

LICHTVERSCIJNSELS IN DEN DAMPKRING.

DOOR

Dr. H. EKAMA.

DE HALO.

Het verschijnsel, dat zich in den dampkring vertoont en bekend is onder den naam van *halo*, afkomstig van het Grieksche woord *αλος*, behoort zeker tot de prachtigste natuurverschijnselen; niet alleen wat betreft zijn kleurenrijkdom, maar ook wegens zijne regelmatigheid. Reeds spoedig was dan ook de aandacht er op gevestigd, en vele geleerden, zooals HUYGENS, MARIOTTE, VENTURI e. a. hebben getracht van den halo een verklaring te geven. De vormen, waaronder hij zich vertoont, zijn zeer verschillend; men ziet kringen, in wier middelpunt de zon of de maan geplaatst is; heldere plekken, op gelijke hoogten boven den horizon als het hemellichaam, bijzonnen genoemd; kringen, door de zon of de maan gaande of ook kringen, die het zenith tot middelpunt hebben, terwijl zich somtijds nog bijzondere kromme lijnen vertoonen. Al deze verschijnselen ontstaan door breking of door terugkaatsing der lichtstralen op de vlakken der ijskristalletjes, die in de atmosfeer zweven.

De halo is niet zoo zeldzaam, als men oppervlakkig meenen zou. In de poolstreken is hij een zeer gewoon verschijnsel, doch hij komt ook in onze streken, wanneer men de weinig ontwikkelde meerekent, nog wel 50 à 60 maal per jaar voor. De zwakkeren ontsnappen dikwijls aan den waarnemer, tenzij hij, zooals ik bij de kransen besprak, een donker gekleurd glas voor het oog plaatst.

De halo vormt zich in de cirri-wolken, die, zooals bekend is, uit ijsnaaldjes bestaan. In de poolstreken ziet men bij helder weder tal van ijsnaaldjes in het zonlicht glinsteren. Meestal, wanneer de halo zich vertoont, zijn deze ijsnaaldjes zichtbaar, doch niet altijd als men deze laatste ziet, bemerkt men ook een halo.

Aangezien de halo's zich in de cirri vertoonen, zoo volgt hieruit, hoe het mogelijk is, dat deze verschijnselen als voorboden van het te verwachten weder kunnen aangezien worden. Reeds de ouden zeiden, dat storm en regen op het verschijnen van den halo volgden en later is dit bijna eenstemmig door de meteorologen van Europa herhaald. Ja, de Noordsche visschers gaan zelfs zoover van te beweren, dat wanneer de kring niet geheel volledig is, de wind komen zal van den kant, waar de opening zich bevindt. De halo's waren echter voor de Nederlandsche expeditie in de Kara-zee in 1882—83 eer goede dan kwade voortekenen.

Evenals alle verschijnselen, welke in de atmosfeer plaats grijpen, zijn ook de halo's onderhevig aan perioden; doch daar men bij het bepalen dier perioden met tal van moeielijkheden te kampen heeft, is hiervan weinig met nauwkeurigheid bekend.

Men heeft reeds een groote menigte van waarnemingen omtrent dit verschijnsel verzameld, doch deze zijn over het algemeen zeer gebrekkig. Meestal ontbreken de metingen geheel, dikwijls ook de opgaven van het uur van waarneming, zoodat men niet eens de zons-hoogte, welke bij deze verschijnselen zulk een groote rol speelt, kan bepalen. Zijn er teekeningen van gemaakt, dan vindt men daar menigmaal lijnen verder op door getrokken dan in de werkelijkheid het geval is, zoodat het bezwaarlijk is, de waarheid er uit op te maken. Zoo is het mij voorgekomen, dat iemand voor zijn journaal tegelijkertijd denzelfden halo waarnam als ik; en hoewel uit zijn teekening zou schijnen, dat de hemel gevuld was met kringen, waren er toch zelfs bij het nauwkeurigst onderzoek met donkere glazen niets dan stukken van enkele der meest voorkomende deelen van den halo te bespeuren.

Bij de waarnemingen, die vroeger omtrent deze verschijnselen vericht zijn, komt bovendien nog dit bezwaar voor, dat de waarnemers onder dezelfde namen verschillende verschijnsels beschrijven.

Volgens het oordeel van NORDENSKJÖLD¹ is het beeld, dat men ge-

¹ *Vega expedition*, p. 472.

woonlijk van den halo geeft, en waarin deze als eene verzameling van regelmatigte kringen wordt opgegeven, niet juist, maar is de halo een zeer ingewikkeld lijnenstel, dat over den geheelen hemel is verspreid, aan de zijde van de zon meestal gekleurd en aan de tegenovergestelde zijde ongekleurd is. Zekerlijk zijn de teekeningen, die men in de leerboeken vindt bezijden de waarheid; maar het valt niet te ontkennen, dat aan alle halo's een bepaalde vorm ten grondslag ligt, waaraan door bijzondere omstandigheden buitengewone bogen zijn toegevoegd.

De grondvorm bestaat uit de volgende deelen:

- 1^e een ring om de zon met een straal van 22° ;
- 2^e een ring om de zon met een straal van 46° ;
- 3^e bijzonnen, buiten den eersten ring geplaatst;
- 4^e bijzonnen, buiten den tweeden ring geplaatst;
- 5^e een gebogen lijn, rakende aan den eersten cirkel om de zon;
- 6^e een deel van een kring om het zenith;
- 7^e een ongekleurde lijn, op gelijke hoogte als de zon, langs den geheelen hemel;
- 8^e de op deze lijn geplaatste valsche zonnen;
- 9^e de tegenzon en
- 10^e de kolom of zuil, onder of boven het hemellichaam.

De zes eerstgenoemde deelen ontstaan door breking en zijn gekleurd, de vier laatstgenoemde door terugkaatsing der lichtstralen op de vlakken der ijsnaaldjes en zijn ongekleurd.

De verschillende deelen komen zelden alle te gelijk voor; de meest uitgebreide verschijnselen, die men tot nog toe heeft waargenomen, zijn, dat op 20 Maart 1629 te Rome, dat op 20 Februari 1661 te Dantzig en dat op 29 (18) Juni 1790 te Petersburg.

Ook komen alle deelen van den grondvorm niet even dikwijls voor en zelfs hangt dit af van het hemellichaam, waarbij zij zich vertoonen. Opmerkelijk is, dat een volledige ring zich in verhouding meer om de maan dan om de zon vertoont, terwijl de bijmanen veel zeldzamer zijn dan de bijzonnen. Dit is evenwel niet zoo sterk als men somtijds meent, daar dikwijls deelen van den kring als bijzonnen beschouwd worden, terwijl een nauwkeuriger waarneming duidelijk den kring doet onderkennen; trouwens is dit laatste bij geringe zonshoogte moeilijk uit te maken. Zeker is het, dat een volledige, met het bloote oog zichtbare kring om de zon zeer zeldzaam is, terwijl de kring om de maan bijna altijd volledig is.

Bij de kransen heb ik al vermeld, dat beide verschijnselen vroeger aan dezelfde oorzaken werden toegeschreven, doch dat de verklaringen onhoudbaar waren. Vele deelen van den halo kon HUYGENS verklaren, hoofdzakelijk die, welke door terugkaatsing ontstaan; het bestaan van de door hem aangenomen ijsdeeltjes was echter hoogst twijfelachtig.

Toen MARIOTTE op het denkbeeld kwam, dat deze ijsdeeltjes kristallen waren met bepaalde hoeken, was de weg gevonden, en na hem hebben FRAUNHOFER, BRANDES, GALLE en BRAVAIS verschillende theoriën opgesteld, die in grondslag met elkander overeenkomen, doch in de verklaring der verschillende lijnen dan weer overeenstemmen, dan weer van elkander afwijken.

BREWSTER heeft het eerst getracht de kringen kunstmatig te verkrijgen; hij zag naar de zon door een glasplaat, die met aluin-kristallen bedekt was. De proef is echter moeielijk te volbrengen, want laat men de aluinoplossing op de glasplaat kristalliseeren, dan plaatsen de kristallen zich in een bepaalden stand ten opzichte van de plaat, zoodat de toevallige plaatsing, die voor het ontstaan van den kring noodzakelijk is, ontbreekt.

Een beter resultaat verkreeg CORNU, wanneer hij met een penseel kristallijne stof van aluin op de plaat wreef; dit poeder verkreeg hij, doordat hij een sterke aluin-oplossing, terwijl zij kristalliseerde, schudde en haar daarna filtreerde. CORNU is er echter later in geslaagd een methode te vinden, waarbij aan de hoofdvoorwaarde voor het ontstaan der ringen, namelijk de willekeurige verspreiding der kristalletjes, voldaan is. In een bakje, dat door evenwijdige glasplaten gesloten was, bracht hij een verzadigde oplossing van aluin en voegde hier eenigen alcohol aan toe. Na eenig schudden begint een langzame vorming van mikroskopische kristallen, die men als de ijsnaaltjes in de lucht ziet glinsteren. Beschouwt men nu een lichtbron door dit bakje, dan ziet men daarom twee kringen, die somtijds zóó duidelijk zijn, dat men ze op een scherm kan opvangen.

De stralen der ringen veranderen evenwel voortdurend, omdat de samenstelling der vloeistof verandert.

Vlak om den lichtbron neemt men een krans waar, wat bewijst, dat, zooals ik bij die verschijnselen meedeelde, de kransen zich ook in cirri-wolken moeten kunnen vormen.

De grondvorm, waarin het ijs kristalliseert, is een zeshoekig prisma, aan beide zijden gesloten door een plat vlak, meestal eindvlak genoemd, in tegenstelling van de zes zijvlakken. Somtijds schijnen aan

het ijskristal nog andere vlakken voor te komen, doch hiervan is weinig bekend. Zal de kristalvorm regelmatig genoeg optreden, dan moet er weinig wind zijn. In de poolstreken komt deze toestand veelvuldig voor; een bewijs daarvoor zijn de schoone sterren, die daar bij elke sneeuwbuï vallen.

Wanneer de prismata in een rustigen dampkring vallen, zullen zij zich zoodanig stellen, dat hunne hoofdassen vertikaal zijn, daar de kristalletjes dan den minsten weerstand bij het vallen ondervinden. Tengevolge van wind zullen zij min of meer van dezen stand afwijken. Zijn echter de hoofdassen zeer kort, zoo is het waarschijnlijk, dat de kristallen zich zoo zullen plaatsen, dat hunne hoofdassen horizontaal zijn.

Zooals bekend is, verandert een lichtstraal bij elken overgang uit een middenstof in een andere van richting. Bij den doorgang van een lichtstraal door een prisma heeft deze verandering tweemaal plaats, eens bij het intreden en eens bij het uittreden. Bij beide overgangen gaat nu evenwel licht verloren, en voor de theorie van den halo is het niet voldoende slechts na te gaan, of op een bepaald punt van den hemel; tengevolge van de breking in een ijskristalletje, licht zal komen, maar tevens moet men onderzoeken, of de sterkte van het licht groot genoeg zal zijn om waargenomen te kunnen worden.

De intensiteit zal voorzeker afhangen van het aantal ijsnaaldjes, die aan de vorming van het verschijnsel deelnemen; verder van de verspreiding, die het licht ten gevolge van de breking in het prisma ondervindt, van de grootte van het nuttig werkend oppervlak, dat het prisma den lichtbundel aanbiedt, en van de hoeveelheid licht, die door terugkaatsing op de vlakken van het prisma verloren gaat. De uitkomsten, die men verkrijgt, wanneer men deze zaken in rekening brengt, zal ik in het volgende mededeelen.

Gaat een lichtstraal door een prisma, dan ondervindt hij, zooals wij gezegd hebben, een afwijking. Deze afwijking hangt af van den stand van het prisma ten opzichte van den lichtstraal; doch een bepaald minimum kan hij niet overschrijden, terwijl in dezen stand de sterkte van het gebroken licht het grootste is. Dit minimum is verder afhankelijk van den hoek, dien de lichtstraal maakt met een vlak, dat loodrecht op de hoofdas staat en hoofddoorsnede genoemd wordt.

Ligt de lichtstraal in de hoofddoorsnede van het ijskristal, dan bedraagt de kleinste afwijking van de lichtstralen voor het rood $21^{\circ}18'$ en voor het violet $22^{\circ}18'$, want de hoek tusschen het vlak, waar de lichtstraal intreedt en dat, waar hij uittreedt, bedraagt 60° .

Zweven er nu in de lucht tal van ijsnaaldjes, dan zullen wij op een afstand van omstreeks 22° van de zon een ring zien.

Is de kring sterk ontwikkeld, zoo is hij tevens gekleurd, en wel, zooals reeds uit het bovenstaande blijkt, is het rood het dichtst bij de zon gelegen, het violet het verst van haar af. Het rood is meestal het duidelijkst, terwijl het blauw en violet ongemerkt in het blauw van den hemel overgaan. Om de maan worden zelden gekleurde ringen gezien; deze zijn meestal wit. De binnenrand is scherp begrensd, terwijl de buitenrand moeielijk is aan te geven.

Het deel van den hemel, dat binnen den ring gelegen is, schijnt donkerder dan dat buiten den ring; vooral is dit verschil groot bij kringen om de maan. Dit wordt veroorzaakt doordat buiten den ring ook licht komt, gebroken door prismata, die niet op het minimum van afwijking geplaatst zijn, terwijl binnen den ring geen licht, dat door prismata gebroken is, aanwezig kan zijn.

Staat het hemellichaam hoog genoeg boven den horizon om den geheelen ring zichtbaar te doen zijn, dan heeft deze, vooral bij een zonshoogte van 20 tot 30 graden, een eivormige gedaante. Dit is slechts gezichtsbedrog, daar een graad op het hemelgewelf bij den horizon grooter schijnt dan bij het zenith. Metingen hebben aangetoond, dat de ring werkelijk een cirkel is.

De kring wordt voortgebracht, zooals wij zeiden, door ijsnaaldjes, die alle mogelijke standen hebben. Het sterkste deel zal ontstaan door die kristalletjes, waarbij de lichtstraal in de hoofddoorsnede van het prisma is gelegen en het minimum van afwijking ondervindt. Het licht, dat nog buiten den ring zichtbaar is, is afkomstig van prismata, bij welke niet aan een dezer beide voorwaarden of aan geen van beide voldaan is.

De metingen leveren voor den straal van den ring een grotere waarde dan hier boven is opgegeven. Ten eerste wordt dit veroorzaakt doordat het licht niet van een enkel punt maar van een schijf afkomstig is en ten tweede, omdat die plaatsen het meest in het oog springen, waar de som van het licht, door verschillende ijsnaaldjes voortgebracht, het grootst is. Onderzoekt men dit, terwijl men de vier bovengenoemde oorzaken in rekening brengt, dan vindt men, dat de maxima van lichtsterkte voor alle kleuren liggen tusschen 22° en 23° , terwijl het rood het eenige maximum is, dat geheel vrij te voorschijn komt.

Behalve deze ring met een straal van 22° , vertoont zich somtijds nog een andere ring om de zon, die een straal van omstreeks 46°

heeft. Deze vertoont zich uiterst zeldzaam, doch meestal zijn de kleuren duidelijker dan die van den eerstgenoemden ring. Hij is bovendien breeder.

BRANDES heeft getracht dezen ring te verklaren door aan te nemen, dat de lichtstraal, na eenmaal in een kristalletje gebroken te zijn, nogmaals door een tweede prisma gebroken wordt; dan zou de straal van den ring ongeveer 44° bedragen. De verklaring is eenvoudiger te geven, wanneer men bedenkt, dat de ijsprismata gesloten zijn door eindvlakken, die met de zijvlakken een hoek van 90° maken. Berekent men nu de waarde van de kleinste afwijking, dan bedraagt deze $46^\circ 10'$, wat met de waarnemingen vrij goed overeenstemt.

Hoogst zelden zijn nog kringen met andere stralen om de zon waargenomen, maar hiervan ontbreken tot nog toe de metingen geheel of ze zijn hoogst onvolledig.

Staan de ijsnaaldjes vertikaal, zooals zij zich bij het vallen in een rustigen dampkring plaatsen, dan maakt de lichtstraal met de hoofddoorsnede een hoek, die gelijk is aan de zonshoogte. Met elken hoek tusschen den lichtstraal en de hoofddoorsnede komt een bepaald minimum van afwijking overeen, en wel hoe grooter de hoek is, des te grooter is ook het minimum. Heeft nu het grootste deel van de ijsnaaldjes den vertikalen stand, dan zal men op gelijke hoogte boven den horizon als de zon, twee heldere plekken waarnemen, die meestal duidelijk rood vertoonen en wier afstand tot de zon toeneemt met de zonshoogte. Staat de zon in den horizon, dan vallen zij met den kring samen. Deze plekken vormen de *bijzonnen* (parhelia) of de *bijmanen* (paraselenes). Sommige waarnemers noemen elk plekje op den hemelbol, dat helderder is dan de omgeving, een bijzon; maar het snijden of raken van twee cirkels is *niet voldoende* voor het ontstaan van bijzonnen en bovendien worden de bijzonnen nog dikwijls verward met de valsche zonnen en de tegenzon, waarover wij later zullen spreken.

In het geheel kan men nooit meer dan *vier* bijzonnen zien, twee bij den eersten en twee bij den tweeden kring behoorende, terwijl deze laatste uiterst zeldzaam zijn, en dus nooit, zooals sommige waarnemers opgeven, zeven of negen bijzonnen.

De bijzon bestaat uit een gekleurde vlek, waarvan het rood het dichtst bij de zon is gelegen en het duidelijkst is, terwijl zij zich van de zon af in een witte streep, evenwijdig aan den horizon voortzet; zij wordt veroorzaakt door breking in ijsnaaldjes, die wel is waar vertikaal geplaatst zijn, maar niet het minimum van afwijking geven.

Onder en boven de bijzon komt ook een staart voor, die meer en meer tot den ring nadert; deze staarten zijn het gevolg der breking in ijsnaaldjes, die wel het minimum van afwijking geven, maar niet juist vertikaal staan.

Hoe hooger de zon stijgt, hoe meer de bijzon uit de ring te voorschijn treedt; zoolang de bijzon in den ring is gelegen is zij nooit gekleurd; zij vertoont zich dan als een witte vlek in den ring.

Zullen zich bij den tweeden kring bijzonnen vertoonen, dan moeten de hoofdassen der naaldjes alle horizontaal geplaatst zijn; dat zal slechts het geval zijn als de assen zeer kort zijn. Vandaar dat zij ook zoo zeldzaam zijn. Bovendien kunnen zich slechts bijzonnen bij den eersten ring vormen, als de zonshoogte kleiner is dan $60^{\circ}45'$ en bij den tweeden bij een zonshoogte kleiner dan $32^{\circ}10'$.

De grootste zonshoogte, waarbij bijzonnen zijn waargenomen, is 51° ; bij het verschijnsel van Petersburg verdwenen zij, toen de zon deze hoogte bereikt had. Gaat men de verandering van de lichtsterkte der bijzon na, dan blijkt, dat bij een zonshoogte grooter dan 50° de lichtsterkte te gering wordt om waargenomen te kunnen worden.

De bijzonnen worden dikwijls vergezeld door een deel van een kring, die het zenith tot middelpunt heeft, en daarom *circumzenithaal-ring* genoemd wordt. Ook deze vereischt voor zijn ontstaan naaldjes, wier hoofdassen vertikaal geplaatst zijn, maar de lichtstralen treden nu bij een eindvlak in en bij een zijvlak uit.

Deze boog is meestal duidelijk gekleurd, terwijl het rood het dichtst bij de zon gelegen is, dus aan de buitenzijde van den cirkel. Trouwens een volledigen cirkel kan men nimmer waarnemen, meestal is de boog slechts 120° lang. Waarnemingen, waarbij de ring volledig is gezien, zijn óf onjuist, óf moeten op een andere wijze verklaard worden.

De afstand van het dichtst bij de zon gelegen deel tot de zon verandert met de zonshoogte. Hij is het kleinst bij een zonshoogte van $21^{\circ}55'$, en slechts in dit geval raakt de boog aan den grooten cirkel om de zon.

Is de zonshoogte grooter dan $31^{\circ}52'$, dan kan de boog zich niet vormen, maar reeds bij een kleiner zonshoogte is zij te zwak van licht om waargenomen te kunnen worden. De intensiteitsbepaling toont ons aan, dat zij zich het meest en het duidelijkst zal vertoonen bij zonshoogten gelegen tusschen 5° en 25° .

Wij zijn nu genaderd tot de bogen, die raken aan den kleinen cirkel en zeker tot die deelen van den halo behooren, welke het moeilijkst

te verklaren zijn, vooral wegens het veelvuldige verschil in vorm, dat zij vertoonen.

Het rood is ook bij dezen boog de meest op den voorgrond tredende kleur en is aan de zijde van de zon gelegen. De meest gewone vorm der kromme is een boog, waarvan de bolle zijde naar de zon is gekeerd en de uiteinden naar den horizon afhangen.

De boog wordt voortgebracht door ijsnaaldjes, wier assen horizontaal zijn, en uit een vrij ingewikkelde mathematische beschouwing heeft BRAVAIS afgeleid, dat de hoek tusschen de beide takken van den boog zeer klein zal zijn, als de zon in den horizon staat. De boog zal zich meer en meer openen, als de zonshoogte toeneemt, totdat bij een zonshoogte van $31^{\circ}8'$ de beide takken in elkaar's verlengde vallen. Bij grooter zonshoogten is de opening der kromme lijn naar de zon gekeerd en hangen de beide uiteinden reeds bij het raakpunt naar den horizon af. Werkelijk worden de gevolgtrekkingen van BRAVAIS door de waarnemingen bevestigd. Metingen omtrent deze lijn zijn moeielijk te volbrengen.

De ijsnaaldjes moeten horizontaal zijn, zoodat het wenschelijk is dat de hoofdassen kort zijn, terwijl bovendien uit de intensiteitsbepaling blijkt dat men te meer van den boog zal kunnen zien, naarmate de hoofdassen kleiner zijn.

De deelen van halo, welke ik nu ga beschrijven, ontstaan niet door de breking der lichtstralen in de ijskristalletjes, maar door terugkaatsing op hunne vlakken.

Het eerst komt hierbij ter sprake de ring, die op gelijke hoogte als het hemellichaam evenwijdig aan den horizon om den hemel loopt. Deze cirkel wordt dikwijls de *parhelische ring* genoemd, omdat de bijzonnen hierop geplaatst zijn. Hij valt samen met de horizontale staarten der bijzonnen, vandaar dat hij in de nabijheid van deze het helderste schijnt.

Deze kring begint reeds in de nabijheid van het hemellichaam; bij de maan kan men dit duidelijk waarnemen; bij deze vertoonen zich, in hare onmiddellijke nabijheid, dikwijls sporen van den ring, wanneer overigens de halo geheel ontbreekt. Hoe hooger de zon staat, des te veelvuldiger vertoont zich deze kring in zijn geheel; zelden evenwel is hij volledig; meestal is slechts ééne zijde zichtbaar. Sommige waarnemers, onder anderen HALL, vonden dat de ring niet altijd horizontaal was.

De verklaring van het verschijnsel is zeer eenvoudig; het ontstaat door terugkaatsing der lichtstralen op de vlakken der ijsprismata. Wij moeten weder aannemen, dat de assen der prismata vertikaal staan, wat bovendien verklaart, waarom deze ring meestal te gelijk met de bijzonnen wordt gezien. Is de ring niet zuiver horizontaal, dan wordt dit veroorzaakt doordat de hoofdassen een kleine afwijking van den vertikalen stand hebben.

Op dezen ring is dikwijls aan weerszijden van de zon een witte vlek zichtbaar, die den naam van *valsche zon* of *pseudohelion* draagt. Deze vlekken zijn meestal zeer flauw en nooit gekleurd; tevens behooren zij tot de zeldzamere deelen van den halo. De valsche zonnen vertoonen zich ook wel, wanneer de parhelsche ring ontbreekt.

De verklaring van het ontstaan dezer vlekken, die het meest met de waarnemingen overeenkomt, is gegeven door BRAVAIS; toch is het door dezen ook nog lang niet volkomen verklaard. BRAVAIS onderstelt namelijk, dat de lichtstraal, nadat hij in het ijskristal is getreden, tweemaal teruggekaatst wordt, vóórdat hij het kristal verlaat.

De afstand tot de zon is dan altijd 120° , zooals ook de waarnemingen leeren; maar wij moeten aannemen, opdat de lichtstraal den voorgeschreven weg zal kunnen volgen, dat de hoofddoorsnede een verlengde zeshoek is.

Enkele malen is tegenover de zon, op gelijke hoogte als waarop deze boven den horizon staat, een witte plek waargenomen. Bij het verschijnsel te Dantsig waargenomen, was deze plek het snijpunt van twee elkander kruisende bogen. Deze vlek is bekend onder den naam van *tegenzon* of *anthelie*, niet te verwarren met het verschijnsel, dat denzelfden naam draagt en bij de kransen besproken is.

De prismata moeten om deze vlek te doen ontstaan, met de hoofdassen horizontaal geplaatst zijn, evenals de bijzonnen van den tweeden ring; van daar dat zij ook meestal tezamen voorkomen. Beide verschijnselen vereischen bovendien prismata met goed ontwikkelde eindvlakken. De lichtstralen worden nu, na in het prisma getreden te zijn, eens tegen het eindvlak en eens tegen een zijvlak teruggekaatst, voordat zij uittreden.

Behalve den horizontalen kring, die door het lichtgevende lichaam gaat, vertoont zich nog dikwijls een daardoor gaande vertikale kring, meer bekend onder den naam van *kolom* of *zuil*.

Deze ontstaat door de terugkaatsing der lichtstralen op de onder- en bovenvlakken der prismata, wier assen min of meer afwijken van den

vertikalen stand; stonden de assen der prismata alle onbewegelijk vertikaal, zoo zou men slechts een wit, rond beeld van de zon verkrijgen, dat evenver boven den horizon stond als de zon er onder. Deze vlek is werkelijk somtijds in de zuil waargenomen. Neemt men nu slechts kleine schommelingen van de hoofdassen om den vertikalen stand aan, zoo worden de grootere afmetingen der zuil verklaard door aan te nemen, dat de lichtstraal meermalen op verschillende prismata, afwisselend op een onder- en op een bovenvlak, wordt teruggekaatst. Heeft het hemellichaam eene aanmerkelijke hoogte bereikt, zoo verdwijnt de kolom bij de zon; echter is dit niet het geval bij de maan. Voor de verklaring van de zuil, die zich bij grootere hoogten vertoont, is het noodzakelijk meerdere terugkaatsingen aan te nemen. De breedte van de kolom is gelijk aan de middellijn van het hemellichaam.

De kolommen bij de maan zijn veel talrijker dan die bij de zon; dit wordt zonder twijfel veroorzaakt door het sterke zonlicht, dat elk spoor van een zuil in hare nabijheid onzichtbaar maakt. Gaat door de maan een verticale cirkel, dan is dikwijls ook een deel van den horizontalen kring zichtbaar, zoodat de maan het middelpunt van een vertikaal staand kruis vormt. Dit verschijnsel is meestal begeleid van een kring om de maan.

Behalve de nu besproken kringen en vlekken kunnen er bij den halo nog vele andere deelen voorkomen, waarvan evenwel deels het bestaan niet zeker bewezen is, deels de verklaring nog niet gegeven kan worden. Voor zoover wij weten, wijzen deze bijkomende verschijnselen altijd op zeer bijzondere toestanden der atmosfeer of op buitengewone vlakken, die aan de ijsprismata voorkomen.