

— Licht v. Emirik & Binger, Haarem.

KLEUREN ;

DOOR

W. M. LOGEMAN.

Naarmate de kring van 's menschen kennen en weten zich heeft uitgebreid, naarmate de som der overwinningen zich heeft vermeerderd, die hij over de stof heeft behaald door hare werkingen te leeren kennen, is het meer en meer onmogelijk geworden voor één enkelen mensch om dien geheelen kring te overzien, om die menigte van feiten te omvatten. En toch is die uitbreiding niet slechts, ja zelfs niet voornamelijk, eene uitwendige, maar ten minste evenzeer eene naar binnen, eene inwendige geweest. De waarheid is een en ondeelbaar en de verschillende onderdeelen der menschelijke kennis zijn slechts zoovele wegen, die allen, zij het ook van nog zoo ver uit elkaar gelegene punten, naar die eene waarheid heenvoeren. Geen wonder dan, dat die verschillende paden meer tot elkander blijken te naderen al naarmate men daarop nader komt aan het gemeenschappelijk middenpunt; met andere woorden: dat hoe verder zich de verschillende wetenschappen uitbreiden, zij des te meer met elkander verwant worden, dat al naarmate men verder komt in de eene, zij te meer blijkt den steun te behoeven niet slechts van de uitkomsten van vroeger onderzoek op haar eigen gebied, maar ook evenzeer van die, welke op van het hare geheel afgescheiden terreinen zijn verkregen.

Ziedaar dus twee feiten, die reeds in ruime beteekenis waar zijn en die, al naarmate het menschedom in kennis vooruitgaat, zwaarwigtiger, dringender worden; de onmogelijkheid voor één mensch om het geheel der menschelijke kennis, ja zelfs om een aanmerkelijk

deel daarvan te omvatten en te doorgronden, en aan den anderen kant de noodzakelijkheid om veel te weten van velerlei, voor hem, die in eenig onderdeel der wetenschap vooraan wenscht te gaan en, zij het slechts ééne, belangrijke schrede verder te doen dan zij, die hem vergezellen of die vroeger hetzelfde pad hebben bewandeld. Hoe is deze tegenstrijdigheid op te lossen? Zeker alleen door streng te onderscheiden tusschen de beoefening eener wetenschap als middel en als doel, tusschen eene studie als jonger en eene als meester, tusschen het verzamelen van kennis der op eenig gebied verkregene uitkomsten, zoo veel en zoo ver als ze op het terrein dat men zelf bewerkt van nut kunnen zijn, en het geheel doorgronden daarvan en van de wegen, die daartoe hebben geleid. Het laatste kan men alleen voor een of hoogstens voor eenige weinige zeer na aan elkander verwante onderdeelen der wetenschap; het eerste kan men, met eenige vlijt, voor een aantal dier onderdeelen, groot genoeg om in die studie een waarborg te vinden tegen eenzijdigheid en een steun overal waar men dien noodig heeft.

Zulk eene cursorische, noodzakelijk ietwat oppervlakkige studie van wat voor hem nevenvakken zijn is dus noodzakelijk voor iedereen, die zich met eenigen tak van het weten des menschen bepaaldelijk bezig houdt. Zij moet voor hem voldoende zijn en weldadig, het laatste evenwel slechts zoolang, als hij zich van haren aard en haar doel volkomen bewust blijft, zoolang als bij hem de overtuiging leeft, dat zulk eene studie hem tot niets anders dan tot het verwerken der uitkomsten van anderen geschikt maakt en regt geeft. Verliest hij dit uit het oog, dan kan die kennis, hoe nuttig en noodig zij hem overigens ook was, voor hem en, als hij door anderen arbeid zich een grooten naam heeft verworven, ook voor tijdgenoot en nakomelingschap een onheil worden.

De geschiedenis der wetenschappen levert een aantal voorbeelden op van het kwaad, gesticht door hen, die het bovenstaande uit het oog verloren, die dus meenden te kunnen beoordeelen en veroordeelen wat zij niet volkomen begrepen. Een der sterkst sprekende van die allen vindt men in de verwarring, die GÖTTE stichtte, toen hij meende over het ontstaan der kleuren even gemakkelijk als over de

kleuren zelve te kunnen oordeelen. GÖTTE, als dichter groot, als staatsman alledaagsch, als natuurwaarnemer niet zonder verdienste, kwam de grenzen van het bespottelijke nabij, toen hij ook als natuuronderzoeker wilde optreden. Niettegenstaande den zwakken grond van zijne beschouwingen, men zou bijkans zeggen hare grondeloosheid, werd hij toch, jaren lang, gevolgd en nagepraat door velen. Want, opmerkelijk genoeg, het feit, waarvan hij uitging, was volkomen juist, hij dwaalde slechts in zijne gevolgtrekkingen. Dit nu maakt de geschiedenis dier afdwaling dubbel belangrijk; dit maakt, dat niemand, die haar kent, over de thans algemeen aangenomen begrippen aangaande het ontstaan der kleuren denken kan, zonder dat voor hem, nevens het beeld van den in alles grooten NEWTON, die de gronden daarvan vaststelde, ook dat van GÖTTE oprijst, welke deze gronden trachtte te ondermijnen, van GÖTTE, die zich in veel zoo groot en hierin zoo klein vertoont. Wie over deze zaken spreekt of schrijft althans, kan zich niet onthouden van het denken aan dezen strijd en daarom zal GÖTTE's naam in de volgende regelen dikwijls voorkomen.

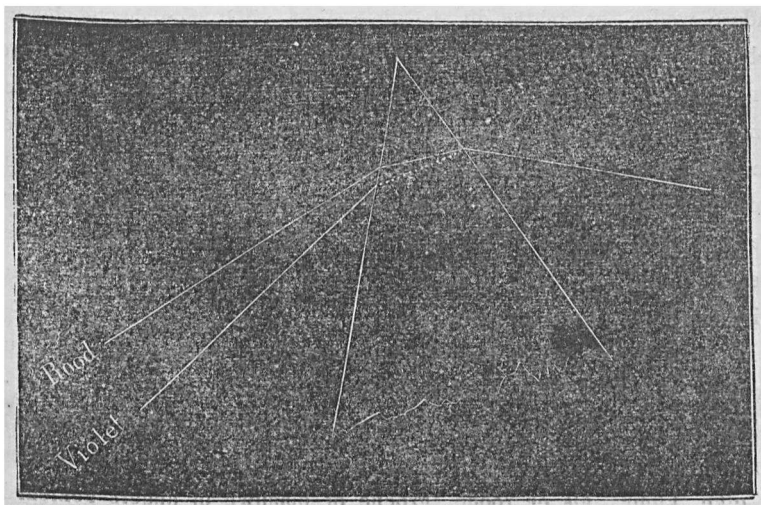
Elk voorwerp, zullen wij het kunnen zien, moet lichtend zijn of verlicht. Lichtend noemen wij het, als het zonder eene voor ons merkbare oorzaak van buiten naar ons oog dat wondervolle ik en weet niet wat afzendt, dat wij gewoon zijn licht te noemen. Deze uitstraling van licht geschiedt, als geene bijzondere omstandigheden het beletten, naar alle zijden, in alle rigtingen te gelijk. Al de voorwerpen, die het lichtende ligchaam omringen, worden door het van dit laatste afkomstige licht getroffen, voor zoover geen ander tusschen beide geplaatst ligchaam dit belet, en deze voorwerpen worden daardoor ook voor ons zichtbaar. Een gedeelte van het licht, dat hunne oppervlakte treft, kaatsen zij meestal ook in alle rigtingen, hoewel niet in alle gelijkelijk, weder terug. Ook van hen dus komt, als wij ze zien, licht in ons oog: alle zien is ontvangen van licht, afkomstig van het voorwerp, dat wij zien.

Bij de volmaakte klaarlijkheid dezer grondstelling moet het iedereen verwonderen, dat er zooveel eeuwen zijn verlopen voor men ze algemeen als geldig aannam. En toch is dit zoo, en het denkbeeld der oude wijsgeeren, die in meer of min klare bewoordingen van het oog spraken als naar de voorwerpen tastend, heeft slechts zeer langzaam en tragsgewijze voor het juistere begrip plaats gemaakt. Zelfs bij GÖTTE vindt men tot in zijne jongste geschriften nog sporen daarvan en van de begripsverwarring, die noodzakelijk daardoor ontstaan moet en die dan ook waarschijnlijk wel de hoofdoorzaak is van de vreemdsoortige gevolgtrekkingen, die hij uit overigens volkomen ware en dikwijls zelfs in hun geheel waargenomen feiten heeft afgeleid. Het oog toch neemt bij hem een werkzaam deel in het zien niet alleen, maar ook in het voortbrengen der kleuren, waarmede het de voorwerpen getooid ziet.

Het ontstaan dier kleuren behoeft evenwel niet op zulk eene gewrongene wijze verklaard te worden. Wanneer men slechts niet te ver wil gaan in die verklaring, wanneer men door het geven daarvan niets anders verstaat dan het terugvoeren der natuurverschijnselen tot ééne bepaalde wet, die den naam van natuurwet mag dragen, omdat er niets gebeurt, dus voor ons gebeuren kan, wat met haar in strijd is, dan kan men zeggen, dat het verklaard is door NEWTON, op eene wijze, die aan duidelijkheid en klaarheid niets te wenschen overlaat.

Die verklaring volgt namelijk regtstreeks uit NEWTON's bekende hoofdproefneming. Gesteld men hebbe in den van buiten door de zon beschenen wand van een overigens geheel voor het licht afgesloten vertrek eene opening gemaakt, waardoor het zonlicht heen dringt, dan zal die opening zich op een scherm, dat men in het donkere vertrek daarachter houdt, afbeelden als eene helder verlichte plek, in gedaante en grootte aan de opening — althans wanneer men deze niet *al te* klein heeft genomen — gelijk. Maar geheel iets anders geschiedt, als men het licht, voor dat het 't scherm treft, op geschikte wijze laat gaan door een doorschijnend ligchaam, dat door twee niet evenwijdige vlakken is begrensd, b. v. door een zoogenaamd prisma van glas. Dan moet men ten eerste het scherm op

eene geheel andere plaats dan te voren houden om het licht op te vangen: het is dus van zijn regtlijnigen weg afgebragt, het is in het prisma, zooals men het noemt, gebroken geworden; en ten tweede verkrijgt men nu op dit scherm niet meer een kleurloos beeld van de gedaante der opening, maar men ziet dit beeld in de rigting, waarin de lichtstralen van hunnen weg zijn afgeweken, aanmerkelijk verlengd en met eene opeenvolging der prachtigste kleuren versierd. De hieronder staande figuur geeft een denkbeeld van den weg des lichts, vóór en na den doorgang door het prisma en duidt meteen de scheiding van het witte licht in de verschillende gekleurde stralen aan.



De bovenste afbeelding van de bij deze aflevering gevoegde steendrukplaat kan dienen om zich van den aard en de opvolging der kleuren in dit zoogenaamd prismatisch kleurenbeeld eenig denkbeeld te vormen, hoewel zij voornamelijk bestemd is om tot opheldering te dienen bij de behandeling van eenige bijzonderheden, die hieronder ter sprake zullen komen.

Die kleuren nu, van waar komen ze en wat zijn ze? Men neemt ze dan alleen alle even duidelijk waar, als men het licht opvangt op een wit vlak. Waar men dit vlak ook in het licht houdt, dat door het prisma is gegaan, en hoe men het ook daarin houdt, altijd ziet men die kleuren. Niemand, die deze proefneming ooit gedaan heeft, kan betwijfelen, dat zij ontstaan

door eene wijziging, die het licht in het prisma ondergaat. En die wijziging is niets anders dan eene scheiding van wat in het witte licht vereenigd aanwezig was. Er geschiedt niets anders dan dit, geene blijvende verandering hoegenaamd. Het gemakkelijkst ziet men dit bewezen, door achter het prisma, dat men bezigt, een tweede, aan het eerste in alle opzigten gelijk, zoo te houden, dat het licht, als het alleen door dit tweede ging, daardoor in juist tegenovergestelde rigting van zijnen weg zou. afgebragt worden, dus met den scherpen kant naar beneden indien die van het eerste, als in de figuur, naar boven is gerigt. Wat het eene dan heeft gescheiden vereenigt het andere weder, en achter dit tweede prisma vindt men dus weder wit licht. Op nog velerlei andere wijzen kan men deze hereeniging van het eens gescheidene toewegbrengen; naar NEWTON's aanwijzingen kan men deze en de voorgaande proefnemingen op duizenderlei wijzen veranderen, en nooit zal men tot uitkomsten geraken, die, wel begrepen, den grooten regel niet bevestigen: *in het witte licht is de bron van alle kleur; alle kleurgevend licht is in het witte bevat.* „Alle” kleur, want er is er geene bekend, die niet in haren hoogsten glans en zuiverheid in het prismatisch beeld wordt gevonden.

Maar op welke wijze, zou men kunnen vragen, ontstaan dan de kleuren zonder lichtbreking, zonder prisma?

Zoo als reeds uit de proefneming met het kleurenbeeld blijkt, vertoont zich eene witte oppervlakte rood of groen of blaauw, kortom in elke kleur, als er roode, groene of blaauwe of anders gekleurde lichtstralen op vallen. Eene witte oppervlakte kaatst dus alle stralen even sterk terug, juist daarom ook vertoont zij zich wit, als zij door wit licht, dat is door een mengsel van alle kleuren wordt beschenen. Maar als men het kleurenbeeld op eene gekleurde oppervlakte opvangt, b. v. op eene roode — hoe helderder, zuiverder rood deze kleur is, des te duidelijker valt de uitkomst in 't oog — dan ziet men iets zeer opmerkelijks. Het rood van dit kleurenbeeld is daarop volkomen duidelijk zichtbaar, het oranje ook nog eenigzins, maar op de plaats waar het geel, het groen, het blaauw en het violet op een wit vlak zichtbaar zouden zijn, is op het rood geen spoor van licht te erkennen. Met anders gekleurde oppervlakten vertoont zich, gewij-

zigt al naar de kleur, hetzelfde. Hieruit blijkt ten duidelijkste, dat eene gekleurde oppervlakte alleen dáárom zich gekleurd vertoont, omdat zij van het mengsel van stralen van allerlei kleur, dat er als wit licht op valt, alleen sommige van bepaalde kleur terugkaatst. De andere worden opgeslorpt, zooals men het noemt, uitgedoofd zou men kunnen zeggen. Het ontstaan van alle kleuren vindt dus in het kleurenbeeld zijne verklaring.

Men kan dit kleurenbeeld ook in het oog opvangen in plaats van op een wit scherm. Zoo zelfs is de proefneming veel gemakkelijker te doen, omdat men er nu geen volkomen donker vertrek voor behoeft. Men plaatst dan het prisma voor het oog en ziet daardoor naar een helder verlicht klein wit plekje op een zwart vlak geplaatst, of naar eene kleine opening in een overigens ondoorschijnend vlak, door welke opening licht heen schijnt. Er behoort slechts eenige oefening toe, om door het prisma het bepaalde punt in 'toog te krijgen; door den veranderden gang van de lichtstralen daarin, moet men het namelijk op eene geheel andere plaats zien, dan waar het zich werkelijk bevindt. Maar deze verkrijgt men spoedig en dan vertoont zich het verschijnsel ook op deze wijze in al zijnen glans.

Op een ding evenwel moet men bij beide wijzen van het voort te brengen bedacht zijn: om het kleurenbeeld zoo zuiver mogelijk te verkrijgen, moet de opening, waardoor het zonlicht in het donker vertrek komt, of moet het witte vlekje, dat men door het prisma beschouwt, zoo gering mogelijke afmetingen hebben in die rigting, waarin het zich verbreed zal vertoonen. Men kieze dus voor dit vlekje een ten hoogste 2 Ned. strepen breed reepje helder wit papier of beter carton, legge dit midden op een vel dof zwart papier en plaatse het op eene tafel, die voor een raam staat, waardoor het volle daglicht op het reepje kan schijnen. Is nu de langste afmeting van dit reepje evenwijdig met het raam, plaatst men zich voor de tafel op een geringen afstand daarvan, met het aangezigt naar het raam gekeerd, en houdt men een prisma horizontaal voor het oog, met den kant der beide vlakten, waardoor men heen ziet, naar boven gericht, dan zal men zeer spoedig het kleurenbeeld van het reepje in het oog krijgen na eenig draaijen en op en neder bewegen van 't

prisma, als men het maar daardoor heen niet op de tafel, maar er-gens tegen het raam zoekt. Gesteld nu dat men, alles overigens in onveranderden stand latende, nevens het streepje of, zoo men wil, daaronder, — nog een tweede dergelijk plaatste, dan zou men, zoo men den afstand tusschen beide reepjes niet te groot genomen had, twee kleurenbeelden te gelijk en boven elkaar zien, die elkander gedeeltelijk bedekten. En plaatste men een aantal reepjes dicht nevens elkaar op de tafel, dan zou men een even groot aantal kleurenbeelden zien, waarvan alleen van het bovenste en onderste een deel afzonderlijk bemerkbaar was, terwijl al de overige elkâar wederkeerig overdedkten en wel zoo, dat op dezelfde plaats het rood van het eene, het oranje van het tweede, het geel van het derde en de volgende kleuren van de volgende reepjes gezien werden. Maar daardoor juist zou op al die plaatsen geen kleur bemerkbaar kunnen zijn; want alle kleuren te zamen genomen vormen weder wit licht. Van al die dicht nevens elkaar geplaatste reepjes, en zooveel te meer van een wit vlak, dat dezelfde of nog grootere breedte bezit, zal men dus door het prisma een beeld moeten zien, dat *alleen aan de vanden* gekleurd is. Zoo als zij hier kortelijk geschetst is, laat zich deze uitkomst niet alleen volgens de NEWTONSche beschouwingswijze gereedelijk verklaren, maar men zou haar ook door strenge redenering, als niemand haar nog had waargenomen, als een noodzakelijk gevolg daarvan kunnen voorzegggen. Toch heeft het iets verrassends voor hem, die met de ontleding van het witte licht slechts oppervlakkig bekend is, te zien, dat ook door een prisma gezien een wit vlak zich wit en alleen aan den boven- en onderrand gekleurd vertoont en men zou het hem kunnen vergeven, als hij het onbegrijpelijk vond. Maar te gelijk zou men het, en met alle regt, onbegrijpelijk vinden, als zoo iemand, — in plaats van daarover te gaan nadenken en zoo tot de natuurlijke oplossing te geraken dezer schijnbare tegenstrijdigheid, of ten minste in plaats van die oplossing te zoeken bij een ander, die wat dieper in het wezen der zaak was doorgedrongen dan hij, — daaruit aanleiding nam om met de grootste driestheid te verklaren, dat de ontleding van het licht niet bestond, dat NEWTON de waarheid grovelijk verwrongen had, en dergelijke meer.

Toch is dit het geval geweest met GÖTHE. ERMANN ¹⁾, die in zijn

¹⁾ ZIMMERMANN, *Naturkräfte und Naturgesetze*, II, pag. 432.

leven hoogleeraar was te Berlijn en die GÖTTE persoonlijk had gekend, verhaalt, dat deze van de NEWTONSche kleurenleer gehoord hebbende, ook eens iets daarvan wenschte te zien en dus van eenen vriend een prisma ter leen vroeg. Dit werd hem toegezonden; maar hij vergat er gebruik van te maken, totdat, na meer dan een jaar tijds, de eigenaar het deed terugvragen. Toen, om er ten minste iets van te zien, maakte hij het papier los, waarin het gewikkeld was, en zag er door naar een venster raam, in de verwachting nu al de ruiten fraai gekleurd te zullen zien. Maar in plaats daarvan zag hij, zooals uit het bovenstaande blijkt, dat noodzakelijk het geval moest zijn, slechts de horizontale roeden of de vertikale met kleuren omzoomd, al naardat hij het prisma horizontaal of vertikaal hield. Zie, dat was hem iets ongehoords! Dat het onverwachte hiervan in zijn begrip kon liggen kwam den grooten dichter niet in den zin, de kleuren ontstonden blijkbaar alleen waar *„das Helle“* en *„das Dunkle“* aan elkander grensden; zij moesten dus ook door *„die Zusammenwirkung“* van het lichte en het donkere ontstaan. Hij schafte zich nu een paar prisma's aan, deed daarmede een groot aantal waarnemingen en proefnemingen, alle evenwel subjectief, dat is hier: door er door heen te zien, waarvan de uitkomsten, voor zoover zij tot het gebied der physika behooren, dus niet door eene bijzondere werking in het gezichtsorgaan werden voortgebracht of gewijzigd, met de NEWTONSche kleurenleer volmaakt overeenstemden. Door eene allerzonderlingste logika zag hij echter in die uitkomsten niets anders dan zoovele bevestigingen van zijne geliefkoosde Chiaroscurotheorie, en eindelijk gaf hij een dik boek *„zur Farbentheorie“* uit, waarin hij zijne proeven beschreef en zijne theoriën in veelal zeer bloemrijke en gezwollene bewoordingen uiteenzette, en dikwijls met eene grofheid, die men van een man als hij niet verwachten zou, niet alleen NEWTON's gevolgtrekkingen tegensprak, maar ook diens proefnemingen, welke hij waarschijnlijk nooit had herhaald, door allerlei kunstgrepen trachtte in waarde te verminderen ¹⁾. Dit boek maakte in Duitschland evenwel groo-

¹⁾ Het is niet wel mogelijk om van GÖTTE's theorie, anders dan zeer oppervlakkig, een denkbeeld te geven, zonder in groote uitvoerigheid te vervallen. Om aan dit

ten opgang, het werd, ja, van vele zijden tegengesproken, maar nog veel meer toegejuicht en gevolgd. Zulk een opgang moet iedereen, die het boek kent, onbegrijpelijk voorkomen, wanneer hij niet twee omstandigheden in aanmerking neemt, die daarvan, zoo niet de eenigste, dan toch zeker de voornaamste oorzaken waren. De eerste ligt in den schrijver zelve: deze had, gelijk uit alles blijkt, niet het minste begrip van wiskunde. Daardoor was het hem onmogelijk om de kracht van NEWTON'S volkomen mathematischen ideëgang te bevatten en nog veel meer om dien grooten man in klaarheid van denkbeelden en streng logische ontwikkeling daarvan te evenaren; maar bij gewone lezers, die in dit opzigt niet boven hem stonden, was hem dit eer vóór, dan nadeelig. Die losheid van stijl, die gemakkelijke en vloeiende periodenbouw, die aangename afwisseling van mededeeling en betoog, waarop een man van grondige kennis zich meestal met eenige inspanning moet toeleggen, als hij zijne geschriften aanlokkelijk wenscht te maken voor eenen grooten kring van lezers, waren aan GÖTTE van natuur eigen en zijn onderwerp had evenmin als zijne denkbeelden iets, dat hem daarvan zou hebben kunnen doen afwijken. Hij kon niet dor zijn, omdat hij niet grondig was; hij was bij uitnemendheid populair, niet omdat hij dit wilde zijn, maar omdat hij niet anders wezen kon. Maar dit alles, — ook zelfs wanneer men daarbij in aanmerking neemt, dat de strekking van het boek bijna doorgaand polemisch is en de schrijver dus telkens aanleiding vindt om zijn vernuft te doen schitteren en voor zijne lezers vermakelijk te zijn, — kan wel verklaren, dat zijn boek met graagte werd ontvangen en door velen gelezen, maar niet, dat het zelfs bij sommige mannen van het vak, bij natuurkundigen, indruk maakte en gezag verkreeg. Daarvan was nog iets anders de oorzaak en wel dit: de uitgave geschiedde in eenen tijd, toen niet NEWTON'S theorie aangaande het ontstaan der kleuren, maar wel diens hypothese aangaande den aard en het wezen van het licht door den eenen natuurkundige na den anderen werd opge-

gebrek ten minste eenigzins te gemoet te komen, is aan het slot van dit opstel het kort begrip van die theorie getrouw vertaald opgenomen, gelijk GÖTTE dit zelf in zijne „*Nachträge*” heeft gegeven.

geven, omdat zij al meer en meer onhoudbaar bleek tegenover nieuw ontdekte feiten. NEWTON had namelijk, om van de verschillende eigenschappen van het licht rekenschap te geven en die aan mathematische berekeningen te kunnen onderwerpen, de eenvoudigst mogelijke onderstelling aangaande het wezen des lichts aangenomen: hij stelde dit voor als bestaande uit uiterst fijne deeltjes, die met verbazende snelheid door een lichtend ligchaam, als zoovele pijltjes, werden afgezonden naar alle rigtingen. Andere natuuronderzoekers, en daaronder vooral onze groote HUYGENS, hielden deze onderstelling voor onaanneembaar en stelden zich, naar het voorbeeld van ARISTOTELES, het licht voor als eene trillende beweging in eene uiterst fijne, het heelal vervullende veerkrachtige vloeistof, die zij aether noemden, zoo als het geluid dit is in de lucht. NEWTON kon zich hiermede niet vereenigen en bekampte deze hypothese met zulk een goed gevolg, dat nog bijna eene eeuw nadat hij haar had bekend gemaakt, zijne zoogenaamde emanatie- of uitstralingstheorie algemeen als geldig werd beschouwd. Maar eindelijk, in het laatst der voorgaande en vooral in het begin van deze eeuw, begonnen mathematici, die, met de nieuwere hulpmiddelen dier inmiddels krachtig ontwikkelde wetenschap gewapend, meer vermogten dan NEWTON, de physici te ondersteunen in hunne pogingen om de undulatie- of golvings-theorie van HUYGENS op vaste grondslagen te vestigen. Dit gelukte volkomen, en van dien tijd af begon NEWTONS naam, als het op licht aankwam, zijn gezag te verliezen. In de oogen van hen, die de zaak geheel en ten volle doorzagen, was dit nu wel is waar in geringe mate het geval; deze erkenden volkomen de hooge waarde der feiten, die NEWTON had aan 't licht gebracht, zoowel als van de begrippen, waardoor hij zé onderling had verbonden, en bleven hem dus vereeren als den vader der nieuwere gezichtkunde, ook al verschilden ze met hem in denkbeelden aangaande den aard en het wezen des lichts. Maar niet zoo bij de groote menigte, die slechts oppervlakkig kan oordeelen. Voor deze was het uitgemaakt, dat, nu NEWTON — op hoe vele punten en van hoe groot belang deze waren, kon men niet beoordeelen — in een opzigt bleek ongelijk te hebben gehad, hij zeer mogelijk in alles zich had vergist. GÖTTE had dus — hoewel in geheel anderen zin dan hij meende —

eenigen grond om de NEWTONSche theorie te beschrijven als een oude, bouwvallige burg, dien men lang voor onneembaar had gehouden en die dit nu niet meer was, maar hij vergiste zich grovelijk door te beweren, dat men dien nu ging afbreken om te zien, hoe wanordelijk en vervallen hij er van binnen uitzag, en vooral door te gelooven, dat *hij* één steen daarvan zou kunnen verplaatsen door het klein geweervuur van zijne spotternij. De tijd heeft dan ook dien grijzen burg volkomen gespaard, zijne fondamenten zijn verbeterd, een aantal nieuwe zalen zijn op- en aangebouwd geworden, maar het geheel heeft niet zulke verandering ondergaan, dat niet nog een groot aantal deelen zijn onveranderd gebleven om te getuigen van het magtig genie des eersten bouwmeesters.

Een tweetal dier nieuwe zalen zijn in de volgende bladzijden voor den lezer opengesteld. 't Is te hopen, dat het voorgaande hem den lust niet zal benomen hebben om daarin eens rond te zien.

Zoo als boven reeds is aangetoond, is het noodig, wil men een scherp begrensde kleurenbeeld door een prisma zien, waarin elke kleurstraal afzonderlijk en niet door anderen overdekt en dus daarmede vermengd kan worden waargenomen, dat men den bundel van wit licht, die men door het prisma ontleed wil zien, zoo smal mogelijk make. Meestal laat men dan daartoe ook zonlicht, door een spiegel in horizontale rigting terug gekeerd, gaan door eene spleet, gevormd door de vrij scherpe kanten van twee ondoorschijnende platen, die men naar willekeur elkander meer of min kan doen naderen, om die spleet meer of minder smal te maken. Maar al te smal is ook weder van een anderen kant hinderlijk; want daardoor wordt de hoeveelheid licht, en dus de kracht daarvan, in het kleurenbeeld te gering. Gelukkig, dat men een middel heeft gevonden, om zonder schade voor de scherpe begrenzing eene niet al te smalle spleet te bezigen, en dit is het gebruik van een verrekijker. Men plaatst dezen, uitgehaald als voor het zien van ver afgelegene voorwerpen noodig is, achter het prisma en na hem behoorlijk gerigt te hebben, ziet men daardoor het

kleurenbeeld, scherp en toch lichtkrachtig genoeg om alle bijzonderheden met gemak te kunnen waarnemen. Doet men dit en gebruikt men een prisma van zeer zuiver flintglas of, beter nog, een prismatisch geslepen fleschje met zwavelkoolstof gevuld, dan vertoont zich in het kleurenbeeld iets, dat men zonder al deze voorzorgen niet waarneemt, en dat men in het eerst geneigd zou zijn voor een gebrek in het prisma of in den verrekijker te houden. Men ziet in het kleurenbeeld een groot aantal ¹⁾ donkere dwarsstrepen, geheel evenwijdig met het prisma. De sterkst uitkomende daarvan zijn in het kleurenbeeld op de bijgaande plaat afgebeeld. Deze strepen werden 't eerst waargenomen door den Engelschen natuuronderzoeker WOLLASTON, in 't jaar 1802. Vijftien jaren later werd haar aantal en hare plaats met groote zorg bepaald door den Duitschen mechanicus FRAUENHOFER, die ze waarnam, zonder te weten, dat WOLLASTON ze reeds gezien had. Eerst daardoor werd de aandacht der natuurkundigen op dit vreemde verschijnsel gevestigd en zij dragen alzoo, hoewel blijkbaar niet geheel juist, den naam van de FRAUENHOFERSCHE strepen.

Wat waren ze en hoe werden ze voortgebracht? Dat dit niet was eene onvolkomenheid in de stoffen, waardoor heen de lichtstralen moesten gaan, was duidelijk genoeg; want welke prisma's en welke verrekijkers men ook bezigde, altijd zag men dezelfde strepen op juist dezelfde plaatsen in het kleurenbeeld. Zouden zij het uitwerksel zijn van eene gedeeltelijke uitdoving, opslorping, zoo als men het veelal noemt, van het zonlicht in den dampkring? Men geloofde dit in 't eerst, maar naarmate men het verschijnsel verder onderzocht, bleek deze onderstelling al meer en meer onhoudbaar. Want ten eerste zag men in de strepen geene de minste verandering, hetzij men ze beschouwde op den middag, als de zon op 't hoogst stond, of tegen den avond, als deze den horizon nabij was. En toch moesten de zonnestralen in het laatste geval een ongelijk veel langeren weg dan in het eerste door den dampkring afleggen, zoodat als deze de oorzaak was geweest, de strepen des avonds veel talrijker, althans veel sterker en duidelijker zich moesten vertoonen. Ten tweede — en dit doet hier

¹⁾ FRAUENHOFER telde er bij de 600 en BREWSTER telde er meer dan 2000.

alles af — reeds FRAUENHOFER had de strepen waargenomen in de kleurenbeelden, voortgebracht, niet door het licht der zon, maar door dat van sommige planeten en ook van enkele vaste sterren. Dat der eerste gaf, zij het ook flauwer, dezelfde strepen op dezelfde plaatsen als dat der zon, en dat der vaste sterren gaf ook strepen, maar geheel andere dan het zonlicht. In het kleurenbeeld van SIRIUS b. v. ontbreken de lijnen C en D in het oranje en het geel, terwijl er ééne zeer duidelijke in het groen en twee in het blaauw daarvan worden gezien, die met geene der bekende in het kleurenbeeld der zon overeenkomen. Dit licht nu van SIRIUS was door dezelfde luchtlagen heengegaan als dat der zon en der planeten; als dus de dampkring van de strepen oorzaak was, had het dezelfde als het laatste moeten vertoonen.

Men moest dus den oorsprong der strepen wel in de lichtbronnen zelve zoeken. Reeds FRAUENHOFER had de kleurenbeelden onderzocht, door het licht van verschillende kunstmatige lichtbronnen gevormd, doch daarin, vreemd genoeg, geene enkele donkere, maar slechts heldere strepen gevonden. De vlam van eene kaars b. v. achter de nauwe spleet geplaatst, en tusschen deze en het prisma eene bolle lens, op geschikten afstand om de uit de spleet komende uiteenloopende stralen evenwijdig te maken, voor zij door 'tprisma gaan, geeft een kleurenbeeld aan, dat der zon vrij gelijk is, behalve dat niet alle kleuren daarin even helder zijn, en daarin ziet men een aantal strepen alle helderder dan het omringende deel van het beeld en van dezelfde kleur als dit, dus b. v. in het geel een heldergele streep, enz. Andere lichtbronnen geven weder andere evenzeer heldere strepen, en evenmin als de kaarsvlam eene enkele donkere. Maar wat opmerkelijk is, de verschillende strepengroepen van die onderscheiden lichtbronnen hebben toch ook weder iets overeenkomstigs. Men bemerkt namelijk, als men oplettend vergelijkt, dat ja dezelfde streep in het kleurenbeeld van de eene lichtbron zeer helder en in dat van de andere zeer flauw of ook zelfs geheel ontzigtbaar is; maar toch, als eenige kenmerkende streep zichtbaar is in twee verschillende, dan is zij in beide niet slechts overeenkomstig, maar bepaald geheel dezelfde, want zij komt in beide op volmaakt dezelfde

plaats voor. Zoo is 't b. v. met de zoo even genoemde helder gele streep van de kaarsvlam. Men ziet die ook, en nog duidelijker, in de door keukenzout geel gekleurde vlam van alcohol, en meet men, met behulp van een geschikt werktuig, haren afstand van den uitersten zichtbaren rand van het rood b. v., dan ziet men, dat zij in beide gevallen volmaakt dezelfde plaats beslaat. En zoodoende ziet men nog meer, en wel dat zij in dit opzigt even volkomen overeenkomt met de *donkere* streep D in het geel van het zonnekleurenbeeld. Van een aantal andere heldere strepen in die beelden van kunstlicht blijkt hetzelfde, van andere wel het eerste, maar het laatste, de overeenkomst met eene der donkere strepen in het zonnekleurenbeeld, niet.

Ziedaar twee zaken, elk waard om er een oogenblik bij stil te staan. Ten eerste de onderlinge overeenkomst van sommige strepen in de kleurenbeelden van verschillende lichtbronnen, tegelijk met het verschil, dat er door andere dier strepen tusschen deze zelfde beelden wordt opgemerkt. Is dit alles toevallig, voor ons menschen althans, zoo te noemen, omdat wij de wetten, die het verschijnsel beheerschen, nog niet hebben leeren kennen? Neen gelukkig, de draad van Ariadne, die ons door dezen doolhof leiden kan, is gevonden: de scheikundige samenstelling der stoffen, die door hare verbranding elk dier lichtbronnen leveren, geeft ons dien aan de hand. Door eene oplettende en naauwkeurige vergelijking van deze met de strepen is men tot de overtuiging geraakt, dat elke heldere streep of elke blijkbaar bij elkander behoorende en steeds te zamen voorkomende twee of meer strepen voortgebracht worden door de aanwezigheid in de vlam van eenige bepaalde grondstof als gloeiende damp, en door niets anders. De zoo even vermelde gele streep, met de donkere FRAUENHOFERSCHE D overeenkomend b. v., is de natriumstreep. Elke vlam, wier kleurenbeeld deze niet vertoont — er zijn er zoo niet veel — geeft ze dadelijk, zoodra men eenig geschikt soda-(natrium) zout, b. v. keukenzout, daarin brengt. Zoodra men deze streep dus in het kleurenbeeld eener vlam opmerkt, kan men zeker zijn, dat de stof, die verbrand of in de vlam vervliegtigd wordt, deze grondstof bevat. Van een aantal andere grondstoffen is het bekend, dat zij hare aanwezigheid in eene vlam op dergelijke wijze ondubbelzinnig

te kennen geven. Andere zijn --- want de zaak is nog vrij nieuw --- in dit opzicht nog niet onderzocht.

Maar ongetwijfeld zullen zij het weldra worden; want deze zaak is door hare toepassing in den laatsten tijd van zeer groot belang geworden. Nadat door de onderzoekingen van vele geleerden in Frankrijk en Duitschland daartoe de weg was gebaad, hebben zich, nu ongeveer twee jaren geleden, twee Duitsche natuuronderzoekers, BUNSEN en KIRCHHOFF, beroemd gemaakt vooral door het bekend maken van hunnen uitgebreiden arbeid over dit onderwerp. Daarin hebben zij aangetoond, hoe uitnemend men partij kan trekken van de strepen in het kleurenbeeld om over het al of niet aanwezig zijn in eenig ligchaam van sommige grondstoffen, tot in de kleinst mogelijke hoeveelheden, met zekerheid te beslissen. Om aan dit herkenningsmiddel den hoogst mogelijken graad van scherphheid te geven is het slechts noodig, voor de spleet, waarheen men op de boven beschreven wijze door een verrekijker en een prisma ziet, eene vlam te plaatsen, die zelve weinig licht geeft, maar toch eenen vrij hoogen warmtegraad bezit. B. en K. hebben deze gevonden in de gaslamp, die de eerste reeds vroeger ten gebruike in scheikundige laboratoria had bekend gemaakt, en waarvan iedereen zich gemakkelijk een denkbeeld zal kunnen vormen, die opgemerkt heeft, hoe, als men het gewone lichtgas aansteekt, dat uit een ronderbrander met een glas er om heen uitstroomt, althans als dit van boven af geschiedt, dikwijls de vlam niet naar binnen slaat, maar boven het glas als 't ware blijft zweven, terwijl zij dan zeer groot is, maar te gelijk zeer weinig licht geeft. Het gas heeft zich dan in het glas met dampkringslucht gemengd, en het is dit mengsel, dat boven het glas brandt. Draait men nu de kraan des branders een weinig toe, dan wordt de gasstroom minder snel, de vlam slaat naar beneden en het gas brandt nu op de gewone wijze. Met eenige verandering in de verhouding van de wijdte van het glas tot de snelheid van toevoer kan men te weeg brengen, dat dit nooit geschiedt, en dan heeft men een BUNSENSche gasbrander, waarbij gewoonlijk het glas door eene metalen buis wordt vervangen. Als nu de vlam van zulk eenen brander met alle voorzorgen tegen de aanwezigheid van vreemde stoffen daarin vóór de

spleet geplaatst is, dan ziet men een zeer flauw kleurenbeeld, waarin althans geene enkele streep is te onderkennen. Maar eene ongelooftelijk kleine hoeveelheid van eenige stof, die soda bevat, met die vlam in aanraking gebragt, is toereikend om in het kleurenbeeld, wat B. en K. noemen *ein heftiges Aufblitzen* der goudgele streep te doen waarnemen. Om althans bij benadering te kunnen bepalen, hoe weinig van zulk eene stof wel toereikend was om dit te doen plaats hebben, van hoe gering eene hoeveelheid daarvan dus de aanwezigheid nog met zekerheid kon erkend worden, verspreidden zij door het geheele vertrek, waar zij arbeidden, op eene wijze, welker verklaring te omslagtig zou zijn om ze hier te beschrijven, plotseling wat men zou kunnen noemen den damp van slechts drie *duizendste deelen* van een wigtje keukenzout. Op hetzelfde oogenblik dat dit geschiedde, vertoonde zich met kracht de natriumstreep in het kleurenbeeld. Zij berekenden hieruit, dat op deze wijze de aanwezigheid van een *driemillioenste deel van het duizendste van een wigtje* soda in eenig ligchaam nog met zekerheid kon erkend worden. Potasch-verbindingen, op dergelijke wijze in eene vlam gebragt, geven twee roode strepen, die met de FRAUENHOFERSche A en B naauwkeurig in plaats overeenstemmen. Een millioenste van een wigtje van een potaschzout kan daardoor nog aangetoond worden. Bijna even fabelachtig kleine hoeveelheden van andere stoffen, van kalk, van Baryum, van ijzer enz. kunnen op dezelfde wijze worden opgespoord.

Eene menigte van stoffen van geheel of gedeeltelijk bekende of ook wel van onbekende scheikundige zamenstelling zijn door B. en K. onderworpen aan hunne spectraal-analyse (spectraal, van *spectrum*, den gewonen wetenschappelijken naam voor het prismatisch kleurenbeeld). Daarbij is de nieuwe magt, welke door deze onderzoekingswijze aan de scheikunde gegeven is, ten duidelijkste gebleken. Zij hebben daardoor namelijk twee nieuwe metalen ontdekt, wier aanwezigheid, omdat zij, zoover men weet, overal slechts in geringe hoeveelheden voorkomen, wel aan elke andere ontleding zou ontsnapt zijn. Zij hebben deze Rubidium en Caesium genoemd. Toen zij namelijk een druppel der moederloog van het Dürckheimer mineraalwater, waaruit reeds door bekende middelen de daarin in de grootste hoe-

veelheid voorkomende grondstoffen waren verwijderd, met de gasvlam in aanraking bragten, zagen zij in 't kleurenbeeld, behalve de strepen der daarin nog overgebleven bekende stoffen, ook nog twee digt bij elkaar gelegen fraaije strepen in 't blaauw, wier aanwezen op deze plaats aan geene bekende grondstof kon toegeschreven worden. Er moest dus daarin eene nieuwe grondstof voorhanden zijn. Om van deze, — het Caesium — als zout eenige weinige wigtjes te verkrijgen, teneinde hare eigenschappen nader te onderzoeken, moesten bijna 50,000 kannen moederloog worden uitgedampt. Men kan hieruit afleiden, in hoe geringe hoeveelheid deze stof in dit vocht voorkomt en hoe onmogelijk het zou geweest zijn om langs eenigen anderen weg haar aanwezig te erkennen. Op dezelfde wijze werd het Rubidium, dat onder meer andere, vooral twee fraaije strepen in 't uiterste rood van 't kleurenbeeld geeft, ontdekt in een mineraal, dat onder den naam van Lepidolith bekend is.

De vermelding dezer hoogst opmerkenswaardige uitkomsten, met behulp van de heldere strepen in het kleurenbeeld van kunstlicht verkregen, schijnt van de te voren behandelde donkere strepen in dat van zonlicht en sterrelucht te hebben afgeleid. Maar eene meer opzettelijke behandeling van de tweede der boven aangeduide opmerkenswaardige zaken, namelijk de overeenkomst in plaats, die er tusschen vele der eerste en der tweede strepen bestaat, voert als van zelf tot de laatste terug, en de vermelding van een, tot voor weinige jaren nog onbekend, feit zal genoeg zijn om het verband, dat tusschen beide bestaat, duidelijk te doen uitkomen. Om dit feit door eene proefneming aan te toonen, heeft men bij den boven beschreven toestel — BUNSENlamp met spleet, prisma en verrekijker — nog eene tweede kunstmatige lichtbron van aanmerkelijke helderheid noodig, liefst zoodanig een, die in haar kleurenbeeld volstrekt geene strepen geeft, zoo als b. v. die van een door den elektrischen stroom heftig gloeienden platinadraad, of van bepaalde deelen van den elektrischen lichtboog tusschen koolspitsen. Deze wordt achter de BUNSENlamp geplaatst, zoodanig dat haar licht, om door de spleet te gaan, door de vlam dezer laatste heen moet gaan. Gesteld, zij zij nog niet in werking gebragt en in de BUNSENvlam zij eenige stof gebragt, die b. v.

de natriumstreep in het kleurenbeeld geeft. Brengt men dan, terwijl men daarnaar ziet, de tweede veel sterkere lichtbron in werking, dan ziet men het geel en oranje rondom die streep veel helderder worden, *maar de streep zelve wordt donker*. De vlam dus, die juist die goudgele kleurstralen in zoo groote mate, zoo bij voorkeur, uitstraalt, is voor diezelfde kleurstralen, als zij van buiten daarop vallen, ondoorschijnend. Hetzelfde verschijnsel vertoont zich met andere stoffen in de gasvlam en met alle andere vlammen, die heldere strepen in haar kleurenbeeld leveren. Zij alle laten juist die stralen niet door, welke die heldere strepen doen ontstaan, en deze dus worden donkere, zoodra eene aanmerkelijk sterkere lichtbron daarachter wordt geplaatst.

Om dus de oorzaak te hebben gevonden van de donkere strepen in 't kleurenbeeld der zon, behoeft men slechts aan te nemen, dat de zonnestrallen, vóór zij onzen aardbol bereiken, zijn gegaan door eene laag gloeiende dampen, die al de stoffen bevat, welke in het kleurenbeeld van kunstlicht de overeenkomstige heldere strepen doen ontstaan. Is dit waar — en al acht men deze verklaring nog niet genoegzaam bewezen, dan moet men toch bekennen, dat veel er voor pleit en weinig van beteekenis daartegen — dan kan men deze laag wel nergens anders dan in den lichtenden dampkring of een der lichtende dampkringen van de zon zelve zoeken. En dan zou het blijken, dat die donkere strepen ons hier op aarde berigt geven als 't ware van de chemische samenstelling van den zonnedampkring, die dan zou blijken de beide alkali-metalen, sodium en potassium, en calcium en ijzererts te bevatten, andere stoffen, b. v. lithium, die hier op aarde evenzeer voorkomen, niet. Als deze verklaringwijze zich bevestigt, dan voorwaar zal het nageslacht, onder de vele opmerkelijke bewijzen van menschelijke vindingskracht, welke deze eeuw oplevert, als niet de minste, deze »scheikunde van verre”, en met eerbied de namen noemen van BUNSEN en KIRCHHOFF.

De lezer verwacht nog in eene andere nieuw aangebouwde nevenzaal van den NEWTONSche »kleurenburg” te worden binnengeleid

Veelligt staat hij, zonder het te weten, reeds op den drempel daarvan door eene vraag, die hem, na zich zoolang met *het licht* der zonnestralen te hebben bezig gehouden, op de lippen zweeft. De zon toch zendt ons niet slechts licht, maar ook warmtestralen toe en de vraag komt dus gereedelijk in iemand op: waar blijven deze, als de zonnestralen door 't prisma gaan?

Om deze met eenige klaarheid en volledigheid te kunnen beantwoorden, behoort men nog een oogenblik terug te keeren tot in het allerbinnenste van den ouden burg om daar nog iets in oogenschouw te nemen, wat vroeger, als toen minder ter zake doende, onopgemerkt is gebleven, of, met andere woorden, men dient zich te herinneren, welke de oorzaak is, die in het prisma de scheiding van de verschillend gekleurde stralen te weeg brengt. NEWTON heeft reeds door beslissende proefnemingen aangetoond, dat deze gelegen is in de onderling verschillende breekbaarheid dier stralen, daarin, dat deze wel alle door de breking in het prisma van hunnen weg worden afgebragt, maar niet alle evenzeer. De roode stralen worden 't minst gebroken, de oranje iets meer, de gele nog meer en zoo voort tot de violette toe, die 't sterkst van alle gebroken worden.

Brengt men den bol van eenen kleinen, gevoeligen thermometer zeer nabij het scherm, waarop het kleurenbeeld van zonlicht wordt opgevangen, dan ziet men dien rijzen, hetzij hij beschenen wordt door de roode of door de violette, of door eenige der tusschen deze beide inliggende stralen, ten blijke dat elke daarvan wel degelijk warmte medebrengt. Hij rijst niet overal even sterk, maar in 't algemeen des te meer, naarmate men meer naar den rooden kant van 't kleurenbeeld komt. Ja zelfs buiten het rood, daar waar geen lichtwerking meer waar te nemen is, vertoont zich nog warmte, en wanneer men een prisma bezigt, dat tot doorlating van warmte het meest geschikt is, een niet van glas, maar van klipzout vervaardigd, dan vindt men den hoogsten stand des thermometers nog buiten het rood en wel een aanmerkelijk eind daar buiten. En aan den anderen kant van 't kleurenbeeld, buiten het violet, vindt men ook nog warmtestralen zonder licht, hoewel in veel geringere mate.

Hier alle gevolgtrekkingen, die uit bovenstaand feit kunnen opgemaakt

worden, alle beschouwingen, waartoe het aanleiding geeft, en alle ontwikkelingen, die er uit voortvloeijen, mede te deelen, dit zou eene ruimte vereischen, veel grooter dan die, welke dit opstel mag innemen. Een tweetal daarvan zullen dus slechts hier kortelijk aangevoerd worden.

Ook de warmtestralen hebben kleuren. Wij kunnen die stralen zelve niet zien, zij geven in ons gezichtsorgaan niet die bijzondere gewaarwording-aanleiding, welke de lichtstralen daarin opwekken, maar toch, zij verschillen onderling in eigenschappen evenzeer en op juist dezelfde wijze, als de lichtstralen dit doen, en al kunnen wij dit verschil niet regtstreeks waarnemen, het bestaat desniettemin. Want ware dit niet het geval, dan moesten de warmtestralen door het prisma alle even sterk gebroken worden, en dan zouden we ze in het kleurenbeeld of daar nevens, alle op dezelfde plaats bijeen vinden. En niet slechts hierdoor, maar ook nog op velerlei andere wijze blijkt het, dat er warmtekleuren zijn. Even als b. v. onder de voor de lichtstralen doordringbare lichamen er vele gevonden worden, die sommigen der stralen bij voorkeur doorlaten, terwijl zij de andere, geheel of gedeeltelijk, opslorpen — een gekleurd glas b. v., dat alleen of hoofdzakelijk roode of groene of andere stralen doorlaat, — zoo vindt men ook onder de lichamen, welke de warmtestralen laten doorgaan, een aantal, welke b. v. voor die van een heftig gloeiend ligchaam vrij doorschijnend zijn en integendeel die, welke van eene tot op het kookpunt van water verhitte oppervakte afkomstig zijn, geheel opnemen. Zoo is 't b. v. met gewoon spiegelglas, dat meer dan $\frac{1}{3}$ doorlaat der warmtestralen van de eerstgenoemde en volstrekt geene van de tweede.

En die warmtekleuren verschillen onderling binnen veel ruimere grenzen, dan dit met de lichtstralen het geval is; want het warmtekleurenbeeld is veel uitgebreider dan dat van 't licht, zooals dit boven vermeld is. Toch kunnen *alle* warmtestralen, wanneer zij met genoegzame kracht op een ligchaam inwerken, dit zoo verhitten, dat het gloeiend wordt, dat is, licht uitstraalt. Eene vreemde zaak voorwaar, die met vele andere er dringend op heen wijst, dat licht en warmte slechts verschillende gevolgen zijn van eene en dezelfde oorzaak! 't Is, om een voorbeeld te noemen, als of men blaauwe lichtstralen op een ligchaam deed vallen, en dat deze met eene geheel andere kleur, rood

b. v., daardoor werden teruggekaatst of doorgelaten. Dit laatste geschiedt toch nooit? Wie weet het! Men heeft zoo iets tot nog toe wel is waar nooit opzettelijk aangewezen, maar dat het niet geheel onmogelijk is, blijkt uit velerlei zaken, waarvan eene hier nog plaats vinden kan.

Er gaan behalve de warmtestralen nog andere onzichtbare stralen met het licht gepaard. Deze worden, als zij door een prisma gaan, ook niet alle even sterk gebroken, maar verschillen in dit opzigt van de warmtestralen daarin, dat, terwijl deze daarbij grootendeels minder sterk dan de lichtstralen van hunnen weg worden afgebragt, zij, de eerstgenoemde, integendeel veelal sterker gebroken worden dan gene. Men vindt ze namelijk in het kleurenbeeld tot ver, zeer ver buiten het violet. Hoe ver wel en hoe men ze vindt, blijkt uit de onderste figuur op bijgevoegde plaat. Deze stelt namelijk een gephotographiëerd zonnekleurenbeeld voor, eenigzins geidealiseerd, omdat daarin alle bijzonderheden even duidelijk zijn voorgesteld, die in werkelijkheid nooit te zamen zoo duidelijk kunnen worden waargenomen. Men zou op 't eerste gezigt zeggen: het is volgens eene geheel andere schaal ontworpen dan het daarboven staande gekleurde beeld. En toch is dit niet zoo, de groote overeenkomst blijkt ten duidelijkste, wanneer men de ruimten, die er tusschen de FRAUENHOFERSche lijnen G en H in beide aanwezig zijn, met elkander vergelijkt. Die lijnen toonen dan ook duidelijk aan, wat er op het eene meer of minder dan op het andere kan worden waargenomen, ten eerste dus, welke lichtstralen eene scheikundige werking op de photographische plaat hebben uitgeoefend en welke niet. Men ziet, de violette hebben sterk gewerkt, de blaauwe bijna niet. Op eene gevoeligere plaat verkrijgt men evenwel van deze laatste ook werking, maar eene zeer geringe en in alle gevallen van de groene en verder gelegene stralen in het geheel geene. Ten tweede, en dit is niet minder opmerkelijk, ver buiten het violet, daar waar in het kleurenbeeld slechts met zeer bijzondere en voor het oog bijna pijnlijke voorzorgen nog eene geringe lichtschemering door sommige menschen kan worden waargenomen, is de chemische werking allerduidelijkst. De daar vallende, ultraviolette, stralen worden dan ook wel eens met die in het violet en blaauw, chemische, of aetnische stralen genoemd.

En ook hier ziet men donkere strepen. Hebben die in het eigenlijke lichtbeeld dus reeds zooveel geleerd of althans met grond doen vermoeden, wat zullen deze ons nog berigten, als zij eens met evenveel zorg worden waargenomen en met die van kunstlicht worden vergeleken? De tijd zal deze vraag beantwoorden, even als zoovele andere, die daarmede in verband staan. 't Is nog, naar den geest bijna evenzeer als naar het ligchaam gesproken, een donker veld om te bearbeiten. Maar zelfs in den laatsten zin kan er uit die duisternis licht voortkomen. Dit juist is het, waarop boven werd gedoeld, toen er van eene verandering sprake was, die de stralen zouden kunnen ondergaan, als zij door sommige lichamen worden doorgelaten of teruggekaatst. Een aantal stoffen toch bezitten de eigenschap om, wanneer zij door de ultraviolette stralen worden getroffen, deze veranderd en daardoor zichtbaar gemaakt weer te geven.

Zoo b. v. doet dat ligtgroene glas met melkachtige randschemering, waarvan men flacons en bobèches voor kandelaars en bekers maakt, dat meestal onder den naam van Uraanglas bekend is, omdat het door uraanoxijd gekleurd is. Zoo doet ook eene oplossing van het bekende zout, zwavelzure chinine, in water met eenige droppels zwavelzuur. Houdt men zulk een stuk uraanglas of een glazen bakje met bovengenoemde oplossing gevuld in de ultraviolette stralen, dan, terwijl alles rondom donker blijft, beginnen zij, men zou zeggen licht te geven, hoewel zij 't in werkelijkheid toch slechts ontleenen. Zij lichten dan met een zachten, door de omstandigheden, waaronder hij wordt voortgebragt, bijna tooverachtigen glans. Wil men dien zien, zonder dat men daartoe een kleurenbeeld voortbrengt, dan heeft men deze stoffen slechts in de nabijheid te brengen van eene lichtbron, die weinig gewoon licht, maar daarentegen veel ultraviolette stralen ontwikkelt. Zulk eene levert zwavel, als zij in gewone lucht, nog veel sterker, als zij in zuurstof verbrandt, en het elektrische licht in luchtverdunde ruimte is ook zeer rijk aan deze stralen.

Door dit alles, en wat er mede in verband staat verder te ontwikkelen, zouden evenwel de kleuren geheel op den achtergrond geraken. Dit blijve dus tot een volgend opstel bewaard.

Het oog
gevoelig en terugverkend.
rood.

Aangedaan in hoogerem zinn
door

licht en **donker**,

beide door troebelheid
dynamisch verbonden brengen voort
kleur

geelrood.

kleurencirkel
geldend

voor alle verschijnenselen

blaauw.

groen.

Kleur openbaart zich

Physiologisch.

Subjectief,

onophoudelijk, vlingtig;

Tusschenkomst in het subject.

Physisch.

Subjectief en Objectief,

veranderlijk, verdwijnend;

Tusschenkomst van doorschijnende, doorzigtige
ligchamen.

Chemisch.

Objectief,

veranderlijk, vast te houden

Tusschenkomst van alle soorten van ligchamen.

Licht verwijdt, duisternis vernaauwt.

Een licht beeld vergroot zich, een donker verkleint
(zich).

Een licht beeld nadert, een donker verwijdt zich.

Licht verblindt, duisternis doet uitkomen.

Duur van den indruk.

Omkeering.

Verzwinden der kleur.

Vereischen.

Verbinding. rood;

Omkeering, groen.

Beeld, rood, oranje, geel;

Tegenbeeld, groen, blaauw, violet.

Gekleurd licht en schaduw evenzoo.

Dioptisch:

doorschijnend, zonder retractione en beeld;

doorzigtig, met refractie en beeld.

Katoptrisch: bij beperkte terugkaatsing.

Paroptisch: bij kruisend voorbijeel.

Epoptisch: op het vlak en tusschenvlakken.

Entoptisch: binnen doorzigtige ligchamen.

Active zijde.

geel, geelrood, purper;

door zuren versterkt.

geel, geelrood;

verwarmend,

licht onttrekkend,

metaalkalk niet veranderend.

Passive zijde.

blaauw, blaauwrood, groen;

door alkaliën verblaauwd.

blaauw en blaauwrood;

verkoelend,

licht mededeelend,

metaalkalk desoxyderend.