

POPULAIRE NATUURKUNDIGE VOORDRACHTEN.

DOOR

Dr. J. ZAAIJER Az.

III

KLEURVERSCHIJNSELEN.

Rijk is het aesthetisch genot, dat op het gebied der kleurverschijnselen te smaken valt; denk slechts aan hetgeen de natuur, denk aan hetgeen de schilderkunst in dit opzicht te genieten geeft. Maar ook een intellectueel genot biedt de kleurenwereld den belangstellende aan, die begeerig is het hoe en waarom van vele dier verschijnselen te kennen en zich daartoe eenige inspanning getroost. Ik wil trachten door enkele grepen uit den rijkdom dezer verschijnselen aan de belangstelling te voldoen van hen, die, zonder zelve zich met studiën op dit gebied beziggehouden te hebben, toch verlangend zijn er iets van te weten.

Beginnen wij met een zeer bekende proef. Wij laten het licht van een sterke lichtbron (zon-, kalk- of electricisch licht) door een spleet vallen; een op eenigen afstand geplaatste bolle lens vormt op een wit scherm een beeld dezer verlichte spleet. Plaatst men achter de lens een prisma, dan worden de uit de lens tredende witte lichtstralen bij hun doorgang door het prisma van richting veranderd, of zooals men het noemt gebroken, en op een terzijde geplaatst wit scherm vormt zich nu niet een wit, maar een verbreed gekleurd beeld, met rood aan het eene en violet aan het andere eind; daartusschen onderscheidt men in volgorde oranje, geel, groen, blauw en indigo. In dit

kleurenbeeld of spectrum is het rood het minst en het violet het meest van de plaats van het oorspronkelijke witte beeld afgeweken. De verklaring van dit verschijnsel werd reeds door NEWTON gegeven. Wit licht is geen enkelvoudig licht, maar samengesteld uit al de verschillende lichtstralen, die het beschreven kleurenbeeld vormen; gemengd geven deze den indruk van wit licht. Het prisma nu breekt al deze in het witte licht bevatte stralen, maar doet ze niet even sterk afwijken; de roode worden het minst, de violette het meest gebroken. Is deze verklaring juist, dan moeten de verschillende stralen, die het kleurenbeeld vormen, onderling gemengd, weer wit licht opleveren. Dit geschiedt ook; wanneer men b. v. de uit het prisma tredende stralen op een cilindrische lens opvangt, die ze weer vereenigt, dan ontstaat daarachter door menging weer een wit beeld der spleet.

Ter eere van deze door NEWTON gegeven verklaring dichte VOLTAIRE in een brief aan de markiezin DU CHATELET de volgende regelen:

Il déploie à mes yeux par une main savante
De l'astre des saisons la robe étincelante
L'émeraude, l'azur, le pourpre, le rubis,
Sont l'immortel tissu dont brillent ses habits.
Chacun de ses rayons dans sa substance pure,
Porte en soi les couleurs dont se peint la nature,
Et confondus ensemble, ils éclairent nos yeux,
Ils animent le monde, ils emplissent les cieux.

Dit witte licht nu valt op de voorwerpen en dezen doen zich aan ons oog gekleurd voor, kaatsen gekleurd licht naar alle kanten terug. Hoe komt dit? Om deze vraag te beantwoorden; plaatsen wij tusschen het prisma en het op het scherm aanwezige kleurenbeeld een rood glas; onmiddellijk zien wij in het kleurenbeeld alle kleuren verdwijnen behalve het rood. Het roode glas laat dus van de in het witte licht bevatte stralen alleen de roode door; alle overige worden er door teruggehouden of opgeslorpt.

Maar ook gekleurde ondoorschijnende stoffen slorpen een deel der opvallende lichtstralen op. Houdt men in eene donkere kamer in het op het scherm gevormde volledige kleurenbeeld een lapje van een roode stof, dan ziet dit er rood uit in het rood van het spectrum en in alle overige kleuren zwart. Het roode lapje kaatst dus van de verschillende gekleurde stralen slechts de roode terug; alle andere worden er door opgeslorpt. Zoo vertoont een groen lapje in het groen van

het spectrum een groene kleur; in alle andere kleuren van het spectrum is het zwart. Valt nu dus wit licht op een roode stof, dan slorpt deze daaruit alle gekleurde stralen op behalve de roode, die zij terugwerpt en die, in ons oog vallende, ons de stof rood doen zien; een groene stof kaatst van het witte licht alleen de groene stralen terug enz.

Eene gevolgtrekking, die uit deze verklaring te maken valt, is, dat de kleur van een stof afhankelijk moet zijn van de soort van het licht, dat er op valt. Dat dit inderdaad zoo is, blijkt uit een proef met eene door natrium geel gekleurde vlam, welker licht men in eene donkere kamer op een aantal verschillend gekleurde stoffen laat vallen. Bij dit gele licht gezien, zien deze stoffen er of zwart, of geelachtig getint uit. Zij kunnen slechts die stralen terugkaatsen, die er op vallen, voor zoover zij n. l. daartoe in staat zijn. Die stoffen, welke dus gele stralen kunnen terugkaatsen, zien er geel uit, de andere moeten zich zwart vertoonen. Zoodra men weer wit licht op de verschillende stoffen laat vallen, komen de gewone kleuren weer te voorschijn.

Bekend is het, dat sommige stoffen, die overdag een blauwe kleur vertoonen, er bij lamplicht groen, en andere, die overdag purper zijn, er bij lamplicht rood uitzien. Dit verschijnsel wordt gemakkelijk verklaard, als men let op de samenstelling van het genoemde kunstlicht en van het licht, dat door de bedoelde stoffen wordt teruggekaatst. De blauwe stoffen kaatsen een mengsel van blauw en groen licht terug; in het lamplicht zijn nu de blauwe stralen zwak vertegenwoordigd, zoodat in het teruggekaatste licht het groen den boventoon voert; bij het daglicht daarentegen het blauw. Evenzoo zijn in het lamplicht weinig violette stralen aanwezig; daarom zal een stof, die bij dag de kleur van purper, dat is een mengsel van rood en violet vertoont, er bij avondlicht rood uitzien.

Aan de oppervlakte der gekleurde stoffen wordt echter niet uitsluitend gekleurd licht teruggekaatst, maar dit is vermengd met zwakker wit licht, dat steeds mede in mindere of meerdere mate naar alle kanten wordt teruggeworpen. Bij herhaalde terugkaatsing van het licht tusschen stoffen van dezelfde kleur wordt nu van dit zwakke witte licht meer en meer geabsorbeerd, zoodat de kleur meer en meer van het witte licht gezuiverd of, zoodals men het noemt, verzadigd wordt; een verschijnsel, dat aan kunstenaars goed bekend is. Een rood kleed b. v. schijnt vuriger als het naar een in een kamer aanwezig rood behang gekeerd wordt. Zoo ziet de kleur van een stof in vouwen of

plooien er verzadigder uit dan op andere plaatsen. Goudornementen maken evenzoo een beter effect op een holle dan op een bolle oppervlakte; het inwendige van een gouden beker ziet er heel anders uit dan het uitwendige. Bij glasschilderingen, waar men met doorvallend licht te doen heeft, dat tamelijk vrij is van bijgemengd wit licht, heeft men daarom ook met zulke krachtige verzadigde tinten te doen.

Deze terugkaatsing van wit licht, dat zich met het gekleurde mengt, heeft men ook bij schilderijen in olieverf, welker kleureffect daardoor wordt verminderd. Om dezen invloed op te heffen wordt zulk een schilderij vernist; men krijgt dan boven de verf der schilderij een glad oppervlak, dat een groot deel van het opvallende witte licht slechts in één bepaalde richting terugkaatst. In deze richting moet men zich niet plaatsen; maar in alle andere richtingen valt hoofdzakelijk slechts gekleurd licht in het oog, dat door de onder het vernis zich bevindende verf wordt teruggekaatst.

Oude olieverfschilderijen schijnen dikwijls met een grijzen of blauw-achtig grijzen schimmel bedekt te zijn, de details worden slecht waarneembaar en de kleur wordt veel minder. Bij nadere beschouwing blijken er scheurtjes of barstjes in het vernis ontstaan te zijn, waardoor weer wit licht naar alle kanten wordt teruggekaatst. Het gebrek wordt opgeheven door oververnissen of nog beter door de oppervlakte der schilderij aan den invloed van koude alcohol dampen bloot te stellen; deze maken het hars aan de oppervlakte week en veroorzaken, dat de ontstane barstjes zich sluiten. Deze laatste door PETTENKOFER ontdekte handelwijze wordt thans in de schilderijenverzamelingen algemeen toegepast.

Gaan wij thans over tot de menging van verschillend gekleurde lichtstralen. Wij gebruiken daartoe een polarisatietoestel, een werktuig, dat hier niet nader kan worden beschreven; maar waarvan ik alleen vermeld, dat men in staat is er twee verschillend gekleurde lichtbundels mede te verkrijgen, die gedeeltelijk door elkaar vallen. Op een wit scherm worden deze bundels opgevangen en men neemt daarop twee gekleurde cirkels waar, die gedeeltelijk over elkaar vallen en daar, waar zij dit doen, zich niet gekleurd maar wit vertoonen. Blijkbaar geven zulke paren van verschillend gekleurde stralen, onderling gemengd, wit licht. Zulke kleurenparen noemt men complementaire kleuren; ze zijn: rood en blauwgroen, oranje en cyaanblauw, geel en ultramarijnblauw, groengeel en violet, groen en purper.

Vreemd schijnt het, dat volgens deze proef geel en blauw licht,

gemengd, wit licht geven, terwijl toch algemeen bekend is, dat gele en blauwe verf bij menging een groene kleur doen ontstaan. HELMHOLTZ heeft ons echter de verklaring van deze schijnbare tegenstrijdigheid gegeven. Laat men wit licht op een gele verfstof (guttegom) vallen, dan worden van het witte licht de blauwe en violette stralen opgeslorpt. Valt wit licht op een blauwe verfstof (pruisisch blauw), dan worden de stralen aan het roode eind van het spectrum tot en met het geel opgeslorpt. Het deel van het witte licht, dat noch door de gele noch door de blauwe kleurstof wordt opgeslorpt, is het groen. Bij menging der beide verven zullen dus door het mengsel alle bestanddeelen van het witte licht worden opgeslorpt, behalve het groen, en door de aan de oppervlakte gelegen lagen der gemengde verf zal dus slechts groen licht teruggekaatst worden.

De menging van verschillende kleuren heeft soms in het oog plaats. Trekt men op een papier afwisselend evenwijdige roode en blauwe strepen dicht naast elkander, dan ziet men op eenigen afstand, ten gevolge van de kleurmenging in het oog, een purperkleur; evenzoo geven gele en blauwe strepen den indruk van grijs, dat is wit van geringe lichtsterkte. Van deze kleurmenging in het oog maken de schilders gebruik, om door nevenstelling van verschillende kleuren een beoogd effect te weeg te brengen. Zoo berust het fraaie effect der vleeschkleur bij een deel der schilderijen van MURILLO hoofdzakelijk op de menging in het oog van verschillende kleuren, die hij in een kleine ruimte naast elkaar aanbracht. Met een dergelijk doel bracht RUBENS vermiljoen in zijn schaduwen aan; op een goeden afstand ziet men niet meer vermiljoen, maar een roodbruine tint, die een eigenaardig warm effect maakt.

Het mengen der kleuren in het oog door naast elkaar plaatsing wordt ook toegepast in de shawl- en in de tapijtweverij. Zoo zou het onmogelijk zijn de talloos vele nuances, die men bij de vervaardiging van Gobelins noodig heeft, door afzonderlijke kleuren voor te stellen. Men bereikt dit doel nu, doordat men de afzonderlijke verschillend gekleurde draden tot een draad samenvoegt. Stel b. v., dat men de overgangskleuren tusschen licht-blauw en wit wil hebben, dan zou men in het eene geval een draad nemen bestaande uit zes blauwe en een witten; dan een van vijf blauwe en twee witte, enz.

De verschijnselen, die ik tot nog toe besprak, hadden allen betrekking op kleuren, zooals zij werkelijk bestaan, op verschillende soorten van lichtstralen, die van de voorwerpen uitgaan en het oog treffen,

op hetgeen men *physische kleuren* zou kunnen noemen. Ik ga thans spreken over kleuren, die men ziet en die er toch niet zijn, en die men op het voorbeeld van GÖTTE met den naam van *physiologische kleuren* kan bestempelen.

Men herinnert zich uit *Goethe's Faust* de geschiedenis met den zwarten hond in de volgende samenspraak:

WAGNER.

Was stehst du so, und blickst erstaunt hinaus?
Was kann dich in der Dämmerung so ergreifen?

FAUST.

Siehst du den schwarzen Hund durch Saat und Stoppel streifen?

WAGNER.

Ich sah ihn lange schon, nicht wichtig schien er mir.

FAUST.

Betracht'ihn recht! Für was hältst du das Thier?

WAGNER.

Für einen Pudel, der auf seine Weise
Sich auf der Spur des Herrn plagt.

FAUST.

Bemerkst du, wie in weitem Schneckenkreise
Er um uns her und immer näher jagt?
Und irr' ich nicht, so zieht ein Feuerstrudel
Auf seinen Pfaden hinterdrein.

WAGNER.

Ich sehe nichts als einen schwarzen Pudel,
Es mag bei euch wohl Augentäuschung sein.

In zijne *Nachträge zur Farbenlehre* zegt GÖTTE zelf, in verband met deze regelen, dat eens een zwarte hond voor zijn venster op straat voorbij liep, die een lichtschijsel achterliet, hetwelk het negatieve onduidelijke nabeeld was van zijn voorbijsnellende gestalte. Maar wat zijn nabeelden, en wel negatieve nabeelden?

Om deze vraag te beantwoorden nemen wij de volgende proef. Wij projecteeren op een scherm in een donker vertrek een sterk verlicht wit cirkeloppervlak, dat wij verkrijgen door middel van een glasplaat, waarvan alleen een cirkeloppervlak onbedekt is gelaten, terwijl zij overigens ondoorschijnend is gemaakt; deze cirkel wordt verlicht en

door middel van een bolle lens het vergrootte beeld er van op het scherm geworpen. In het midden van den cirkel der glasplaat is een klein cirkeltje door een ondoorschijnende stof bedekt. Door een schuif wordt de helft van het cirkeloppervlak bedekt, zoodat men op het scherm ook slechts het lichte beeld van het halve cirkeloppervlak waarneemt. Staart men nu eenige oogenblikken naar de plaats, waar zich in dit beeld het kleine zwarte cirkeltje bevindt, en wordt daarna, terwijl men blijft staren, de schuif teruggetrokken, zoodat men weder den geheelen cirkel op het scherm waarneemt, dan schijnt de vroeger onbedekte helft donkerder dan die, welke men eerst bedekt had. Toch is het scherm op beide plaatsen even sterk verlicht. De verklaring van dit verschijnsel is de volgende. Op die plaatsen van het netvlies van het oog, waar in den beginne het beeld van den verlichten halven cirkel viel, is het netvlies door de sterke prikkeling tijdelijk minder gevoelig geworden voor den lichtprikkel, terwijl de overige deelen hun gevoeligheid behouden hebben. Valt nu daarna het beeld van den geheelen cirkel op het netvlies, dan zal de eerst waargenomen helft, door het afstompen van den lichtprikkel donkerder schijnen dan de eerst bedekte helft. Om dezelfde reden zal men, als men uit het heldere zonlicht in een bijna donker vertrek komt, de voorwerpen eerst niet kunnen onderscheiden, die men daarentegen zeer goed waarneemt, als men uit een donkere ruimte komt.

Staart men nu in een op de gewone wijze verlichte ruimte een sterk verlicht voorwerp, zooals b. v. den sterk verlichten cirkel van daareven, eenige oogenblikken aan en vestigt daarna het oog op een wit vlak, dan ziet men daarop een donker nabeeld; in het als voorbeeld genomen geval een donkeren cirkel. Men noemt dit een negatief nabeeld, omdat wat in het aangestaarde voorwerp licht is, zich in het nabeeld donker vertoont, en wat donker was, licht. Zoo neemt men b. v. een donker nabeeld waar van een brandende lamp, die men eenige oogenblikken gefixeerd heeft, als men daarna zijn oog op een wit vlak vestigt. Evenzoo neemt men donkere nabeelden van de zon waar, als men deze even heeft aangestaard. Bij deze proeven moet men steeds een zelfde punt van het voorwerp fixeeren om te zorgen, dat het beeld steeds op dezelfde plaats van het netvlies blijft.

Voor ik verder ga, moet ik intusschen opmerken, dat dergelijke proeven over nabeelden, met sterk licht ondernomen en wat lang voortgezet, zeer gevaarlijk zijn. PLATEAU is er blijvend blind door geworden, terwijl FECHNER, om weer zijn gezicht te herstellen, ge-

durende vijf jaren in een donkere omgeving moest doorbrengen. De laatste heeft onder den naam van dr. MISES gedichten uitgegeven, waarin »de Zwarte Vogel» aan zijn treurige stemming lucht geeft. Ook door het zien in de zon, b. v. gedurende een gedeeltelijke zonsverduistering, zijn sommige personen blind geworden. Zoo ontstaan er ook storingen van het gezicht tengevolge van het langdurig loopen in met sneeuw bedekte, door de zon verlichte streken.

In het bovenstaande was sprake van nabeelden, die in lichtsterkte van het vooraf gefixeerde voorwerp verschilden. Men kan echter ook gekleurde nabeelden doen ontstaan. Als men de proef met den verlichten cirkel herhaalt, maar nu van een voorgeschoven rood glas gebruik maakt, het op het scherm gevormde roode beeld eenige oogenblikken aanstaart en daarna door het terugtrekken van het roode glas een wit beeld doet ontstaan, dan verftoont dit aan ons oog een blauwgroene kleur, dat is de complementaire kleur van het eerst waargenomen rood. Zoo doet een blauwe cirkel daarna een geel nabeeld ontstaan, enz. Steeds neemt men bij het nabeeld een kleur waar, die de complementaire is van de vooraf waargenomen kleur, d. i. die met deze gemengd wit licht geeft.

Men kan deze proeven ook nemen met gekleurde figuren, zooals die o. a. voorkomen in het eenige jaren geleden verschenen boekje, getiteld *Brown's kleurvisioenen*. Omdat de lichtsterkte daarbij echter geringer is, zijn de nabeelden ook niet zoo sterk.

De reclame heeft zich ook reeds van deze gekleurde nabeelden meester gemaakt. Zoo kon men eenigen tijd geleden achter verschillende engelsche Tijdschriften een blad aantreffen, waarop op een gekleurden grond in den vorm van een cirkel het woord »Pears» in witte letters voorkwam. Op dit blad was een bijschrift, waarin 1000 pond sterling werd uitgelooft, als men niet, na fixeering van het midden van den cirkel een wit oppervlak beschouwende, daarop de witte letters met de zelfde kleur als de cirkel, waarnam op een cirkelvormigen grond, die de complementaire kleur verftoonde van den vooraf gefixeerden cirkel. Het doel van deze aardigheid was de aandacht van het lezend publiek te vestigen op den in den cirkel voorkomenden naam van PEARS, den bekenden Engelschen zeepfabrikant.

Bij de thans besproken gekleurde nabeelden ziet men dus kleuren, die er toch niet zijn. De oorzaak er van is te zoeken in den toestand van ons gezichtsorgaan. Om dit te begrijpen moeten wij eene verklaring van de werking der kleuren in het oog bespreken, die eigenlijk reeds

door den scherpzinnigen Engelschen natuurkundige THOMAS YOUNG gegeven werd, maar in vergetelheid geraakte en later weer door HELMHOLTZ uit de annalen werd opgedolven. Vooraf wensch ik echter merkwaardigheidshalve het oordeel van een uitstekend tijdgenoot van YOUNG over hem mede te deelen en daarnaast dat van uitstekende mannen van onzen tijd.

In de *Edinburgh Review* van 1801 komt van de hand van HENRY BROUGHAM (later Lord kanselier van Engeland) een kritiek voor van een opstel van YOUNG *on the theory of light and colours*. Daarin zegt BROUGHAM o. a. »dat dit stuk niets bevat, dat den naam verdient, òf van proef, òf van ontdekking, en dat het inderdaad ontbloomt is van elke soort van verdienste." En op eene andere plaats: »Van zulk een domme uitvinding (de ether) kan niets verwacht worden. Zij heeft zelfs niet de armzalige verdienste een aangenaam spel voor de verbeelding te zijn. Zij is oneindig nutteloozer en onvernuftiger dan de Indische theorie van den olifant en de schildpad. Zij kan gerangschikt worden in dezelfde klasse als die domme uitvinding der metaphysische theologie", enz. En eindelijk weer op eene andere plaats: »Dit stuk bevat meer grilligheden, meer bokken, meer ongegronde hypothesen, meer gratuite verdichtfels, dan eenig ander, alles op hetzelfde veld, dat door NEWTON werd betreden, en alles van het vruchtbare, maar weinig vruchtdragende brein van denzelfden eeuwigen dr. YOUNG."

Stel daar nu tegenover het oordeel van twee uitstekende natuurkundigen van onze dagen; vooreerst van TYNDALL, die op zijne eigenaardige wijze zich aldus uitdrukt: »Laat mij door een soort van meetkundige constructie u een denkbeeld geven van de grootheid van dien man. Laat NEWTON in zijne eeuw recht overeind staan en YOUNG evenzoo in de zijne. Trek eene rechte lijn van NEWTON naar YOUNG, beider hoofden rakend. Die lijn zou van NEWTON naar YOUNG naar beneden loopen, want NEWTON was zeker de grootste van beiden. Maar de helling zou niet groot zijn, want het verschil in grootheid van beiden was niet aanzienlijk. Plaats onder deze lijn den grootsten man, die in den tijd tusschen beiden geboren werd. Het mag betwijfeld worden, of hij de lijn zou bereiken; want zoo hij het deed, zou hij intellectueel grooter zijn dan YOUNG, en er was waarschijnlijk geen grooter."

En geen mindere dan de beroemde HELMHOLTZ zegt van YOUNG: »De theorie der kleuren met al deze wonderlijke en ingewikkelde verhoudingen, die ik beschreven heb, was een noot, waarop niet alleen GÖTTE te vergeefs zijn tanden afgesleten heeft, maar ook wij natuur-

kundigen en physiologen; ik sluit mij zelven hierbij in, omdat ik zelf mij lang daarmee afgemat heb zonder eigenlijk het doel nader te komen, totdat ik eindelijk ontdekte, dat een verrassend eenvoudige oplossing van het raadsel reeds in het begin dezer eeuw gevonden en reeds lang gedrukt te lezen was. Zij was gevonden en gegeven door denzelfden THOMAS YOUNG, die ook ten opzichte van het raadsel van de Egyptische hiëroglipen het eerste juiste spoor van een ontcijfering vond. Hij was een van de scherpzinnigste mannen, die ooit geleefd hebben, maar had het ongeluk in scherpzinnigheid te ver boven zijne tijdgenooten te staan. Zij staarden hem met verbazing aan, maar konden de stoute vlucht zijner combinatiën niet overal volgen, en zoo bleef eene menigte van zijne gewichtigste gedachten in de groote folianten van de Royal Society te Londen begraven en vergeten, totdat een later geslacht, langzaam vooruitgaande, zijne ontdekkingen weder ontdekte en zich van de juistheid en de bewijskracht zijner gevolgtrekkingen overtuigde."

THOMAS YOUNG dan neemt aan, dat er in het oog drieërlei soort van gezichtszenuwvezels zijn; waarvan de eene geprikkeld de gewaarwording van rood, de tweede die van groen, de derde die van violet doen ontstaan. De eerste worden het sterkst geprikkeld door de roode, de tweede door de groene, de derde door de violette stralen van het spectrum, die daarom respectievelijk de gewaarwording van rood, groen en violet in het oog te weeg brengen. De stralen tusschen het rood en het groen van het spectrum prikkelen zoowel de eerste als de tweede soort van vezels en brengen daarbij den mengindruk van geel te weeg; de stralen tusschen het groen en het violet van het spectrum prikkelen zoowel de tweede als de derde soort van vezels en veroorzaken daarbij de gewaarwording van blauw.

Men heeft wel is waar geen structuur van dien aard bij het gezichtsorgaan van den mensch nog aangetoond; maar wel iets dergelijks bij vogels en kruipende dieren. Daar zijn in de staafjeslaag van het netvlies een aantal staafjes aanwezig, die aan het naar invallend licht gekeerd eind een rood bolletje, andere die een geel, weer andere die er geen vertoonen.

Met de hypothese van YOUNG tot grondslag ligt nu de verklaring der gekleurde nabeelden voor de hand. Valt rood licht gedurende eenige oogenblikken in het oog, dan worden de eerste soort der vermelde zenuwvezels geprikkeld en daardoor voor een onmiddellijk daaropvolgende prikkeling tijdelijk ongevoelig gemaakt. Valt er dus daarna wit

licht op dezelfde plaats van het netvlies, dan ontstaat niet de gewaarwording van wit, maar die van wit min rood, d. i. groenblauw; omdat de gewaarwording van rood tijdelijk ontbreekt. Evenzoo zal men om deze reden ook van andere kleuren steeds de complementaire kleur in het nabeeld waarnemen.

Minder gemakkelijk is de verklaring van het eveneens waargenomen verschijnsel, dat men, met het eene oog naar een gekleurd oppervlak ziende, terwijl het andere gesloten blijft, daarna, als men dit laatste opent en het eerste sluit, ook een complementair gekleurd nabeeld waarneemt. Hierbij kan toch geen sprake zijn van een wijziging in den physiologischen toestand der zenuwvezels, daar deze tegen de inwerking van het licht, door sluiting van het oog, werden beschut. Er schijnt dus hier geen physiologisch, maar een psychologisch verschijnsel aanwezig te zijn, dat zijn verklaring moet vinden in den toestand van dat deel der hersenen, waar de gezichtswaarneming tot stand komt.

Na hetgeen over de gekleurde nabeelden is gezegd, is gemakkelijk te begrijpen, waarom men, na een rood vlak gefixeerd te hebben, een ander rood vlak mat ziet en een groen vlak verzadigder. Een koopman, die roode stoffen laat zien, doet goed om daar tusschen in b. v. een enkele groene stof te laten zien; de prikkelbaarheid van de gezichtszenuw voor rood licht kan zich dan herstellen. Bekend is het, dat dames ter wille van haar teint moeten oppassen met het dragen van erg verzadigde kleuren; de reden hiervan is, dat een oog, dat eerst het gekleurde kleed heeft aangestaard en daarna zich op het gelaat der draagster richt, dit min of meer complementair gekleurd ziet, wat bij sterk verzadigde kleuren vooral is waar te nemen; zoo geeft blauw b. v. een gele teint. Bij verzadigde kleuren van groote lichtsterkte doet het verschijnsel, dat de aan het gekleurde vlak grenzende deelen de complementaire kleur vertoonen, en hetwelk men met den naam van contrastverschijnsel bestempeld heeft, zich veel sterker voor dan bij zwakkere en mattere kleuren, zooals b. v. die op eene schilderij. Wil een schilder dus hetzelfde effect voortbrengen, dat men door het contrast in de natuur waarneemt, dan moet hij het objectief schilderen. Zoo wordt een gelijkmatig grijs oppervlak door de schilders geelachtig getint, als het aan blauw grenst; roseachtig, zoo het aan groen grenst.

De vorige verschijnselen noemt men die van het *successief* of navolgend *contrast*. Zij ontstaan door oogbewegingen. Het oog is door het zien van een bepaalde kleur voor de prikkeling daarvan ongevoelig

geworden en ziet daarom het aanliggende witte vlak complementair gekleurd. Er zijn echter ook contrastverschijnselen, die niet door oogbewegingen veroorzaakt worden, maar tot het zoogenaamde *simultaan* of gelijktijdig *contrast* behooren. De verklaring daarvan moet ook niet in den physiologischen toestand van het gezichtsorgaan gezocht worden, maar is een gevolg van een onjuist onbewust oordeel, dat wij vellen; men zou hier dus van *psychologische kleuren* kunnen spreken.

Beginnen wij weer met een proef. Wij werpen op een wit scherm het roodgekleurde beeld van het onbedekte cirkelvormige deel eener roode glasplaat, waarop een paar ringen van bladtin zijn geplakt, die zich in het beeld in een donkere kamer als zwarte ringen voordoen. Zoodra echter in de kamer licht toegelaten wordt, ziet men de zwarte ringen onmiddellijk een blauwgroene kleur aannemen. Doet men de proef met een blauw glas, dan ziet men de ringen geel gekleurd. In het algemeen vertoonen zij steeds de complementaire kleur van die van het omringend cirkeloppervlak.

Ook bij gekleurde stoffen doet zich dit verschijnsel voor. Zoc kwamen de werklieden van de Gobelifabriek te Parijs eens bij CHEVREUL klagen, dat de verfers uit de aan de fabriek verbonden ververij zulke slechte verven leverden. Het bleek, dat de klacht ongegrond was; want dat, wat zij aan de verf toeschreven, een gevolg was van de veranderingen, die de kleur door de nabijheid van andere kleuren onderging. Zoo deelt CHEVREUL ook een geval mede, waarbij een koopman en een zijdeweaver in een proces geraakten. De koopman had aan den weaver zwarte en blauwe zijde te verwerken gegeven. Na de aflevering beweerde de koopman, dat de zijde vervuild was, daar ze bruinzwart was, terwijl hij donkerzwarte had gegeven. De koopman had ongelijk. Door de nabijheid van het blauw van den grond schenen de zwarte draden door bijmenging van de complementaire kleur (oranjegeel) bruinachtig. Toen de gekleurde grond bedekt werd, zagen de draden er zwart uit. Wil men den indruk van zwart op een gekleurden grond geven, dan moet men bij het zwart een weinig van de kleur van den gekleurden grond voegen, waardoor de complementaire kleur wordt geneutraliseerd.

Intusschen doen zich bij zulke gekleurde stoffen de verschijnselen van het simultaan contrast niet zoo sterk voor als bij verlichting van een wit vlak door verschillend gekleurd licht. Het fraaist neemt men het verschijnsel waar bij de proef met de gekleurde schaduwen. Over dag kan men de proef op de volgende wijze nemen. Vóór een wit

scherm plaatst men een ondoorschijnend lichaam, b. v. een stok, waardoor, als men zonlicht op het scherm laat vallen, zich daarop een zwarte schaduw vormt. Plaatst men nu op eenigen afstand vóór den stok eene kaarsvlam, dan ontstaat een tweede schaduw, die een blauwe kleur vertoont, terwijl de eerste geel wordt. Deze laatste is werkelijk geel, omdat zij door het geelachtige licht der kaarsvlam beschenen wordt. De eerste echter is niet blauw maar schijnt zoo, door contrast met het haar omringende geelachtige vlak. Dit vlak schijnt ons, ofschoon het geelachtig getint is, wit toe; maar deze fout in ons oordeel heeft ten gevolge, dat wij de eerste schaduw, die door het witte zonlicht beschenen wordt, niet wit kunnen zien, maar dat wij haar waarnemen in de kleur, die wij krijgen, wanneer wij van wit geel aftrekken, d. i. blauw. Het verschijnsel doet zich zóó snel, zóó onmiddelijk aan ons oog voor, dat hier aan nabeelden door successief contrast niet te denken valt. Bovendien kunnen wij door een proef bewijzen, dat het niet door successief contrast ontstaat. Wij plaatsen daartoe tusschen de kaarsvlam en het witte scherm een scherm, dat het licht der kaarsvlam onderschept, nadat wij vooraf de plaats gemerkt hebben, waar de blauwe schaduw, bij wegneming van het tusschengeplaatste scherm, zich zal vormen. Nu richten wij een nauw, inwendig zwart gemaakt kokertje op deze plaats en dragen zorg, dat wij alleen een deel van de plaats der schaduw en niet het omringende verlichte vlak in het gezichtsveld krijgen. Zien wij dan door den koker, voordat de schaduw zich vormt, dan zien wij die plaats wit, wat zij ook is, omdat zij door het daglicht beschenen wordt. Nemen wij het voor de kaars geplaatste scherm weg, dan blijven wij die plaats, waar nu een schaduw zich gevormd heeft, nog wit zien. Er is dan ook in de verlichting dezer plaats inderdaad geen wijziging gekomen. Maar verschuiven wij het kokertje nu een weinig, zoodat naast een deel van de breedte der schaduw ook een deel van het omgevende door zon- en kaarslicht beschenen vlak te zien komt, dan schijnt ons dit vlak wit, maar onmiddelijk zien wij de voorheen wit geziene plaats nu zich blauw vertoonen. Richten wij nu den koker meer uitsluitend op de schaduw, dan blijft, nu ons oordeel dat die plaats blauw is, zich eens gevestigd heeft, zij zich nog blauw aan ons voordoen, ook zelfs wanneer wij het scherm weer vóór de kaarsvlam plaatsen en dus de schaduw weer verdwenen is. Pas wanneer wij den koker voor het oog wegnemen, zien wij dat het geheele vlak, en dus ook de waargenomen plaats, wit is. HELMHOLTZ, aan wien

wij de verklaring van dit verschijnsel te danken hebben, noemt het een onbewust oordeel, dat wij vellen, en dat om bovenvermelde redenen onjuist uitvalt. Het waargenomen verschijnsel is dus een gevolg van een psychologisch proces. Wij kunnen de proef met andere kleuren herhalen door het licht van een der lichtbronnen door gekleurde glazen te kleuren; steeds neemt men dan de eene schaduw complementair gekleurd waar.

Het verschijnsel doet zich o. a. ook voor, wanneer het zonlicht door de aanwezigheid van veendamp oranjeachtig getint is; wij zien dan de schaduwen der voorwerpen blauwachtig getint.

Vooraf bij weinig verzadigde, met wit licht gemengde kleuren wordt het simultaan contrast goed waargenomen. Zwarte letters op een gekleurd papier doen zich aan ons oog ook zwart voor; maar als men het gekleurde papier met een vèl doorschijnend mailpapier bedekt, neemt men de letters complementair gekleurd waar. Het successief contrast daarentegen kan, zooals wij boven zagen, sterker ontstaan bij verzadigde kleuren.

Door het contrast veranderen ook de kleuren door den invloed der aanliggende kleuren. Plaatst men een ring van menie-roode kleur op een grond van vermiljoen, en een anderen eveneens gekleurden ring op een goudgelen grond, dan zien de ringen er zoo verschillend uit, dat het pas, wanneer' men ze van den grond wegneemt en dan met elkander vergelijkt, blijkt dat hunne kleuren gelijk zijn. Op gelen grond schijnt de ring roodachtiger, op rooden grond geelachtiger dan als hij op een grijzen of zwarten grond zich voordoet. Zoo worden de warme kleuren in 't algemeen warmer, de koude kouder door nevenplaatsing. Wil men het contrast vermijden, dan worden, zooals in de decoratieve kunst, omrandingen of contouren tusschen de kleuren aangebracht.

Het zich voorstellen van een kleur is natuurlijk ook een psychologisch verschijnsel. Niet ieder kan dit even goed. Zoo verhaalt RECHNER in zijn werk *die Psychophysik* o. a. van zich zelve, dat het hem slechts vluchtig gelukte door te denken aan doorgesneden harde eieren op spinazie, waarbij wit, geel en groen sterk bij elkaar afsteken. Ook droomde hij nooit in kleuren.

BRIERRE DE BOISMONT verhaalt van een schilder, die, als hij iemands portret moest maken, hem een half uur aandachtig aanzag, van tijd tot tijd op het doek schetsende. Daarna had hij hem niet meer noodig, maar kon hij hem in gedachten op zijn stoel zien zitten, alsof hij er werkelijk was, met levendiger kleuren en scherper omtrekken. Allengs

echter kwam de schilder er toe zijne phantasiebeelden met de werkelijkheid te verwarren, wat tot een driejarige storing van zijn geestvermogens leidde, waarvan hij echter herstelde.

Merkwaardig is ook het feit, dat men bij het ontwaken soms de negatieve nabeelden van de kleuren, waarover men gedroomd heeft ziet, zooals o. a. de physioloog GRUTHUISEN lang geleden mededeelde. Droomde hij van een schitterend voorwerp, dan zag hij bij het ontwaken een donker nabeeld. Eens droomde hij van violette vloeispaath op gloeiende kolen en bij het ontwaken nam hij eene gele vlek op blauwen grond waar.

Bij gehypnotiseerden heeft men verschijnselen waargenomen, die met de laatstgenoemde groote overeenkomst hebben. Zoo nam CHARCOT in tegenwoordigheid van een talrijk auditorium de volgende proef. Hij liet een in den toestand van somnambulisme verkeerenden persoon een vierkant van wit papier fixeeren met een zwart punt in het midden om zijn blik onbewegelijk te maken. Daarna zegt CHARCOT hem, dat het papier rood is, en vervangt het na enkele oogenblikken door een ander wit papier met een zwart punt in het midden. Als hij de aandacht van den persoon op dit punt vestigt, roept deze uit, dat het punt door een gekleurd vierkant omringd is en noemt de complementaire kleur van rood. Van simulatie is hierbij geen sprake; want de proef gelukte met personen, die niets van het verschijnsel der complementaire kleuren af wisten en wel dadelijk bij den eersten keer reeds.

Zoo liet men aan een dergelijk persoon een door een streep in tweeën gedeeld wit papier zien en zeide hem dat de eene helft rood was; hij zeide de andere helft met de complementaire kleur te zien.

De voorstelling der kleur werd in deze gevallen door de verzekering van CHARCOT in de hersenen van den gehypnotiseerde te voorschijn geroepen en had daarna de genoemde contrastverschijnselen ten gevolge.

Een vreemd verschijnsel is dat, hetwelk kort geleden in het Fransche tijdschrift *la Nature* werd medegedeeld en dat daar genoemd werd *l'audition colorée*, het hooren in kleuren of het gekleurde hooren. Door enkele menschen worden namelijk bij het hooren van verschillende geluiden kleuren waargenomen. Een bepaalde klank doet plotseling de voorstelling van een bepaalde kleur ontstaan. Als voorbeeld wordt o. a. aangehaald het geval van een 57jarig voormalig advocaat te Parijs; deze zag, als hij verschillende klinkers hoorde uitspreken, bij *a* donkerkarmijn, bij *e* wit, bij *i* zwart, bij *o* geel, bij *u* azuurblauw, bij *ai*

kastanjebruin. De medeklinkers deden de voorstelling van grijs ontstaan. Voor dezen heer zou dus eene zinsnede kunnen worden vergeleken met een gekleurd lint, waarin de kleuren bepaald worden door de klinkers en gescheiden zijn door grijze strepen van de medeklinkers. De verschillende talen moeten ook voor dezen persoon een verschillende algemeene tint vertoonen, afhankelijk van de klanken, die er het meest in voorkomen.

Dergelijke verschijnselen kunnen ook tijdelijk onder den invloed van exiteerende middelen ontstaan. THEOPHILE GAUTIER (1834) had b. v. na het gebruik van haschisch de volgende gewaarwordingen: » Mon ouïe s'était prodigieusement développée; j'entendais le bruit des couleurs. Des sons verts, rouges, bleus, jaunes, m'arrivaient par ondes parfaitement distinctes. Chaque objet effleuré rendait une note d'harmonica ou de harpe éolienne".

Maar ik wil niet langer op het gebied der hallucinaties verwijlen. Na al het gezegde zal het duidelijk zijn, dat het vaste vertrouwen, hetwelk wij op onze oogen hebben, als zouden deze ons een onbedriegelijk beeld der werkelijkheid geven, zeker op het gebied der kleurwaarneming nog al eens beschaamd wordt. De uitspraak: » ik heb het met mijn eigen oogen gezien," levert hier zeker niet altijd het bewijs voor het buiten ons bestaan van het beweerde verschijnsel op. Op een ander gebied heeft men, om aan te duiden dat er veel is, dat wel bestaat maar voor ons verborgen blijft, gesproken van ce qu'on voit et ce qu'on ne voit pas; op het gebied der kleuren daarentegen kan men met recht beweren qu'on voit ce qu'il y a et ce qu'il n'y a pas.