

DE NATUURLIJKE GESTELDHEID

DER ZON.

DOOR

DR. D. J. STEYN PARVÉ.

Wie gevoelt zich niet doordrongen van ontzag en dankbaarheid, wanneer hij den invloed van de zon op alles wat ons omringt nagaat; wanneer hij onophoudelijk in de gelegenheid is gesteld op te merken, hoeveel wij aan dat hemelligchaam verschuldigd zijn! Van alle lichamen toch, die wij aan het hemelgewelf zien schitteren, is er geen, dat in een zoo onmiddellijk verband staat met ons geheele aanzijn, met alles wat wij op de aarde zien voorvallen. De zon is voor ons eene bron van licht en warmte; door haar eerst is het den menschen en dieren mogelijk op de aarde te leven, door haren invloed alleen kunnen zich planten ontwikkelen. Dagelijks kan men het zien, hoe alles een ander gelaat vertoont, wanneer de zon, na eene korte afwezigheid, hare stralen weder op het aardrijk doet vallen; telkens kan men den heilzamen invloed, dien eene gedurige afwisseling van dag en nacht en van de jaargetijden op de natuur uitoefent, bemerken. Geen wonder dus, dat de mensch reeds vroeg zijne aandacht op dat verhevene hemelligchaam vestigde, ja dat hij, als 't ware nog in den natuurstaat verkeerende, zelfs vermeende aan de zon meer dan gewone eer te moeten bewijzen, door haar onder zijne goden op te nemen. Meer verlichte tijden namen echter die dwaalbegrippen weg, en de vereering der zon als godheid is slechts bij enkele volkeren, die zich nog op den laagsten trap van ontwikkeling bevinden, blijven bestaan. Gelukkig echter heeft men haar daarom der aandacht niet minder waardig geoordeeld; de

wetenschap heeft zich met haar bezig gehouden; en hoewel de kennis, die wij van hare natuurlijke gesteldheid hebben, nog niet volledig kan genoemd worden, zoo kunnen wij echter, dank zij de onderzoekingen van den laatsten tijd, veel, zoo al niet met zekerheid, dan toch met groote waarschijnlijkheid daarvan zeggen. In de volgende bladzijden zal ik trachten daarvan een algemeen begrip te geven. Het komt mij echter noodzakelijk voor, dat te doen voorafgaan door eenige opgaven en opmerkingen omtrent hare grootte en haar verband met andere hemelligchamen.

De zon maakt, zoo als algemeen bekend mag verondersteld worden, het midden van ons zonnestelsel uit. Om haar bewegen zich behalve de aarde nog eene menigte andere planeten, waarvan er nu reeds 31 bekend zijn, benevens een groot aantal kometen, waarvan ook reeds meer dan 200 het onderwerp van eene nauwkeurige waarneming en berekening zijn geweest. Over den afstand van de zon tot de aarde hadden de ouden zeer bekrompene denkbeelden; meestal hielden zij dien voor veel geringer, dan hij later bleek te zijn. Men kan den gemiddelden afstand thans op 20682000 geographische mijlen stellen, eenen afstand, welken een kanonskogel eerst in 300 jaren zoude doorloopen; het licht, met zijne verbazende snelheid van meer dan 40000 geogr. mijlen in de seconde, heeft zelfs nog 8 minuten en 18 seconden noodig, om dien weg af te leggen.

Hoe verder een ligchaam zich van ons bevindt, des te kleiner zal het ons toeschijnen. Brengt men dezen regel in verband met den grooten afstand, waarop de zon van ons verwijderd is, dan volgt hieruit onmiddelijk, dat de zon zoo groot moet zijn, dat het ons moeilijk wordt, er ons een juist begrip van te maken. Hare middellijn bedraagt 192700 geogr. mijlen, dat is, ruim 112 maal de middellijn der aarde. Haar volume of ligchamelijke inhoud is dus nagenoeg anderhalf millioen maal grooter dan onze aarde; was zij nu uit dezelfde of eene even zware stof zamengesteld, dan zoude zij ook zoo vele malen zwaarder zijn; het is echter uit onderzoekingen gebleken, dat de massa of het gewigt der zon slechts 359551 maal die der aarde bedraagt, zoodat de stof, waaruit zij bestaat, ongeveer viermaal ligter is, dan die waaruit de aarde is zamengesteld; daar

het soortelijk gewigt of de digtheid der aarde 5.44 bedraagt, dat wil zeggen, dat zij 5.44 maal zwaarder is dan zuiver water, — zoo bedraagt die der zon ongeveer 1.37, zoodat zij in digtheid ten naaste bij overeenkomt met ebbenhout. Vergelijkt men de zon met alle planeten, die zich om haar bewegen, dan vindt men, dat zij een 600 maal grooter volume en 738 maal meer massa bezit, dan die alle te zamen.

Al deze opgaven berusten op waarnemingen en berekeningen. Mogten misschien latere onderzoekingen deze waarden eenigzins wijzigen, die veranderingen zullen slechts gering kunnen zijn; zij zullen dan alleen tot grootere naauwkeurigheid kunnen leiden. Zoodra er echter sprake is van de natuurlijke gesteldheid der hemelligchamen, dan moet men zich op het minder zekere gebied der gissing wagen. Van daar dat men somtijds, om een zelfde verschijnsel te verklaren, zeer verschillende meeningen uitte of onderstellingen maakte, waarvan men echter vele in den loop der tijden, ten gevolge van zorgvuldiger waarnemingen en juistere gevolgtrekkingen heeft moeten opgeven. Langzamerhand geraakte men dus op dit gebied meer en meer tot éénheid, en zoo er nog verschil van meening bestaat, heeft die gewoonlijk slechts betrekking op ondergeschikte punten. Dezen gang van zaken vindt men ook terug, wanneer men de meeningen nagaat, die men achtervolgens omtrent de gesteldheid der zon koesterde. Bij de ouden hielden de meesten het er voor, dat zij de warmte en het licht, welke zij ons toezendt, niet aan andere hemelligchamen ontleent, zoo als zulks b. v. bij de maan het geval is, maar dat zij die zelve bezit. Alleen PHILOLAUS en EMPEDOCLES, twee Grieksche wijsgeeren, hielden haar voor eene kristallen schijf, die het licht ontving van een vuur, dat zich naar hunne meening ergens in de ruimte moest bevinden. ANAXAGORAS en DEMOCRITUS hielden haar voor eenen gloeienden steen, THALES en EPICURUS meenden ook, dat zij slechts eene in gloeienden toestand verkeerende aardachtige massa was; terwijl ARISTOTELES, wiens gezag eeuwen lang heeft gegolden, haar beschouwde als een op zich zelf koud ligchaam, dat door zijne snelle beweging om de aarde, de lucht die het ontmoette, in brand stak. Het is thans voor ons doel van weinig belang na te gaan, of dit denkbeeld in den duis-

teren tijd der middeleeuwen veel is gewijzigd geworden; zeker echter is het dat de middelen, die men toen tot zijn gebruik had, om dienaangaande tot eenige zekerheid te geraken, zeer onvoldoende waren; het was aan de 17^e eeuw voorbehouden, daarover, zoowel als over eene menigte andere zaken, meer licht te verspreiden. De uitvinding der verrekijkers in 1608 door JACOB ADRIAANSZ., bijgenaamd METIUS te Alkmaar, en nagenoeg te gelijker tijd door JOHANNES LIPPERSHEY te Middelburg, gaf het eerst middelen aan de hand, om de hemelligchamen naauwkeuriger waar te nemen. Drie jaren later ontdekte FABRICIUS, een Oostfries, op de zonneshijf zwarte vlekken, omstreeks denzelfden tijd dat door den grooten GALILEI dezelfde ontdekking gedaan werd; FABRICIUS schijnt echter de eerste geweest te zijn, die zijne ontdekking bekend maakte (zie Pl. II Fig. 1). Hij merkte daarbij op, dat deze vlekken zoowel hare plaats op de zon, als hare gedaante en snelheid van beweging, schenen te veranderen, naarmate zij digter bij den rand der zonneshijf kwamen. GALILEI, FABRICIUS en vele anderen met hen hielden het er voor, dat deze vlekken zich op de zon zelve bevonden, en dat hare verplaatsing alleen moest worden toegeschreven aan eene ronddraaijende beweging der zon. Hunne berekeningen gaven hun voor den omwentelingstijd der zon om hare as ruim 25 dagen. Dat echter niet allen die meening deelden, blijkt onder anderen uit hetgeen in 1620 door den Canonicus TARDE en in 1633 door MAUPERTUIS geschreven werd, welke beiden ze hielden voor ligchamen, die zich even als de planeten om de zon bewegen. De eerste gaf aan deze onderstelde planetarische ligchamen den naam van *Bourbonsche manen*, naar het in Frankrijk regerende stamhuis, terwijl MAUPERTUIS ze *Oostenrijksche sterren* noemde. Als een bewijs van de zonderlinge gronden, in die tijden door sommigen voor hunne beweringen bijgebracht, kan de uitdrukking van TARDE gelden, die meende, dat die vlekken zich daarom niet op de zon zelve bevonden, "omdat het oog der wereld geene oogziekte kan hebben."

In de eerste tijden na de ontdekking was de waarneming der zonnevlekken uiterst moeilijk, daar men toen nog niet van gekleurde glazen gebruik maakte, welke de te groote sterkte van het licht der zon voor den waarnemer konden matigen; men kon toen

de zon alleen kort na den opgang of voor den ondergang waarnemen, wanneer namelijk haar glans aanmerkelijk verminderd was door de dampen die uit de aarde opstijgen. Toen men zich echter later van zoodanige glazen leerde bedienen, en door verbetering der werktuigen meer zorg aan de waarnemingen kon besteden, leerde men langzamerhand deze verschijnselen beter kennen; nieuwe opmerkingen en waarnemingen dienden om de resultaten der vroegere vollediger en naauwkeuriger te maken. Nadat velen er zich jaren lang mede hebben bezig gehouden, en vooral de verbeteringen, welke in den laatsten tijd aan de werktuigen aangebragt zijn, de sterrekundigen in staat hebben gesteld, ook hierin veel van het onnaauwkeurige en onbepaalde weg te nemen, kan men van de oppervlakte der zon, zoo als zij zich aan een goed gewapend oog voordoet, de volgende beschrijving geven.

Wanneer men de zon met eenen sterk vergrootenden kijker beschouwt, dan bevindt men, dat hare oppervlakte niet overal even helder lichtgevend is. Zij schijnt als 't ware bedekt met kleine donkere stipjes of poriën, die, wanneer men ze naauwkeurig beschouwt, steeds van plaats veranderen. Gewoonlijk ziet men op verschillende plaatsen grootere vlekken, bestaande uit eenen zwarten kern, omringd met eenen graauwen rand, of wel eene menigte kleinere vlekken digt bij elkander (Fig. 2. *a* en *b*), welke men, wanneer men ze na verloop van een paar dagen weder beschouwt, een weinig digter bij den westkant van de zon terugvindt. Zij veranderen daarenboven dikwijls van vorm, en verdwijnen meestal langzamerhand, in welk geval men eerst den donkeren kern, en daarna den graauwen rand ziet verdwijnen. Soms ook ziet men, dat zij zich in twee of meer deelen splitsen, in welk geval men gewoonlijk door den zwarten kern eerst eene graauwe streep ziet komen, die al grooter en grooter wordt, en eindelijk de vlek in twee of meer deelen scheidt (Fig. 2. *c* en *d*). De graauwe rand vertoont bovendien gewoonlijk talrijke oneffenheden, en eene menigte strepen, die hoewel onregelmatig, toch allen naar het midden gerigt zijn (Fig. 2. *d*). Naderen de vlekken tot den rand der zonneschijf, dan ziet men ze smaller worden. In de nabijheid van groote zonnevlekken, of van uitgebreide groepen van zonnevlekken, ziet men dikwijls kromme

of vertakte strepen, die helderder zijn dan de overige oppervlakte der zon, en daarom gewoonlijk *fakkels* genoemd worden. Kleinere lichtende lijnen worden ook wel *likteekens* genoemd.

De grootte der zonnevlekken is zeer verschillend. Men heeft, hoewel zelden, er waargenomen wier doormeter 15000 geog. mijlen bedroeg. MAYER verklaart zelfs er eene gezien te hebben, wier doormeter $\frac{1}{30}$ van de middellijn der zon bedroeg en dus ruim vijf maal grooter zoude zijn dan de middellijn der aarde. De kleinste vlekken, die men bij aanmerkelijke vergrooting nog op de oppervlakte der zon kan zien, moeten eenen doormeter hebben van 160 geog. mijlen, en dus eene oppervlakte van ongeveer 20,000 vierkante mijlen beslaan, d. i., ongeveer $\frac{1}{8}$ van de oppervlakte van Europa. De duur der vlekken is ook zeer verschillend, doch gewoonlijk niet lang. Het lijdt geen twijfel, of hare verplaatsing is alleen het gevolg van de omwenteling der zon om hare as; meestal nu ziet men eene vlek, wanneer zij aan de van ons afgewende zijde der zon verdwenen is, of zich in het geheel niet weêr vertoonen, of ééne of twee omwentelingen mede maken, hetgeen dus eenen duur van niet meer dan 60 dagen geeft. Het gemakkelijkst kan men ze, wanneer zij terug keeren, herkennen aan den vorm, indien zij ten minste in dien tusschentijd geene al te aanzienlijke veranderingen ondergaan hebben; ook de plaats, waar men ze na eene omwenteling der zon weder zien moet, kan tot aanwijzing dienen. Enkele malen zijn zij langer gezien, dan zoo even werd opgegeven. In 1779 duurde eene groote vlek zes maanden; SCHWABE zag in 1840 eene zelfde groep van zonnevlekken achttmaal terugkeeren. Men heeft wel eens beweerd, dat de vlekken bij voorkeur weder op dezelfde plaats ontstaan; maar zoolang de omwentelingstijd der zon om hare as niet met groote naauwkeurigheid bepaald is, zal hieromtrent niets met zekerheid kunnen beslist worden. Het veranderlijke der vlekken maakt echter zoodanige bepaling moeilijk en onzeker. JOHN HERSCHELL geeft voor denzelfen op 25 dagen 7 uren 48 minuten, PETERSEN slechts 25 dagen 4 uren 30 minuten. De laatste onderzoekingen van LAUGIER gaven 25 dagen 8 uren 9 minuten. Men heeft, door de plaatsen, die eene zonnevlek achter-

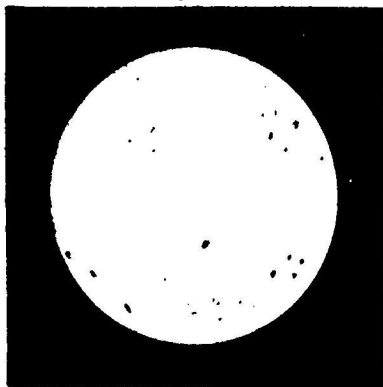
eenvolgens inneemt (zie Fig. 3), zorgvuldig nategaan, bepaald, dat de omwentelings-as niet loodregt staat op het vlak, waarin zich de aarde om de zon beweegt; in welk geval, de aequator van de zon met dat vlak zamen vallende, de vlekken steeds regte lijnen op de zonneschijf zouden beschrijven. Volgens LAUGIER bedraagt de helling van den zonaequator met het vlak der ecliptica $7^{\circ} 9'$. — Tot de meening, dat de vlekken steeds weder op dezelfde plaatsen zichtbaar zijn, kan nog de omstandigheid hebben bijdragen, dat zij zich meestal op het middelste gedeelte der zonneschijf vertoonen, namelijk binnen eenen gordel van 30° boven en beneden den aequator, terwijl zij bovendien vlak onder den aequator ook zeer zelden voorkomen.

Zoo als ik zoo even reeds deed opmerken, men begreep weldra dat de zonnevlekken tot de zon behooren. Maar wat waren zij dan? Bevonden zij zich boven op de oppervlakte van de zon, of maakten zij meer een gedeelte van het ligchaam der zon uit? Dit was eene vraag, die juist daarom niet gemakkelijk te beantwoorden was, omdat de natuur der vlekken noodzakelijk in een naauw verband moest staan met den aard der zonoppervlakte zelve. De meerdere kennis, die men echter allengs door naauwkeuriger waarnemingen aangaande de zonnevlekken opdeed, was oorzaak, dat men zich vooral met de natuurlijke gesteldheid der zon bezig hield, en hoewel men niet in staat was daaromtrent even stellige aanwijzing te doen, als b. v. omtrent de grootte en den afstand der zon, trachtte men toch door verschillende hypothesen van die verschijnselen eene aannemelijke verklaring te geven. De groote veranderlijkheid, die men bij de zonnevlekken waarnam, deed weldra de meening algemeen worden, dat de lichtgevende stof der zon eene vloeistof moest zijn. Immers opdat eene zonnevlek van 15000 geog. mijlen middellijn in twee maanden geheel zoude kunnen verdwijnen, zoo als men inderdaad gezien had, moesten de randen iederen dag 250 mijlen digter bij elkander komen, en de stof zelve moest dus eene snelheid aannemen van meer dan 10 ellen in de seconde. Zulk eene snelle beweging kon slechts aan eene vloeibare massa worden toegeschreven, terwijl daarenboven de talrijke kleinere veranderingen, die men dagelijks op de oppervlakte waarnam, ook aan eene

vloeistof deden denken. Van hier ontstond reeds bij GALILEI, SCHEINER, HUYGENS en anderen het denkbeeld, dat de zon een vast ligchaam moest zijn, omgeven van eenen vuuroceaan. Volgens LAHIRE zouden de zonnevlekken duistere lichamen zijn, die op die vloeibaar gloeiende massa drevén, en somtijds weér onderdoken; LALANDE daarentegen hield ze voor bergen, die slechts nu en dan boven de vloeibare massa uitstaken. Zij verloren echter hierbij steeds den graauwen rand der vlekken, als ook de scherpe afscheiding tusschen dezen en den kern, uit het oog, of de verklaringen, die zij daarvan trachtten te geven, waren zeer onvoldoende. De ontdekking van WILSON in 1779 bij eene groote zonnevlek gedaan, dat de oostelijke graauwe rand smaller werd, naarmate de vlek meer tot den westelijken rand der zonneschijf naderde, bragt hem tot het denkbeeld, dat de zonnevlekken trechtervormige openingen konden zijn in de lichtgevende omhulling der zon, waarvan de zwarte kern de bodem was, dus het duistere zonneligchaam zelf, terwijl de graauwe kleur der randen aan de schuine kanten dier openingen moest worden toegeschreven. Hij verliet tevens het vrij algemeene gevoelen, dat de lichtomhulling vloeibaar was, en vergeleek ze met eenen dikken nevel. De verklaring die BODE trachtte te geven was ook niet geheel volledig; eindelijk echter maakte WILLIAM HERSCHELL zijne theorie van de natuurlijke gesteldheid der zon bekend, welke eene zoo eenvoudige verklaring der verschijnselen gaf, dat nagenoeg alle sterrekundigen na hem haar als juist hebben aangenomen.

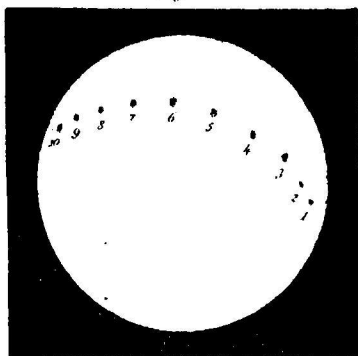
Volgens HERSCHELL is de zon een duistere bol, waarom zich in de eerste plaats eene heldere doorschijnende dampomhulling bevindt van ongeveer 80 geog. mijlen hoog, in welker bovenste gedeelte zich, even als in den dampkring der aarde, eene menigte wolken bevinden, die dus het geheele ligchaam der zon omgeven. Die dampkring is volgens hem niet lichtgevend uit zich zelve, maar kaatst alleen het licht terug van eene hem omgevende tweede omhulling, die hij als lichtgevend beschouwd en daarom *photospheer* genoemd heeft. De aard van deze, die volgens hem 800 mijlen hoog zoude zijn, is verschillend van dien der dampomhulling; hoewel hij niet ongenegen schijnt, wat den vorm aangaat, in deze ook iets wolk-

Fig. 1.



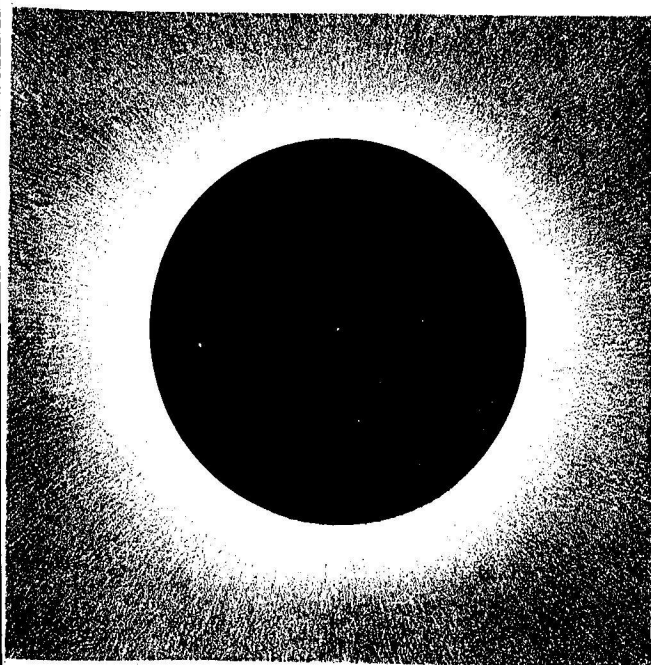
*Voorkomen der zon, wanneer zij met
talrijke vlekken bedekt is.*

Fig. 3.



*Plaatsen door eene zonnevlek gedurende
eenige achtereenvolgende dagen ingenomen*

Fig. 4.



*Lichtkroon en roode wolken gedurende de
totale Zonsverduistering van 28 Julij 1851.*

Fig. 2.



*Verscheidend voorkomen
van zonnevlekken bij eene
sterke vergroeting.*

achtigs aan te nemen. Door de opeenhooping nu dezer lichtwolken ontstaan de zoogenaamde fakkels, of meer verlichte gedeelten der zonneshijf. Wanneer door de eene of andere oorzaak in de dampomhulling en de photosfeer zich openingen of scheuren vormen, dan ontstaan er zonnevlekken. Ontstaat er eene opening in beide omhullingen, dan ziet men de gewone zonnevlekken. De zwarte kern is het duistere ligchaam der zon, dat door de beide openingen heen zichtbaar is, terwijl de graauwe rand wordt veroorzaakt door de bij terugkaatsing verlichte wolken der dampomhulling. Is dus de opening in de photosfeer kleiner, wat echter zelden het geval is, dan ziet men zwarte vlekken zonder rand; is er daarentegen alleen eene scheur in de photosfeer, dan is de zonnevlek graauw zonder kern; de bodem is dan niet het zonneligchaam, maar de bij terugkaatsing verlichte dampomhulling.

Wat het ontstaan der vlekken aangaat, houdt HERSCHELL het er voor, dat eene veêrkrachtige gas- of dampvormige vloeistof steeds op de oppervlakte van het duistere zonneligchaam ontwikkeld wordt, en van daar door de omhullingen tracht door te dringen. Geschiedt dit langzaam en regelmatig, dan ontstaan er slechts kleine poriën of stipjes, zoo als men er altijd op de oppervlakte der zon waarneemt; is die werking echter heviger, dan ontstaan er zonnevlekken. De omstandigheid, dat, bij het verdwijnen eener vlek, de donkere kern het eerst verdwijnt, komt zeer goed met deze onderstelling overeen, daar het natuurlijk is, dat eerst de laagste en daarna de bovenste omhulling zich weder sluit. De hevige opstijging der veêrkrachtige vloeistof moet noodzakelijk eene opeenhooping en verplaatsing in beide omhullingen ten gevolge hebben; de wolken der dampomhulling worden op zijde gedreven, en ook in de photosfeer moet eene aanmerkelijke beweging ontstaan. Vandaar de lichtfakkels, die ook steeds in de nabijheid der vlekken, dus daar, waar de beweging de grootste is, worden waargenomen.

De binnenste omhulling, de dampkring, moet eene vrij groote digtheid hebben, daar zij slechts een gedeelte van het licht, dat de photosfeer van zich geeft, doorlaat of absorbeert. Uit waarnemingen aangaande de lichtsterkte van den graauwen rand der

zonnevlekken, blijkt het, dat nagenoeg de helft der lichtstralen door haar worden teruggekaatst. Wat de lichtomhulling zelve aangaat, het is zeker moeilijk omtrent haren aard iets stelligs te zeggen. Was zij eene drupvormig of veêrkrachtig vloeibare massa, dan zouden de ontstane scheuren zich nog wel schielijker sluiten of weder aangevuld worden. Men moet dus wel aannemen, dat de photosfeer als eene menigte gloeiende of lichtgevende wolken boven de hoogste streken der zonne-atmosfeer zweeft. Eene bevestiging van deze meening heeft ARAGO gevonden door proeven aangaande den aard van het licht der zon genomen. De vorderingen in de laatste jaren in de leer van het licht gemaakt, stelden hem in staat aan de eigenschappen der lichtstralen te erkennen, of het licht komt van eene gloeiende of gesmoltene massa, dan wel van eene vlamme gasvormige zelfstandigheid, zoodat men b. v. daardoor kan onderscheiden of het licht komt van een gloeiend metaal, of van eene gasvlam. Het bleek hem, dat de bron van het zonnelicht niet anders dan eene in gloeienden of brandenden toestand verkeerende gasvormige zelfstandigheid kan zijn, en dat er bij de zon zelfs geen spoor van eene gesmoltene of vloeibaar gloeiende stof te vinden is.

Volgens de theorie van HERSCHELL, welke, zoo als uit het voorgaande blijkt, van alle tot dus verre op de zonneschijf waargenomene verschijnselen eene zeer aannemelijke verklaring geeft, zouden er dus rondom het duistere zonneligchaam twee omhullingen zijn, de binnenste eene dampomhulling of atmosfeer, de buitenste eene lichtomhulling of photosfeer. De onderzoekingen der laatste jaren, en wel bepaaldelijk de waarnemingen van totale zonsverduisteringen hebben echter het bestaan eener derde omhulling waarschijnlijk gemaakt. Ongelukkiglijk zijn de totale zoneclipsen (waarbij de zonneschijf geheel door de maan bedekt wordt) zeldzaam, en bovendien zijn zij slechts totaal voor eene zeer smalle streek van de oppervlakte der aarde; van daar dat die waarnemingen nog niet zoo menigvuldig zijn geweest, dat de verschijnselen met eene even groote naauwkeurigheid als de zonnevlekken bekend kunnen zijn. De laatste totale zonsverduistering evenwel van Julij 1851 heeft veel bijge-

dragen tot vermeerdering van onze kennis aangaande de zon; zoo als blijken zal, wanneer wij, na eene korte vermelding van het vroeger bij dergelijke gelegenheden waargenomene, de verschijnselen, die zich bij deze laatste hebben voorgedaan, uitvoeriger zullen nagegaan hebben.

Bij de totale zoneclipsen van het laatst der voorgaande eeuw en ook bij die van 1806 had men opgemerkt, dat de duistere schijf der maan, op het oogenblik dat het laatste gedeelte der zon achter haar verdween, eensklaps omringd was door eenen lichtkrans, welken men meende het best te kunnen vergelijken bij de auréole of lichtkroon, welke de schilders gewoonlijk om de hoofden der heiligen afbeelden. Er werden omtrent de oorzaak van dit verschijnsel verschillende gissingen gemaakt, die echter zoo uiteenlopende waren, dat ARAGO, korten tijd voor de eclips van 8 Julij 1842, die voor het Zuiden van Frankrijk, Italië en Zuid-Duitschland totaal zoude zijn, de aandacht der sterrekundigen bijzonder daarop meende te moeten vestigen. De voorname vraag was, of de lichtkrans bij de maan of bij de zon behoorde. De waarneming dezer verduistering leerde echter niet veel. Wel werd de lichtkrans duidelijk waargenomen, maar de beschrijvingen, die de verschillende waarnemers er van gaven, waren zoo uiteenlopende, dat men eigenlijk niet wist, waar men zich aan moest houden. Sommigen zagen twee concentrische ringen, waarvan de binnenste de helderste was; anderen zagen op sommige punten sterker licht en langere lichtstralen; weër anderen, en onder dezen de Engelsche sterrekundigen AIRY en BAILY, zagen slechts een zacht uitlopend licht, dat de geheele duistere maanschijf omringde, zonder de minste afscheiding of scherpe randen. Het verschil in de waarnemingen laat zich eenigzins begrijpen, wanneer men in aanmerking neemt, dat de totale eclips slechts 2 minuten duurde, en dat, zoodra de zon weder van achter de maan te voorschijn kwam, de lichtkrans terstond verdween. De vraag of deze bij de zon behoorde, bleef onbeantwoord, daar het onmogelijk was te bepalen of zij het middelpunt der zon, dan wel dat der maan tot middenpunt had. Dit alleen meende ARAGO uit de waarnemingen te mogen opmaken, dat bij de maan geen dampkring was waargenomen, daar men langs hare

randen, toen zij de zon bedekte, geene de minste schijnbare verandering der zonneschijf konde waarnemen, hetgeen toch het geval had moeten zijn, wanneer de zonnestralen door een maan-atmosfeer waren gebroken geworden. De meening, dat de lichtkrans bij de zon behoorde, behield dus de overhand; enkelen slechts hielden dezen voor een uitwetsel van de buiging der lichtstralen langs den rand van de maan.

De zonsverduistering van 1842 was, echter nog om eene andere reden merkwaardig, daar men gedurende de totale verduistering in het vrij regelmatige licht van den krans op verschillende punten van den omtrek der duistere schijf roodachtige verschijnselen zag, waaraan de waarnemers den naam gaven van bergen, wolken of vlammen, naar gelang van den indruk dien deze verschijnselen op hen maakten. ARAGO vond dat zij uiterlijk het voorkomen van bergen hadden, en niet van den rand der maan afgescheiden waren. Hunne grootte bedroeg ongeveer $1\frac{3}{4}'$ (de geheele middellijn der zon bedraagt gemiddeld $32'$), waaruit men, zoo ze bij de zon behoorden, eene hoogte berekende van 10000 geogr. mijlen of zevenmaal grooter dan de middellijn der aarde. Het bestaan van zulke groote bergen, waarvan men onder gewone omstandigheden niets kon bemerken, was niet waarschijnlijk; en toch, wanneer de waarneming van MAUVAIS juist was, die vermeende gezien te hebben, dat zij langzamerhand van achter de maan te voorschijn kwamen, moesten zij bij de zon behooren. Zij waren zoo duidelijk, dat sommige menschen ze met het bloote oog hadden kunnen zien.

De volgende totale zonsverduistering was die van 8 Augustus 1850, die te Honolulu, op een der Sandwich-eilanden, door KUTCZYCKI werd waargenomen. Deze vond wel den lichtkrans niet volkomen regelmatig, maar kon nergens eenen scherpen rand bemerken, die er het aanzien van ééne of meer ringen aan konde geven. Ook de roode uitstekende deelen vertoonden zich weder. De waarnemer vergeleek de grootste, wat den vorm aangaat, bij de vlam eener kaars, slechts met dat onderscheid, dat zij onbewegelijk was; alleen merkte hij op, dat de eene uitstekende punt verminderde, terwijl eene tweede, die zich aan de andere zijde der maanschijf vertoonde, grooter werd.

Hij zag bovendien eene kleine roode vlek of streep van denzelfden aard, die niet in aanraking scheen met den rand der maan.

De talrijke en voortreffelijke waarnemingen der laatste totale zonsverduistering van den 28 Julij 1851, die in Zweden, Denemarken, Noord-Duitschland en Rusland zichtbaar was, hebben over deze verschijnselen veel licht verspreid. Mogten de waarnemingen van die van 1842 zeer uiteenlopende zijn, die van 1851 daarentegen, op verschillende plaatsen door onderscheidene sterrekundigen gedaan, komen uitmuntend met elkander overeen; hetgeen misschien daaraan moet worden toegeschreven, dat de waarnemers thans bepaald hunne aandacht op deze verschijnselen vestigden, en dat er onder hen verscheidene waren, die zich ook reeds in 1842 daarmede hadden bezig gehouden. De voornaamste waren MAUVAIS en GOUJON te Dantzig; GALLÉ, WOLFERS en BRÜNNOW te Frauenburg, BUSCH, FARNLEY en LITROW te Rixhöft, PETERS te Johannesburg, alle plaatsen, gelegen in Oost-Pruissen, digt aan de Oostzee; terwijl zich eenige Engelsche sterrekundigen in het zuiden van Zweden met de waarneming bezig hielden. Het is onnoodig op te geven, tot welk resultaat ieder in het bijzonder geraakte; als algemeene uitkomst hunner waarnemingen kan het volgende medegedeeld worden (zie Fig. 4).

Ongeveer 4 of 5 seconden voor dat het laatste gedeelte van de zon achter de maan verdween, werd rondom deze de lichtkrans zichtbaar, die op het oogenblik, dat de zon geheel verdween, zijne grootste helderheid bereikte, welke hij behield totdat aan de andere zijde het eerste punt van de zon weder te voorschijn kwam; daarna bleef zij nog eenige seconden zichtbaar, doch nam sterk in helderheid af. De krans was het helderste aan den duisteren rand der maan, en had een sterk licht tot op eenen afstand gelijk aan $\frac{1}{10}$ van den zondiameter; van daar schoten vele stralen uit, tot op eenen afstand gelijk aan $\frac{1}{3}$ van de middellijn der zon, waarin men echter gedurende den tijd der totale verduistering (bijna drie minuten) geene verandering bespeurde. Er was geen spoor van eene verdeling in twee of meer ringen te bespeuren. Terstond bij het begin der verduistering was aan den Oostkant eene kleine roode verhevenheid zichtbaar, die aan beide kanten zich ver langs den rand der maan

uitstrekke, zoodat het geheel het aanzien had van eenen berg te midden van eene rij van heuvelen. Deze verdwenen echter binnen weinige seconden geheel achter de maan, waaraan het schijnt te moeten worden toegeschreven, dat zij door sommigen niet gezien werden; de grootere verhevenheid was na verloop van ééne minuut ook geheel verdwenen. Aan de andere zijde der maanschijf was eene zeer opmerkelijke roode vlek zichtbaar, die niet, zoo als bij vroegere waarnemingen het geval was geweest, het aanzien had van eenen berg, maar den vorm had van eenen haak of pluim. “De groote gebogene, aan den omtrek en bijzonder aan de punt fijn vezelachtige figuur,” zoo drukt zich een der waarnemers uit, “had, wanneer men niet op de heldere rozenkleur, maar slechts op den vorm acht geeft, het aanzien van eene helder verlichte cirrhus-wolk, of vertoonde zich nog eer als het glanzende uiteinde van eene grootere wolk in onzen dampkring, waarachter zich de zon bevindt, en waarvan de kanten door deze helder verlicht worden.” Op eenen kleinen afstand van deze vlek bevond zich een klein rood schijfje, dat zich voordeed als een klein cirrhus-wolkje; daarbij vertoonden zich eene menigte witte, doch minder heldere kleine wolkjes, die volgens Fearnley het aanzien van zeer ligte schapenwolkjes hadden, zoo als men ze bij ons met helder weder meermalen in de hoogere luchtstreken waarneemt. Het was duidelijk, dat deze figuren meer en meer van achter de maan te voorschijn kwamen. Volgens opgave van Galle zoude hunne hoogte $1\frac{1}{2}'$, dat is ongeveer 9000 geogr. mijlen bedragen hebben, terwijl de breedte der haakvormige vlek $2'$ of 12000 mijlen bedroeg. Op het laatst der eclips vertoonde zich op eenigen afstand van deze nog een kleine uitstekende punt van gelijken vorm als die, welke aan den Oostkant zichtbaar was geweest. Deze werd allengs grooter, totdat de eerste zonnestralen te voorschijn kwamen. Een oogenblik te voren had men de vlekken aan den Westkant zich zien vereenigen door eenen dergelijken rand van roode heuveltjes als bij het begin aan den Oostkant waren waargenomen. Zoodra het eerste punt der zon zich weder vertoonde, was er van de roode vlekken niets meer te zien.

Uit deze naauwkeurige waarnemingen blijkt het voldoende, dat deze roode verschijnselen niet tot de maan behooren, daar men die

aan den Oostkant allengs zag verdwijnen, terwijl die aan de tegenovergestelde zijde langzamerhand van achter de maan te voorschijn kwamen; zij volgden de beweging der zon, en moesten dus wel tot haar behooren. Bergen, zoo als men vroeger meende, kunnen het echter onmogelijk geweest zijn, daar de verduisteringen van 1850 en 1851 duidelijk hebben aangetoond, dat sommige gedeelten geheel van den rand der maan of zon afgescheiden waren. Sommige hielden ze voor enkel optische verschijnselen, maar de Fransche sterrekundige FAYE, eerst een der voornaamste verdedigers van deze meening, heeft haar later laten varen. Men moet ze dus wel beschouwen als wolken, waarmede ook de waargenomene vorm het best overeen komt. Deze wolken kunnen zich echter niet in eene luchtledige ruimte bevinden, maar moeten in eene atmosfeer zweven. Men moet dus, behalve de twee door HERSHEY aangenomene omhullingen, nog eene derde aannemen, die op zich zelve duister is en het licht der photosfeer doorlaat; onder gewone omstandigheden is zij, juist door de sterkte van het licht der photosfeer, niet zichtbaar, maar alleen dan, wanneer deze achter de maan verborgen is, vertoont zich deze buitenste omhulling door de photosfeer verlicht als een heldere lichtkrans, terwijl de in haar zwevende wolken zich onder verschillende gedaanten aan het oog van den waarnemer voordoen.

Door enkele der waarnemers, onder anderen door WOLFERS en BUSCH, is nog eene opmerking gemaakt, die mij voorkomt bijzonder de aandacht te verdienen. Gedurende de dagen, die de verduistering vooraf gingen, hebben zij de zonnevlekken waargenomen, en bevonden dat eenige vlekken, die zij den 22^{en} Julij en ook nog den 26^{en} hadden waargenomen, den 28^{en} verdwenen waren. Toen echter was aan den Oostkant, dicht bij den rand, eene kleine ronde vlek en een vrij sterke lichtfakkel zichtbaar, terwijl aan den Westkant, waar zich toen de vlekken, die zij vroeger gezien hadden, zouden moeten bevinden, vier kleine vlekjes ontstaan waren, die zich toen eerst daar tegelijk met eenige lichtfakkels schenen gevormd te hebben. Het is opmerkelijk, dat de roode wolken zich juist op die plaatsen vertoond hebben, waar men bepaald weet, dat

zich zonnevlekken bevonden, en wel het meest op die plaats (aan den Westkant), waar men in de laatste dagen de meeste veranderingen aan de oppervlakte der zon had opgemerkt. Deze waarneming maakt een naauw verband tusschen de zonnevlekken en de roodachtige wolken meer dan waarschijnlijk. Het zoude naar mijn inzien wel kunnen zijn, dat de gasvormige uitwasemingen van het duistere ligchaam der zon, die zich volgens HERSCHELL door de dampomhulling en de photospheer eenen weg banen, en aldus de zonnevlekken doen ontstaan, daar buiten eene gasvormige omhulling vormen, waarin onder gunstige omstandigheden wolken zichtbaar zijn. Latere waarnemingen zullen, naar wij hopen, waarschijnlijk meer licht over dit belangrijke vraagstuk verspreiden, en onze kennis aangaande de natuurlijke gesteldheid der zon, die nu reeds, in weerwil van den verren afstand, waarop dat ligchaam van ons geplaatst is, vrij volledig kan genoemd worden, tot meerdere zekerheid brengen. ¹⁾

. 1) Eerst geruimen tijd nadat het bovenstaande was geschreven, kwam de uitvoerige verhandeling van SCHMIDT te Bonn tot mijne kennis, die de laatste totale zonsverduistering te Rastenburg in Oost-Pruissen heeft waargenomen, en met de meeste zorg beschreven en afgebeeld. Ook zijne waarnemingen bevestigen geheel hetgeen de andere geleerd hadden, en de fraaije afbeeldingen, die hij van de roode uitstekende deelen of wolken geeft, stemmen volkomen overeen met de beschrijving, die wij boven er van gegeven hebben. Wat de verklaring aangaat, zoo wijst hij vooral op de naauwe betrekking, die hij vermeent te hebben kunnen opmerken tusschen die roode wolken en de lichtfakkels op de zonoppervlakte. Wanneer alle waarnemingen van deze belangrijke eklips zullen zijn bekend gemaakt, en aan een naauwkeurig onderzoek onderworpen, zal het welligt mogelijk zijn dit verband met grootere zekerheid aan te wijzen.