

DE FOTOGRAFIE DER KLEUREN.

DOOR

Dr. J. E. ROMBOUITS.

Het is nu ruim vijftig jaar geleden dat het DAGUERRE gelukte de beelden, die zich in de camera obscura vormen, vast te leggen. Die eerste daguerreotypen waren niet mooi en zeker zullen velen zich nog herinneren hoeveel overleg er toe behoorde, om het licht er zóó op te laten vallen, dat men kon waarnemen wat ze moesten voorstellen. Maar uit deze eerste resultaten heeft zich langzamerhand de fotografie ontwikkeld; zij waren de voorloopers van de prachtige en artistieke lichtbeelden, die men thans allerwege kan bewonderen. Wat heeft men niet een menigte proefnemingen moeten doen en tal van bezwaren moeten overwinnen, eer men het zoo ver gebracht had en voor men er in slaagde zulke gevoelige platen te maken, dat een verlichting van een onderdeel eener seconde reeds voldoende is' daarop een blijvend beeld te veroorzaken. Doch niettegenstaande al die proefnemingen, is het nog niet mogen gelukken ook de kleuren vast te leggen, en eerst dan zal de fotografie het toppunt harer volkomenheid hebben bereikt, als zij ons in staat stelt al de kleurschakeeringen, die wij op het matglas van de donkere kamer waarnemen, blijvend te maken. Alle gekleurde fotografieën, die men thans te zien krijgt, zijn uit de hand gekleurd, en, ofschoon dikwijls meesterlijk van uitvoering, kunnen zij de vergelijking niet doorstaan met de beelden, welke de lens der camera obscura op de vizierschijf weet te voorschijn te roepen.

Beelden te vervaardigen, die met de natuurlijke kleuren schitteren, behoort nog altijd tot de vrome wenschen, doch het is zeer waarschijnlijk, dat binnen korteren of langeren tijd ook dit vraagstuk zal worden

opgelost. In het begin van dit jaar is men er ten minste reeds in geslaagd het zonnenspectrum in zijn natuurlijke kleuren weer te geven. De eerste grondslag is dus gelegd, maar ook niets meer, want, zooals we straks zullen vernemen, zijn er nog bijna onoverkomelijke bezwaren, die men langzamerhand zal moeten trachten te overwinnen.

Een der eersten, misschien de eerste, die pogingen in het werk heeft gesteld om de gekleurde lichtstralen vast te leggen, was Dr. SEEBECK uit Jena, dié reeds in het jaar 1810 den uitslag zijner proeven heeft openbaar gemaakt. In de *Farbenlehre* van GOETHE lezen wij daarvan de volgende mededeeling:

Hij liet het spectrum, door middel van een prisma verkregen, inwerken op vochtig chloorzilver dat op papier was uitgestreken. Na een werking van vijftien tot twintig minuten vond hij het chloorzilver op de volgende wijze veranderd: in het violet was het roodachtig bruin geworden, en die kleur strekte zich nog uit ver over de grens van het violet van het spectrum; in het blauw vertoonde zich het chloorzilver zuiver blauw en deze kleur strekte zich, steeds lichter wordend, uit tot in het groen; in het geel was het chloorzilver meerendeels onveranderd, somtijds scheen het wat geler dan voor de verlichting; in het rood daarentegen en nog iets verder had het een rozerode of hortensia-roode kleur aangenomen.

Zooals wij hieruit zien, waren de uitkomsten van SEEBECK niet om over te roemen, hij verkreeg wel kleuren, maar het waren de spectrale kleuren niet. Hoe dit zij, het blijkt ons uit het bovenstaande dat de geschiedenis der kleurenfotografie in 1810 een aanvang neemt, dus zeer lang voordat de daguerreotypie nog uitgevonden was.

Het kan ons niet bevreemden, dat toen het DAGUERRE en zijne volgelingen eindelijk gelukt was hunne lichtbeelden op gevoelige platen te fixeren, d. w. z. onvergankelijk te maken, er van vele zijden pogingen werden aangewend om ook de kleuren, die bij de ontledende werking van het zonlicht op chloorzilver worden waargenomen, vast te leggen.

De eerste dien wij met dit onderzoek bezig vinden is de Fransche natuuronderzoeker BECQUEREL. In de *Comptes rendus* der Académie des Sciences van 7 Februari 1848 te Parijs, geeft hij eene beschrijving van de wijze waarop hij fotografieën in natuurlijke kleuren van het zonnenspectrum vervaardigd heeft. In het kort komt zij hierop neer: Een goed gepolijste en gereinigde zilverplaat wordt gedompeld in een mengsel bestaande uit: verzadigde oplossing van kopersulfaat en keukenzout 1 deel en verzadigde oplossing van keukenzout 6 deelen.

Op de zilverplaat vormt zich dan een laag violetkleurig zilverchloruur dat, aan de werking van het zonnespectrum blootgesteld, alle kleuren daarvan aanneemt. Naderhand veranderde hij zijn methode, en vervaardigde hij de zilverchloruurlaag door een zilverplaat aan de positieve pool eener galvanische batterij te bevestigen en in verdund zoutzuur te dompelen en de negatieve pool aan een platina-plaat te verbinden. Zoodra de chloruurlaag, die hierbij ontstond, dik genoeg geworden was, werd de plaat gedroogd, met watten afgewreven en verlicht. In de duisternis en aan niet te sterk kunstlicht blootgesteld, houden zich de aldus verkregen beelden langen tijd goed, doch door het daglicht beschenen, verdwijnen zij in korten tijd. Welke moeite hij ook aanwendde om een fixeermiddel te ontdekken, hij mocht daarin niet slagen.

De door BECQUEREL vervaardigde spectrumbeelden zijn overigens goed gelukt. De kleuren komen vrij wel met die van het spectrum overeen en hun standvastigheid, mits in het duister bewaard, is vrij groot. Ook vervaardigde BECQUEREL fotografieën in kleuren naar gekleurde platen, door deze op de gevoelige zilverplaat te leggen en aan het zonlicht bloot te stellen. Een op deze wijze in 1848 verkregen kleurenfotografie werd den 9 Februari van dit jaar door BECQUEREL aan zijn medeleden der Académie des Sciences vertoond, en zij had gedurende die drie en veertig jaren bijna geen verandering ondergaan. Volledigheidshalve moet nog vermeld worden, dat BECQUEREL ook getracht heeft door middel van de camera obscura gekleurde beelden te verkrijgen, maar de verlichtingstijd, die noodig was om eenigszins duidelijke kleuren voort te brengen, was te lang, om ooit daarvan iets goeds te kunnen verwachten.

NIEPCE DE SAINT VICTOR, een man die op fotografisch gebied zeer veel heeft gedaan, beschreef in 1851 eene methode, die hem in staat stelde gekleurde lichtbeelden te vervaardigen en in hoofdzaak met de zooveen beschrevene overeenstemt, daar ook zilverchloruur het hoofdbestanddeel der gevoelige platen uitmaakt. Hij had echter bemerkt dat de chloorverbindingen, die aan de vlam een zekere kleur mededeelen, ook aan een zilverplaat de eigenschap geven bij voorkeur die zelfde kleuren aan te nemen. Hij plaatste de zilverplaat in een oplossing van chloor, chloorkoper en chloorijzer, en nadat zij daarin eenigen tijd had gestaan, werd zij gedroogd, afgeveegd en verlicht.

Met zulke platen verkreeg NIEPCE niet alleen beelden van het spectrum waarin het rood, groen, blauw en geel zeer goed werden weergegeven,

maar ook door middel van de camera beelden van levenlooze voorwerpen.

Ook hem gelukte het niet een fixeermiddel te vinden, doch hij wist zijne beelden wel eenige standvastigheid te geven, door middel van een vernis uit chloorlood en dextrine bestaande, vóór de verlichting op de zilverplaat aangebracht.

TAYLOR en nog eenige anderen werkten nagenoeg op dezelfde wijze als hunne voorgangers; daar de uitslag hunner proefnemingen alle vrijwel op hetzelfde neerkomen, en het hun geen van allen gelukte de verkregen beelden blijvend te maken, zullen wij van hun wijze van werken maar geen verdere melding maken.

Hoewel POITEVIN er evenmin in slaagde lichtbestendige beelden te vervaardigen, waren toch zijn resultaten van dien aard dat zij die zijner voorgangers overtroffen. De proeven, die hij in het jaar 1866 aan het fotografisch gezelschap te Parijs voorlegde, verwekten de grootste verbazing. Men leest daarvan in *den Moniteur*: »Deze beelden zijn werkelijk aangrijpend schoon; het zijn reproducties naar glasmalerijen. Niet alleen zijn daarin alle kleuren van het origineel in volle harmonie weergegeven, maar ook de teekening heeft haar geheele fijnheid bewaard. Ofschoon POITEVIN nog geen goede fixeermethode bezit, kunnen deze wonderbare beelden de werking van het verstrooid daglicht tamelijk wel verdragen.»

De wijze waarop hij de beelden verkreeg verschilde in vele opzichten van die van BECQUEREL en NIEPCE. POITEVIN had zich van te voren reeds eenigen tijd bezig gehouden met de inwerking van het licht te bestudeeren op chloorzilver, dat in aanraking was gebracht met zelfstandigheden, die een reduceerende werking uitoefenen, of met stoffen, die in staat zijn het chloor te absorbeeren. De resultaten, die hij daarbij verkreeg, bevredigden hem niet en daarom besloot hij ook een proef te nemen met oxydeerende zelfstandigheden. Na vele proeven is het hem gelukt de volgende reactie te verkrijgen. Wanneer men chloorzilver, in tegenwoordigheid van een reduceerend lichaam, op papier in het licht donker laat worden, en het daardoor ontstane zilverchloruur onder gekleurd glas aan het zonlicht blootstelt, kleurt het zich zeer langzaam en onvolledig. Overdekt men echter dit kastanjebruine of violette zilverchloruur met een oplossing van chroomzuur of van kalium-bichromaat, dan neemt het in verstrooid licht alle kleuren aan.

Zijn wijze van werken bestaat nu hierin, dat hij eerst op papier een laag chloorzilver brengt en deze gedurende vijf of zes minuten aan

het licht blootstelt, tot de oppervlakte de gewenschte violette tint verkregen heeft en dus in zilverchloruur veranderd is. Na inwerking van het licht, wordt het papier gewasschen, gedroogd en in het donker bewaard.

Om nu deze chloruurlaag geschikt te maken tot het voortbrengen van kleuren, wordt het papier gedrenkt met een mengsel van gelijke deelen zeer sterke kaliumbichromaat-oplossing en verzadigde koper-sulphaat-oplossing en daarna weer gedroogd. Dit papier, onder met verschillende kleuren beschilderd glas aan het zonlicht blootgesteld, neemt in korten tijd alle kleuren daarvan aan.

Nadat het gekleurde beeld is ontstaan, wordt het in water afgewasschen, waaraan een weinig chroomzuur is toegevoegd, goed afgespoeld en daarna achter elkaar in oplossingen van sublimaat en lood-nitrat gelegd, waarna het nogmaals aan een nauwkeurige wassing moet worden onderworpen.

Later heeft POITEVIN als fixeermiddel aangegeven zeer verdund zwavelzuur of een zeer verdunde kwikchloride-oplossing, waaraan eenig zwavelzuur is toegevoegd. Hoewel het vastleggen der kleuren hierdoor nog niet geheel plaats grijpt, kan men toch de afdrukken in een album bewaren en zonder eenig nadeel bij kunstlicht beschouwen.

De proeven van POITEVIN hebben de kleurenfotografie wel eenige schreden vooruitgebracht, maar veel heeft men daardoor nog niet gewonnen, daar het gevoelige papier niet geschikt schijnt te zijn om in de camera te worden gebruikt. In de beschrijving zijner proeven wordt daarvan door POITEVIN geen melding gemaakt, zoodat het vermoeden voor de hand ligt, dat het hem niet zal zijn gelukt.

Om nu van anderen niet te gewagen, die op hetzelfde voetspoor voortgingen, wil ik nog even wijzen op de proeven door DUCOS DE HAURON in het werk gesteld, om het gewenschte doel te bereiken. Zijn wijze van werken wijkt in alle opzichten van de reeds beschrevene methoden af.

Ducos vervaardigt naar het origineel, een schilderij b.v., drie verschillende negatieven volgens de gewone fotografische methode; maar bij het eerste laat hij de lichtstralen gaan door een violet glas, bij het tweede door een groen en bij het derde door een glas dat oranje is gekleurd. Op deze wijze verkrijgt hij drie monochrome negatieven, waarvan het eene de gele, het tweede de roode en het derde de blauwe deelen van het origineel weergeeft.

Afdrukken hiervan op gele, roode en blauwe gelatineblaadjes worden

op elkaar gelegd en geven een copie van het oorspronkelijke in de natuurlijke kleuren. . . . altijd in de veronderstelling, dat de nuancen der gekleurde glazen en de kleur der gelatine blaadjes goed gekozen zijn.

Ook door CROS werd onafhankelijk van DUCOS en tegelijkertijd (1878) op dezelfde wijze gewerkt.

Het is duidelijk dat deze methode, hoe vernuftig ook, het vraagstuk der kleurenfotografie niet oplost. Behalve dat de bewerking veel te omslachtig is, zijn de kleuren die men verkrijgt niet de natuurlijke.

Ook VERESS uit Klausenburg, die verleden jaar de aandacht op zich vestigde, doordien hij beweerde gekleurde lichtbestendige beelden te hebben vervaardigd, is gebleken niet gelukkiger te zijn geweest dan zijn voorgangers. De beelden die hij verkreeg waren wel bestendiger, doch in kleurenrijkdom stonden zij beneden die van NIEPCE en BECQUEREL.

Volgens GOTHARD, die met de werkzaamheden van VERESS zeer ingenomen is, is het rood vrij zuiver en komt het met vermiljoen overeen; het oranje, dat een roodachtigen tint heeft, gaat onmiddellijk in vuil olijfgroen over; zuiver blauw is niet aanwezig, maar het groen wordt dadelijk door violet opgevolgd. De beelden zijn zoo bestendig dat ze nog niet noemenswaard veranderen, wanneer ze gedurende een dag aan het licht worden blootgesteld.

Ook zou het VERESS gelukt zijn platen te maken, die niet alleen de kleuren vertoonen bij teruggekaatst, maar ook bij doorvallend licht. Indien dit werkelijk het geval is, zouden zulke transparante, gekleurde platen kunnen dienen om gekleurde afdrucken te vervaardigen.

Zoo stonden de zaken toen in het begin van Februari van dit jaar het bericht tot ons kwam, dat Prof. GABRIEL LIPPMANN te Parijs er in geslaagd was gekleurde fotografieën van het zonnenspectrum te verkrijgen. Op den 2^{en} dier maand heeft hij in de zitting der Académie des Sciences dergelijke lichtbeelden vertoond, die hij verkregen had volgens eene methode, in alle opzichten van die zijner voorgangers verschillende. Deze beelden munten niet alleen uit door zuiverheid van kleuren, maar ook, en dat is een zeer groote schrede vooruit, door onvergankelijkheid, ze zijn zelfs veel beter tegen de inwerking van het zonlicht bestand dan de best afgewerkte fotografieën.

Hebben de vroegere onderzoekers uitsluitend den scheikundigen weg gevolgd bij het nemen hunner proeven, LIPPMANN heeft daarentegen getracht langs natuurkundigen weg het doel te bereiken.

Alvorens zijn proeven te beschrijven, zal het noodig zijn in het kort mede te deelen op welke natuurkundige gegevens deze gebaseerd zijn.

De natuurkundigen nemen aan, dat het licht zich voortplant door de trilling van een uiterst veerkrachtige middenstof, die men ether heeft genoemd en die zich zelfs tot tusschen de molekulen der verschillende stoffen bevindt. Wanneer het evenwicht tusschen deze etherdeeltjes wordt verstoord, dan deelt zich de daardoor ontstane beweging zeer snel aan de andere etherdeeltjes mede, waardoor er golvingen ontstaan, ongeveer zooals wij een kalm wateroppervlak een golvende beweging zien aannemen, door het op en nedergaan van elk waterdeeltje afzonderlijk, zoodra er een steen wordt ingeworpen.

De snelheid, waarmede die trillende beweging in den ether, en dus ook het licht, wordt voortgeplant is buitengewoon groot. Zij legt in eene seconde een afstand van ruim 300000 kilometers af. Zoowel het witte als het gekleurde licht heeft zulk een verbazingwekkende snelheid, doch niettegenstaande deze gelijkheid, is er toch een groot verschil in de wijze waarop die weg wordt doorloopen. De ethergolvingen van het roode licht zijn grooter dan die van het violette en het aantal ethergolvingen van deze laatste kleur zal dus, over een zelfden afstand, veel grooter zijn dan dat der eerste. Het is er ongeveer mede als met een paard en een hond, die in denzelfden tijd een zelfden weg afleggen; het eerste loopt met groote passen en doet er in denzelfden tijd dus minder dan zijn metgezel, de hond, die met kleine pasjes den weg aflegt. Deze vergelijking met de voortplanting van het licht is evenwel niet geheel zuiver, want een etherdeeltje, in beweging gebracht, verplaatst zich niet in eene seconde over een afstand van 300000 kilometers, het blijft op de plaats waar het is, het beweegt zich slechts op en neer en deelt die beweging mede aan het onmiddellijk daarnaast liggende; dit werkt weer op een derde en zoo gaat het voort. Het eerste deeltje, waarvan de trilling uitging, zal, indien het in die beweging volhardt, dus na verloop van eene seconde een groot aantal trillingen hebben volbracht en dit aantal heeft men weten te bepalen. Zoo trilt een etherdeeltje, dat rood licht voortplant, 496 biljoen malen in eene seconde en dat van violet 728 biljoen maal in denzelfden tijd. Deze twee kleuren zijn de uiterste van het spectrum en de etherdeeltjes, die de andere kleuren voortplanten, zullen dus meer trillingen volbrengen dan die der roode en minder dan die der violette kleur.

Onder golfengte verstaat men den afstand dien het licht doorloopt in den tijd van een ethertrilling. Bij het rood, dat minder trillingen

maakt in eene seconde, zal de golflengte dus aanzienlijker zijn dan bij het violet.

De lengte der ethergolven van het rood	is	0.000620	mM.,
» » oranje	»	0.000583	»
» » geel	»	0.000551	»
» » groen	»	0.000512	»
» » blauw	»	0.000475	»
» » indigo	»	0.000449	»
en » » violet	»	0.000423	»

Wanneer de etherdeeltjes, die reeds in trilling verkeerden, door een tweede oorzaak nogmaals in beweging worden gebracht, dan zal het kunnen gebeuren dat de beweging, die het deeltje reeds bezat, wordt versterkt, doch ook, dat zij geheel wordt opgeheven; dit hangt daarvan af, of de deeltjes een schok verkregen in de richting waarin zij zich reeds bewogen, dan wel in een tegengestelde richting.

Als dus twee stelsels van golven, die in alle opzichten overeenkomen, zich in dezelfde richting voortplanten en een der stelsels is het andere een even aantal halve golflengten vooruit of ten achteren, dan vereenigen zij zich en vormen een maximum van licht. Bedraagt het verschil een oneven aantal halve golflengten, dan werken zij tegen elkaar in en veroorzaken een minimum van licht. De werking van twee zulke golfstelsels op elkaar noemt men interferentie. Interferentieverschijnselen kan men te voorschijn roepen door lichtstralen op een spiegelend oppervlak terug te laten kaatsen; de invallende en teruggekaatste stralen zullen dan interfereeren en veroorzaken, indien men bij de proef van een enkelvoudige kleur gebruik maakt, een menigte minima- en maximapunten, wier aantal te grooter is, naarmate de golflengten der kleur kleiner waren.

Ter loops zij hier opgemerkt, dat de kleuren die men bij dunne vliezen waarneemt, zooals in zeepbellen, in een dunne laag olie op water, alsook de schoone iriseerende kleuren van het paarlemoer enz. alleen het gevolg van interferentieverschijnselen zijn.

Van deze gegevens uitgaande, is nu LIPPMANN er in geslaagd het zoo moeilijke vraagstuk op te lossen; zie hier op welke wijze.

Hij heeft een bakje vervaardigd, waarvan de zijwanden en ook de bodem uit eboniet bestaan en de voor- en achterwand uit glazen platen. De voorwand is aan de binnenzijde voorzien van een voor het licht gevoelige laag en als het bakje met kwikzilver is gevuld, is deze laag met het kwik in aanraking, zooals nevensgaande figuur duidelijk te

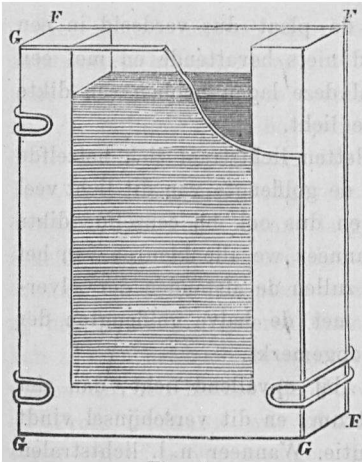


Fig. 1.

aanschouwen geeft, waar G de geprepareerde glasplaat en F den achterwand voorstelt, die door omgebogen koperen haken tegen het eboniet worden aangedrukt, zoodat het kwikzilver daar binnen in kan worden gegoten.

Nadat nu in een gewone camera het beeld van het spectrum is ontworpen en zoo scherp mogelijk ingesteld, wordt het matglas vervangen door het boven beschreven bakje, waarvan de met de gevoelige laag bedekte glasplaat G naar voren wordt geplaatst. Het licht zal dus, om de laag te kunnen bereiken, eerst door het

glas moeten gaan, doch zal ook door de gevoelige laag heendringen en op het kwikzilver worden terug gekaatsd. Laten wij nu eens nagaan wat er tijdens de verlichting plaats heeft en daarbij gebruik maken van figuur 2, een doorsnede voorstellende van het met kwik gevulde bakje.

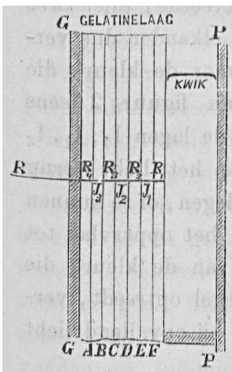


Fig. 2.

GG is de glasplaat waarop de voor het licht gevoelige gelatinelaag is aangebracht; deze laatste is duidelijkshalve zeer dik geteekend en in overlansche lagen A B C D E F verdeeld. P P is de achterwand van het bakje. De lijn R stelt een rooden lichtstraal voor, die het glas G G en de gelatinelaag doordringt en loodrecht op het kwik valt, waar hij loodrecht wordt terug gekaatsd. In de gelatinelaag doet zich nu het verschijnsel voor, dat we straks beschreven; er ontstaat interferentie tusschen den invallenden en terug gekaatsden lichtstraal en in de gelatinelaag ontstaan er dus plaatsen I_1 , I_2 , I_3 , waar, door samenwerking der

ethertrillingen, een maximum van licht heerscht en plaatsen R_1 , R_2 , R_3 , R_4 , waar, door tegenwerking, een minimum van licht aanwezig is. Alleen in de lagen I_1 , I_2 , I_3 zal de gevoelige laag dus lichtindrukken ontvangen, terwijl in R_1 , R_2 , enz. geen werking door het licht kan worden uitgeoefend. Wanneer nu naderhand bij de ontwikkeling (die op dezelfde wijze geschiedt als met gewone fotografische platen) het zilver in de laag wordt neergeslagen, zal dit alleen geschieden in

I_1 , I_2 en I_3 en na het fixeeren is de plaat dus verdeeld in een menigte evenwijdige lagen, afwisselend niets bevattende en met een zeer dun zilvernederslag bedeed, en al deze lagen hebben een dikte van een halve golflengte van het roode licht.

Het is duidelijk, dat met een violetten lichtstraal zich hetzelfde verschijnsel zal voordoen, doch, omdat de golflengte van dit licht veel geringer is, zullen de lagen dunner en dus ook bij eenzelfde dikte van de plaat veel talrijker zijn; en wanneer we alle kleuren van het spectrum op de plaat laten inwerken, zullen de afstanden der zilverneerslagen nauwkeurig overeenkomen met de halve golflengten der kleuren, die in het spectrum worden opgemerkt.

Beschouwt men nu zulk een plaat bij opvallend licht, dan ziet men daarop alle kleuren van het spectrum, en dit verschijnsel vindt ook al weder zijn oorzaak in interferentie. Wanneer n. l. lichtstralen in zeer dunne lagen worden teruggekaatsd, zooals in een zeepbel of in olie op water uitgestort, dan zullen die kleuren worden versterkt, wier golflengte gelijk is aan de dubbele dikte der laag, waarop en waarin de terugkaatsing plaats vindt. De lichtstraal toch, die op de achtervlakte van de laag terug geworpen wordt, heeft bij zijn ontmoeting van den andere, die op de voorvlakte reflecteerde, juist twee halve golflengten meer dan deze afgelegd. Zij zullen elkander dus versterken en een maximum van licht veroorzaken voor de kleur, die met deze golflengte overeenstemt. Wanneer we nu figuur 2 eens weder beschouwen en in aanmerking nemen dat in de lagen I_1 , I_2 , I_3 uiterst fijne deeltjes zilver zijn neergeslagen, die het licht terug kunnen kaatsen, doch niet zoo dicht op elkander gelegen, of ze kunnen nog licht doorlaten, dan is immers de afstand van het oppervlak tot I_1 , van I_1 tot I_2 , enz. juist een halve golflengte van de kleur, die bij de verlichting het zilverneerslag, dat nu als spiegel optreedt, veroorzaakt heeft en deze kleur zal dus ook naderhand bij opvallend licht worden gezien.

Bij doorvallend licht zal de fotografie zich echter geheel anders voordoen; wij zien dan alleen de kleuren, die doorgelaten zijn, en daar deze met elkaar geen wit licht kunnen vormen, omdat een der spectrale kleuren daaraan ontbreekt, veroorzaken zij, wat men noemt de complementaire kleuren. Het spectrum doet zich dan aan ons oog in de complementaire kleuren voor. Het rood is groen, het groen rood, het blauw oranje, het oranje blauw, terwijl het violet zich als geel en het geel zich als violet voordoet.

Het aantal laagjes, door het zilverneerslag in de gevoelige plaat ontstaan, is buitengewoon groot en verschilt, zooals reeds is opgemerkt, naar de kleur, die er de oorzaak van was. Stellen wij de laag gelatine op $\frac{1}{20}$ millimeter en bovendien dat de lichtwerking door de geheele dikte heeft plaats gehad, dan zijn er door het roode licht ongeveer 150, door het gele ongeveer 200 en door het violette bijna 250 ontstaan. Om zulke dunne laagjes te kunnen verkrijgen, is het noodzakelijk, dat ook de gevoelige zilververbinding in zeer fijn verdeelden toestand in de gelatineplaat voorhanden is. Wanneer de deeltjes, waaruit zij bestaat, een grooteren diameter bezitten dan een halve golfengte, kan zij voor het beoogde doel niet dienen. De gewone broomzilvergelatine platen uit den handel zijn dus voor deze proeven geheel ongeschikt, en Prof. LIPPMANN was genoodzaakt zijne platen zelf en naar zijn eigen inzicht te vervaardigen. Dit deed hij op dezelfde wijze als vroeger de fotografen te werk gingen, toen men nog met natte platen werkte; doch het collodion, dat toen als onderlaag dienst deed, werd door LIPPMANN vervangen door gelatine. Eene oplossing van gelatine in warm water en met broomkalium bedeed wordt gelijkmatig op een glasplaat uitgespreid en, als de laag droog geworden is, wordt de plaat in een zilverbad gedompeld. In de laag vormt zich dan het voor het licht gevoelige broomzilver in uiterst fijn verdeelden toestand.

Volgens VIDAL verkreeg LIPPMANN naderhand de beste resultaten met droge albumine-collodion platen.

Hoe eenvoudig de geheele bewerking ook moge schijnen, stuit men daarbij nog op een menigte moeielijkheden. Een der grootste, die overwonnen moest worden, was het verschil in werkzaamheid der spectrale kleuren op de gevoelige laag. Terwijl violet en blauw slechts eenige seconden behoeven om de vereischte werking uit te oefenen, hebben rood en geel, die, zooals men weet, fotografisch bijna geheel onwerkzaam zijn, daartoe uren noodig. Er moest dus een middel worden gevonden om sommige kleuren op de plaat te laten inwerken, terwijl de werking der andere was opgeheven. Dit middel heeft LIPPMANN gevonden in het plaatsen van verschillend gekleurde vloeistoffen voor het objectief der camera. De vloeistof werd gegoten in een glazen bakje met evenwijdige wanden en dit daarna zóó voor het objectief geplaatst, dat de lichtstralen er door heen moesten vallen. Eerst vulde hij het bakje met een oplossing van helianthine in water. Deze vloeistof laat slechts de roode en gele stralen door, terwijl alle andere worden geabsorbeerd. Toen hij meende dat deze lichtstralen lang ge-

noeg hadden ingewerkt, verving hij de vloeistof door een sterke oplossing van dubbel chroomzure kali, om ook de groene stralen hun werking te laten uitoefenen; daarna werd deze oplossing vervangen door een zwakkere van hetzelfde zout, die alleen de violette stralen tegen hield. Alle andere stralen bleven dan op de gevoelige plaat doorwerken, en als hij veronderstelde, dat de inwerking voldoende was geweest, werd, door het wegnemen van het bakje, ook aan het violet de gelegenheid gegeven zijn werk te doen. Deze kleur heeft zeer spoedig haar plicht gedaan en het objectief kon na het verwijderen van het bakje bijna onmiddellijk worden gesloten. Vervolgens werd de plaat van het bakje afgenomen en op de gewone wijze ontwikkeld en gefixeerd.

Men begrijpt licht dat de eerste fotografieën, op deze wijze door Prof. LIPPMANN vervaardigd, nog niet volkomen geslaagd konden genoemd worden. Waar men zoo in den blinde moet werken en alle gegevens mist om den tijd te bepalen, die er voor de inwerking van elke kleur noodig is, kan men niet anders dan door het nemen van een menigte proeven tot het gewenschte resultaat geraken. En dit gewenschte resultaat is door LIPPMANN verkregen; zij die de fotografieën hebben gezien, verklaren ze voor volkomen geslaagd. De kleuren daarop zijn volkomen zuiver.

TISSANDIER, de redacteur van *la Nature*, legt in dat tijdschrift de volgende verklaring af: »toutes les couleurs sont fixées sur la plaque sensible avec leurs nuances exactes et leur éclat.»

Wij zelf hebben ze nog niet gezien en kunnen er dus geen oordeel over uitspreken. Tusschen de ontdekking van LIPPMANN en de uitvinding der kleurenfotografie ligt nog een onmetelijke ruimte, een ruimte grooter dan tusschen de eerste resultaten van DAGUERRE en de fotografie, zooals zij tegenwoordig uitgeoefend wordt. Laten wij eens nagaan welke moeielijkheden er nog overwonnen moeten worden. In de eerste plaats stuiten wij op het groote bezwaar, dat de verschillende kleuren niet alle dezelfde werking op de gevoelige plaat uitoefenen. Zooals we zagen, zijn er zelfs enkele, zooals rood en geel, die bijna geheel werkeloos zijn. Men moet dus een preparaat zien te ontdekken, dat voor alle kleuren even gevoelig is en dat daardoor ongeveer even snel wordt aangedaan als de thans gebruikt wordende broomzilvergelatine platen door de blauwe en violette lichtstralen.

Verder is het nog de vraag of de samengestelde kleuren, die toch in de natuur het meest voorkomen, ook in de gevoelige laag haar

spoor zóó zullen achterlaten dat ze bij opvallend licht in dezelfde tinten worden teruggekaatst. Dit kan eerst nauwkeurig worden uitgemaakt, wanneer men er in geslaagd zal zijn een stof te vinden die voor alle kleuren even gevoelig is.

Dan ook zal men niet tevreden zijn met het vervaardigen en bezitten van beelden op glas en zal men moeten zoeken naar middelen om ze op papier over te brengen. Zooals men ziet, is er op het oogenblik dus nog niet veel gewonnen; maar uit de eene ontdekking worden er steeds weer andere geboren en er zijn in den laatsten tijd reeds zooveel dingen tot werkelijkheid gebracht, die men vroeger voor onmogelijk hield, dat wij haast niet durven twijfelen, of ook de kleurenfotografie zal binnen korteren of langeren tijd haar intrede in de wereld doen, en deze zal haar met open armen ontvangen.

Maart 1891.