

OVER DE NATUURLIJKE GESTELDHEID DER LIGCHAMEN, TOT ONS ZONNE- STELSEL BEHOORENDE ;

DOOR

A. T. REITSMA.

JUPITER.

Jupiter, het schitterende gesternte, dat ieder opmerkzamen beschouwer van den hemel terstond in het oog valt, overtreft in grootte en glans verreweg alle planeten, die tot ons zonnestelsel behooren.

Zijne loopbaan is meer dan vijfmaal zoo ver als onze aarde van de zon verwijderd. De gemiddelde afstand, waarop hij van het groote centraal-ligchaam geplaatst is, bedraagt 107,605,300 geogr. mijlen. Een gevolg van dezen verbazenden afstand is dan ook, dat de hoeveelheid licht en warmte naauwelijks $\frac{1}{27}$ bedraagt van die, welke wij op onze aarde van de zon ontvangen. Stellen wij de intensiteit van licht en warmte op onze aarde = 1, dan zou zij op Jupiter slechts 0.037 bedragen.

Hij is verreweg de grootste van alle planeten. Als hij onze aarde het naaste staat, vertoont hij zich als eene schijf van 46" middellijn. Op zijnen versten afstand heeft hij eene middellijn van slechts 30", op zijnen gemiddelden afstand eene van 38",4.

Hoewel de inhoud van Jupiter 1414 grooter is dan die onzer aarde en men derhalve uit het Jupiter-ligchaam 1414 bollen zou kunnen maken, in uitgebreidheid aan onzen aardbol gelijk, zoo weegt toch zijne massa bij dien grooten omvang, volgens de opgaaf van ARAGO, slechts 388 maal zwaarder dan onze aarde. Daaruit volgt, dat de

1864.

stof, waaruit hij zamengesteld is, aanzienlijk ligter moet zijn dan die, waaruit onze aarde is gevormd. Stellen wij de laatste $= 1$, dan is die van Jupiter slechts $= 0,239$. Niettegenstaande deze geringe digtheid vallen de lichamen op zijne oppervlakte met eene snelheid van 40 voeten in ééne sekonde, omdat de ontzaggenlijke massa van Jupiter de kracht, waarmede hij de lichamen aantrekt, aanmerkelijk versterkt. Als wij de zwaarte, waarmede een ligchaam op de oppervlakte der aarde drukt, stellen $= 1$, dan is diezelfde zwaarte op de oppervlakte van Jupiter $= 2.45$, dat wil zeggen, dat een ligchaam, hetwelk op onze aarde 100 pond weegt, op Jupiter een gewigt van 245 pond heeft.

Uit sommige vlekken, die nu en dan op de schitterende oppervlakte van Jupiter worden waargenomen, heeft men opgemaakt, dat Jupiter zich in eenen tijd van nagenoeg 9 uren 55 minuten om zijne as wentelt. Alle vlekken, die men heeft waargenomen, om den omwentelingstijd te bepalen, leiden echter niet tot hetzelfde resultaat. HERSCHTEL vond in 1788 bij de waarneming van eene en dezelfde donkere vlek nu eens een omwentelingstijd van 9 uur 55 min. 40 sekonden, dan weder van 9 uur 54 min. 53 sekonden; dus bij een en dezelfde vlek bij verschillende omwentelingen een verschil van 47 sekonden. In 1779 gaf eene heldere vlek, insgelijks in den omtrek van den equator gelegen, een omwentelingstijd nu eens van 9 uur 51 minuten 45 sekonden, dan weder van 9 uur 50 minuten 48 sekonden; dus een verschil van 57 sekonden.

Deze aanmerkelijke verschillen in de waarneming schijnen daaraan toe te schrijven, dat deze vlekken niet tot het vaste ligchaam van de planect behooren, maar eigenlijk wolken zijn, die met zeer ongelijke snelheid in den dampkring van Jupiter, door winden, aan onze passaatwinden gelijk, worden voortgestuwd. Sommige van deze wolken hadden in tien uur eene beweging van bijna drie graden van den Jupiter-equator, dat is: eene snelheid van nagenoeg 96 mijlen in het uur.

De verbazende snelheid, waarmede Jupiter om zijne as wentelt, is te meer merkwaardig, omdat zijn ligchaam meer dan 1400 malen grooter is dan dat onzer aarde. Het laat zich daaruit dan ook ge-

makkelijk verklaren, dat hij door die snelheid van omwenteling, gevoegd bij de mindere digtheid van de stof, waaruit hij is gevormd, eene veel sterker afplatting aan de polen heeft dan onze aarde. Bedraagt toch deze afplatting op onze planeet slechts $\frac{1}{300}$ van hare middellijn, bij Jupiter is zij niet minder dan $\frac{1}{17}$ volgens ARAGO, $\frac{1}{14}$ volgens STRUVE, of $\frac{1}{20}$ volgens BEER en MÄDLER.

Hij volbrengt zijne loopbaan rondom de zon in 11 jaren, 10 maanden, 17 dagen, 14 uren, 24 minuten (volgens ARAGO). In dit tijdsbestek volbrengt hij niet minder dan 10,352 omwentelingen, met andere woorden, het Jupiter-jaar heeft 10,352 Jupiter-dagen. Daar zijn omwentelingsas bijna loodrecht op zijne loopbaan staat, zoo namelijk, dat zijn equator met die loopbaan slechts een hoek van $3^{\circ} 6'$ vormt, zoo volgt daaruit, dat op deze planeet bijna geen afwisseling van jaargetijden plaats heeft. Alleen voor de poolgewesten, die zich slechts $3^{\circ} 6'$ van de polen uitstrekken, gaat gedurende een gedeelte van het jaar de zon niet op en gedurende een ander gedeelte van het jaar niet onder. Overal elders zijn op de geheele oppervlakte van Jupiter de dagen en nachten het geheele Jupiter-jaar door aan elkander gelijk, dat is nagenoeg vijf uren lang.

Als de zon voor een plaats op Jupiter opgaat, rijst zij met verbazende snelheid aan den hemel en is met $2\frac{1}{2}$ uur reeds in haar toppunt gekomen, om na $2\frac{1}{2}$ uur weder onder den horizon te verdwijnen en plaats te maken voor den korten nacht van vijf uren. De warmtegraad zal voor hetzelfde gewest gedurende den zomer en den winter nagenoeg dezelfde zijn en geheel daarvan afhangen, of eene plaats nabij den evenaar of daarvan meer of minder verwijderd is. In den Jupiter-gordel, die het naast bij den evenaar ligt, zal de zon elken dag bijna door het toppunt van den hemel gaan en daarvan nimmer verder dan $3^{\circ} 6'$ afwijken. Op hoe hooger breedte een plaats gelegen is, des te minder hoog zal de zon zich elken dag aan den hemel verheffen. Op eene breedte van 52 graden, de breedte die wij op aarde bewonen, zal de zon het geheele jaar door 38° boven den horizon klimmen. Maar aan de polen zal zij, zelfs als het daar zomer is, zich niet hooger dan tusschen $5^{\circ} 6'$ boven den horizon ver-

heffen, terwijl daar dan weder een winter aanvangt van bijna zes onzer jaren, in welke de zon niet boven den horizon wordt gezien.

Behalve de vlekken, waarvan wij boven melding gemaakt hebben, vertoont Jupiter ons nog een geheel eigenaardig verschijnsel. Men ziet namelijk op zijne schijf twee onregelmatige donkere strepen of banden, de eene ten noorden, de andere ten zuiden van den evenaar, en nagenoeg daarmede en met elkander evenwijdig. Tusschen deze beide strekt zich in dezelfde rigting een heldere streep uit, die derhalve de geheele streek van den equator omgeeft. In de nabijheid van deze strepen of banden ziet men nog andere, die aanmerkelijk flauwer zijn en alleen in dezelfde rigting zich uitstrekken. Deze banden ondergaan eene gestadige, langzame verandering in grootte, in aantal en in ligging. Dikwijls laten zich in deze banden die kleine, donkere, wolkachtige vlekken onderscheiden, waarvan men gebruik heeft gemaakt om den omwentelingstijd van de planeet te berekenen. Soms zelfs verdwijnen deze banden geheel of grootendeels. HEVELIUS vermeldt, dat hij in 1647 geene banden op Jupiter zag, ofschoon hij er wolkachtige vlekken opmerkte. WILLIAM HERSCHEL verzekert, dat hij in 1793 de planeet eenmaal zonder eenig spoor van banden waarnam. In 1834 en 1835 bestond de geheele noordelijke band niet. In December 1835 zag MÄDLER den zuidelijken band zich over zijne lengte in tweeën scheiden. In December 1690 zag CASSINI behalve de twee groote banden nog twee noordelijke en zuidelijke, zoodat de geheele planeet met zes evenwijdig loopende banden omgeven was. ARAGO mat in eene reeks van waarnemingen in 1810 den afstand der beide banden van den noordelijken en zuidelijken rand der planeet en maakte daaruit op, dat de gemiddelde breedte van den zuidelijken band gelijk is aan 0,156, en van den noordelijken aan 0.121 van den diameter der planeet. Eene aanschouwelijke voorstelling van de planeet Jupiter met hare afplatting en banden vinden onze lezers in het bekende werk van onzen beroemden astronoom KAISER.

Maar waarvoor hebben wij nu deze banden te houden? Wat kunnen wij uit dezelve aangaande de natuurlijke gesteldheid der planeet opmerken? Dit is een zeer moeilijk vraagstuk. Gewoonlijk houdt men deze donkere strepen voor wolken. Prof. KAISER laat zich daarover

dus uit: »Het is bijna zeker, dat zij ons het eigenlijk ligchaam der planeet onzichtbaar maken, en dat zij niet anders zijn, dan eene soort van dikke wolken, zich tragelijk voortbewegende in eenen zeer digten dampkring, met welken de planeet Jupiter omgeven is. Op die wijze alleen laat zich de gestadige veranderlijkheid dier vlekken verklaren, en hunne lange streepvormige gedaante is dan een noodwendig gevolg van de snelheid, waarmede die planeet om hare as rondwentelt.» Reeds onze langenvoot HUYGENS had in 1659 in zijn *Systema Saturnium* dezelfde verklaring van dit verschijnsel gegeven.

Geheel anders is de oplossing, die HERSCHEL van deze banden geeft. Wel schrijft hij derzelver vorming insgelijks aan wolken toe, maar volgens hem zouden de lichtstrepen met de wolken, de donkere met het ligchaam der planeet overeenstemmen. In een werk over de planeet Venus, in 1793 uitgekomen, zegt hij onder anderen: »Ik vooronderstel, dat de lichte banden van Jupiter, die tusschen de donkere banden gelegen zijn, de gordels zijn, waarin de dampkring van de planeet het meest met wolken is gevuld. De donkere banden komen overeen met de streken, in welke de dampkring volkomen helder is en aan de zonnestralen toelaat tot aan de vaste deelen van de planeet door te dringen, waar mijns inziens de terugkaatsing van het licht minder sterk is dan op de wolken.»

De groote sterrekundige ging dus uit van de veronderstelling, dat er in de streken van den Jupiter-evenaar dergelijke winden waaijen, als onze passaatwinden. Het voornaamste gevolg van deze regelmatig waaijende winden zou dan zijn, dat de dampen in den gordel van den evenaar opgehoopt werden. Van daar de lichte band, die deze streek omgeeft. De zich gewoonlijk ten noorden en zuiden van dezen lichten band uitstrekkende donkere banden zouden dan de van wolken vrije dampkring zijn, door welke de vaste deelen van de planeet zich als donkere strepen vertoonden.

Hoewel beide theoriën van dezelfde vooronderstelling uitgaan, komen zij toch tot geheel verschillende resultaten, in zoo verre, wat door sommigen voor wolken wordt gehouden, door anderen als wolkenvrije dampkring met de daar door heen schemerende vaste deelen der planeet wordt aangezien.

Wij zullen ons niet vermeten, tusschen deze beide veronderstellingen te beslissen.

Wij mogen echter niet nalaten hier op te merken, dat deze banden of strepen, hoewel zij den geheelen planetenbol omgeven, aan de randen van de schijf schijnen te verdwijnen; men kan ze daar in het geheel niet meer onderscheiden. Dit verschijnsel laat zich met de laatste vooronderstelling zeer wel overeenbrengen. Worden de lichte banden veroorzaakt door de terugkaatsing van het zonnelicht op de digte wolkengordels, de donkere daarentegen door de zwakker terugkaatsing van hetzelfde licht op de vaste deelen der planeet, dan is het blijkbaar, dat die banden zouden verdwijnen, indien de eerstgenoemde terugkaatsing verminderd, de laatstgenoemde vermeerderd werd en wel in die mate, dat ze aan elkander gelijk werden gemaakt, omdat ze alleen zichtbaar zijn door verschil van lichtsterkte. En dit heeft nu werkelijk plaats. Een wolk moet natuurlijk minder verlicht schijnen, naarmate de zon hare stralen daarop in meer schuinsche rigting werpt; de lichtsterkte van de lichte banden vermindert derhalve aan de randen van de planeet. Maar de wolkenvrije, doorschijnende dampkring, die door de donkere banden wordt aangewezen, moet in dezelfde evenredigheid in lichtsterkte toenemen, naarmate hij nader aan de randen komt, deels omdat de vaste deelen, die donker doorschemeren, minder zichtbaar worden, naarmate zij door een dikkere dampkringslaag zijn bedekt; deels omdat die dampkring zelf, naarmate hij grootere diepte heeft, een sterker licht van zich geeft. Zoo laat het zich verklaren, dat aan de randen alle verschil van lichtsterkte tusschen lichte en donkere banden ophoudt en dat zij dus verdwijnen voor ons gezigt. Wij hebben hier dus hetzelfde verschijnsel, hetwelk wij reeds bij de vlekken op de planeet Mars hebben opgemerkt.

Uit alles wat wij op den Jupiterbol waarnemen, blijkt echter, dat deze planeet met een zeer digten, weinig doorschijnenden dampkring voorzien moet zijn, en dat in dezen dampkring ontzagelijke wolkgevaarten rondgevoerd worden, die zich door de verbazend snelle omwenteling van de planeet tot banden of strepen vormen, welke allen evenwijdig aan den equator loopen. De gedurige veranderlijkheid dezer banden, de plotselijke verduistering of verheldering van streken,

die duizende vierkante mijlen beslaan, het ontstaan en na langer of korter tijd verdwijnen van vlekken — dat alles doet denken aan een dampkring, in eene zoo bruischende en razende stormbeweging, dat de stoutste verbeelding zich daarvan geene voorstelling kan vormen.

Er is nog eene omstandigheid, die hier vermelding verdient. Wegens het schitterend licht, dat van Jupiter afstraalt, hebben sommigen gemeend, dat zij, behalve het teruggekaatste zonnelicht, ook met een eigen lichtgevend vermogen moet voorzien zijn. Uit sommige verschijnsels kan men echter opmaken, dat dit niet het geval is. Als een van de Jupiter-manen tusschen de zon en de planeet gesteld is en dus eene maaneclips op haar te weeg brengt, is de schaduw, die door die maan op de planeet geworpen wordt, een volkomen zwarte ronde vlek. Dit zoude echter niet het geval zijn, indien Jupiter een eigen licht bezat. Hij zou dit eigene licht dan ook moeten vertoonen op die plaatsen, die door eene maan als door een lichtscherm voor de zonnestralen zijn bedekt.

Wanneer daarentegen de planeet eene van hare manen verduistert, haar schaduw op de maan werpt, verdwijnt deze, zoo lang zij in die schaduw verkeert, geheel uit ons gezigt. Dit zoude ook niet het geval zijn, indien Jupiter een eigen lichtgevend vermogen bezat. Hij zou dan zijn licht op die maan afstralen, ook wanneer deze door haar ligchaam voor de zonnestralen geheel bedekt was; en eene door de planeet verduisterde maan zoude dan althans in een flauwer licht voor ons oog zichtbaar moeten zijn. Uit deze verschijnselen kunnen wij dus met vrij groote zekerheid opmaken, dat Jupiter geen ander licht bezit, dan hetwelk door de zon van hem wordt teruggekaast.

Als wij nu dit alles in aanmerking nemen, dan wordt het hoogst waarschijnlijk, dat Jupiter zich thans in dat tijdvak van hare kosmische vorming bevindt, waarin onze aarde verkeerde, toen zich om haren gloeienden bol eene vaste korst gevormd en zij opgehouden had als eene ster met eigen licht te schitteren, toen die korst telkens weder over groote uitgestrektheden vaneen scheurde, om zich later weder te sluiten, toen het water, hetwelk zich uit den dampkring in zeeën en meeren nedersloeg, bij elke vaneenscheuring der oppervlakte met

ontzagelijk geweld gedwongen werd, zich weder in dampvormigen toestand te verheffen; toen de dampkring ten gevolge van deze vulkanische werkingen met eene zoo digte dampmassa vervuld was, dat de zonnestralen tot de vaste deelen niet konden doordringen en zij hoogstens op enkele betrekkelijk opene plaatsen een flauwen schemerglans doorliet; toen door die ontzettende dampvormingen de geheele dampkring voortdurend stormachtig bewogen een tooneel aanbod van eene werking en terugwerking, waarbij niets op onze thans tot rust gekomen aarde te vergelijken is.-

De planeet Jupiter is het middelpunt van een eigen stelsel van hemelligchamen. Zij is omgeven van vier wachters of manen, die op verschillende afstanden van het hoofdigchaam geplaatst, hare banen in korter of langer tijdvakken volbrengen. De kleinste dezer manen is in grootte nagenoeg aan onze aarde gelijk, de grootste overtreft haar $4\frac{1}{2}$ malen in omvang. Terwijl de maan, die het naast aan de planeet geplaatst is, hare loopbaan in 1 dag, 18 uren, 28 minuten doorloopt, heeft de verst van haar geplaatste daartoe 16 dagen, 16 uren, 32 minuten noodig.

Door een kijker van slechts middelmatige kracht gezien, vertoont het Jupiterstelsel een prachtig schouwspel aan den sterrenhemel. Het hoofdigchaam staat daar omgeven van vier kleine lichtende schijfjes, die door den zeer ongelijken afstand en het groot verschil in omlooptijden gedurig weder in een anderen stand tot het groote hemelligchaam verschijnen. Daar deze manen hare loopkringen in eene vlakke, nagenoeg aan den equator van Jupiter gelijk, volbrengen, zien wij ze als op eene rij geschaard, nu eens alle vier aan dezelfde zijde van de planeet, dan weder aan hare beide zijden verdeeld. Gedurig zien wij hare schaduw over de planeet als eene donkere ronde vlek heenstrijken, of ze voor eenigen tijd in de schaduw van de planeet verdwijnen om later weder te voorschijn te treden.

Met opzigt tot de natuurlijke gesteldheid dezer lichamen, valt weinig te zeggen. Hoewel wij met hunne grootte en massa, met hunne bewegingen en storingen vrij naauwkeurig bekend zijn, zijn ze te klein en te ver verwijderd om ons veel aangaande hunne natuurlijke gesteldheid te verraden. Zij wentelen zich even als onze maan

om hunne assen in denzelfden tijd, waarin zij hunnen loop volbrengen; met andere woorden, zij keeren, even als onze maan aan de aarde, aan hunne hoofdplaneet altijd dezelfde zijde toe. Een gevolg hiervan is, dat wij van onze aarde, voor welke iedere maan zich eenmaal in haren omlooptijd om hare as wentelt, deze manen van alle zijden kunnen gadeslaan. Maar keeren zij uit gemis van eigene beweging om hare assen even als onze maan aan hare hoofdplaneet altijd dezelfde zijde toe, dan mogen wij daaruit opmaken, dat zij ook alle trappen van het proces harer afkoeling en volkomene verstijving reeds doorgegaan zijn en dat zij waarschijnlijk in een vrij gelijken natuurtoestand verkeerden als onze maan; dat zij derhalve ook geen kosmisch en organisch leven meer bezitten. Bij kleine lichamen, gelijk de wachters der planeten, moest die afkoeling en verdigting veel spoediger haar einde bereikt hebben. En zoo kan het geschieden, dat Jupiter nog in een jeugdig tijdperk van kosmisch leven verkeert, terwijl in hare manen reeds lang dat leven tot de eindpaal zijner ontwikkeling is gekomen.

Men heeft bovendien opgemerkt, dat het licht, door deze manen teruggekaatsd, aan eene groote afwisseling onderhevig is. Deze afwisseling is regelmatig, zoodat men zelfs, volgens HERSCHEL, kan aanwijzen, op welk gedeelte van hare loopbaan elke maan het sterkste en waar zij het zwakste licht afgeeft. Men heeft bovendien op de tijden, waarin de manen de schijf van Jupiter voorbijgaan, afzonderlijk kunnen opmerken, dat de schijven dier manen met kleine lichte en donkere vlekken bezaaid zijn. Door deze beide waarnemingen zamen te voegen, is men tot het besluit gekomen, dat de oppervlakte dezer manen niet over alle hare deelen eene gelijke geschiktheid moet hebben om het zonnelicht terug te kaatsen. Daar men bovendien heeft opgemerkt, dat de vlekken op de oppervlakte dier manen niet bij elken omloop even licht of donker zijn, ja zelfs soms geheel onzichtbaar worden, zoo is het niet onwaarschijnlijk, dat deze manen, even als het ligchaam der planeet zelve, met zeer digte dampkringen omgeven zijn, in welke omhulsels gedurig belangrijke veranderingen plaats hebben.

Het laat zich wel niet denken, dat men aangaande de natuurlijke

gesteldheid dezer kleine hemelligchamen ooit tot eenige meerdere zekerheid zal komen.

SATURNUS.

Deze planeet heeft vooral door den zonderlingen ring, die haar omgeeft, de aandacht der sterrekundigen meer dan eenig ander hemelligchaam tot zich getrokken.

Zij schittert als eene ster van de eerste grootte aan onzen nachtelijken hemel. Als zij tot onze aarde in haren naasten stand gekomen is, vertoont zij ons eene middellijn van 20". Is zij het verst van onze aarde geplaatst, dan bedraagt die middellijn 15"; gemiddeld kan men ze op 18" stellen.

Zij volbrengt haren omloop om de zon op eenen afstand, gemiddeld $9\frac{1}{2}$ malen grooter dan dien, waarop onze aarde haren loop volbrengt. Men kan dien afstand op 197,285,600 geogr. mijlen bepalen. Om op dien ontzaggelijken afstand hare baan rondom de zon te volbrengen, heeft zij 29 jaren, 5 maanden, 16 dagen, 23 uren en $16\frac{1}{2}$ minuten noodig.

Op dien verbazenden afstand bedraagt de intensiteit van licht en warmte, die zij van de zon ontvangt, weinig meer dan een honderdste van die, welke wij op onze aarde ontvangen. Stelt men de laatste = 1, dan is die op Saturnus = 0,01. De zon doet zich aan haar voor als een klein schijfje met eene middellijn, $9\frac{1}{2}$ malen kleiner dan die de zon voor onze aarde heeft. De helderste middag op deze planeet kan slechts weinig meer licht verspreiden dan de schemering, die kort voor het invallen van den nacht bij ons plaats heeft.

Reeds onze landgenoot HUYGENS, die het eerst met ongemeene oplettendheid Saturnus bestudeerde, had opgemerkt, dat op Saturnus eene afwisseling van dag en nacht plaats had. Het was echter WILLIAM HERSCHEL, die het eerst na langdurig voortgezette waarneming den tijd, waarin deze wereldbol zich om zijne as rondwentelt, bepaalde op 10 uren, 16 minuten. ARAGO stelt den omwentelingstijd eenigszins langer, namelijk op 10 uren, 24 minuten. Nemen wij deze laatste

opgave aan, dan heeft het Saturnus-jaar, dat bijna $29\frac{1}{2}$ van onze aard-jaren lang is, nagenoeg 24479 Saturnus-dagen.

Bij deze verbazend snelle omwenteling om hare as is het niet te verwonderen, dat deze planeet eene aanzienlijke afplatting aan hare polen heeft. Deze is nog grooter dan bij Jupiter en bedraagt niet minder dan $\frac{1}{10}$ gedeelte van hare middellijn.

HERSCHEL heeft, betreffende deze afplatting, eene bijzonderheid medegedeeld, die hoogst opmerkelijk is. Hij vond namelijk na herhaalde en naauwkeurige metingen, in 1805, dat de gedaante der planeet niet regelmatig is. Als men de middellijnen van andere hemelligchamen, bij welke eene afplatting aan de polen bemerkt wordt, naauwkeurig meet, dan zal men bevinden, dat de middellijn over den equator gemeten, de langste is en dat de middellijnen, die tusschen den equator en de polen liggen, van lieverlede korter worden, zoodat die, welke door de polen en het middelpunt van het hemelligchaam loopt, de allerkortste is. Den vorm van zulk een aan de polen afgeplat ligchaam kan men dus beschouwen als eene zoogenaamde spheroidé, die ontstaat als men een elliptisch vlak rondom zijne as wentelt. Maar volgens HERSCHEL bestaat die regelmatigheid bij Saturnus niet. Hij bevond, dat de middellijn, over den equator gemeten, een bedrag had van $22^{\circ}54$, maar als hij eene middellijn nam, die van 45° noorder breedte tot 45° zuider breedte door het middelpunt liep, dan vond hij een bedrag van $23^{\circ}.96$. Des anderen daags verkreeg hij $22^{\circ}.88$ voor de equator-middellijn en $23^{\circ}.76$ voor de middellijn op 45° breedte. Hij deed deze waarnemingen met verschillende telescopen en verkreeg altijd dezelfde uitkomst, terwijl de telescopen op dienzelfden tijd op Jupiter gerigt, geene de minste onregelmatigheid in de gedaante van deze planeet verrieden. Uit deze waarnemingen zoude volgen, dat zich nagenoeg in het midden tusschen den equator en de polen eene verheffing of opzwellling op het Saturnus-ligchaam vertoont, waardoor deze planeet eene onregelmatige gedaante verkrijgt, niet geheel ongelijk aan die van eene noordhollandsche kaas. HERSCHEL schreef dit verschijnsel toe aan de aantrekking, welke de ring van Saturnus op het planetenligchaam zelf zoude uitoefenen.

SCHRÖTER bevond insgelijks, dat én de afplatting én de gedaante

aan voortdurende groote veranderingen onderworpen waren, en meende dit te moeten toeschrijven aan een vloeibaar omhulsel, dat deze planeet zoude omgeven en dat aan eene aanhoudende afwisseling van eb en vloed zou zijn blootgesteld. Doch wat hiervan ook zijn moge, zooveel schijnt wel zeker, dat de gedaante van Saturnus werkelijk zeer veel afwijkt van die regelmatige spheroïde, die zij volgens hare afplatting zou moeten vormen.

De stand, waarin Saturnus op zijne baan geplaatst is, verschilt een weinig van die onzer aarde. Bedraagt de hoek, die de aard-equator met hare loopbaan maakt, ongeveer $23\frac{1}{2}^{\circ}$, bij Saturnus is hij ongeveer 30° graden. Een gevolg hiervan is, dat de gordels, die met onze koude, gematigde en heete klimaten overeenkomen, zoowel in het noorder- als zuider-half rond elk eene breedte van 30° hebben. De jaargetijden zijn daardoor sterker van elkander onderscheiden dan op onze aarde. Het verschil tusschen de lengte van dagen en nachten wordt daardoor scherper. Maar die jaargetijden loopen zeer langzaam af. Als het in het noordelijk half rond zomer is, wordt de noordpool bijna 15 jaren lang onafgebroken door de zon beschenen, terwijl daarna ook weder voor deze streken een winter van bijna 15 jaren aanvangt, waarin de zon niet boven den horizon gezien wordt.

Hoewel Saturnus nagenoeg de helft kleiner volume heeft dan Jupiter, zoo overtreft hij toch in dit opzigt aanmerkelijk onzen aardbol. Zijne middellijn is $= 9.022$, zoo wij die der aarde als eenheid aannemen. Zijn inhoud is bij gevolg 735 malen grooter dan die onzer aarde: men zou dus uit zijnen bol 735 bollen kunnen vormen, waarvan elk in omvang aan onze aarde gelijk was. Zijne massa is echter aanmerkelijk minder; zij zoude niet eens ten volle het gewicht hebben van 108 lichamen, aan onze aarde gelijk. Daaruit volgt, dat zij uit eene stof moet bestaan, die, in vergelijking van die onzer aarde, ongeveer achtmaal ligter is. Stellen wij de digtheid der aarde $= 1$, dan is die van Saturnus $= 0.14$.

De druk der lichamen op de oppervlakte staat echter vrij gelijk aan die, welke wij hier waarnemen, omdat de geheele massa der planeet, in weerwil van haar gering specifiek gewicht, veel zwaarder is dan die onzer aarde. Stellen wij de kracht, waarmede hier een

ligchaam op de oppervlakte der aarde drukt $= 1$, dan is zij op Saturnus $= 1,09$. Vallende lichamen doorloopen op zijne oppervlakte in den tijd van ééne sekonde eene ruimte van 19.4 voet. Deze zwaarte is echter niet overal dezelfde. De sterke afplatting aan de polen, gevoegd bij de groote ringen, waarmede de planeet is omgeven, is oorzaak van deze ongelijke zwaarte. Een gewigt van 100 pond op aarde zou op de Saturnus-polen 137, maar onder den evenaar en dus onder den Saturnus-ring geplaatst, slechts 75 pond wegen.

Even als op Jupiter, ziet men ook op de oppervlakte van Saturnus donkere banden, nagenoeg evenwijdig aan den evenaar. Zij zijn zelfs op de laatstgenoemde planeet breeder dan op de eerste, maar minder duidelijk te onderscheiden van de overige deelen der planeet. Zij zijn ook niet bestendig in gedaante en uitgebreidheid aan zich zelve gelijk. Daaruit schijnt te volgen, dat zij niet tot het ligchaam der planeet behooren, maar in haren dampkring geboren worden. SCHRÖTER heeft dikwijls in deze banden aanmerkelijke veranderingen waargenomen, waardoor men tot het vermoeden gebragt wordt, dat er in den dampkring van Saturnus zeker geweldige beroeringen moeten plaats hebben, zoo de flauwe sporen daarvan nog op den grooten afstand, waarop wij van haar verwijderd zijn, kunnen worden waargenomen.

Reeds CASSINI zag in 1683 heldere en daartusschen liggende donkere banden op het ligchaam der planeet. WILLIAM HERSCHEL heeft in 1793 drie zulke banden duidelijk kunnen waarnemen. Toen BEER en MÄDLER in 1834 en 1835 Saturnus tot het voorwerp hunner navorschingen maakten, konden zij nooit meer dan éénen enkelen band ontdekken, die, zoo als zij uitdrukkelijk opmerkten, tot aan den rand der planeet met het oog gevolgd kon worden.

Ook onze landgenoot, prof. KAISER, verklaart uitdrukkelijk nooit meer dan een enkelen band op Saturnus waargenomen en nimmer daarin eene oneffenheid van eenige beteekenis ontdekt te hebben. Hoeveel overeenkomst deze band ook mag hebben met dien, welke op de schijf van Jupiter gezien wordt, houdt hij zich toch overtuigd, dat hij van eene geheel andere natuur zijn moet. De verklaring, die MÄDLER van dien band geeft, is volgens hem ongezocht en meest met de natuur overeenkomstig. Wanneer zich namelijk vochtdeelen op de

planeet bevinden, dan moeten zich die door de aantrekking van den ring onder den ring ophoopen, en zoo moet er onder den ring een vochtige gordel op de oppervlakte van de planeet ontstaan, die het zonnelicht minder goed terugkaatst, dan de overige deelen.

Bovendien heeft HERSCHEL merkbare veranderingen in het licht, dat van de poolstreken teruggekaatst wordt, kunnen waarnemen. De pool, welke van de zon afgekeerd is en dus zijnen wintertijd beleeft, vertoont zich steeds witter en helderder dan de tegengestelde, waar het zomer is. Dit is waarschijnlijk een gevolg van de geweldige koude op die pool, waar een winter van 15 jaren onafgebroken voortduurt. Welligt zijn het ophooping van sneeuw en ijs op het ligchaam der planeet, of wel van ontzaggelijke wolkgevaarten in den dampkring, die veroorzaken, dat de winterpool eene helder witte kleur afgeeft, terwijl die zelfde pool in den zomer door het langzaam verdwijnen dezer sneeuw- of wolkenophooping van lieverlede een doffer en matter tint verkrijgt.

Men heeft insgelijks opgemerkt, dat de sterren, die door de schijf van Saturnus bedekt worden, een merkbaar flauweren glans verbreiden, als zij in de nabijheid van den rand der planeet gekomen zijn. Dit is ook het geval met de Saturnus-manen. Deze verdwijnen geheel voor het gezigt, reeds voor dat zij door het ligchaam der planeet bedekt worden. Men kan daaruit opmaken, dat Saturnus met eenen dampkring omgeven moet zijn, die althans in zijne benedenste lagen zeer digt is.

Uit al deze omstandigheden kan men opmaken, dat de natuurlijke gesteldheid van Saturnus eene opmerkelijke overeenkomst heeft met die, welke op Jupiter plaats heeft. Maar in een opzigt onderscheidt Saturnus zich van Jupiter en van alle andere ons bekende hemelligchamen, namelijk door dat zonderling ligchaam, hetwelk algemeen bekend is onder den naam van den *ring van Saturnus*.

Toen men na de ontdekking der verrekijkers het eerst deze nog hoogst gebrekkige werktuigen op Saturnus rigtte, stond men verbaasd over de onregelmatige gedaante van dezen wereldbol. Men meende in het eerst, dat de planeet uit drie aan elkander verbonden ligchamen bestond, uit het centraalligchaam en twee manen, die er aan weers-

zijde aan verbonden waren. Onze landgenoot HUYGENS was in 1659 de eerste, die, geholpen door zijne voor dien tijd voortreffelijke werktuigen, de ontdekking deed, dat het ligchaam van de planeet Saturnus, even als dat van andere planeten, bolvormig is, maar omgeven van eenen dunnen, platten ring, die van alle zijden van het ligchaam der planeet is afgescheiden en met dit ligchaam hetzelfde middelpunt gemeen heeft.

Wij meenen onzen lezers geene ondienst te doen, wanneer wij hun de nadere beschrijving van dezen ring met de woorden van prof. KAISER mededeelen. »Deze dunne en platte ring is van alle zijden van het ligchaam der planeet afgescheiden en heeft met dat ligchaam hetzelfde middelpunt gemeen. Die ring is cirkelvormig, maar in eenen eenigzins schuinschen stand geplaatst, met betrekking tot de vlakke van de loopbaan der aarde, waardoor wij hem altoos in zijne verkorting en dus ook als een langrond zien. Bij de beweging der planeet om de zon kan hij in eenen stand komen, bij welken zijn verlengde juist door de aarde gaat, dat wil zeggen, dat onze aarde op dezelfde hoogte als de ring geplaatst is. Wij zien den ring dan juist op zijnen kant of op zijne dikte, maar hij is zoo dun, dat hij dan zelfs door goede kijkers volstrekt niet gezien kan worden, en de planeet moet zich dus, in dit geval, als eene ronde schijf vertoonen. Dit duurt slechts eenen korten tijd. Door de verplaatsing van de planeet en de aarde, zal de ring ons allengs breeder voorkomen, maar zijne inwendige breedte kan ons nooit zoo groot toeschijnen, als de middellijn der planeet, zoodat wij ook nimmer den ring rondom de planeet zien kunnen, maar altoos een gedeelte van den ring door de planeet, en een gedeelte van de planeet door den ring bedekt wordt.»

»Door eenen goeden kijker van den tegenwoordigen tijd ziet men zeer duidelijk de slagschaduw van Saturnus op den ring en de slagschaduw van den ring op Saturnus, welke schaduwen haar voorkomen veranderen moeten, naarmate de planeet haren stand met betrekking tot de zon en de aarde verandert. Daar Saturnus in 30 jaren haren loop om de zon volbrengt, zal de ring ons gedurende omtrent vijftien jaren de eene zijde toekeeren en dan weder, gedurende vijftien jaren de andere. Door een zeer goeden kijker ziet men over den geheelen

ring heen eene scherp begrensde gitzwarte streep, die, evenwijdig aan zijnen omtrek loopende, den ring in twee ringen verdeelt, welke met elkander en op zeer weinig na ook met de planeet hetzelfde middelpunt gemeen hebben. Meermalen heeft men ieder dezer twee ringen op dezelfde wijze, maar door veel fijner strepen, in vele andere ringen afgedeeld gezien, doch die fijnere verdeeling schijnt in zich zelve veranderlijk te zijn, daar zij niet altoos gezien wordt en hare meerdere of mindere duidelijkheid niet alleen van de meerdere of mindere zuiverheid van de lucht schijnt af te hangen. Bijzonder duidelijk heeft die onderscheiding zich dikwijls op den buitensten ring vertoond, en al laat zij zich daar niet onderscheiden, dan vertoont zich die buitenste ring toch altoos veel duisterder dan de binnenste."

De middellijn van den buitensten rand des rings is nagenoeg $2\frac{1}{4}$ malen, die van den binnensten rand $1\frac{1}{2}$ malen zoo groot als de middellijn der planeet. De eerste middellijn is volgens STRUVE $40''.09$, de laatste $26''.67$ lang, terwijl de middellijn der planeet op gemiddelden afstand $17''.99$ bedraagt. Beide ringen met de daar tusschen liggende ruimte hebben eene breedte van $6''.71$, terwijl de ledige ruimte tusschen den binnensten rand des rings en het ligchaam der planeet $4''.34$ bedraagt. De middellijn van den buitensten rand zoude dus ongeveer 38090, die van den binnensten rand 25334 en die van het ligchaam der planeet 17090 geogr. mijlen meten. De geheele ring zoude dus eene breedte hebben van 6378 geogr. mijlen en de opene afstand van den ring tot de planeet 4122 geogr. mijlen bedragen. De dikte van den ring is naar evenredigheid zeer gering. Volgens HIRSCHIEL bedraagt ze slechts 24, volgens BASSEL 29.6 en volgens SCHRÖTER 119 geogr. mijlen. De afbeelding in het bekende werk van prof. KAISER kan aan onze lezers eene getrouwe voorstelling geven van de gedaante, waarin zich dit ligchaam aan den hemel vertoont.

De ring van Saturnus moet voor eenen waarnemer, op de oppervlakte der planeet geplaatst, de zonderlingste verschijnselen opleveren. Wij geven deze met de woorden van prof. KAISER: »Digt bij de polen van de planeet kan men van den ring niets zien, omdat hij daar door de planeet zelve bedekt wordt. Onder den equator der planeet ziet men den ring over zijne inwendige dikte, als een gordel

aan den hemel, die over het hoofd des waarnemers loopt. Op andere plaatsen van de oppervlakte der planeet ziet men den ring als eenen breeden boog aan den hemel, die op dezelfde plaats altoos denzelfden stand met betrekking tot den horizon behoudt, en die vijftien van onze jaren achtereen, gedurende dag en nacht, door de zon verlicht wordt, en dan weder gedurende vijftien van onze jaren duister blijft, terwijl hij zich alleen bij nacht verraden kan door de sterren, welke hij bedekt. De schaduw, die Saturnus op zijnen ring werpen moet, is voor eene plaats op zijne oppervlakte bij dag niet te zien, want dan is de plaats naar de zon toegekeerd, terwijl de schaduw altoos van de zon afgekeerd moet wezen. Bij nacht moet die schaduw zich vertoonen en langs dien geheelen boog schijnen te loopen. Altoos moet de ring een gedeelte van de oppervlakte der planeet met zijne schaduw bedekken en voor de plaatsen, die zich op dat deel bevinden, is de zon achter den ring verborgen. Zoo kunnen plaatsen op de planeet gedurende tien van onze jaren geheel van het zonnelicht beroofd worden, en dat geschiedt juist in den langen winter op die plaatsen, als zij de zonnestralen het meest behoeven."

Welk een allervreemdste schouwspel de planeet Saturnus moet aanbieden aan eenen waarnemer, die op den ring geplaatst is, laat zich gemakkelijk denken. Aan de binnenzijde van den ring heeft men de planeet boven zich als een verlichten bol, die zich 20000 grooter aan den hemel vertoont, dan de zon op onze aarde. Op de vlakke zijden van den ring ziet men de planeet aan den horizon, maar wegens hare ontzettende grootte zich tot 45° boven den horizon verheffen.

De werking van de aantrekkingskracht moet zich insgelijks op den ring op eene geheel eigenaardige wijze openbaren. Daar de voorwerpen op den ring aangetrokken worden deels door de stofmassa van den ring zelve, deels door het ligchaam der planeet, zoo volgt daaruit, dat alle voorwerpen op de vlakke zijden des rings in een scheeven stand geplaatst zijn en ook in eene scheeve rigting vallen. Daar de voorwerpen op den binnensten rand des rings door den ring in de rigting naar den ring heen, maar door het planetenligchaam in eene daartegenovergestelde rigting worden getrokken, zoo volgt

daaruit, dat zij met veel mindere kracht naar den ring worden getrokken dan op den buitenrand, met andere woorden; dat zij op den binnensten rand veel ligter zijn, dan op den buitensten.

Daar HERSCHEL en SCHRÖTER op den tijd, als de ring zijnen dunnen rand als een fijne lichtende lijn naar de aarde toekeerde, gemeend hebben daarop zekere protuberantiën of uitstekende punten te ontdekken, zoo hebben zij daaruit afgeleid, dat de oppervlakte van den ring niet volkomen effen zijn kan, maar met hobbeligheden en bergen bezet moet zijn. Zoo heeft men ook uit de omstandigheid, dat de ring over 'talgemeen een sterker licht terugkaatst dan de schijf der planeet zelve, gemeend te kunnen opmerken, dat hij uit eene stof bestaat, die in digtheid de stof, waaruit het ligchaam der planeet is zamengesteld, overtreft.

Dit is bijna alles wat met eenige waarschijnlijkheid aangaande de natuurlijke gesteldheid van den Saturnus-ring gezegd kan worden. Kon met eenige zekerheid de vraag worden beantwoord, vanwaar deze ring ontstaan is, dan zoude daardoor welligt een meer zeker licht over zijne natuurlijke gesteldheid verbreid kunnen worden. Maar het is daar nog ver van daan. Wel heeft het niet ontbroken aan een aantal gissingen, maar de meesten daarvan zijn vaak gemakkelijker te weerleggen dan te verdedigen. Zoo beweerde ROBBERVERVAL, dat deze ring zijn oorsprong verschuldigd is aan dampen, die van de planeet opstijgen. MAIRAN beweerde, dat Saturnus oorspronkelijk een veel grooter werelddbol geweest is, en dat de ring niets anders is dan het overblijfsel van zijn ouden equator door de afkoeling tot een veel kleiner omvang ingekrompen. BUFFON dacht, dat de ring eens tot de planeet zelve behoorde, maar door de middelpunt-schuwende kracht daarvan was afgescheiden. MAUPERTUIS hield het er voor, dat de ring voortgebragt was door den staart van eene komeet, die door de aantrekkingskracht der planeet gedwongen was rondom haren bol te blijven hangen. De komeet zelf zoude één harer manen, hare staart den ring gevormd hebben.

Nemen wij echter aan, dat de manen zich van de planeten hebben afgescheiden op dezelfde wijze, als de planeten zich als kosmische ringen van het groote centraalligchaam hebben afgezonderd, dan is

het niet geheel onwaarschijnlijk, dat Saturnus zich nog bevindt in dat tijdperk harer kosmische vorming, waarin nieuwe manen van haar ligchaam worden afgescheiden. Bevestigen zich de waarnemingen, die door beroemde sterrekundigen in het jaar 1850 gemaakt zijn, dan zoude zich in de tusschenruimte tusschen de planeet en den binnensten rand des rings een nieuwen ring gevormd hebben, die in het eerst nog met het ligchaam der planeet scheen zamen te hangen en zich als een lichtende sluijer tusschen de planeet en den ring uitstrekte. Later werd eene afscheiding, hoewel niet volkomen zwart, tusschen dezen ring en den anderen en de planeet zelve waargenomen.

Wordt men er bijna toe gedwongen, uit deze verschijnsels tot een nieuwe ringvorming te besluiten, dan is het zoo vreemd niet, de veronderstelling aan te nemen, dat de ringen zelve, wier massa's zich nog in eenen zeer verdunden toestand bevinden, eenmaal manen zullen vormen. Wanneer eenmaal een der ringen door verdere zamentrekking en verdigting zijner deelen zich op eene plaats vaneen scheurt, zal de massa tot dien ring behorende zich van lieverlede moeten zamenrollen en een kogelvormigen bol vormen, die van dien tijd af als wachter of maan de planeet op haren weg rondom de zon zal vergezellen. Welligt zullen eenmaal onze nakomelingen de wording van nieuwe manen van de planeet Saturnus kunnen waarnemen.

Reeds bezit Saturnus behalve den ring op dezen tijd acht zulke manen, die in elliptische loopbanen zich rondom haar bewegen in eene vlakte, die evenwijdig is aan die van haren ring. Terwijl de naastbijstaande slechts 3.36 halve middellijnen der planeet van haar verwijderd is, en slechts 22 uren, 27 minuten, 23 sekonden tot haren omloop noodig heeft, volbrengt de verste op een afstand van 64.36 halve middellijnen haren omloop in den tijd van 79 dagen, 7 uren, 53 minuten, 40 sekonden.

Deze manen zijn zoo verre van ons verwijderd, dat zij, als wij de door HUYGENS reeds ontdekte uitzonderen, slechts door kijkers van groot vermogen en dan nog met moeite en alleen onder de gunstigste omstandigheden gezien kunnen worden. Het is dus niet te verwonderen, dat aangaande hare natuurlijke gesteldheid niets met

zekerheid gezegd kan worden. Alleen heeft men dit kunnen nagaan, dat zij even als alle andere wachters der planeten altijd dezelfde zijde naar de planeet toekeeren en dus ééne omwenteling in den tijd van éénen omloop volbrengen. Bij eene enkele heeft men tevens kunnen waarnemen, dat zij niet gelijkelijk lichtgevend is op alle punten van hare oppervlakte. Over 't algemeen mag men vaststellen, dat deze kleine hemelligchamen hetzelfde karakter hebben als de manen van Jupiter.
