid tot elken prijs het verschijnsel te willen afleiden. Tot één oorzakelijk verband tusschen noorderlicht en bewegingen der magneetnaald besloot men, meent de schrijver, alleen op grond der gelijktijdigheid, zoodat men even goed een zoodanig verband had kunnen aannemen tusschen de genoemde verschijnselen, en

de schokken bijvoorbeeld, die eens gedurende een noorderlicht in Griekenland werden gevoeld. Het laatste is blijkbaar te ver gedreven, want bij het overgroot aantal voorhandene waarnemingen valt het moeilijk, om een zeker verband te ontkennen tusschen het noorderlicht en de onrustige schommelingen der magneetnaald. Dit behoeft echter daarom volstrekt geen oorzakelijk verband te zijn, daar immers beide verschijnselen eene gemeenschappelijke oorzaak kunnen hebben, bijvoorbeeld in den toestand van den dampkring, of den invloed van dezen toestand op dien der aarde. Naar onze meening is het aardmagnetisme zelf, en zijn zijne oorzaken en wetten nog veel te weinig bekend, dan dat dit magnetisme zonder meer eenvoudig als eene oorzaak van andere verschijnselen kan worden voorgesteld, en mag men niet meenen, door zoodanige benaming iets gevorderd te zijn in de verklaring van een verschijnsel als het noorderlicht. Bovendien, is hetgeen men doet wel eene eigenlijke verklaring? Men gaat uit van een dikwijls voorkomend samentreffen van twee werkingen, en verder van eene analogie met een derde verschijnsel. Men vindt namelijk gelijkenis tusschen de schommelingen der magneetnaald bij vele noorderlichten, en de onrustige afwisselingen der lading van een elektrometer tijdens een onweder, en noemt nu (VON HUMBOLDT, *Kosmos* I) het noorderlicht een "magnetisch onweder." Maar, mag men antwoorden, — wij kennen van elders geen "magnetisch onweder," dat is wij hebben geene voorbeelden van ladingen met magnetisme, die zich in of dóór de lucht door vrije overstrooming zouden ontladen, gelijk zulks met de elektriciteit het geval is.

De andere overeenkomst tusschen noorderlicht en aardmagnetisme is eene overeenkomst van richting, namelijk het samenvallen van vele noorderlichten met de richting van het magnetische noorden, en van sommige "kroonen" met het magnetische zenith, enz. Bij een oorzakelijk verband zou echter die overeenkomst veel meer standvastig moeten zijn, en voor zoover zij bestaat, zal zij wellicht even goed kunnen verklaard worden door omstandigheden daarbuiten liggende; terwijl, al moest die overeenkomst voorloopig onverklaard blijven, zulks geene reden kon zijn, om de grootere bezwaren tegen de magnetische theorie over het hoofd te zien.

Van deze bezwaren, en die tegen de elektrische en elektromagnetische theorien zijn de door Dr W. opgenoemde meerendeels niet ongegrond. Als de gewichtigste beschouwen wij echter de hierboven reeds

gemaakte bedenkingen, namelijk die van de afwezigheid der elektrische werkingen bij het noorderlicht, en van het ontbreken van directe lichtverschijnselen, *enkel ten gevolge van het magnetisme.*

Welke is dan nu de verklaring, die door Dr. WOLFERT voorgeslagen wordt? In de plaats der bovenbesprokene hypothesen stelt hij eene geheel andere, en wel eene optische theorie. Hij begint met het verschijnsel te vergelijken bij het maanlicht; en noemt het even als dit, teruggekaatst zonlicht, doch in dit geval weerkaatst door de aarde zelf en haar dampkring, namelijk door de ijsmassaas der poolstreken en het tusschen deze en de plaats van waarneming gelegene deel van de atmosfeer. Hij vergelijkt daarom ook het noorderlicht met het bekende zodiakaal-licht, dat volgens zijne meening ook in niets anders bestaat, dan in een op overeenkomstige wijze gevormd diffuus beeld der zon. (Hier is alzoo een soort van omgekeerde overeenkomst met de oudere noorderlichts-theorie van DE MAIRAN, die de oorzaak zocht in de atmosfeer der zon, aan welke ook door velen het zodiakaal-licht werd toegeschreven.) De ijsmassaas, waardoor het directe zonlicht in schuine richting werd teruggekaatst naar de bewolkte luchtlagen, als naar een hollen spiegel, zouden zich voor de door ons geziene noorderlichten moeten bevinden in de omstreken van Melville Eiland en Barrow's straat.

De genoemde schrijver tracht zijne theorie te gronden op eenige wetten van de terugkaatsing des lichts, en wel voornamelijk op deze drie: 1^o liggen de invallende en de teruggekaatste straal, die steeds gelijke hoeken maken met de loodlijn op het spiegelende oppervlak, altijd in een zelfde plat vlak. Hieruit volgt, dat slechts dan de zonnestralen in groote hoeveelheid door de ijsvlakte en vervolgens door den dampkring naar eene bepaalde richting kunnen teruggekaatst worden, als deze richting en de zon zich bevinden in een vlak, dat loodrecht staat op de ijsvlakte. Hieruit zou dan, in verband met de bedoelde theorie, terstond blijken, dat wij de noorderlichten steeds moeten zien in de richting, waar zich de zon alsdan beneden den noordelijken horizon bevindt. 2^o Men weet dat de intensiteit van het (diffuus) teruggeworpen licht met de oneffenheid der terugkaatsende oppervlakte aangroeit. Dit zou de groote sterkte van het noorderlicht verklaren, in verband met de oneffenheid der ijsvlakte. 3^o Evenzoo neemt de hoeveelheid teruggekaatst licht toe met den invalshoek. Bij de zeer schuine richting der opvallende zonnestra-

len, zou ook deze wet eene reden geven van de aanmerkelijke lichtsterkte.

Naar deze theorie zouden wij in het noorderlicht; en speciaal in den helderen lichtboog, niets anders zien, dan een zeker diffuus en uitgespreid beeld der zon, verkregen door dubbele terugkaatsing, eerst door de ijsvlakte, als deel van een bollen, en daarna door de atmosfeer als hollen spiegel. De hooger stijgende meer roode stralen zouden afkomstig zijn van het meest schuin teruggekaatste zonlicht, terwijl het allerhoogste gedeelte van het verschijnsel zou veroorzaakt worden door de slechts éénmaal in de lucht weerkaatste zonnestralen, die juist langs de vaste aarde strijken, zonder haar te treffen. De veranderlijkheid en korte duur van het verschijnsel zouden, behalve door veranderingen in de terugkaatsende oppervlakten zelf, worden veroorzaakt door de aswenteling der aarde, tengevolge waarvan het noorderlicht moet ophouden, zoodra de ijsvlakte zich niet meer nagenoeg loodrecht onder de lijn bevindt, die van den waarnemer naar de zon wordt gedacht.

Uit deze verklaring volgt dan: 1^o Dat het noorderlicht steeds moet gezien worden in de richting, waar zich de zon bevindt; 2^o dat het noorderlicht zich van west naar oost moet voortbewegen, of wel althans aan den westkant het eerst verdwijnen; 3^o dat men in Noord-Amerika weinig of geene noorderlichten moet zien, dewijl zich in Kamtschatka en Noordelijk Siberië geene genoegzame ijsmassaas bevinden, en 4^o dat wij bij ons des morgens geene noorderlichten kunnen zien, omdat evenzoo het vereischte ijs ontbreekt in het noordwesten van Noord-Amerika, dat zich na middernacht tusschen ons en de zon bevindt. Hoewel de laatste gevolgtrekking geheel of ten deele overeenkomt met de werkelijkheid, zijn toch met deze de eerste drie besluiten ten eenenmale in strijd, wanneer men namelijk niet zeer enkele, maar al de bekende waarnemingen raadpleegt, en niet slechts op de in onze streken voorkomende, maar ook op elders geziene verschijnselen let. Wordt dientengevolge deze theorie vrij onwaarschijnlijk, wij wenschen hieronder te doen zien, dat zulks niet in zich sluit de verwerping in het algemeen van eene optische theorie, zij het dan ook niet juist in den vorm door Dr. W. voorgesteld.

Op elke zoodanige optische theorie intusschen, die, hoewel gewijzigd en in de bijzonderheden afwijkende van de bovenvermelde, toch de zonnestralen als oorzaak aanneemt, en deze in de eerste plaats

doet terugkaatsen door het poolijs, blijven van toepassing een paar opmerkingen, die onze schrijver maakt aan het slot van zijn opstel. De eene betreft het in de laatste jaren vrij wel uitgemaakte verband tusschen de veelvuldigheid der noorderlichten, en het periodiek veranderende aantal der zonnevlekken. Terecht wordt opgemerkt, dat eene theorie als de bovenbedoelde zeer goed strookt met het genoemde verband; immers gaat met vermeerdering der zonnevlekken in het algemeen afneming der warmte op aarde en daardoor vermeerdering van het poolijs gepaard, en dit strekt wederom tot vermeerdering der noorderlichten. Eene andere opmerking geldt de zeldzaamheid, en de meer melkwitte kleur der zomer-noorderlichten. Daar 's zomers de zon in den nacht minder diep onder den horizon staat, zou alsdan tot voortbrenging van een gelijk effect, namelijk een noorderlicht, het weerkaatsende ijs zich meer noordelijk moeten bevinden, zoodat de grootere zeldzaamheid, en het gewijzigde voorkomen der noorderlichten in dat jaargetijde de aanduiding zou zijn van eene opene poolzee. Daar echter de bedoelde theorie toch de mogelijkheid eischt van zomer-noorderlicht, beroept de schrijver zich op waargenomene voorbeelden daarvan, en in een afzonderlijk naschrift noemt hij er enkele die in den laatsten zomer gezien zijn. De tegenwerping, dat men volgens zijne verklaring ook soms noorder- en zuiderlicht tegelijk zou moeten zien, beantwoordt hij met de opmerking, dat zulks slechts tijdens de nachteveningen, en alleen onder den aequator zou kunnen plaats hebben, alwaar echter daartoe, blijkens de ervaring, de afstand van de polen te groot is.

De theorie van Dr. W., zooals zij tot dusver in het bovenstaande is weergegeven, is intusschen niets minder dan nieuw; integendeel is zij ouder dan de elektrische en magnetische theoriën en derhalve, indien men de verbrandings-theorien uitzondert, zelfs de oudste van allen. Want de verklaring door middel van zonlicht, poolijs en dampkringslucht is juist dezelfde, die reeds is voorgesteld door DESCARTES, BURMANN, SPIDBERG en anderen, en tot welke later ook kapitein ROSS wederom is teruggekomen. Wij hebben echter de theorie van Dr. W. nog niet in haar geheel teruggegeven, daar ons nog juist de vermelding rest van datgene, wat in die verklaring als geheel nieuw moet worden beschouwd. Dit is namelijk de onderstelling, niet slechts van eene bloote terugkaatsing door het poolijs, maar tevens van eene daarmede gepaard gaande breking en prismatische kleurenverspreiding. Daardoor zou steeds het verschijnsel de kleuren van het zonnenspectrum

vertoonen, en wel in zoodanige volgorde, dat men van boven af had: rood, oranje, geel, groen, blauw; terwijl de lichtboog naar beneden in staalblauw zou overgaan, en het "donker segment" eigenlijk violet en ultraviolet zou zijn. De ietwat vreemde en raadselachtige beschrijving der wijze, waarop deze breking plaats zoude hebben, laten wij voor rekening van den schrijver, evenals bv. zijne voorstelling van den invloed der aard-afplatting, en van de wijze, waarop de wolklagen des dampkrings als holle spiegel zouden werken. Intusschen hebben wij moeite om ons een begrip te vormen der mogelijkheid van het tot stand komen eener zoodanige breking. Doch er is meer. Volgens de bovenvermelde theorie zou in den dampkring de terugkaatsing slechts éénmaal plaats hebben. Dit nu is wegens de te geringe hoogte der atmosfeer, en den grooten afstand, waarop de noorderlichten gezien worden, bepaald onmogelijk. En bij meermalige herhaling alzoo der onregelmatige weërkaatsing, zou bezwaarlijk het beeld bijeen en be waard kunnen blijven. Bovendien worden de groene en blauwe kleuren slechts zelden waargenomen, terwijl het staalblauw en violet nergens anders, dan in de fantasie schijnen te bestaan.

De enkele malen, dat men blauw en groen heeft gezien, zijn ze wellicht te verklaren als *subjectieve* kleuren, (tengevolge van 't contrast met het levendige rood en rood-oranje), — of misschien door plaatselijke en gedeeltelijke breking van het licht in de ijsnaaldjes der wolken. De beschouwing van het noorderlicht als een zonnenspectrum komt ons derhalve als meer avontuurlijk dan gegrond voor.

Wanneer wij daarom ons thans wederom bepalen tot de eerst voorgestelde terugkaatsings-theorie zonder meer, dan moeten wij herinneren aan de zoo even gemaakte opmerking, dat die theorie onbestaanbaar is, zoolang zij de terugkaatsing in den dampkring slechts eenmaal laat geschieden. Toch schijnt ons eene zoodanige optische theorie niet onmogelijk of geheel verwerpelijk, indien men de weërkaatsing slechts meermalen herhaald zich denkt, en wel door de verschillende, op sommige tijden werkelijk aanwezige wolkenlagen. Daar alsdan de eindelijke terugkaatsing veel minder rechtstreeksch is, vervalt dan ook de noodzakelijkheid der boven (blz. 104) opgenoemde gevolgtrekkingen, die door de ervaring geenszins bevestigd worden.

Meer dan aan het poolijs, zouden wij alzoo de hoofdrol bij de terugkaatsing liever willen toekennen aan de wolken in het gedeelte van den dampkring, dat tusschen de langs het aardoppervlak strijkende

zonnestralen en den waarnemer gelegen is, en wel bepaaldelijk aan de door HOWARD alzoo genoemde vederwolken (*cirri*), en de zoogenaamde laag-vederwolken (*cirro-stratus*), die naar veler meening hoogst waarschijnlijk slechts uit fijne ijsnaaldjes bestaan. Deze ijsnaaldjes, ook bijzonder in den dampkring der poolzee veel aanwezig, hebben een sterk terugkaatsend vermogen, en zijn daarom ook reeds vroeger als de oorzaak der terugkaatsing beschouwd, en door HÜPSCH, TRIEWALD, DOBBI en SAVIOLI voorgeslagen tot wijziging der optische theorie van DESCARTES en de overigen. Men had alstoen tegen deze verklaring zoo goed als géén ander bezwaar, dan dat der onwaarschijnlijkheid van op zoo groote hoogten aanwezige ijsdeeltjes.

Thans echter is het door de onderzoekingen van KÄMTZ en anderen vrij zeker, dat juist de laagsgewijze zwevende vederwolken eene zeer groote hoogte (tot 6 à 8000 meters) bereiken, en nimmer laag drijven. Indien men nu bedenkt, dat des nachts het zonlicht rakende langs de aarde strijkt boven plaatsen, die hoogstens ruim 20° aan de andere zijde der pool, en dus hoogstens 60° beneden onzen noorder-horizon, doch in den tijd der talrijkste noorderlichten gemiddeld slechts 40° daar-onder liggen, — dan blijkt, en is het ook erkend, dat er bij meermalige zeer schuine op- en neerwaartsche weërkaatsing van laag tot laag, geen bezwaar bestaat of het licht zal ons kunnen bereiken, en ook met behoud dier sterkte, welke het noorderlicht onder gunstige omstandigheden somtijds vertoont.

De laag-vederwolken zijn gelijk men weet door terugkaatsing evenzeer de oorzaak van het avondrood, welks purperen tint men schijnt toe te schrijven aan de eigenschap van de ijsnaaldjes dezer wolken, om de roode stralen het meest terug te kaatsen, en waarin men zoo algemeen de overeenkomst met het noorderlicht heeft opgemerkt. Dit laatste zou alzoo van het avond- en morgenrood slechts verschillen in den tijd der verschijning, en door het veelvoudige der ondervondene weërkaatsingen; het zou de voortzetting zijn van het avond-, of wel de voorlooper van het morgenrood, en gelijk meer is geschied, ten slotte den naam rechtvaardigen, door GASSENDI het eerst aan het verschijnsel gegeven: dien van *aurora borealis*.

Wat nu den helderlichten boog betreft, deze vertoont door gedaante, en eenigszins door kleur, zekere afwijking, en wordt wellicht ten deele veroorzaakt door zeker perspectivisch effect, misschien ook door zulke stralen, welke eerst schuin opvallende op de aarde, in de eerste plaats

door ijsmassaas zijn weerkaatst geworden; — misschien is het waarschijnlijkste, dat deze boog wordt verwekt door die stralen, welke na afgelegden weg en meermalige terugkaatsing eindelijk het laatst door de onderste lagen der *cirrostratus* ons toegezonden worden. Het dikwijls voorkomen van meerdere concentrische lichte bogen pleit alsdan ook voor de laagsgewijze ligging der wolkmassaas bij 't weerkaatsen van het noorderlicht.

Het “donkere segment” schijnt ons toe, niets dan eene onverlichte plek te zijn, veroorzaakt door het op eenige mijlen afstands plaatselijk ontbreken van vederwolken en lagen, zoodat kort boven den horizon de hemel onbezet is, en aldaar de lichtstralen wel doorgaan naar de meer nabij gelegene wolkenlagen, doch niet worden teruggekaatst. In allen gevalle vertoont het segment analogie met een meermalen ook beneden het avondrood waargenomen “donker segment”; misschien ook is het juist, dat dit laatste, en, ten gevolge van verdere terugkaatsing en perspectief, ook het noorderlicht-segment, zijn te beschouwen als eene schaduw, door de aarde op haar dampkring geworpen.

De “kroon” blijft nog het moeilijkst te verklaren; wellicht is zij een perspectivisch verschijnsel, wellicht ook te vergelijken met werkingen als de raadselachtige *fata morgana*.

Bij den langen weg, dien de lichtstralen afleggen door den dampkring (waarbij, even als bij het voorafgaande, ook op de breking is te letten), bij het aanmerkelijke deel des dampkrings, dat doorloopen wordt, en de veranderlijkheid van den toestand der atmosfeer, en bij de steeds voortgaande aswenteling der aarde, kan het niet verwonderen, dat het noorderlicht gewoonlijk zoo kort duurt, en gedurende dien tijd nog zoo vele en snelle afwisselingen en bewegingen vertoont. Door de geheele afhankelijkheid des verschijnsels van den toestand der verschillende dampkrings-streken, door welke de lichtstralen passeeren, verklaart men gemakkelijk die afwisselingen, zoowel als de betrekkelijke zeldzaamheid van het noorderlicht. Dezelfde oorzaken, die het morgenrood veel zeldzamer maken dan het avondrood, zijn voorts ook de aanleiding tot het veel zeldzamer voorkomen van het noorderlicht in de uren na middernacht.

Waarschijnlijk bestaan deze oorzaken voornamelijk daarin, dat, ten gevolge der nachtelijke afkoeling, de laag- en vederwolken eenige uren na zons-ondergang zich oplossen en in andere vormen overgaan, doordien de ijsnaaldjes als sneeuw nederdalen, om meestal in eene lagere

luchtstreek weer te smelten, en zich tot die wolkenmassaas op te lossen, die men *cumulus* of *cirro-cumulus* noemt. Zoodra echter de ijsnaaldjes afwezig zijn, schijnt de voorwaarde tot het noorderlicht te ontbreken, daar het licht niet meer wordt weerkaatst, zoodat alsdan het diffuse beeld der zon — gelijk dr. WOLFERT zich uitdrukt — “auf dem unermesslichen Aether liegt.” Eindelijk, noorderlichten bij dag zijn bij onze verklaring onmogelijk; de zeer zeldzame berichten daaromtrent zijn dan ook genoegzaam onzeker en betwist, om daarvan geene verdere nota te nemen.

De richtingen, waarin noorderlichten gezien worden, zullen telkens vooral afhangen van de gesteldheid des uitspanzels, en dus op verschillende tijden niet geheel dezelfde zijn; wel kan echter tengevolge van plaatselijke gesteldheden en van den invloed der ligging, over het algemeen eene bepaalde richting de heerschende zijn voor eenige plaats. Valt inderdaad voor verscheidene plaatsen die hoofdrichting ongeveer samen met het magnetische noorden, dan kan zulks nog een gevolg daarvan zijn, dat door plaatselijke invloeden de gunstige gesteldheid des dampkrings bij voorkeur invalt op het uur, als de zon ongeveer in de richting des magneetpools beneden den horizon staat. Of wel, die omstandigheid zou een gevolg kunnen zijn van plaatselijke gesteldheden in den dampkring der poolstreek.

Het voorgaande is eene proef, om door de terugkaatsing der zonnestralen het noorderlicht inderdaad te verklaren, d. i. het tot andere meer eenvoudige verschijnsels terug te brengen, en het eene bepaalde plaats aan te wijzen onmiddellijk naast andere lichtverschijnselen, zoo als het avond- en morgenrood. Bij de moeilijkheid om het noorderlicht te verklaren door, ja zelfs maar toe te schrijven aan elektriciteit of magnetisme, meenden wij, dat het zijn nut kon hebben, de mogelijkheid te betoogen dezer optische theorie. Het is waar, de geheimzinnigheid en wonderbaarlijkheid zouden bij deze verklaring minder groot zijn, dan bij het “magnetische onweder”, doch wij gelooven, dat de hier voorgestelde theorie de eenvoudige schoonheid van verschijnsel en oorzaak eer verhoogt dan vermindert, en onze waarheidsliefde meer dan de anderen bevredigt.

Zonder intusschen deze verklaring als de eenige mogelijke te willen

voorstellen, vergenoegen wij ons korthedshalve met de opnoeming van nog eenige opmerkingen en feiten, die, behalve het reeds aangevoerde, kunnen dienen tot bestrijding der elektrische of magnetische, en tot steun der optische theorie:

1^o Wellicht is de onderstelling niet te gewaagd, dat vele der berichten, die op een verband met het magnetisme wijzen, zoo als die omtrent de richting vanwaar het verschijnsel uitging, enz., eenigszins overdreven zijn, en uitgelokt door zekere vooringenomenheid met de magnetische theorie. A. VON HUMBOLDT, de groote voorstander der laatstgenoemde theorie, merkt in zijn *Kosmos* tegen de elektrische theorie op, dat de noorderlichten stilzwijgender geworden zijn, sedert men nauwkeuriger weet waar te nemen en te bespieden; dat het geloof aan een knetterend gedruisch ontstond door voorliefde voor de elektrische verklaring, waardoor men hoorde hetgeen men wenschte te hooren; maar dat nieuwe proeven met de gevoeligste elektrometers slechts ontkennende uitkomsten opgeleverd hebben, enz. Misschien maken sommige der waarnemingen, later door voorstanders van de magnetische theorie gedaan, op hare beurt evenzeer aanspraak op dergelijke zeer juiste opmerkingen.

2^o De berichten omtrent de richting van het verschijnsel, en het bestaan en den aard der werking op de magneetnaald, zijn dikwijls weersproken (door BREWSTER, SCORESBY, en anderen), en wijzen op zeer vele uitzonderingen. Deze nu zouden veel minder of geene zijn, bij eene bepaald magnetische oorzaak; daarentegen beantwoordt geene theorie beter aan de menigvuldige afwijkingen en toevalligheden en aan het plotselinge, onverwachte en wisselvallige van het verschijnsel, dan eene zoodanige als onze optische theorie, afhankelijk van meteorologische toestanden.

3^o Men heeft tot zelfs de "kleuren" van het noorderlicht willen vergelijken met de gekleurde elektrische vonk (HUMBOLDT, *Kosmos* I); thans echter weet men sedert WHEATSTONE, KIRCHHOFF en anderen, dat de kleuren dezer vonk afhangen van metaaldeeltjes, aanwezig aan de polen, tusschen welke zij overspringt; kan men nu nog die vergelijking vasthouden?

4^o Het "groen" in het noorderlicht, is door sommigen (VIETH, PLEISCHL, MUNCKE) ook bij het avondrood opgemerkt. Wat den helderlichten boog bij het noorderlicht betreft, zeer dikwijls is ook het avondrood lager witachtig, en hooger rood.

5° Dat het noorderlicht van den dampkring moet afhangen, wordt onder anderen daardoor bewezen, dat het dikwijls een geruimen tijd op dezelfde plaats ten opzichte van den horizon blijft staan, en derhalve aan de draaiende beweging der aarde deelneemt.

6° Men vindt geene enkele nauwkeurige vermelding of beschrijving van een noorderlicht, waaruit niet duidelijk de beslissende invloed zichtbaar is, dien de wolken en de dampkrings-toestand uitoefenen, op het ontstaan, voorkomen en verdwijnen van het verschijnsel. Gedurig vindt men of de *cirrus*-wolken vermeld, drijvende in roode verlichting, of de *cirro-stratus*, die men als banken aan den horizon ziet, en die hooger geplaatst, het licht of naar beneden weerkaatsen, of het doorlaten gelijk een gazen sluier. Indien voorts de hemel betreft, eindigt gewoonlijk het verschijnsel. De zichtbare, langzaam voortgaande beweging van het noorderlicht kan een gevolg zijn der werking op de wolkenlagen van (vrij regelmatig noordelijke?) winden in hogere deelen des dampkrings. Hiermede stemmen ook overeen de talrijke voorbeelden van noorderlichten, die niet overal gelijktijdig gezien zijn. De *cirro-stratus*-wolken, die men weet, dat in lagen op soms groote, maar niet standvastige hoogte, in zeer groote, meest horizontale uitgebreidheid voorkomen, worden als standvastige begeleiders van het noorderlicht o. a. genoemd door RICHARDSON, LOTTIN en MÜNCKE. Zij doen zich voor als bedekking van den hemel met een melkwit gaas, of wel als nabij den horizon samenloopende streepen, die hooger evenwijdig zijn, en van noord naar zuid of nagenoeg loodrecht op die richting loopen. Gedurende en na het noorderlicht ziet men tevens dikwijls eenige (nog hooger staande) vederwolkjes nabij 't toppunt (zouden dezen wellicht het verschijnsel der "kroon" bewerken?).

7° De samenhang van het noorderlicht met de *cirrus*-wolkensoorten wordt ook uitdrukkelijk erkend door VON HUMBOLDT, die de laatstgenoemden echter als gevolg, en niet als oorzaak beschouwt, tengevolge zijner "magnetische theorie". Hij zegt, dat de wolken zich dikwijls reeds bij dag op de eigenaardige wijze der noorderlichts-stralenshilkten, en ook dan reeds op de magneetnaald werkten, terwijl men ook vaak des morgens na een groot noorderlicht in de wolkenstrepen dezelfde gedaante zag, die des nachts lichtbogen waren geweest. v. H. zag dit verschijnsel der wolkenstrepen bij dag zowel in de Andes-keten, als in noordelijk Azie, en beschouwt het als eene

algemeene, wijdverbreide natuurwerking. Verder bevestigt hij de onafhankelijkheid des noorderlichts van plaatselijke invloeden, zoodat bijvoorbeeld von WRANGEL den glans verminderen zag, zoodra hij bij Nischne-Kolymsk zich van het zeestrand verwijderde, — terwijl v. H. tevens de meening der waarnemers vermeldt, dat de lichtende stralen door den wind bewogen worden.

8^o Met het door zeer velen aangenomen bestaan der veder- en laag-vederwolken uit ijsnaaldjes, en het voorkomen dezer wolken bij noorderlicht, stemt ook overeen het dikwijls vallen van fijne sneeuw alsdan, zelfs als somtijds de hemel helder schijnt te zijn. (Noorderlicht van 26 Nov. 1820 te Fort Enterprise.) Uit gelijktijdige barometer- en thermometerwaarnemingen is voorts door JOSLIN bewezen, dat gedurende het noorderlicht groote hoeveelheden eener soort van damp in de lucht voorhanden zijn, welke uit kleine ijsnaaldjes bestaat.

9^o Door dezelfde oorzaak, namelijk den toestand der wolken, waardoor het morgenrood nauw met het weder te samenhangt, bestaat er volgens de berichten van vele waarnemers, evenzoo een verband tusschen het noorderlicht en de opvolgende weersgesteldheid. Gewoonlijk schijnt kort op het verschijnsel storm en onweder te volgen; dat ook bijv. de Schotsche zeelieden algemeen deze meening hebben, wordt o. a. verhaald en bevestigd door de dezer dagen overledene begaafde Lady SOMMERVILLE.

10^o Beslist en bekend is de wijzigende invloed, dien het weer, en bepaaldelijk de koude, uitoefent op de magneetnaald, of, beter wellicht, op het aardmagnetisme. Zouden diensvolgens ook en de schommelingen der naald tijdens een noorderlicht, en de verschijning van dit laatste, naast elkaar staande gevolgen kunnen zijn van dezelfde oorzaak: de toestand en veranderingen der temperatuur? (Verg. ook 7^o)

11^o Andere optische luchtverschijnselen, als bijzonnen en kringen om zon en maan, worden evenzoo aan dezelfde laag-vederwolken (maar nu in loodrechten stand geplaatst,) toegeschreven.

12^o Ook door de nieuwste en hedendaagsche waarnemers zijn een aantal feiten geconstateerd, die zich met de boven beproefde verklaring vrij goed laten rijmen. Zoo hebben CHAPELAS en FABINI in 1869 en 1870 werkelijke draaiing van 't westen naar 't oosten bij het noorderlicht waargenomen. De eerstgenoemde merkt op, dat groote veranderingen in de atmosfeer steeds het verschijnsel begeleiden. SILBERMANN nam onder en na noorderlichten groote koude, met regen en vallende ijsnaaldjes

waar. Deze laatste spelen ook volgens hem bij het verschijnsel eene zoo groote rol, dat ook hij eene eigene noorderlichts-theorie daarop gebouwd heeft. De werkelijk bestaande (ook door GUIDO, SECCHI, e. a. waargenomen) magnetische storingen kunnen het gevolg zijn van variatiën in het aardmagnetisme, en deze weder van elektrische veranderingen in de atmosfeer, die de andere meteorologische werkingen tijdens het noorderlicht vergezellen. Hiermede stemmen de waarnemingen overeen van gelijktijdige stroomingen in de telegraafdraden, o. a. in 1870, — zoowel als de elektrische aardstroomingen, tijdens groote magnetische storingen door AIRY opgemerkt.

13^o Eindelijk: wanneer men, zeer zelden, tegen den vroegen morgen noorderlichten waarnam, heeft men zeer dikwijls opgemerkt, dat het verschijnsel als ongevoelig in ochtendrood en schemering overging.

Ten slotte herinneren wij, dat ons hoofddoel was het aantoonen der mogelijkheid eener andere oplossing, dan door magnetisme. Tot de beslissing, en het vinden der definitieve verklaring, zal niet alleen veel bijdragen de spectraal-analyse, die thans ook op het noorderlicht wordt toegepast, maar kan bovendien niets meer gewenscht zijn, dan eene zorgvuldige waarneming van elk voorkomend noorderlicht, waarbij vooral op die punten dient gelet te worden, van welker beslissing voor de verschillende theorien het meeste afhangt. Opstijgingen per luchtballon tijdens het noorderlicht, zoo mogelijk tot de hoogte der wolken, zouden wellicht in het bijzonder belangrijk zijn ook voor de theorie, hierboven als proef ontwikkeld.
