



**Jaarlijksch verslag betrekkelijk de verpleging en 't onderwijs  
in het Nederlandsch Gasthuis voor Ooglijders met  
wetenschappelijke bijbladen.**

<https://hdl.handle.net/1874/357010>



---

TWEE-EN-TWINTIGSTE JAARLIJKSCH VERSLAG

BETREKKELIJK

DE VERPLEGING EN HET ONDERWIJS

IN HET

NEDERLANDSCH GASTHUIS

VOOR

OOGLIJDERS.

UITGEBRACHT IN MEI 1881.

DOOR

F. C. DONDERS.

Met het zestiende nummer der Wetenschappelijke Bijbladen.

---

UTRECHT,  
P. W. VAN DE WEIJER.  
1881.

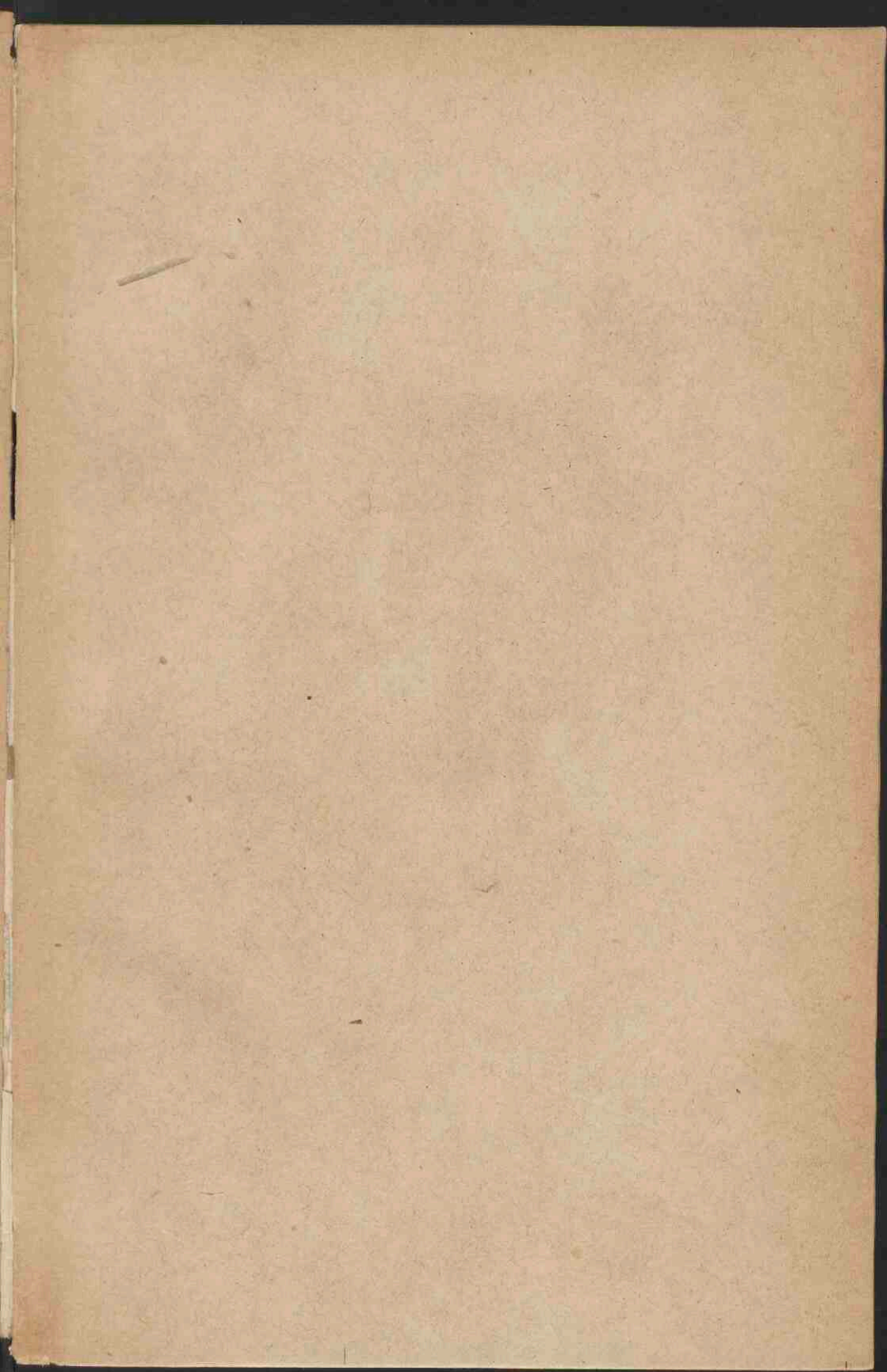


N. oct.

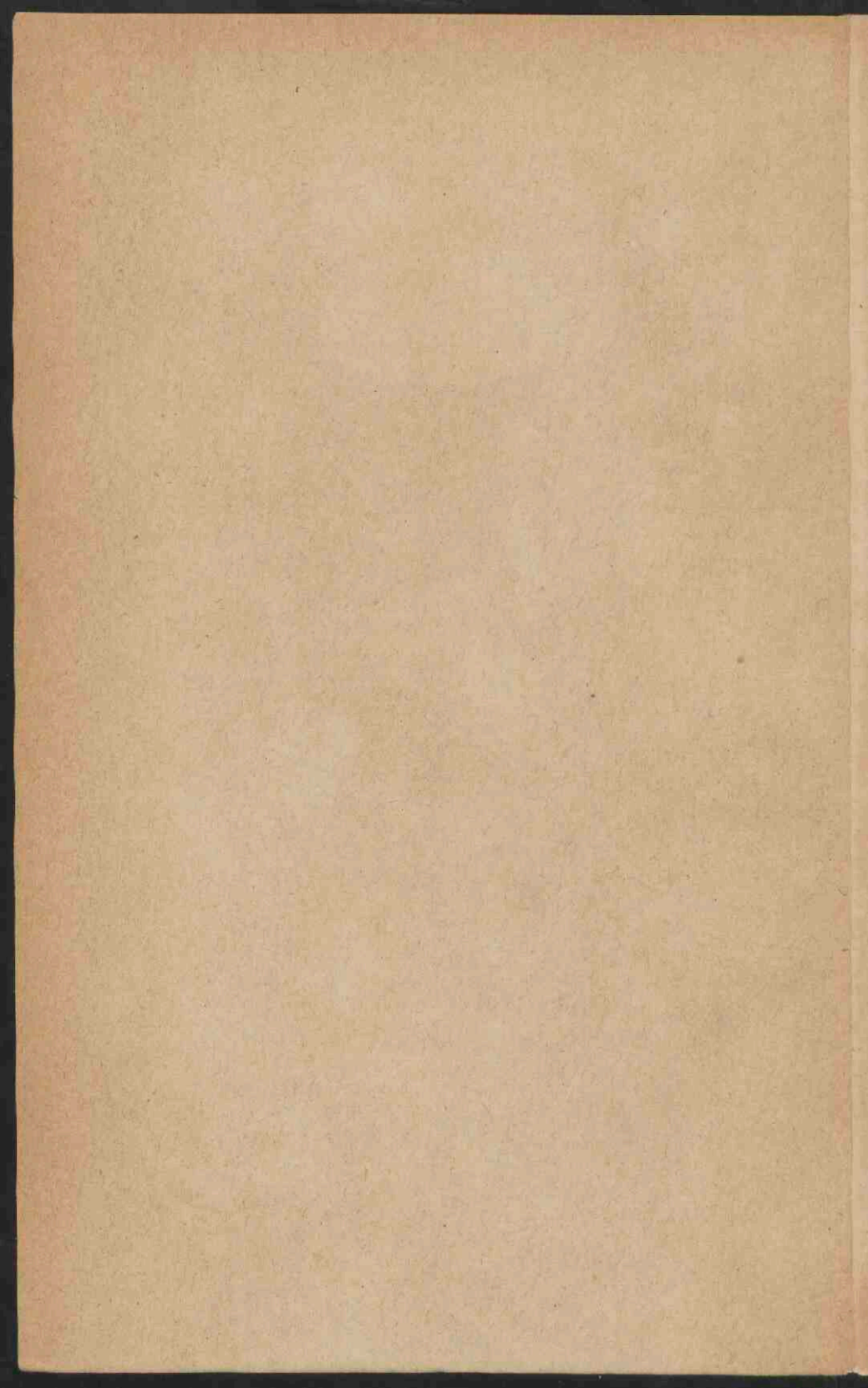
~~558<sup>a</sup>~~

*A. Char.*

*558<sup>a</sup>*







TWEE-EN-TWINTIGSTE JAARLIJKSCH VERSLAG

*Ts. oct. 9223  
1880*

BETREKKELIJK

DE VERPLEGING EN HET ONDERWIJS

IN HET

NEDERLANDSCH GASTHUIS

VOOR

OOGLIJDERS.



UITGEBRACHT IN MEI 1881.

DOOR

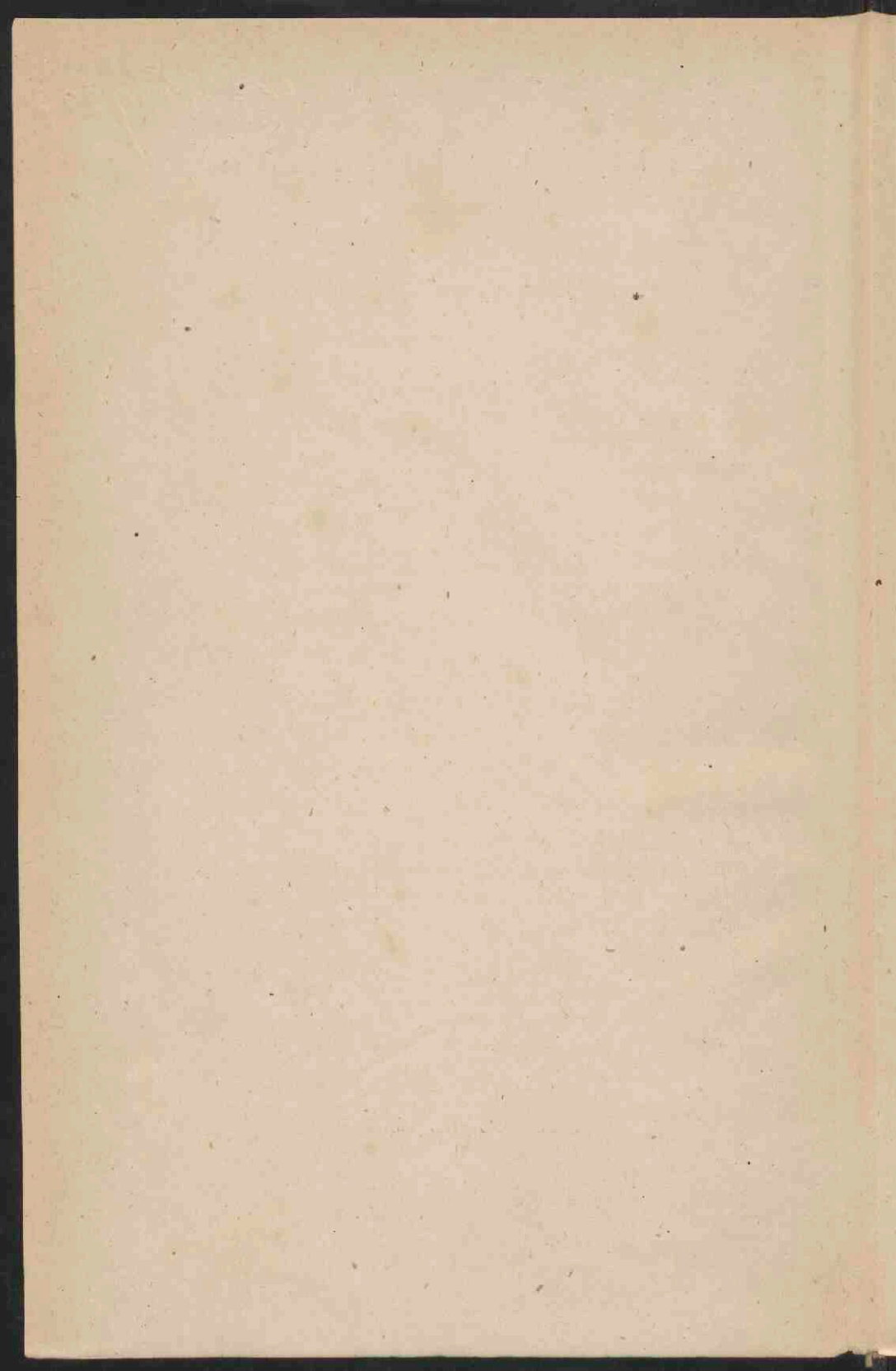
F. C. DONDERS.

Met het zestiende nummer der Wetenschappelijke Bijbladen.



—\*—

UTRECHT,  
P. W. VAN DE WEIJER.  
1881.



# I N H O U D.

---

	Bladz.
Twee-en-twintigste jaarlijksch Verslag, door F. C. Donders. . .	1

## WETENSCHAPPELIJKE BIJBLADEN.

1879.

Rapport aangaande het onderzoek van het gezichtsvermogen van het personeel der Hollandsche IJzeren Spoorweg-Maat- schappij, door F. C. Donders. . . . .	1 tot 44
---	----------

1880.

Over kleurstelsels, door F. C. Donders . . . . .	1
De oogen der Studenten aan de Rijks-universiteit te Utrecht, door Dr. Q. C. Collard . . . . .	73
Microspectroscopische Untersuchungen der gefärbten Kugeln in der Retina von Vögeln, von Dr. G. Waelchli, mit einer Tafel und zwei Holzschnitten . . . . .	153

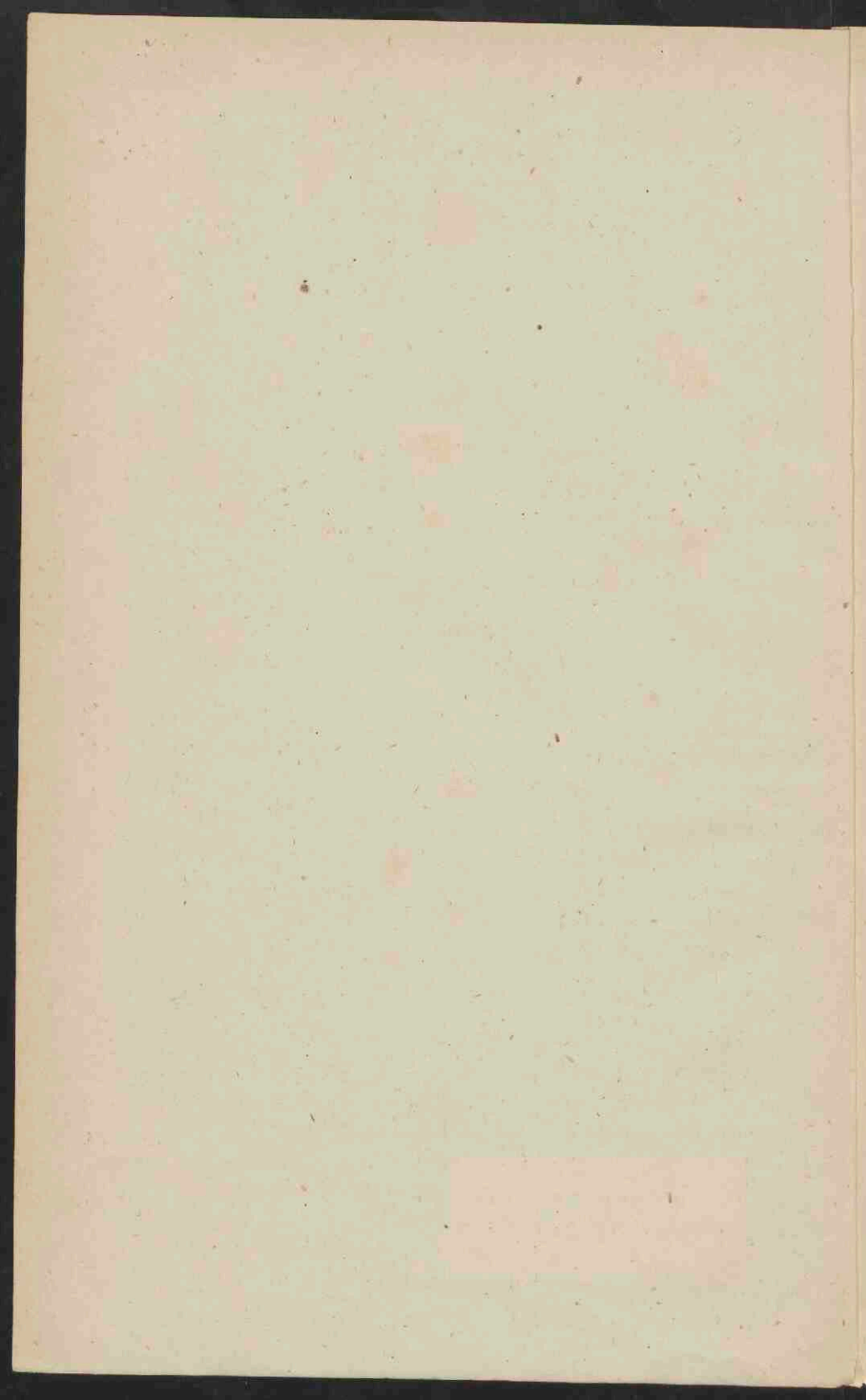
---

RIJKSUNIVERSITEIT TE UTRECHT



2351 979 0





TWEE EN TWINTIGST JAARLIJKSCH  
VERSLAG, betrekkelijk de verpleging en  
het onderwijs in het *Nederlandsch Gasthuis  
voor Ooglijders*, van den 1. Januari 1880  
tot den 1. Januari 1881, ter vergadering  
van Bestuurders en Afgevaardigden, ge-  
houden te Utrecht, den 30 Mei 1881, uit-  
gebracht door F. C. Donders, Directeur  
der Instelling.

---

Wanneer ik op nieuw verslag uitbreng over ons Gasthuis voor Ooglijders, dan heb ik slechts te herhalen, wat ik reeds zoo vaak mocht getuigen: dat onze instelling voortgaat in allen deele aan hare bestemming te beantwoorden. Bij de oprichting werd verlangd, dat zij zou openstaan voor behoeftige en minvermogende ooglijders en tegelijk een leerschool zijn voor toekomstige artsen en oogartsen. Welnu, een reeks van jaren voldeed zij aan deze hare tweeledige bestemming in klimmende mate, om zich ten slotte op de eenmaal bereikte hoogte te handhaven. Zoo was het ook in het afgelopen jaar.

*Bij de hulp, aan ooglijders verleend*, — waarmede wij aanvangen, hebben wij te onderscheiden tusschen behandelden en verpleegden.

Dagelijks melden zich van hier en van elders lijders aan, waarvan verreweg de meesten slechts voorschriften behoeven, die zij in hunne woning kunnen opvolgen. Ze

ontvangen die gratis, eveneens de gewone geneesmiddelen, en er is gezorgd, dat ze tegen inkoopsprijs, des gevorderd ook kosteloos, zich de noodige brillen, kunstoogen en andere benoodigdheden kunnen aanschaffen.

Voor een kleiner deel zijn voorschriften niet voldoende: zij behoeven verpleging, hetzij omdat het met ondergang bedreigde oog dagelijks toezicht vordert, hetzij omdat een operatie noodig is, om het gezichtsvermogen te herstellen of te verbeteren. Ooglijders, te Utrecht woonachtig, behoeven betrekkelijk zelden te worden opgenomen. Ze kunnen zich dagelijks, des gevorderd zelfs meer dan eens, aanmelden, worden zoo noodig ook in hunne huizen bezocht en behoeven alleen verpleging, ingeval ze een operatie moeten ondergaan.

Iederen dag (zon- en feestdagen uitgezonderd) staat voor iederen ooglijder van 10—12 uren de toegang tot de hier gehouden *polikliniek* open. Oorspronkelijk gold deze benaming, die stadskliniek beteekent, voor het bezoek der oogzieken aan hunne huizen, in tegenstelling van hospitaal-kliniek. Thans heet polikliniek in den regel de behandeling der buiten-patiënten, die meestal uit de stad, maar ook van elders, op bepaalde uren om raad en hulp komen. Onze polikliniek nu wordt dagelijks door 30—50 dergelijke lijders bezocht, en iedere week melden er zich gemiddeld 40 nieuwe aan. Uit deze worden eenigen als verpleegden opgenomen, en wel, wanneer hun toestand zulks vordert, onmiddellijk, zonder eenig voorbehoud. Anderen komen of worden ons toegezonden met de bestemming om verpleegd te worden, in den regel, nadat de behandelende arts verklaard had die noodig te achten.

Een vergelijkend overzicht der in 1879 en 1880 behandelenden en verpleegden geeft de volgende tabel.

Afkomstig uit	Behandelden.		Verpleegden.	
	1879.	1880.	1879.	1880.
de Stad Utrecht . . . . .	808.	790.	22.	23.
de Provincie Utrecht . . . . .	320.	365.	24.	38.
„ Friesland . . . . .	23.	21.	16.	9.
„ Groningen . . . . .	2.	4.	1.	0.
„ Drenthe . . . . .	14.	19.	9.	9.
„ Overijssel . . . . .	101.	104.	70.	62.
„ Gelderland . . . . .	238.	227.	94.	71.
„ Noord-Holland . . . . .	150.	180.	39.	32.
„ Zuid-Holland . . . . .	215.	199.	49.	34.
„ Zeeland . . . . .	36.	43.	31.	30.
„ Noord-Brabant . . . . .	155.	166.	80.	110.
„ Limburg . . . . .	3.	6.	4.	6.
Vreemdelingen . . . . .	8.	6.	1.	3.
	2073.	2130.	447.	427.

Het totaal verpleegdagen in 1880 bedraagt 10,721, vertegenwoordigende, voor 427 verpleegden, een gemiddelden verplegingsduur van 25 dagen.

Geschiedt de gewone behandeling zonder uitzondering gratis, van de verpleegden wordt een tegemoetkoming verlangd van 60 ct. per verpleegdag.

Daarin werd voorzien:

Uit eigen middelen	door 234 lijders met 4678 verpleegdagen.
door Particulieren	voor 36 „ „ 1090 „
„ Diaconieën	„ 18 „ „ 554 „
„ Gemeentebesturen	„ 60 „ „ 1699 „
„ Armbesturen	„ 57 „ „ 2063 „
„ Liefdegestichten	„ 19 „ „ 510 „

Slechts drie lijders genoten kosteloze verpleging, tot een bedrag van 131 verpleegdagen.



Het gering aantal kosteloos verpleegden, in vorige jaren ook niet veel grooter dan thans, heeft eenige bevreemding gewekt en tot onjuiste gevolgtrekkingen aanleiding gegeven. Ik wensch daarom op nieuw te verklaren, dat nooit een lijder wordt afgewezen, wiens verpleging geen uitstel duldt, — ook waar geen waarborg is hoegenaamd, dat op eenigerlei wijze in de verpleegkosten zal worden voorzien. Ongeveer de helft der lijders verklaart zich bereid ze uit eigen middelen te bestrijden; anderen zijn door besturen of door particulieren aanbevolen, die verklaarden er voor in te staan, en waar dit niet geschied is, blijkt eenvoudige kennisgeving aan deze of gene besturen, naar aanwijzing van den verpleegde zelve, in den regel voldoende, om de gewenschte verklaring uit te lokken. Die bereidwilligheid is te danken aan onze zeer matige eischen, die de helft van de werkelijke kosten der verpleging niet te boven gaan. En zoodoende is het doel bereikt, dat niemand, die hier hulp zoekt, behoeft te worden afgewezen.

Een overzicht der behandelde gevallen levert de statistiek, aan het einde van dit verslag te vinden. Dat betrekkelijk veel gevallen tot de belangrijke vormen behooren, hangt samen met het betrekkelijk groot aantal verpleegden en met de herkomst uit verwijderde provinciën.

Tot bijzondere beschouwingen overigens geven onze gevallen hier geen aanleiding. Ik wil er slechts op wijzen, dat wij in de verschillende vormen van bindvlieslijden inzonderheid in het ware trachoma, den hardnekkigsten vorm van granulatie, nog altijd een geduchten vijand te bestrijden hebben.

Prof. Snellen stelde zich ten doel, de werking der geneesmiddelen, die bij het bestrijden van bindvlieslijden in het algemeen in aanzien zijn, nader te ontleden. „Het veelgebruikte zilverzout (nitras argenti) en meer nog de

loodzouten vormen een onoplosbare laag, die onder zekere omstandigheden op het proces een gunstigen invloed hebben kan. Prof. Snellen vond aanleiding tot de onderstelling dat in sommige vormen slappe zuren zouden nuttig zijn. In het normale bindvlies is de reactie der vochten neutraal. Ze wordt echter duidelijk alcalisch, zoodra er slijmafscheiding is. Maar ongemeen sterk alcalisch vond hij de reactie overal waar folliculaire zwelling ontstaat, dat is in het eerste tijdperk van het evengenoemde trachoma, dat zich bij de schooljeugd, vooral tengevolge van bedorven lucht, zoo veelvuldig voordoet. Daarbij nu beproefde hij het zuur van het genoemde zilverzout, het zeer verdunde salpeterzuur (1:1000). En hij verkreeg daarmede verrassende uitkomsten. Zoutzuur bleek soms nog gunstiger te werken. Zoutzuur is een aseptisch middel, waarin de parasitaire organismen, die als de oorzaak van de ontbinding worden beschouwd, zich niet kunnen ontwikkelen. Zou in de gunstige werking van het verdunde zuur bij de genoemde bindvliesziekten, waarvan de aard en de oorsprong nog onbekend zijn, een aanwijzing liggen, dat ook deze op microscopische organismen berusten? Nader onderzoek moge het leeren!"

Van de gedane operatien vindt men de numerieke opgave ook als aanhangsel van het verslag. Het aantal operaties, afgezien van kleine operatieve hulp op de polikliniek, beliep 273, dat is 30 minder dan het vorige jaar, maar daaronder waren toch niet minder dan 53 extracties van cataract, 19 puncties en doorsnijdingen van nastaar, 104 operaties van kunstmatigen oogappel, 19 tegen scheelzien, en eindelijk van de overigens zeldzame plastische operaties niet minder dan 11, de meesten van ingrijpenden aard. Extractie werd beproefd ook in gevallen van

glaucoma en van secundaire cataract, en we mogen daarom met de uitkomst tevreden zijn, wanneer ook in 5 gevallen de poging, om het gezichtsvermogen te herstellen, moest falen.

II. Het *onderwijs*, gegeven volgens het program, werd in het algemeen met belangstelling gevolgd. Wij herhalen hier het program, waarnaar het ook in dezen cursus wordt voortgezet.

#### CURSUS 1880—1881.

Polikliniek, dagelijks, van 10—12 ure.

Operatiën, Dinsdag en Vrijdag, 11 ure.

Capita selecta: Woensdag, 3 ure.

Propaedeutische Ophthalmiatrie: Zaterdags van 10—12 uur (voor  
Candidaten van het 1<sup>e</sup> jaar).

Klinische Ophthalmiatrie: Vrijdags, te 3 ure (voor Candidaten  
van het 2<sup>e</sup> jaar).

Ophthalmoscopie: verschillende cursus.

In het vorig verslag zijn de redenen aangegeven, op grond waarvan Prof. Snellen splitsing der klinische lessen voor de candidaten van het eerste en van het tweede jaar doelmatig achtte. De thans opgedane ervaring heeft op nieuw geleerd, dat hij niet had misgezien. Werden de lessen door onze studenten en door andere belangstellenden trouw bijgewoond, men kan zich overtuigd houden, dat de vruchten niet zullen zijn uitgebleven. Ook de polikliniek vond eenige trouwe bezoekers, die de dagelijksche behandeling volgden, de resultaten konden gadeslaan, en zich, vooral onder de leiding van onzen tweeden geneesheer, Dr. M. J. Bouvin, in het onderzoek met oogspiegel, in het bepalen van brekingstoestand, gezichtsscherpte, gezichtsveld en verdere functiën van het



oog konden oefenen. De bijzondere onderwerpen, door mij zelven te geven, ontwikkelden zich tot een cursus over de physiologie van het oog, in verband met de ziekelijke afwijkingen, en werden, zoover ze de zuivere physiologie betroffen, ook door de candidaten in de geneeskunde gehoord, wier aantal in den laatsten tijd zeer is aangegroeid. Van de zijde der candidaten was de belangstelling in deze lessen, die voor een deel vrij ingewikkelde onderwerpen van zuiver wetenschappelijken aard betroffen, verre van algemeen. Terwijl de eischen bij het staatsexamen een richtsnoer voor de studie geworden zijn, was dit nauwelijks anders te wachten. 't Is een schaduwzijde der staatsexamens, waarop ik reeds bij herhaling heb gewezen. Intusschen ligt in de groote verscheidenheid der lijders en den rijkdom harer hulpmiddelen, die in het afgelopen jaar in meer dan een opzicht werden uitgebreid, de groote beteekenis onzer instelling voor klinisch onderwijs en practische vorming, die bij geen onzer studenten mag ontbreken en bij de meesten moet op den voorgrond staan.

Aan wetenschappelijke onderzoekingen heeft het echter ook niet ontbroken.

Prof. Snellen schonk zijn bijzondere aandacht aan de zoogenaamde sympathische oogontsteking, en ontwierp stellingen, die den grondslag zullen uitmaken der discussiën op het internationale geneeskundig congres, in Augustus van het ingetreden jaar te Londen te houden, tot welk congres hij door de Nederlandsche regeering werd afgevaardigd.

*Sympathisch* wordt de bedoelde vorm van ontsteking genoemd, omdat hij ondersteld wordt het gevolg te zijn van een ontsteking van het andere oog. En dat werkelijk, bij het lijden van het eene, het andere oog secundair kan



worden aangedaan, blijkt overtuigend uit de omstandigheid, dat verwonding van het eene niet zelden door ontsteking van het andere wordt gevolgd. Zelfs zijn er bepaalde plaatsen van verwonding, waarbij, blijkens de ervaring, het tweede oog in die mate wordt bedreigd, dat het plichtmatig is het verwonde oog te verwijderen, zelfs vòòr nog blindheid is gevolgd, als het éénige middel, om ook het tweede voor ondergang te behoeden. In een vroeger verslag heb ik reeds op treffende gevallen van dien aard gewezen. Heeft eenmaal de ontsteking zich aan het tweede oog medegedeeld, dan is het te laat: de therapie is onmachtig gebleken, om het noodlottig proces te stuiten, en blindheid op beide oogen is de treurige uitkomst. Hier heeft onze kunst nog een zegepraal te behalen.

Op een ander gebied was onze volijverige geneesheer Dr. M. J. Bouvin, in gemeenschap met een der candidaten in de geneeskunde, den Heer Collard, met goed gevolg werkzaam. Het gold de statistiek der brekingsstoornissen van het oog bij de studenten onzer Universiteit. Onder die stoornissen staat de welbekende bijziendheid, de myopie, op den voorgrond. In verschillende landen is haar voorkomen statistisch onderzocht op de scholen en de gymnasia. Daaruit is gebleken, dat én het getal myopen én de graden der myopie gaandeweg stijgen van de lagere naar de hoogere klassen. Men heeft dit toegeschreven aan de inspanning der oogen, aan het lezen en schrijven verbonden. Zeker is die invloed werkzaam; maar ook zonder ongewone inspanning kan myopie ontstaan en, eenmaal ontstaan, zich verder ontwikkelen. Op jeugdigen leeftijd is dit laatste onder alle omstandigheden regel. Naast de inspanning doet zich de erfelijke aanleg gelden. Hooge graden blijven tot op gemiddelden leeftijd, de hoogste het geheele leven door progressief.

In die hooge graden is, zooals men weet, de myopie niet slechts een last, maar wordt ze een gevaar voor het oog. Geen wonder dus, dat men in Duitschland, waar zij ook in de hoogere graden zeer verbreid is, op maatregelen bedacht is, om den voortgang te stuiten. En zeker bestaat daartoe voldoende grond, indien het waar is, dat de myopie nog voortgaat met zich uit te breiden.

Wat men dan te doen hebbe, ligt voor de hand. Myopie, en eveneens haar erfelijke aanleg, is te wijten aan het bovenmatig gebruik der oogen in de nabijheid, met sterke convergentie en gebogen hoofd: bij gevolg, beperking van lezen, schrijven en handwerken, en, binnen die grenzen, waken tegen slechte verlichting, slecht gedrukte boeken en slechte houding. Zeker zal langs dezen weg iets kunnen verkregen worden, maar niet zoo spoedig, als men zich wellicht zou voorstellen; want een erfelijke aanleg, uit eenzijdige oefening in de voorgeslachten geboren, is moeilijk uit te wisschen.

Ook ten onzent is men tegen de gevaren der toeneemende myopie te velde getrokken. Zou daarvoor zooveel grond bestaan? Zeker niet in gelijke mate als in Duitschland. De gewone praktijk leert ons al spoedig, dat de myopie hier te lande minder algemeen is dan elders, en in hare hoogere graden zelfs betrekkelijk zeldzaam. Daaraan mag het wel zijn toe te schrijven, dat van statistische onderzoekingen hier nog weinig sprake was. Maar met een oppervlakkige kennis, als in de praktijk wordt opgedaan, mogen we ons toch niet tevreden stellen. Wij moeten weten, waar we zijn en waar we heengaan. En die kennis is, zooals ik reeds vroeger betoogde, alléén te verkrijgen door vergelijkend en herhaald onderzoek van verschillende categorieën van jonge menschen, die den leeftijd

hebben bereikt, waarop de graad van myopie reeds beslissend is voor het leven. Twee categorieën zijn er, die hier vooral in aanmerking komen, omdat ze, wat het gebruik der oogen betreft, de uitersten vertegenwoordigen en overigens, ook wegens den gelijken leeftijd, onderling vergelijkbaar zijn: ik bedoel de studenten onzer Universiteiten en de lotelingen uit den boerenstand. Met het onderzoek der studenten is nu een begin gemaakt. Ten volle beseffende, dat het de oplossing gold van een belangrijk vraagstuk, hebben de studenten onzer Universiteit bereidwillig gehoor gegeven aan de roepstem van Dr. Bouvin, en in onze stichting, waartoe het corps sedert lang als Stichter-Bestuurder in betrekking staat (verg. het 10e verslag), zich voor het verlangde onderzoek beschikbaar gesteld. Laat het mij vergund zijn, hun daarvoor openlijk mijn dank te betuigen. Algemeen moest de opkomst zijn, zou een betrouwbare statistiek verkregen worden, want — in den toestand der oogen kon het motief liggen voor het wegblijven en de statistiek der niet onderzochte kon dus een geheel andere zijn als die der onderzochte. Het onderzoek der lotelingen zal misschien grootere bezwaren ontmoeten, maar onder welwillende medewerking van autoriteiten en vooral van kunstgenooten toch ook zeker gelukken.

Bij de studenten nu is de uitkomst deze, dat 27% der oogen in meerdere of mindere mate door myopie zijn aangedaan, maar verreweg de meesten in zeer geringen graad. Bij de resultaten, in Duitschland verkregen, die reeds op de hoogste klassen der Gymnasia 50% en 60% myopen aanwijzen, en wel in betrekkelijk hooge graden steekt die verhouding zeer gunstig af. Wij hadden trouwens niet anders gewacht.

Zoo weten we voor deze categorie alvast waar we zijn. En waar we heengaan? Dat kan eerst blijken, wanneer



na een zeker aantal jaren het onderzoek bij dezelfde categorie zal herhaald zijn.

Intusschen leeren reeds de uitkomsten, dat er geen reden is voor groote bekommernis, — zeker geen grond, om op maatregelen aan te dringen, die met de eischen der beschaving in conflict konden komen. Men zorge op de scholen voor voldoende verlichting, goed gedrukte boeken en doelmatige schoolbanken, en ga dan met gerustheid de toekomst te gemoet. De nadeelen der bijziendheid zijn door velen overdreven. Zijn de hoogste graden bedenkelijk voor het oog, door tijdige aanwijzing der gevorderde glazen zijn ze meestal af te wenden, en de mindere graden brengen een geschiktheid mede voor fijnen handarbeid en wetenschappelijk onderzoek, die wij niet zouden willen missen. In waarheid, indien het in mijn macht lag, alle bijziendheid uit de maatschappij te verbannen, ik zou het niet verlangen. In de myopie zien wij een der duizende voorbeelden van adaptatie der organen — binnen zekere grenzen, van een gewenschte adaptatie — onder den invloed van oefening. En in diezelfde oefening ligt tevens een heilzaam correctief tegen de oververziendheid, een afwijking, die enkel lasten, geen lusten heeft. De vraag is, of men met het bestrijden der myopie zijn doel niet zou kunnen voorbijstreven. Bevreemden zou het mij in geen deele, wanneer ten slotte bleek, dat én de geletterde én de boerenstand gemiddeld het doelmatigst oog hebben voor *hun* gebruik. — De eerste schrede is nu gezet op den weg, die het antwoord brengen kan.

Doch, zoo hoor ik vragen, zou de statistiek over vier of vijf honderd personen wel betrouwbare uitkomsten leveren? Zeker is het wenschelijk, dat het door Dr. Bouvin gegeven voorbeeld aan de andere Universiteiten gevolgd worde, en dat ook nog eenige jaren bij de novitii



(meer nog in leeftijd overeenkomstig met de lotelingen dan onze studenten) het onderzoek worde voortgezet. Ook zouden de bedoelde lotelingen in verschillende provinciën kunnen worden bepaald. Maar overigens leert de kansrekening, dat, waar de methode goed, de vraag juist gesteld en storende factoren zijn uitgesloten, men met een betrekkelijk klein cijfer de waarheid zeer nabij komt. En aan die voorwaarden is hier voldaan. — Bovendien verkrijgen wij gegevens, voor het vraagstuk van meer gewicht, dan het onderzoek van vele duizenden van schoolkinderen zou kunnen opleveren. Eerst bij jongelingen kan men oordeelen wat er van de oogen worden zal. Voor ons doel moge het onderzoek op scholen en gymnasia achterwege blijven. Over 't geheel hecht ik daaraan geen groote waarde. Of zou men denken, dat over de bijzondere oorzaken van myopie daaruit veel licht kon opgaan? Ik zou die meening niet kunnen deelen.

De uitkomsten van het hier geschetste onderzoek zullen in de dissertatie van den Heer Collard worden medegedeeld, om ook in de wetenschappelijke bijbladen van ons verslag te worden opgenomen. Ik stel mij voor, dat over een zeker aantal jaren door een der zonen van het tegenwoordig geslacht een dissertatie zal worden verdedigd, die het antwoord brengen zal op de vraag, waarmede de Heer Collard zal eindigen.

Met den brekingstoestand van het oog, bepaalden de Heeren Bouvin en Collard tevens den kleurenzin. Daarbij was het niet zoo zeer te doen om statistieke gegevens als om een vergelijkend onderzoek der methoden. Ook konden zich gevallen opdoen, uit een wetenschappelijk oogpunt van bijzonder gewicht. Met een onderzoek uit genoemd oogpunt hield ik mij reeds

geruimen tijd bezig. De candidaat van der Weyde (thans tot arts bevorderd) stond mij daarbij ijverig ter zijde. De kleurstelsels, zoowel van het normale oog als van de verschillende vormen van kleurblindheid, werden door ons onderzocht en de resultaten daarvan neergelegd in eene verhandeling, die voor de bijbladen van dit verslag ook reeds is afgedrukt. Daaraan zal nog de dissertatie van den Heer van der Weyde worden toegevoegd, die, zelf kleurblind, zijn stelsel nauwkeurig onderzocht en, dank zij onze instelling, met beter hulpmiddelen kon onderzoeken, dan tot dusverre gebruikt waren. De beschrijving dier werktuigen, verschillende vormen van spectroscopen, zal afzonderlijk gegeven worden. Ons streven was, de fundamenteele kleuren van het stelsel, in hare betrekking tot de verschillende lichtstralen, te bepalen en door kromme lijnen kwalitatief en quantitatief aanschouwelijk te maken. Dezelfde methode is nu ook op andere gevallen toegepast. En het doel is niet minder dan de verschillende vormen tot een ontwikkelingsreeks terug te brengen, beginnende met de absolute kleurblindheid, die geen indrukken kent buiten die van wit en zwart, en eindigende met het volkomen stelsel, dat, door evenredige ontwikkeling van drie fundamenteele kleuren, een honderdtal tinten onderscheidt, iedere tint in al haar graden van verzadiging en lichtsterkte. Mocht dit streven gelukken, dan zou een der belangrijkste physiologische problemen zijne genetische oplossing gevonden hebben. — Een onderzoek van Dr. Waelchli, interne van ons gasthuis, betreffende de licht-absorptie der gekleurde kogels van het netvlies van vogels, onder leiding en medewerking van Prof. Engelmann ondernomen, zal, als bijdrage tot de kennis van den kleurensin, zich daarbij aansluiten.

Geen grooter voldoening dan waar wij wetenschap en praktijk elkander wederkeerig zien de hand reiken. De eerste biedt der praktijk hare diensten aan, en in de praktijk vindt zij stof voor eigen ontwikkeling. Meer en meer worden ook op het gebied der kleurblindheid hare diensten op prijs gesteld. Keuring en herkeuring van het gezichtvermogen zijn thans bij de exploitatie-maatschappij en bij de Hollandsche in goede handen. Ook de Regeering beseft hare taak. Bij de lijn Tilburg en Nijmegen, die over een paar dagen zal geopend worden, zal, op haren last, bij het geheele personeel 't gezichtsvermogen (door de Heeren Dr. Bouvin en Dr. Kuyper) worden onderzocht en zullen, naar ik durf verwachten, keuring en herkeuring naar eisch geregeld worden. — Voor onze toekomstige stuurlieden heeft de vorige Minister van Waterstaat, enz., de Heer Tak van Poortvliet, bij ministerieele dispositie, een reglement van keuring ingevoerd, dat wij ook door zijn opvolger zien gehandhaafd. En niet lang geleden ontvingen wij bij Koninklijk Besluit een nieuw reglement van keuring van 't gezichtsvermogen der land- en zeemacht, dat, in vergelijking met het vroegere, vele verbeteringen aanwijst, — alleen, minder gelukkig, de eischen voor het personeel der marine en der landmacht gelijk stelt. Maar opmerkelijk vooral is de beweging, die zich op dat gebied openbaart in de Vereenigde Staten van America, die wij gewoon zijn als het land der bandelooze vrijheid te beschouwen. Hier zien wij, met verwijzing op zeer noodlottige aanvaringen, waarvan een gebrekkig gezichtsvermogen de schuld droeg, een voorstel aanhangig, om tot regeling der aan zeevarenden te stellen eischen een internationale commissie in het leven te te roepen, welk voorstel in de eerstvolgende vereenigde



zitting van Senaat en Parlement zal behandeld worden. En in den staat Massachusetts is den 11 April II. een „act” aangenomen, betrekking hebbende tot het personeel der spoorwegen, waarbij de eischen van herkeuring van 't gezichtsvermogen zelfs verder gaan dan hier werd voorgeschreven, en iedere overtreding met een boete van honderd dollars wordt gestraft.

Wij mogen al deze bemoeiingen, waaraan onze instelling niet geheel vreemd gebleven is, met eenige voldoening constateeren. Alléén de Directie der Nederlandsche Rhijnspoorweg-Maatschappij bleef tot dusverre in gebreke, haar personeel aan herkeuring te onderwerpen. En toch staat het vast, dat daaronder 3% schuilt, dat wegens gebrek aan gezichtsscherpte of aan kleurenzin niet de gewenschte waarborgen levert voor veiligheid. Moge ze niet op al te onzachte wijze worden wakker geschud!

III. **Financiën.** Omtrent deze heb ik uit naam der Regenten het volgende te berichten:

A. *Verplegingsfonds.*

a. Ontvangsten aan:

1. verpleeggelden . . . . .	f	6536.99
2. jaarlijksche bedragen. . . . .	„	4602.40
3. renten van kapitalen. . . . .	„	1904.06 <sup>s</sup>
4. huur van gebouwde eigendommen . . . . .	„	500.—
	f	13543.45 <sup>s</sup>



## b. Uitgaven aan:

1. onderhoud van gebouwen . . . . .	f	755.60
2. grond- en andere belastingen . . . . .	"	211.52 <sup>s</sup>
3. tractementen, loonen, enz. . . . .	"	2394.21
4. voeding, verwarming, enz. . . . .	"	6892.52 <sup>b</sup>
5. kleeding en meubilair . . . . .	"	1667.07 <sup>s</sup>
6. kosten van beheer . . . . .	"	425.20 <sup>s</sup>
7. chemicaliën en instrumenten . . . . .	"	1193.15
		<hr/>
	f	13539.29

Het bedrag der uitgaven blijft *f* 4.16<sup>s</sup> beneden dat der inkomsten. Er is dus nog een batig slot. Maar wat staat ons te wachten? Ieder jaar neemt het aantal Begunstigers af. Wij telden er in

1875	1876	1877	1878	1879	1880
1310	1297	1283	1252	1240	1125.

De grootste vermindering, en wel met 65, wijst het laatste jaar aan. Het feit moge voldoende zijn, om den ijver der plaatselijke commissiën te prikkelen.

Eenige nieuwe begunstigers mochten wij toch ook dit jaar weder inschrijven, en wel:

Jhr. Mr. A. M. P. Sandberg,	te Amersfoort.
Mr. H. E. Vos,	" Breukelen.
Dr. P. Bos,	" Maarsen.
den Heer J. van Os,	" id.
" Th. de Veer,	" Vreeland.
" C. A. Smit,	" Meppel.
Baron Mollerus van Westkerke,	" Arnhem.
Vrouwe Douairière Hora Sicama,	" id.
den Heer A. Spruyt,	" id.
" H. A. Steyn Parvé,	" Zutphen.
" J. Volcker,	" 's Hage.
" J. G. E. Merkus van Gendt,	" id.
Jhr. Mr. P. A. van de Velden,	" id.
den Heer C. J. Nolet,	" id.

Mr. W. van Voorst Vader,	te Heinkenszand.
den Heer J. C. Kakebeeke,	„ Goes.
Mr. de Jonge van Ellemeet,	„ id.
den Heer J. H. de Laat Kanter,	„ id.

Giften in ééns worden gestort in

B. *Kapitaalfonds*. Daartoe behooren de giften van

1. Nieuwe Stichters-Bestuurders:

Dr. J. L. H. Haerten, te Utrecht. . . . . f 250.—

2. Stichters:

Dr. Hamer, te Franeker . . . . . „ 50.—

3. Kleinere giften in ééns van

den Heer C. Dijserink, te Amsterdam . . . . . „ 40.—

„ B. v. Houthuysen, Notaris O. I., thans woon-  
achtig te Delft. . . . . „ 24.—

den Heer Anton Prinsen, te Helmond . . . . . „ 10.—

Mejufvrouw Donker, te Amersfoort . . . . . „ 10.—

Voorts het gewone bedrag der Begunstigers, van

den Heer J. G. F. Schaap, te Maarsseveen.

„ A. Kastelein „

„ H. W. C. Reinik van Stuwe, „ Maarssen.

„ van Damme Jalink; „

Vrouw Douairière F. G. van Reede, „

die wij allen hopen als vaste Begunstigers te mogen  
aanwinnen.

4. Van wijlen Mejufvrouw M. S. G. Cramer,

te Zeist, een legaat. . . . . f 500.—

De aanwinst van het Kapitaalfonds ten bedrage van  
f 896.50 is kleiner dan eenig jaar te voren. Maar  
toch is er ruime stof tot dank. Wij brengen dien oprech-  
telijk aan allen, die door materiële ondersteuning op

nieuw blijk gaven van belangstelling in onze stichting. Dat hunne gave niet nutteloos is, moge ook dit verslag weder bewijzen. Overigens vleiender getuigenis kan haar niet ten deel vallen dan in de waardeering van deskundigen ligt opgesloten; daarom ben ik den nieuwen Bestuurder, Dr. Haerten, en den nieuwen Stichter, den Heer Hamer, die ik beide onder mijne vrienden en kunstgenooten mag rekenen, dubbel dankbaar. Waar deskundigen voorgaan, is de weg voor leeken aangewezen.

In mijn vorig verslag gaf ik te kennen, dat wij op verbetering en uitbreiding onzer instelling bedacht waren. Het gebouw wordt oud, en in een bepaalde behoefte, die meer en meer gevoeld wordt, kan het, zooals gezegd werd, niet voorzien. Maar nog hebben onze plannen haar beslag niet gekregen. Zeer gewenscht zijn de bedoelde uitbreiding en verbetering, zoo dringend noodig zijn ze nog niet. Daarom verdient uitstel de voorkeur boven een besluit, dat niet met alle omstandigheden zou te rade gaan. Gemis aan vertrouwen in de belangstelling onzer landgenooten is het zeker niet, dat ons weerhoudt. Maar toch zouden wij ruimere bijdragen, die ons reeds mochten toevloeien, als blijk van sympathie in onze plannen hoogelijk waardeeren.

Bij legateering voor liefdadige doeleinden verdient onze stichting meer in aanmerking te komen, dan tot dusverre het geval was. Hare belangen mogen bij allen zijn aanbevolen, die het bezit van een goed gezichtsvermogen op prijs stellen!

---

STATISTIEK der oogziekten, voorgekomen in het  
*Nederlandsch Gasthuis voor Ooglijders* van den  
 1 Januari 1880 tot den 1 Januari 1881 bij  
 2130 lijdens.

Ophthalmia catarrhalis . . . . .	175
„ granulosa . . . . .	28
„ blennorrhoeica . . . . .	2
„ purulenta neonatorum . . . . .	8
„ diphtherina . . . . .	1
Trachoma . . . . .	76
Ophthalmia serophulosa . . . . .	166
Panophthalmia . . . . .	4
Sphacelus corneae . . . . .	1
Ulcus cum hypopyo . . . . .	14
Ulcus corneae (keratitis) . . . . .	77
Irido-keratitis . . . . .	1
Prolapsus iridis . . . . .	6
Synechia anterior . . . . .	17
Keratitis diffusa . . . . .	4
Maculae corneae . . . . .	68
Leucoma . . . . .	23
Staphyloma corneae et staphyloma scleroticae anterius	12
Cornea conica . . . . .	4
Kyklitis . . . . .	2
Iritis . . . . .	28



Synechia posterior. . . . .	10
Atresia pupillae en irido-chorioiditis. . . . .	23
Irideremia . . . . .	2
Sclerotitis anterior en episcleritis. . . . .	8
Cataracta senilis . . . . .	105
"    congenita . . . . .	13
"    diabetica . . . . .	4
"    secundaria . . . . .	5
"    mollis . . . . .	6
"    traumatica. . . . .	4
"    luxatio lentis. . . . .	2
Aphakia . . . . .	27
Obscuratio corporis vitrei . . . . .	8
Retinitis (apoplectica, luëtica). . . . .	3
"    e morbo Brightii . . . . .	5
"    pigmentosa (hemeralopia) . . . . .	7
Neuritis optica . . . . .	13
Solutio retinae . . . . .	11
Mergvlammen . . . . .	2
Chorioiditis . . . . .	22
Glaucoma. . . . .	19
Amblyopia congestiva . . . . .	21
"    et amaurosis cum papilla alba . . . . .	47
Buphthalmos. . . . .	3
Atrophia bulbi . . . . .	44
Microphthalmus. . . . .	1
Spasmus clonicus palpebrarum . . . . .	2
Tumor orbitae . . . . .	2
Anophthalmos . . . . .	28
Traumata. . . . .	52
Corpora aliena . . . . .	33
Paresis muscularis (strabismus paralyticus, ptosis paralytica et mydriasis paralytica) . . . . .	3

Strabismus . . . . .	48
Nystagmos . . . . .	8
Ptosis . . . . .	2
Entropion en dystichiasis . . . . .	4
Ectropion. . . . .	19
Symblepharon . . . . .	4
Abscessus palpebrae . . . . .	8
Blepharadenitis. . . . .	46
Tumor cysticus. . . . .	3
Dacryocystitis (obstructio ductus lacrymalis). . . . .	72
Exanthema faciei et palpebrarum . . . . .	2
Dolor oculi . . . . .	1
Asthenopia accomodativa . . . . .	38
Myopia . . . . .	105
Presbyopia . . . . .	309
Hypermetropia . . . . .	195
Astigmatismus . . . . .	67
Anisometropie . . . . .	17
Lupus faciei. . . . .	5
Pterygium . . . . .	4
Epithelioma . . . . .	1
Atrophia retinae . . . . .	1
Neoplasma conjunctivae et bulbi. . . . .	1
Paresis oculo-motorii. . . . .	4
Coloboma chorioideae. . . . .	1
„    iridis congenitum . . . . .	3
Daltonismus . . . . .	2
Herpes corneae. . . . .	1
Polypus conjunctivae. . . . .	1
Tumor oculi. . . . .	3
Ectasia sacci lacrymalis. . . . .	1
Paralysis nervi facialis . . . . .	1
Fistula sacci lacrymalis . . . . .	1

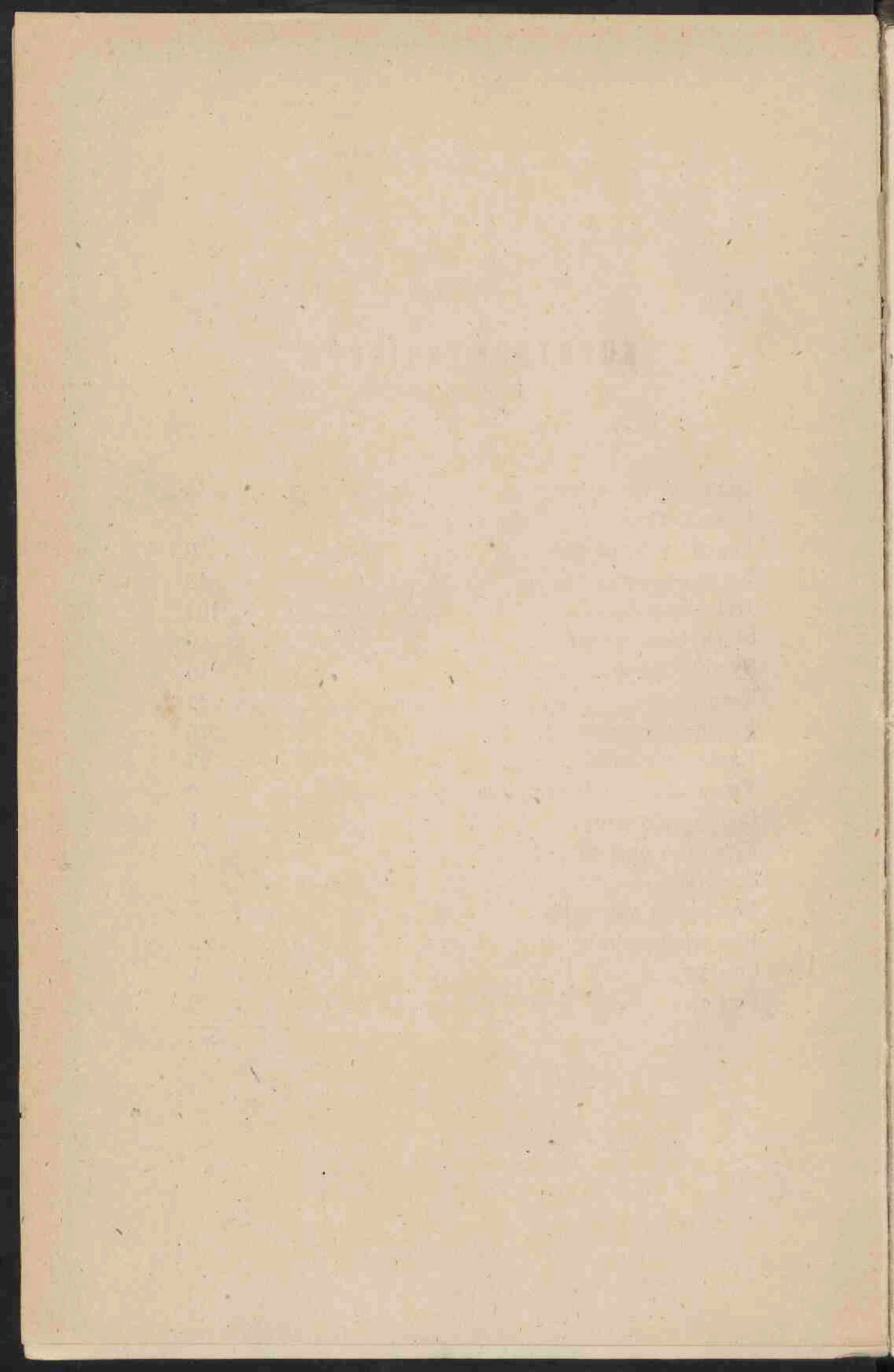
Hordeolum . . . . .	6
Teleangectasie . . . . .	2
Protrusio bulbi. . . . .	5
Abscessus orbitae . . . . .	1
Morbus Basedovii . . . . .	1
Lagophthalmos . . . . .	1
Spasmus palpebrae . . . . .	1
Zoster frontalis . . . . .	1
Paresis abducentis . . . . .	3
Xanttilasma . . . . .	1
Diplopia . . . . .	1
Amblyopia diabetica . . . . .	1
Ankyloblepharon. . . . .	1
Membrana pupillaris . . . . .	1
Keuring van Spoorwegpersoneel . . . . .	5
Simulatio . . . . .	1
Voorschriften van Brillen . . . . .	774

## KUNSTBEWERKINGEN.

---

Extractie van cataract . . . . .	46
Lineair-extractie . . . . .	7
Punctie van cataract . . . . .	9
Nastaar-operatie . . . . .	10
Iridectomie . . . . .	104
Staphyloma-operatie. . . . .	9
Symblepharon-operatie. . . . .	16
Tenotomie. . . . .	29
Entropion-operatie . . . . .	16
Exstirpatio bulbi . . . . .	17
Voorwaartsche spierverplaatsing . . . . .	2
Blepharophymosis . . . . .	1
Plastische operatie . . . . .	11
Sclerotomie . . . . .	1
Exstirpatie van tumor. . . . .	4
Pterygium-operatie . . . . .	3
Cotelysis . . . . .	1
Peritomie . . . . .	2



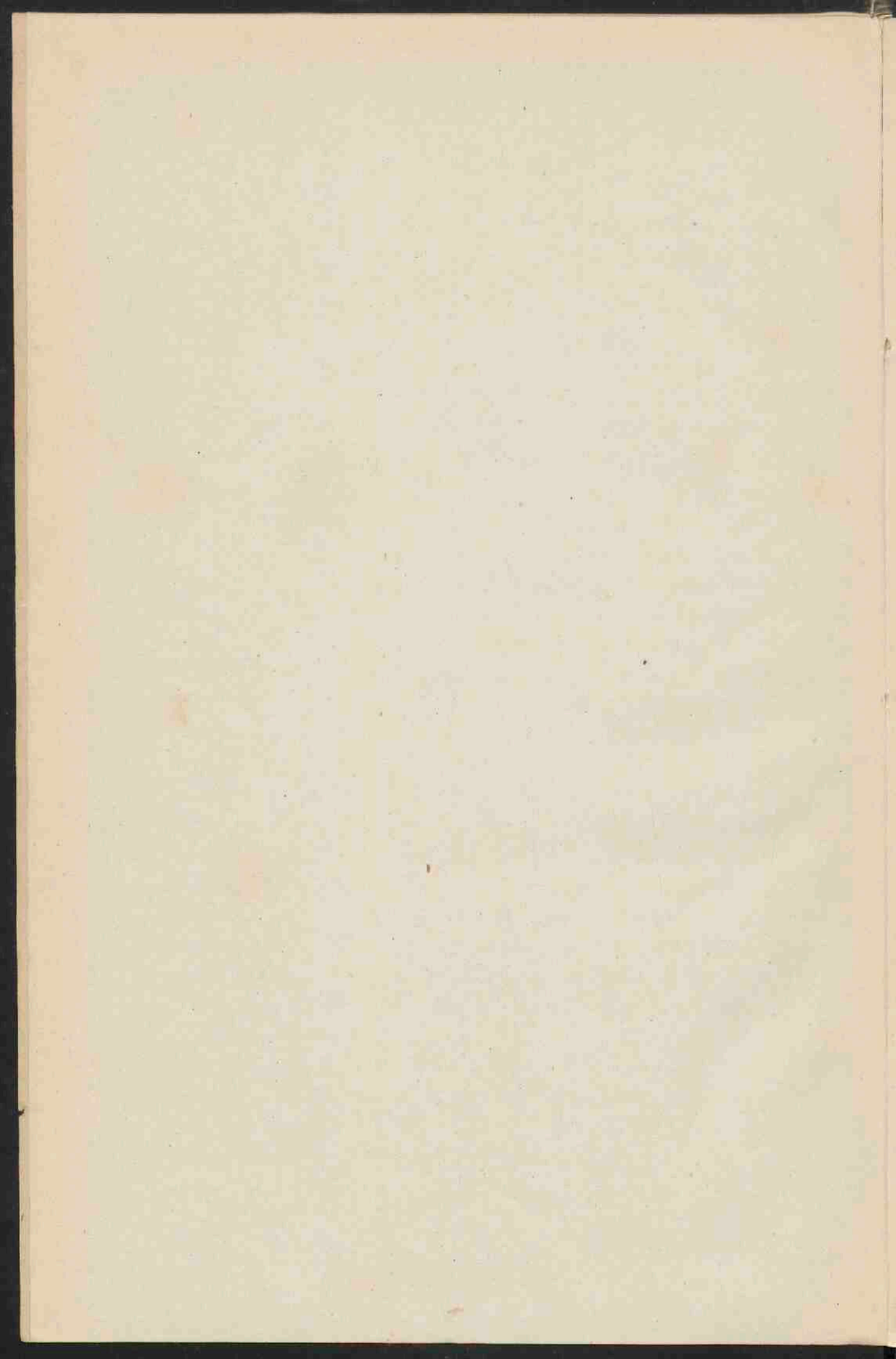


THE UNIVERSITY OF CHICAGO

PHILOSOPHY DEPARTMENT

PHILOSOPHY 101

BY J. M. GREGG





R A P P O R T

A A N G A A N D E H E T O N D E R Z O E K

V A N H E T

G E Z I C H T S V E R M O G E N

V A N H E T P E R S O N N E E L

D E R

H o l l a n d s c h e I J z e r e n S p o o r w e g - M a a t s c h a p p i j

U I T G E B R A C H T D O O R

F. C. D O N D E R S.

REPORT

OF THE

COMMISSION

ON THE

PROGRESS OF

THE

INDUSTRIAL REVOLUTION

IN

ENGLAND

*RAPPORT, aangaande het onderzoek  
van het gezichtsvermogen van het  
personeel der Nederlandsche IJzeren  
Spoorweg-Maatschappij.*

In het onderstaande heb ik de eer U de uitkomsten mede te deelen, die het onderzoek van het gezichtsvermogen bij het personeel uwer Maatschappij heeft opgeleverd.

Het algemeene onderzoek werd opgedragen aan de Heeren:

Dr. A. J. van Rhijn,	te Zutphen.
Dr. M. J. Bouvin,	te Utrecht.
Prof. Dr. D. Doyer,	te Leiden,
Dr. D. Hellema,	te Nieuwediep.
Dr. F. D. A. C. van Moll,	te Rotterdam.
Dr. M. Juda,	te Amsterdam.

Het strekte zich uit over 995 personen, waarvan behoorden:

tot de eerste afdeling	612
" " tweede "	121
" " derde "	262

Hiervan werden onderzocht door:

	1e Afd.	2e Afd.	3e Afd.	Totaal.
den Heer van Rhijn,	148	13	31	192
" " Bouvin,	70	25	29	124
" " Doyer,	84	12	39	135
" " Hellema,	101	11	32	144
" " van Moll,	50	13	21	84
" " Juda,	159	47	110	316
	612	121	262	995

*Aan den Heer Administrateur  
der Nederlandsche IJzeren Spoorweg-  
Maatschappij te Amsterdam.*

Het onderzoek geschiedde volgens bepaalde voorschriften (bijlage I en II) en de uitkomsten werden op daartoe ontworpen staten (bijlage III) ingevuld. Op deze staten werden enkel de feiten vermeld, betrekking hebbende tot de gezichtsscherpte, de refractie en het kleuronderscheidingsvermogen, zonder eenigerlei gevolgtrekking. De beslissing omtrent relatieve en absolute ongeschiktheid voor de dienst had ik, namelijk, gemeend mij te moeten voorbehouden, omdat de grenzen voor geschiktheid en ongeschiktheid voor het in dienst zijnde personeel moeielijk met de noodige scherpte konden worden vastgesteld.

Uit den feitelijken toestand van het gezichtsvermogen zooals die op de staten was omschreven, was mij gebleken, dat onder de 995 personen 67 voorkwamen, omtrent wier geschiktheid voor de dienst bij de spoorwegen twijfel bestond. Overeenkomstig mijn voorstel, gedaan bij missive van 13 Nov. 1878, werden nu die personen achtereenvolgens, op daartoe vastgestelde dagen en uren, naar Utrecht gedirigeerd, om in het aldaar gevestigde Ned. Gasthuis voor Ooglijders aan een definitief onderzoek te worden onderworpen. Met de resultaten, bij deze personen verkregen, heeft dit mijn verslag zich hoofdzakelijk bezig te houden.

Van de 67 personen, welker naamlijst met de bedoelde missive van 13 Nov. 1878 door mij werd overgelegd, zijn er 60 alhier onderzocht. Drie personen, op die lijst voorkomende, n<sup>o</sup>. 5, n<sup>o</sup>. 7, en n<sup>o</sup>. 64, waren, zooals de Heer Adjunct-Administrateur mij mededeelde, bereids ontslagen, en twee anderen, n<sup>o</sup>. 52, en n<sup>o</sup>. 67, hebben zich tot dusverre niet aangemeld. Twee personen, eindelijk n<sup>o</sup>. 66, en n<sup>o</sup>. 15, zou ik wenschen nog nader te onderzoeken, alvorens omtrent hunne geschiktheid uitspraak te doen.



Het rapport loopt dus in het algemeen over al de op de staten voorkomende personen, en in het bijzonder hoofdzakelijk over de 60 personen, die hier nader werden onzerzocht, waarvan behooren:

	tot de eerste afdeling	36
„ „	tweede „	8
„ „	derde „	16

Als bijlage IV is voor het door mij definitief gekeurde personeel van iedere afdeling een afzonderlijke staat aan dit verslag toegevoegd, onderscheiden als *Staat a*, *Staat b* en *Staat c*.

Ten aanzien der vier laatste kolommen vorderen deze staten eenige toelichting:

Kolom 7 betreft de *gezichtsscherpte S*. Zij staat hier op de gebruikelijke wijze, vermeld als volkomen (normaal), wanneer op de letterproeven van Snellen de afzonderlijke letters onder een hoek van 5' of minder worden herkend; als onvolkomen, wanneer tot het herkennen daarvan een hoek van meer dan 5' wordt gevorderd.

Kolom 8 karakteriseert het *vermogen, om kleuren te onderscheiden*. Dit vermogen wordt quantitatief bepaald door den hoek, waaronder iedere kleur wordt herkend en genoemd, — eene wijze van bepaling, waardoor onmiddellijk aanwijzing wordt verkregen omtrent den afstand, waarop de kleur van seinvlaggen en van lantaarns onderscheiden wordt. Die methode brengt nu ook de vermindering aan den dag van het kleuronderscheidingsvermogen, die van de verminderde gezichtsscherpte onafscheidelijk is. Zij is aangeduid door toevoeging van een \*. Het \* achter het woord volkomen beteekent dus, dat aan de kleurperceptie, als zoodanig, niets ontbreekt, maar dat ze, wegens de onvolkomen gezichtsscherpte, bij de quantitatieve bepaling beneden de normale blijft.

Het kleuronderscheidingsvermogen wordt hier verder genoemd:

onvolkomen, waar het kennelijk is beneden het normale, maar bij quantitative bepaling toch blijkt niet onder  $\frac{1}{3}$  gedaald te zijn (L.  $\frac{1}{3}$  of grooter).

gebrekkelig, waar tot onderscheiding van rood en groen gunstige omstandigheden van licht en uitgebreidheid gevorderd worden en het onderscheidingsvermogen L gevonden wordt minder dan  $\frac{1}{3}$  te bedragen.

zeer gebrekkelig, waar de onderscheiding ook onder gunstige omstandigheden onzeker is en van een quantitative bepaling geen sprake meer zijn kan.

In de 9<sup>e</sup> kolom komt de *conclusie* voor, hoofdzakelijk gegrond op de uitkomsten, in kolom 7 en 8 vermeld.

Geschikt heet hier degene, wiens gezichtsscherpte en kleuronderscheidingsvermogen weinig of niets te wenschen overlaten;

voldoende heet hij, die, hoezeer in het onderscheiden hetzij van de kleur hetzij van den vorm, bij het normale oog achterstaande, nog voor velerlei diensten kan gebezigd worden;

even voldoende duidt aan, dat een geringe achteruitgang reeds ongeschiktheid zou ten gevolge hebben, zoodat herkeuring, binnen niet al te langen tijd, — stellen wij een termijn van een jaar, — in den regel gevorderd wordt.

Herkeuring werd verder noodig geacht, wanneer op een der oogen het gezichtsvermogen zeer veel te wenschen overliet, of op beide oogen afwijkingen voorkwamen, die in den regel progressief zijn, zooals hooge graden van bijziendheid, met de daarvan afhankelijke gezichtszwakte, peripherische verduistering der lens enz. — Van de personen, die na een jaar aan herkeuring behooren

te worden onderworpen, is als bijlage V een afzonderlijke staat toegevoegd.

Ongeschikt heeten zij, die op een afstand van minder dan 100 meters, onder gewone omstandigheden, ten aanzien van handseinen, vlaggen of van lantaarns, aan vergissing blootstaan.

Behandeling is wenschelijk geacht, wanneer daarvan een gunstig resultaat te wachten was. Dit had slechts betrekking tot twee personen: tot den arbeider P. (Staat van Dr. Juda), die te Amsterdam onder behandeling is, en den conducteur B. (Staat van Dr. Bouvin), die tijdelijk ongeschikt is, maar, zich onthoudende van rooken en sterken drank, alle kans heeft voldoende te herstellen. Hij wordt behandeld op de polikliniek van het Ned. Gasthuis voor Ooglijders.

Brillen zijn alléén voorgeschreven in die gevallen, waarin het gezichtsvermogen, zonder bril, onvoldoende is voor de dienst, — waar het dragen van een bril een voorwaarde is voor geschiktheid: op het dragen der voorgeschreven brillen behoort daarom stipt te worden toegezien. Machinisten kan het dragen van een bril niet worden toegestaan. Al staan zij ook niet meer in de open lucht, kunnen zij toch moeielijk zorg dragen, dat de glazen steeds zuiver en doorschijnend blijven. Ook voor conducteurs is het dragen van een bril niet zonder bezwaar. Het scheen mij echter niet groot genoeg, om in dienst zijnde conducteurs, wier gezicht met behulp van een bril voldoende worden kon, ongeschikt te verklaren.

Onder de aanmerkingen (kolom 10) vindt men:

1<sup>o</sup>. in bijzondere gevallen de oorzaak aangegeven der verminderde gezichtsscherpte;



2°. de personen aangewezen, die na verloop van een jaar aan herkeuring moeten worden onderworpen;

3°. gewezen op de *relatieve* ongeschiktheid, hetzij als brugwachter, hetzij als conducteur of machinist. Onder de machinisten worden er niet minder dan 5 aangetroffen, die, hoezeer nog voldoende voor gewone terreindienst, voor de dienst van machinist niet geschikt zijn;

4°. omtrent W., n°. 5, aangemerkt, dat hij, na ontvangst van den hem voorgeschreven bril, zich andermaal alhier zal hebben te vervoegen, om mij in staat te stellen, over de doelmatigheid der voor hem geslepen glazen te oordeelen.

De uitkomsten van het onderzoek vindt men samengevat in onderstaande tabel.

Afd.	Geschikt.	Vol- doende.	Even vol- doende.	Onge- schikt.	AANMERKINGEN.
I	4	7	8	17	
II			2	6	Van de 6, ongeschikt als machinist, 5 bruikbaar voor gewone terreindienst.
III	1	4	7	4	Een der ongeschikten voor verbetering vatbaar.
	5	11	17	27	

Uit de tabel blijkt, dat op 995 personen, wegens gebreken van het gezichtsvermogen, 27 ongeschikt zijn bevonden, waarvan 22 volstrekt ongeschikt,



5 betrekkelijk ongeschikt, — ongeschikt, namelijk, als machinist, voldoende voor gewone terreindiensten. Van deze 27 gevallen is in 17 de ongeschiktheid afhankelijk van kleurblindheid, in 10 van verminderde gezichtsscherpte.

Bovendien wordt bij 17 personen het gezichtsvermogen slechts even voldoende geacht: zij kunnen nog voor diensten gebezigd worden, waarbij het voldoende is, de seinen op betrekkelijk kleinen afstand te onderscheiden; maar zij behooren, zooals boven reeds werd gezegd, jaarlijks aan herkeuring te worden onderworpen.

Eindelijk heet bij 11 personen het gezichtsvermogen voldoende. Bij voorkeur zullen ook deze slechts met diensten belast worden, waarbij niet de hoogste eischen aan het gezichtsvermogen worden gedaan.

Bij deze drie kategoriën is een vierde te voegen: die der personen, wier gezichtsvermogen alleen met een geschikten bril voldoende is. Zij zijn ten getale van 39 vermeld op den staat, die als bijlage VI aan dit verslag is toegevoegd.

---

In het algemeen kan worden gezegd, dat de geconstateerde gebreken niet zijn ontstaan in de dienst. Zij behooren óf tot de aangeborene, óf hadden, behoudens enkele uitzonderingen, zich ontwikkeld vóór de betrokken personen in dienst kwamen bij de Maatschappij. Dit geldt van alle kleurblinden en van verreweg de meesten, die vermindering hebben der gezichtsscherpte of wegens refractie-anomaliën brillen moeten dragen.

Deze belangrijke uitkomst bewijst, dat het bovenal aankomt op de oorspronkelijke keuring.

Wordt het aantal ongeschikten betrekkelijk groot gevonden, de oorzaak is dáárin te zoeken, dat de eerste keuring niet met de noodige zorg geschied is. Daarbij hadden al de ongeschikten, de even voldoende en zelfs velen onder hen, die als voldoende vermeld staan of brillen moeten dragen, behooren te zijn afgewezen.

Er is vaak sprake geweest van *verkregen* kleurblindheid. Na bepaalde ziekte-processen of kwetsuren zou deze vorm niet zoo zelden voorkomen. Inzonderheid bij oudere schrijvers vindt men enkele gevallen van dien aard geboekt; en onder de nieuwere heeft vooral Favre in Frankrijk gemeend daarop te moeten wijzen. Op grond daarvan werd, na processen, die ondersteld werden tot verkregen kleurblindheid te kunnen aanleiding geven, op herkeuring, zelfs op periodieke herkeuring van het geheele spoorwegpersoneel aangedrongen. Ik kan aan dat verlies der kleurperceptie, zonder verdere stoornis van het gezichtsvermogen, nog niet gelooven. A priori is het bestaan er van mij niet waarschijnlijk; en nooit heb ik er een voorbeeld van gezien. Ziet men vermindering der kleurperceptie vaak genoeg ontstaan, het is, zoover mijne ervaring gaat, enkel als verschijnsel van zekere ziekteprocessen, waaronder ook andere functies, met name de gezichtsscherpte, plegen te lijden. Inderdaad blijkt in de medegedeelde gevallen niet, dat de gezichtsscherpte, die normaal zou geweest zijn, naar een exacte methode werd onderzocht, en ware dit geschied, dan had nog moeten bewezen worden, dat de kleurblindheid, die immers op den twintigsten man aangeboren voorkomt, hier niet oorspronkelijk had bestaan. Bovendien kan bedrog in het spel zijn. In een pas verschenen werk van Hermann Cohn (*Studien über angeborene Farben-*

blindheit, Breslau, 1879, blz. 269), vindt men een geval beschreven betreffende een machinist, die, afgekeurd wegens kleurblindheid, schadeloosstelling eischte, beweerende, dat zijn gebrek eerst voor een paar jaren door den verblindenden invloed van de sneeuw, waarin hij met de machine was blijven steken, alzoo in de dienst, zou zijn ontstaan. Cohn verklaarde op afdoende gronden die kleurblindheid voor aangeboren, en den machinist werd zijn eisch ontzegd. — Na den door mij geuiten twijfel werden 3200 personen, aan de spoorwegdienst verbonden, door mij zelve of naar mijne aanwijzing onderzocht, en geen enkel geval van verkregen kleurblindheid heeft zich daarbij voorgedaan. Men ziet, hoe ongerijmd het was, zich hiervan een schrikbeeld te maken, terwijl men de niet minder dan 3% of 4% ongeschikten, die bij de keuring waren doorgeslipt, over het hoofd zag.

In verband met de verkregen kleurblindheid, waarvan hier sprake was, heb ik nog te wijzen op een vorm van gezichtszwakte (amblyopie), aan misbruik van tabak en geestrijke dranken toegeschreven, waarin de kleurperceptie meer pleegt te lijden dan de gezichtsscherpte. In het bijzonder geldt dit voor het directe zien, dat is, ten opzichte der gefixeerde voorwerpen, die hun beeld vormen op de gele vlek van het netvlies. Enkele daartoe behoorende gevallen vindt men zelfs vermeld, — een dergelijk werd nog onlangs door Prof. Nuël aan de Belgische Academie medegedeeld, — waarin bij een omschreven verlies der kleurperceptie in de gele vlek de gezichtsscherpte *geheel normaal* zou zijn gebleven. Kon het vermetel schijnen, het voorkomen van zoodanige gevallen eenvoudig te ontkennen, men zal mij het recht niet betwisten, in mijn scepticisme te volharden, totdat ik er een zal hebben gezien. Zooveel is zeker, dat onder de



3200 naar mijne methode onderzochte personen geen geval van dien aard is voorgekomen. Tot die stellige uitspraak acht ik mij gerechtigd, omdat bij de toepassing der bedoelde methode de stoornis niet had kunnen verborgen blijven. Immers de voorgeschrevene quantitatieve bepaling heeft juist en wel uitsluitend betrekking tot de kleurperceptie in de gele vlek. Zooveel mogen wij dus zeker besluiten, dat de stoornis, waarop Nuël meende te moeten wijzen, bij de keuring van het spoorwegpersoneel eene zeer ondergeschikte rol speelt.

Is dan de gezichtszwakte, die men aan een overmatig gebruik van tabak en geestrijke dranken toeschrijft, bij ons spoorwegpersoneel niet te vinden? Met voldoening constateer ik, dat ze daaronder althans zeer zeldzaam voorkomt. Bij de Hollandsche IJzeren Spoorweg-Maatschappij — één enkel geval op een personeel van 830 mannen en 165 vrouwen! — En in dit éénige geval had wel is waar de kleurperceptie voor het directe zien aanmerkelijk geleden; maar ook de gezichtscherpte was tot op  $\frac{1}{3}$  verminderd, en de stoornis was hierdoor reeds ontdekt, vóór nog het onderzoek op kleurperceptie had plaats gehad.

*Zoo komen wij tot het resultaat, dat, met het oog op verkregen kleurblindheid, herkeuring niet behoeft te worden voorgeschreven.*

Ook ten aanzien der gevallen van verminderde gezichtsscherpte, merkte ik reeds op, dat verreweg de meeste niet in de dienst der Maatschappij waren ontstaan. In den regel lagen hoornvliesvlekken daaraan ten gronde, die het gevolg zijn eener voorafgegane hoornvlies-ontsteking, en op de vraag, tot den betrokkene gericht, of hij tijdens zijne dienst bij de Maatschappij aan oogontsteking geleden had, luidde het antwoord ontkennend.



Hoogstens kwamen daarop een paar uitzonderingen voor, waarvan het eene een conducteur betreft, die kennelijke sporen droeg van een hevige hoornvliesontsteking, waarvoor hij vroeger door ons in het Ned. Gasthuis voor ooglijders behandeld was. — Waar verminderde gezichtsscherpte bestond tengevolge van vergroeiing der pupil, hetgeen wij tweemalen genoteerd vinden, bleek ook de ontsteking der iris, waarvan die vergroeiing een uitgang is, vrij zeker uit vroegeren tijd te dateeren. Zoo blijven er als in de dienst ontstaan bijna alléén gevallen over van beginnende verduistering der lens (cataract) en van toenemende gezichtszwakte, in verband met progressieve bijziendheid.

*Blijkbaar is dus ook ten aanzien der gevallen van verminderde gezichtsscherpte de oorspronkelijke keuring hoofdzak.*

In nog hoogere mate geldt dit van de refractie-anomaliën. Zij hadden bij de oorspronkelijke keuring bijna allen kunnen en moeten worden geweerd. Had men hen, die een bril behoeven, om op voldoende afstand de seinen te onderscheiden, thans nog ongeschikt willen verklaren, dan hadden alleen dáárom niet minder dan 37 moeten worden weggezonden. Een dergelijke radicale maatregel, waaruit groote bezwaren én voor de betrokken personen én voor de Maatschappij zouden zijn voortgevloeid, scheen mij echter niet gevorderd. Wel heb ik gemeend, den eisch te moeten stellen, dat niemand bij het Spoorwegpersoneel aangenomen worde, die, om scherp op afstand te zien, zich van een bril bedienen moet. Maar voor een geoefend personeel heb ik gemeend, van dien eisch te mogen afzien.

De Maatschappij moge nu zorg dragen, dat, bij het aannemen van nieuw personeel, de vastgestelde bepa-

lingen stipt worden in acht genomen. Vooral komt het aan op de keuze der personen, aan wie het onderzoek wordt opgedragen. Het was en blijft mijn overtuiging, dat alléén zij, die gewoon zijn de functies van het oog te onderzoeken en met het gebruik der daartoe strekkende hulpmiddelen vertrouwd zijn, daarvoor mogen in aanmerking komen. Thans kan de Maatschappij niet beter doen, dan de diensten te vragen der boven (blz. 1.) genoemde Heeren, die zich met het onderzoek, waarover dit Rapport loopt, hebben belast en zich daarbij uitnemend van hunne taak hebben gekweten. Vallen later sommigen van deze uit of is er behoefte tot keuring op andere plaatsen, dan zal de Maatschappij het best doen, tot verzekering eener goede keuze, de voorlichting te vragen van een man van eenig gezag op oogheelkundig gebied en bekend met onze oogartsen. Ik zal mij vereerd achten, het vertrouwen der Directie in dezen te mogen blijven genieten.

Langs den aangewezen weg nu, door de ongeschikten te verwijderen en in 't vervolg streng te weren, zal een zeer gewenscht resultaat verkregen worden. Niet alleen zal de Maatschappij in het bezit komen van een personeel, waarin ze vertrouwen kan stellen, maar bovendien, terwijl het gebleken is, dat in de dienst verkregen ooggebreken betrekkelijk zeldzaam zijn, zal de noodzakelijkheid van herkeuring zeer op den achtergrond treden. Wel is een duurzaam toezicht wenschelijk, en aan zekere beambten zou kunnen worden opgedragen, b. v. om de twee jaren, bij het personeel, waarmede ze in betrekking staan, zich te vergewissen omtrent de gezichtscherpte op afstand: zich hiertoe bepalende, behoeven ze niets als eenige letterproeven van bekende grootte. Maar van een periodieke herkeuring, waarop van zekere

zijde werd aangedrongen, door specieel daartoe aange-  
 wezen deskundigen, behoeft, mijns inziens, eerst sprake  
 te zijn op een leeftijd, wanneer geringe graden van  
 overziendheid beginnen te hinderen en stoornis van het  
 gezicht, uit verschillende oorzaken, minder zeldzaam  
 wordt. Ik zou wenschen voor te stellen, het 45<sup>e</sup>  
 jaar daarvoor aan te wijzen, en dan verder de her-  
 keuring om de vijf jaren te herhalen. Buiten dergelijk  
 periodiek onderzoek, op meer gevorderden leeftijd, is her-  
 keuring dan nog noodzakelijk te achten na iedere ziekte  
 der oogen en der oogleden en in het algemeen na ziekten  
 en kwetsuren, die het gezichtsvermogen in gevaar brengen.  
 Voorts waar gedragingen tot het vermoeden leiden, dat  
 er stoornis van het gezicht in het spel is: Inspecteurs  
 en verdere beambten zullen zeker niet in gebreke blijven,  
 bij hun onderhoorend personeel daarop acht te geven.  
 Men stelle zich niet voor, dat bij het volgen dezer voor-  
 schriften de herkeuring eene groote uitbreiding zal ver-  
 krijgen. Wat de periodieke betreft, van het geheele  
 personeel van 995 personen, op de staten voorkomende,  
 hebben slechts 88 den leeftijd van 45 jaren of hooger  
 bereikt. Daarvan zijn:

43,	tusschen	45 en	50 jaren,
29,	"	50 "	55 "
14,	"	55 "	60 "
11,	"	60 "	65 "
1,	"	65 "	70 "

Hieruit leid ik af, dat jaarlijks gemiddeld zullen te  
 herkeuren zijn:



10,	bij	het	bereiken	van	het	45 <sup>e</sup>	jaar,
6,	"	"	"	"	"	50 <sup>e</sup>	"
4,	"	"	"	"	"	55 <sup>e</sup>	"
3,	"	"	"	"	"	60 <sup>e</sup>	"
2,	"	"	"	"	"	65 <sup>e</sup>	"

Dat is in het geheel

25 personen, of ongeveer 2½ % van het personeel. Later moge het een weinig stijgen, in zoover op de eerst sedert kort in exploitatie zijnde lijnen der Maatschappij de normale verdeeling der leeftijden bij het personeel nog niet bereikt is, de buitengewone herkeuring zal, blijkens het zeldzaam ontstaan van ooggebreken vooral bij het jongere spoorwegpersoneel, ver daar beneden blijven. Hoogstens zal dus voor 5% van het personeel uit de voorgestelde bepalingen herkeuring voortvloeien. Bedrieg ik mij niet, dan kan, zonder veel administratieven omslag, door de Heeren Inspecteurs daaraan uitvoering worden gegeven. De herkeuring geschiede, natuurlijk zonder verdere contrôle, door de deskundigen, die het onderzoek van het nieuwe personeel hebben op zich genomen.

Wat omtrent herkeuring hier door mij werd aangegeven, heb ik gemeend, in eenige artikels te moeten formuleeren, die als bijlage VIII aan het verslag zijn toegevoegd.

Ik moet hier nog eens terugkomen op den staat der personen (bijlage V), die, thans aan herkeuring onderworpen, bestemd zijn, om na verloop van een jaar, eene nieuwe herkeuring te ondergaan. Zij vormen eene afzonderlijke kategorie. In het algemeen hebben ze slechts een betrekkelijke geschiktheid, en het is te wachten, dat velen onder hen binnen weinige jaren bij nieuwe herkeuring zullen uitvallen. Wenschelijk nu is het, dat deze herkeuring geschiede in het Ned. Gasthuis voor ooglijders,



en gaarne zullen wij ons daarmede blijven belasten. Na het nauwkeurig onderzoek, waaraan ze hier werden onderworpen, zal ook hier beter dan elders de ontwikkelingsgang hunner gebreken kunnen worden geconstateerd.

Boven (blz. 7 en volgende) sprak ik over gebrekkige kleurperceptie, om te betoogen, dat zij eene aangeborene anomalie is en als zuivere vorm, onafhankelijk van verminderde gezichtsscherpte, niet verkregen voorkomt. Erkennende, dat in zekeren vorm van gezichtszwakte, de kleurperceptie in betrekking tot de gefixeerde voorwerpen meer kan geleden hebben dan de gezichtsscherpte, deed ik opmerken, dat deze vorm, mocht hij bij het spoorwegpersoneel voorkomen, bij de toepassing der door mij voorgeschreven methode voor quantitatieve bepaling niet kan verborgen blijven. Zoodoende zou deze methode nog diensten kunnen bewijzen, waarop niet gerekend was. Doch haar eigenlijk doel is, om in staat te stellen, den graad der geconstateerde kleurblindheid in cijfers uit te drukken. Dergelijke numerieke bepaling heeft eene bij uitnemendheid praktische strekking. Aan haar ontleenen wij de aanwijzing der grenzen, waarbij de geschiktheid voor de dienst in ongeschiktheid overgaat. Uit dit oogpunt vooral, heb ik hier nog over het onderzoek der zoogenoemde kleurblindheid te handelen.

Het herkennen van gebrekkige kleurperceptie in tamenlijk ontwikkelden graad levert geen bezwaar hoegenaamd. Tal van methoden leiden met zekerheid tot het doel. Zij werden uit belangstelling in het onderwerp allen door ons aangewend en onderling vergeleken. Een oordeel over hunne betrekkelijke waarde heeft men hier echter niet te wachten. Alléén zij gezegd, dat de wel doordachte methode van Holmgren, uit het gezichtspunt der Young-

Helmholtz'sche theorie ontworpen, en die der pseudo-isochromatische tafels van Stilling, naar mijne meening bijzondere aanbeveling verdienen. Deze beide leidden mij ten slotte tot eene methode, die snel en zeker tot de diagnose voert. Het is gemakkelijk er een denkbeeld van te geven. Uit den grooten hoop strengen van zephir-wol, in alle nuancen en alle graden van helderheid en saturatie, zooals Holmgren ze voor zijne methode bezigt, liet ik door een tiental zoogenoemde kleurblinden paren uitzoeken, bestaande ieder uit twee strengen, in hun oog volkomen aan elkander gelijk. Ieder kleurblinde bracht uit den hoop zes of acht dergelijke paren te voorschijn. *Pseudo-isochromatische* heb ik ze genoemd, omdat de twee strengen van ieder paar hun gelijk schijnen, maar voor het normale oog, dikwijls zeer aanzienlijk, van elkander verschillen. De draden van ieder paar werden nu gewikkeld om kleine plankjes, 15 c.m. lang en 1.8 c.m. breed, in dier voege, dat op de eene kleur, als grond, de andere twee of meer strepen vormde, iedere streep van de breedte van twee draden. De persoon, die de kleuren gelijk had genoemd, kon nu op die kleurproeven de strepen niet onderscheiden: zij zijn voor hem gelijk aan den grond. Van de verschillende kleurblinden werden een veertigtal pseudo-isochromatische paren verkregen, en ieder paar leverde twee kleurproeven, — elk der kleuren éénmaal als grond en éénmaal als strepen gewonden. Op al deze kleurproeven nu, zonder uitzondering, zag en telde het normale oog de strepen, reeds bij zwakke verlichting en op betrekkelijk grooten afstand. Die kleurproeven had men nu bij het onderzoek op kleurblindheid slechts te vertoonen, en wie op een of meer de strepen niet wist te tellen en aan te wijzen had daarmede reeds blijk gegeven van gebrekkige kleurperceptie. Inderdaad werden door bijna alle kleur-

blinden, die verder werden onderzocht, op de meeste kleurproeven de strepen nog onderscheiden; maar vroeg men hun, welk verschil er bestond tusschen den grond en de strepen, dan heetten de strepen donkerder of lichter dan de grond, maar van kleurverschil was zelden sprake. Daarbij kwam nu het merkwaardige feit aan den dag, dat op vele der kleurproeven voor dezelfde personen de strepen óf licht óf donker waren, zoodat zich in verband daarmede twee kategoriën van kleurblinden lieten onderscheiden. Uit de gezamenlijke kleurproeven werden nu een vijftien-tal uitgezocht, die in dit opzicht de meest constante aanwijzing gaven. De twee kategoriën beantwoorden aan de onderscheiding, reeds in 1837 door Seebeck gemaakt, en later *roodblindheid* en *groenblindheid* genoemd, — groenblindheid, waarbij de warme, — roodblindheid, waarbij de koele tonen betrekkelijk helder gezien worden. In den laatsten tijd hebben de meeste schrijvers, verleid door Hering's nieuwe theorie der kleurperceptie, slechts van *rood-groen-blindheid* gesproken: met Holmgren meen ik aan de onderscheiding van roodblindheid en groenblindheid te moeten vasthouden. De betrekkelijke lichtsterkte der kleuren van het spectrum en de verschillen van golflengte, waarbij zich in twee voorbij elkander bewogen spectra verschillen in kleur vertoonen, geven daartoe het recht. Zonder in een nader betoog te treden, wil ik nog slechts opmerken, dat, waar alléén de roode of alléén de groene energie ontbreekt, de verwarring tusschen rood en groen evenzeer bestaan moet, als waar beide ontbreken.

De gemaakte onderscheiding is niet zonder praktische beteekenis. Voor de roodblinden zijn roode lichten betrekkelijk donker, voor groenblinden betrekkelijk helder, hetgeen in het voordeel der laatsten is. En wilde men



tot onderscheiding van roode en groene lichten door een rood en groen glas laten zien, waarvan het eerste het groene, het laatste het roode licht verdooft, dan is dit hulpmiddel door groenblinden met veel beter gevolg aan te wenden dan door roodblinden, voor wie ook het roode licht, door een rood glas gezien, op afstand te spoedig verduistert.

Naast de roodblindheid en groenblindheid komt, als derde vorm, een violet-blindheid voor, waaraan op het geheele personeel slechts één kenmerkend geval voorkwam, en wel bij J. H., dien ik, zooals boven gezegd werd, nog nader wensch te onderzoeken.

Groenblindheid komt niet zelden volkomen, — roodblindheid bijna volkomen voor; maar naast deze hooge graden zijn de lichte graden — gevallen van onvolkomen kleurperceptie — niet zeldzaam. Hoe met deze te handelen? In mijn verslag betrekkelijk de keuring van het personeel der Maatschappij tot Exploitatie van Staatspoorwegen heb ik de methode tot quantitative bepaling der kleurperceptie, waarop boven gewezen werd, beschreven. Daar vindt men ook onderzoekingen vermeld, ondernomen op het terrein met de gewone seinen bij dag en bij avond, die dienen moesten, om het verband tusschen de resultaten der methode en het herkennen der seinen op het terrein vast te stellen. De uitkomsten dier proeven hebben nu zoowel de eischen bepaald, in het reglement voor nieuw aan te stellen personeel opgenomen, als die, welke bij de herkeuring nu ook weder door mij werden toegepast. Quantitative bepaling van het onderscheidingsvermogen voor rood en groen ligt dus aan de beslissing in ieder bijzonder geval ten gronde. Voor gewone terreindiensten heb ik van nieuw personeel  $L = \frac{1}{2}$  voor het oude  $L = \frac{1}{3}$  gevorderd. Waar het



onderscheidingsvermogen op de staten van bijlage IV als *onvolkomen* staat vermeld, daalde het toch niet onder  $\frac{1}{3}$ ; veel geringer was het in de meeste gevallen van *gebrekkelig* en zelfs niet meer quantitatief te bepalen bij *zeer gebrekkig*. Terwijl op die lijsten nu 17 als ongeschikt wegens kleurblindheid voorkomen, zijn er 7 vermeld, die nog binnen de grenzen vielen, om te kunnen worden behouden, en op de algemeene lijsten (bijlage III) komen er nog een 20tal voor, wier kleuronderscheidingsvermogen was gebleken onvolkomen te zijn, maar toch slechts in een graad, die omtrent de geschiktheid voor gewone terreindienst geen twijfel overliet. Het resultaat is dus, dat van de personen, wier kleurperceptie te wenschen overliet, toch nog meer dan de helft voor de dienst is kunnen behouden worden.

Bij iedere methode van onderzoek blijkt voldoende, dat de kleurblindheid in verschillende graden kan voorkomen. Alle onderzoekers hebben daarop gewezen. Holmgren heeft zelfs getracht, de verwarringen, die bij meer of minder volkomen rood- en groenblindheid gemaakt worden, te onderscheiden. Ook bij mijne kleurproeven kwam duidelijk aan den dag, dat sommigen, die toch op enkele daarvan de strepen niet hadden kunnen zien, bij het onderscheiden der overige zich niet enkel op verschil in helderheid, maar ook op verschil in kleur beriepen, of — ook wel het antwoord schuldig bleven, — en bij deze was blijkbaar de kleurperceptie minder onvolkomen: juist het normale oog, dat de strepen zoo kennelijk onderscheidt, staat vaak verlegen, te beslissen, of de strepen dan wel de grond het winnen in helderheid. Maar geen dier methoden is in staat de graden der stoornis in cijfers te bepalen. Na overweging der resultaten van alle aangewende methoden, gaf in de door ons on-

derzochte gevallen de quantitative bepaling altijd den doorslag. Ik weet niet, hoe het mogelijk zou zijn geweest, zonder deze de schifting op goede grondslagen te bewerkstellingen.

Intusschen heeft onze methode elders nog weinig ingang gevonden. De oorzaak daarvan is wellicht te zoeken in hare groote eenvoudigheid. Het beginsel werd onmiddellijk begrepen, en hoe het toe te passen lag voor de hand. Daarom achtte men het overbodig, op de gegeven voorschriften acht te slaan. De geopperde bedenkingen leveren daarvan het bewijs. Uitdrukkelijk staat vermeld, dat de onderzochte persoon met afgewend oog tot de gekleurde figuren nadert, en na elken stap bij aanwijzing *onmiddellijk* de kleur te noemen heeft, — en men maakt het bezwaar, dat *bij lang fiweeren* de complementaire kleur zich zou ontwikkelen. Uitdrukkelijk is voorgeschreven, dat de onderzoeker, die zich overtuigd heeft normale kleurperceptie te bezitten, van het verwijderde uitgangspunt met den onderzochten persoon stap voor stap tot de kleurteekens nadert, ter zijde op den wand den afstand aflezende, waarop hij, onder de gegeven omstandigheden, het kleurteeken met zekerheid onderscheidt, — en men spreekt de onderstelling uit, dat bij de groote verschillen in verlichting de methode geen voldoende uitkomsten leveren kan. Men heeft het vooral een bezwaar genoemd, dat de afstand, waarop de onderzoeker de kleur onderscheidt, moet worden in rekening gebracht, — alsof het moeilijker ware 4 of 3 dan 5 door 2 of 1 te deelen. En daarbij zag men over het hoofd, dat bij de gewichtigste proeven, die met doervallend licht, alle vergelijkende waarneming wegviel. Eindelijk sprak men van de ongenoegzaamheid, als hadde ik de methode tot quantitative bepaling aanbevolen, met uit-

sluiting van elke andere. Dit is een dwaling. Wel beschouw ik ze als onontbeerlijk. De geringste graden van onvolkomenheid, in betrekking tot gefixeerde voorwerpen, waarbij alle andere methoden ons in den steek laten, brengt ze aan den dag, en machinisten alvast acht ik niet voldoende onderzocht, zoo lang ze niet op hen is toegepast. Maar het is er verre van af, dat ik andere methoden zou willen uitsluiten. Integendeel, wij waren gewoon, met de pseudo-isochromatische tafels van Stilling en de methode van Holmgren te beginnen, en de quantitative bepaling was slechts het complement. Maar ik herhaal: een noodzakelijk complement, — noodzakelijk om bij het directe zien, in de groeve namelijk der gele vlek, de mate van kleurperceptie te bepalen, dat is, bij het zien, waarop het tot het herkennen der seinen op afstand aankomt.

Ook thans zou ik niet wenschen, de methode van Holmgren, de daarvan afgeleide van Daee, en de tafels van Stilling verwaarloosd te zien. Of men voor een practisch doel met mijne kleurstalen, die ik mij voorstel algemeen te verspreiden, en met de methode tot quantitative bepaling, reeds vroeger aangegeven, zal kunnen volstaan, moet nog nader blijken. Andere methoden, zooals kleurvergelijkingen met de draaischijf of met spectrale kleuren, de „Farbenmesser” van Rose, en spectraal-toestellen, tot bepaling van relatieve lichtsterkten der verschillende kleuren, waarmede ik mij veel heb bezig gehouden, — belangrijk alleen uit een wetenschappelijk oogpunt, — zal men kunnen ontberen, waar men enkel een practisch doel op het oog heeft.

Aangaande de wijze van onderzoek stel ik mij voor, nadere instructiën vast te stellen en zoowel algemeen



als in 't bijzonder aan hen, die zich met het onderzoek belast zien, bekend te maken.

Ten slotte, laat ik hier een overzicht volgen van de verkregen resultaten en de daarop gegronde voorstellen. Zij hebben betrekking tot

1<sup>o</sup> *De jongste herkeuring.* De als bijlage III overgelegde staten, loopende over 995 herkeurden, wijzen aan als :

a.	ongeschikt, en dus te ontslaan . . . . .	21	
	ongeschikt, als machinist, en dus als zoodanig te ontslaan . . . . .	5	
	tijdelijk ongeschikt, (B.) spoedig te herkeuren . . . . .	1	
			<hr/>
			27
b.	voldoende. . . . .	11	
	even voldoende. . . . .	17	
			<hr/>
	Bij de dienstaanwijzing op hunne slechts relatieve geschiktheid te letten.		28

c. In bijlage VI komen voor:  
*ongeschikt zonder,*  
*geschikt of voldoende met bril . . . . .* 39  
 Het is wenschelijk, dat deze brillen, volgens accoord geleverd, aan het Ned. Gasthuis voor Ooglijders gecontroleerd worden.

d. In bijlage V zijn  
*aangewezen voor herkeuring (na 1 jaar)* 30.  
 Het is wenschelijk, dat de herkeuring der op dezen staat voorkomende personen in het Ned. Gasthuis voor Ooglijders geschiede.



2<sup>o</sup> *De keuring van nieuw personeel.*

Als bijlage VII wordt het reglement overgelegd, bepalende de voorwaarden van geschiktheid.

- a. voor de dienst van machinist en leerling-machinist,
- b. voor de terreindienst in het algemeen.

De keuring geschiedt door daartoe aangewezen specieële deskundigen: de Heeren, die aan de algemeene herkeuring hebben deelgenomen, worden door de Directie uitgenoodigd, zich als zoodanig beschikbaar te stellen.

3<sup>o</sup> *Herkeuring in het algemeen.* Bijlage VIII. De spoorwegartsen vergewissen zich om de twee jaren omtrent de geschiktheid van het personeel, waarmede ze in betrekking staan. De *eigenlijke herkeuring* geschiedt door de specieële deskundigen, onder 2<sup>o</sup> aangewezen. Zij wordt onderscheiden als:

- a. periodieke herkeuring (na het 45<sup>e</sup> jaar, om de 5 jaren),
- b. herkeuring, in bijzondere gevallen. Voorschriften en instructiën, hiertoe betrekking hebbende, zie bijlage IX en X. De Directie regelt de uitvoering.

De specieële deskundige doet uitspraak omtrent de geschiktheid. In gevallen van twijfel raadpleegt hij den oogheelkundigen adviseur. Op dezen heeft ook de Directie beroep, wanneer zij meent, zich met de uitspraak van den specieëlen deskundige niet te kunnen vereenigen.

Er blijft mij slechts over, den Heer Administrateur mijn dank te betuigen voor het in mij gestelde vertrouwen, en hulde te brengen aan de uitnemende regeling van het onderzoek, die mijne taak even gemakkelijk als aangenaam maakte. Ik voeg er de verzekering bij, dat ik te allen tijde te zijner beschikking blijf. Mochten deze of gene der in dit verslag bevatte voorstellen tot bedenkingen aanleiding geven, dan ben ik gaarne bereid, daarover onderling in overleg te treden, mij vleierende, dat zoodoende mogelijke bezwaren zullen kunnen worden opgeheven en de belangen van de dienst met de eischen der veiligheid in overeenstemming gebracht.

F. C. DONDERS.

UTRECHT, 16 April 1879.

Bijlage I.

Hollandsche IJzeren Spoorweg-Maatschappij.

---

STATISTIEK DER KEURING VAN HET  
GEZICHTSVERMOGEN.

---

Opgemaakt door

Geneesheer te

AFDEELING.

INSPECTIE.

---

Opgezonden aan den Adjunct Administrateur

den

1878.

Volg- num- mer.	Datum van keuring. 187	NAAM EN VOORNAAM.	Oud.	Werkzaam als:	Oog R. (rech- ter L. (linker	Gezichts- scherpte zonder glas.
1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.

1	Maart 3	Jan Boorman	28 j.	Wisselwachter.	R. L.	Bijlage $\frac{6}{12}$ $\frac{5}{6}$
---	---------	-------------	-------	----------------	----------	--

BIJLAGE III bevat, op de hier aangegevene wijze, de

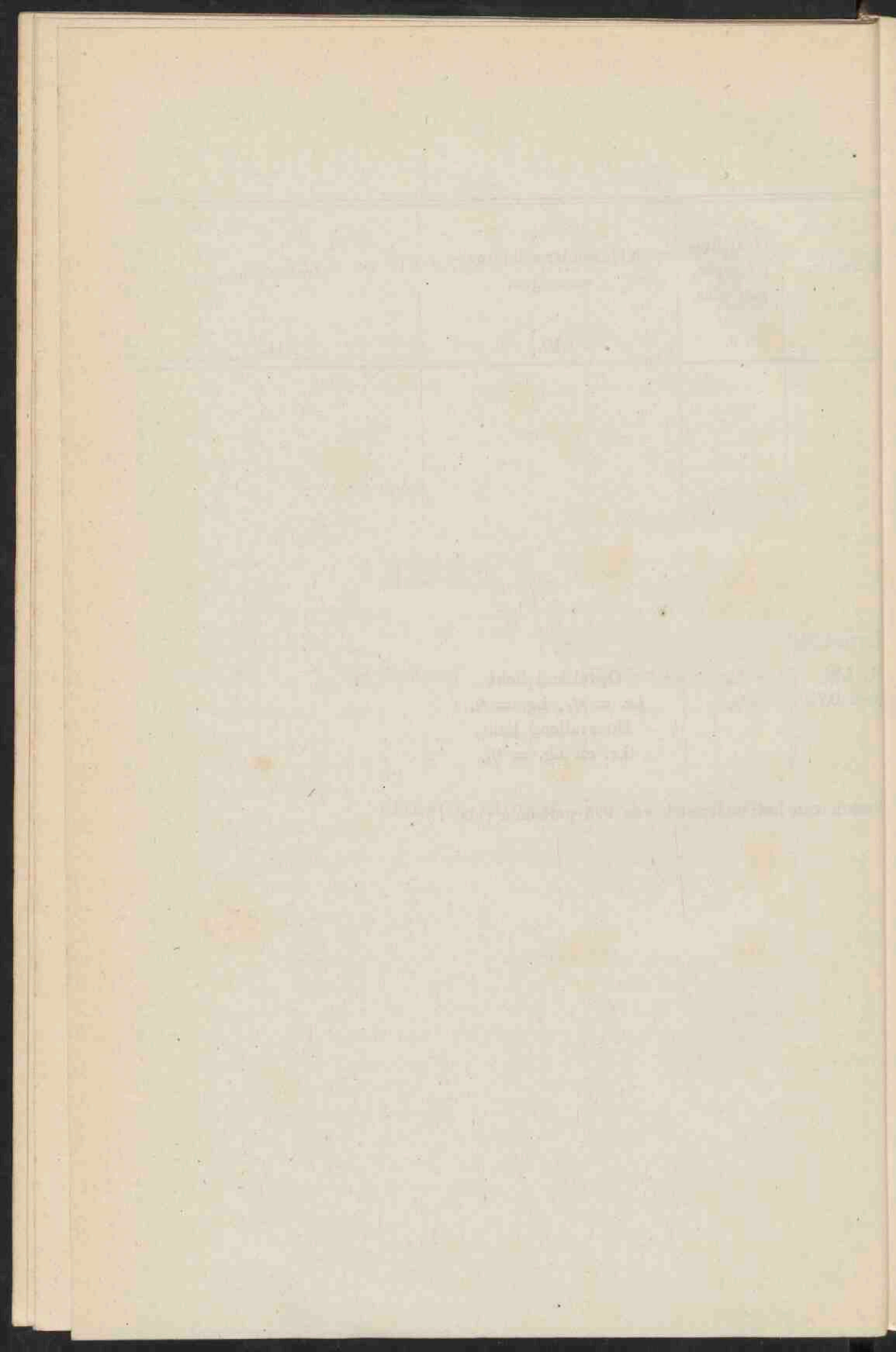


Refractie. 8.	Gezichts- scherpte, met glas. 9.	Kleuronderscheidings- vermogen. 10.	<i>Aanmerkingen.</i> 11.

II.

M. 1.25	$\frac{5}{6}$	Opvallend licht
Asm 0.75	$\frac{5}{6}$	Lr. = $\frac{2}{4}$ , Lg. = $\frac{2}{4}$ .
		Doorvallend licht.
		Lr. en Lg. = $\frac{5}{5}$ .

sultaten van het onderzoek van 995 personen (blz. 1.)



## Bijlage II.

### Hollandsche IJzeren Spoorweg-Maatschappij.

#### KEURING VAN HET GEZICHTSVERMOGEN VAN HET PERSONEEL.

##### *Toelichting bij de staten en verdere aanwijzing.*

Kolom 1, 2, 3, 4 en 5 behoeven geene toelichting.

Kolom 6. Elk oog wordt afzonderlijk onderzocht en de uitkomsten van rechter oog R en van linker oog L op een afzonderlijke lijn vermeld.

De onderlinge afstand der lijnen regelt zich naar de uitgebreidheid der aanteekening in kolom 10 en der aanmerkingen in kolom 11.

Kolom 7, 8 en 9. De gezichtsscherpte wordt met de letterproeven van Snellen liefst op een afstand van 6 meters bepaald, eerst zonder glas (7), vervolgens met glas (9), waarbij men tevens de refractie (8) leert kennen. De letterproeven hangen in het volle licht; de onderzochte persoon zij in 't algemeen van het licht afgekeerd.

Refractie wordt met de gewone verkortingen aangeduid: E Emmetropie, M Myopie, H Hypermetropie (manifeste), Ash en Asm hypermetropisch en myopisch Astigmatisme.

Kolom 10. Het kleuronderscheidingsvermogen wordt quantitief bepaald: 1° bij opvallend licht a 2° bij doorvallend licht b.

Voor het onderzoek bij *opvallend licht a* zijn benoodigd: grijs, rood en groen bloempapier, in stukjes van 1, 2, 5 en 10 m. m. (in verschillende tinten) middellijn, afzonderlijk te bevestigen op vierkante lapjes zwart fluweel, die één voor één, of velen te gelijk, op een groot vierkant stuk van hetzelfde fluweel worden vastgedrukt.

Onderscheidt het oog bij goede verlichting snel en zeker de

kleur van de stukjes van 1 m.m. middellijn op een afstand van ongeveer 5 meter, dan is het onderscheidingsvermogen voor de genoemde kleuren normaal,  $L = 1$ . Het moet gebleken zijn, dat dit geldt voor den onderzoeker, die het te onderzoeken oog met het zijne te vergelijken heeft. Hij plaatst zich naast den onderzochten persoon, op betrekkelijk grooten afstand van het voorwerp, en met dezen naderende, noteert hij, op welken afstand het eigen oog en het onderzochte de grijze, groene en roode stukjes vlug en zeker onderscheiden. Staan zij nagenoeg gelijk, dan mag voor het onderzochte oog  $L = 1$  worden opgeteekend. Bischt het onderzochte oog een kleineren afstand en grootere stukjes, dan vindt men

$$L = \frac{1}{m} \cdot \frac{d}{D},$$

waarin  $m$  de middellijn van het gekleurde stukje, in mm. uitgedrukt,  $D$  en  $d$  de afstanden zijn, waarop respectievelijk het normale en het onderzochte oog de kleur herkennen.

Bestaat er eene refractie-anomalie, zoo moet deze bij het kleuronderzoek naauwkeurig zijn gecorrigeerd.

Een voorbeeld tot opheldering. Indien het onderzochte oog de kleur van een stukje van 5 m.m. middellijn eerst op den afstand van 2 meters onderscheidt, onder omstandigheden, waarbij het normale de kleur van het stukje van 1 m.m. middellijn op den afstand van 4 meter herkent, dan is op het onderzochte oog:

$$L = \frac{1}{5} \cdot \frac{2}{4} = \frac{1}{10}.$$

In kolom 10 wordt nu het onderscheidingsvermogen voor groen  $L_g$ , en voor rood  $L_r$  afzonderlijk aangegeven.

Voor de bepaling bij *doornvallend licht*  $b$  wordt het daglicht in zoo verre uit het vertrek geweerd, dat men, als in de schemering, elkander in de nabijheid nog herkent. Ten behoeve van het onderzoek wordt gevorderd een zwart houten scherm met ronde opening, gesloten door mat glas: vóór dit glas is een metalen plaat met gaatjes van 1, 2, 5, 10 en 20 m.m. verschuifbaar; achter dit glas draait een schijf, met onderscheidene gaten, bevattende het roode en het groene glas der seinlichten, alsmede een ongekleurd glas. Achter het scherm bevindt zich een kaars, die men langs een schaal kan verschuiven, waarop de afstand tusschen vlam en scherm wordt aangegeven.



Men bepaalt nu den afstand  $A$ , waarbij voor het normale oog, als  $m = 1$ ,  $D = 5$  meters is. Nu geldt weer dezelfde formule

$$L = \frac{1}{m} \cdot \frac{d}{D}$$

Bij den afstand  $A$  is  $D$  constant = 5 meters.

Kleurblijnden zoeken in verschil van helderheid vaak het criterium der kleur: waar men nu eenige aarzeling bespeurt, wijzigt men den afstand der kaars, waarmede alle aanwijzing uit de lichtsterkte wegvallt.

Bij zeer kleine waarden van  $L$  kan men de kaars naderen tot den afstand  $a$  en in de formule den term  $\frac{a}{A}$  opnemen. Aldus

$$L = \frac{1}{m} \cdot \frac{d}{D} \cdot \frac{a}{A}$$

Bij de proeven heeft men te zorgen, dat ongeveer in de richting der kaars door het glas gezien worde.

(Het kleuronderscheidingsvermogen is eigenlijk  $K = L^2$ : 't is echter voldoende, de waarde van  $L$  die direct bij de waarneming gevonden wordt, in de kolom in te vullen).

Kolom 11. Aanmerkingen:

Laat het herkennen van blauw en geel te wenschen over, dan wordt daarvan in deze kolom melding gemaakt. Voorts worden hier alle stoornissen der oogen en der oogleden, alsmede de afwijkingen in den stand en de bewegingen der oogen opgeteekend, eindelijk, bij verminderde gezichtsscherpte de resultaten van het ophthalmoscopisch onderzoek. Mydriatica mogen niet worden aangewend dan bij hooge noodzakelijkheid, en dan nog zoo sterk verdund, dat de werking spoedig voorbijgaat.

Bij bestaande stoornissen worde vermeld, of van behandeling herstel of verbetering te wachten is.

Algemeene opmerkingen. Het is raadzaam ieder persoon afzonderlijk te onderzoeken, zonder bijzijn van anderen.

Aan den onderzochten persoon wordt een bewijs gegeven van ondergane keuring volgens model. Op dit bewijs laat men hem zijne handteekening plaatsen. Aangaande het resultaat der keuring wordt in dit bewijs niets vermeld en den belanghebbende ook niets medegedeeld.

DONDERS.

## ADMINISTRATIEVE BEPALINGEN.

De staten worden voor iedere Inspectie en iedere Afdeling waartoe het personeel behoort, afzonderlijk opgemaakt en dus gesplitst in :

Statistiek voor het personeel der 1<sup>ste</sup> Afdeling (Weg en Werken.)

” ” ” ” ” 2<sup>de</sup> ” (Tractie.)

” ” ” ” ” 3<sup>de</sup> ” (Beweging.)

De Inspectiën zijn :

1<sup>ste</sup> Inspectie. Amsterdam—Rotterdam.

2<sup>de</sup> ” Amsterdam—Zaandam—Helder en Haarlem—  
Uitgeest.

3<sup>de</sup> ” Amsterdam—Hilversum—Zutphen en Hilversum  
—Utrecht.

In de eerste dagen van iedere maand worden de staten, ingevuld met de keuringen, welke in de vorige maand hebben plaats gehad, toegezonden aan den Adjunct-Administrateur der Maatschappij te Amsterdam, onder bijvoeging eener nominatieve opgave van het personeel, dat, gedurende die maand, van iedere Afdeling en Inspectie is gekeurd.

Toezending der staten aan Dr. F. C. Donders geschiedt door den Adjunct-Administrateur.

Het honorarium van *f* 1.— per onderzochte persoon wordt, na afloop der geheele keuring, uitbetaald en gerekend naar de bovenbedoelde nominatieve opgaven.

## Bijlage IV.

1. Volgnummer	Naam.	Leef- tijd.	In- spec- tie.	In dienst als	Onder- zocht door	Gezichts- scherpte.	Kleuronder- scheidings- vermogen.	Voor ge- wone ter- reindienst.	Aan- merkingen.
	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.
							*		

Het \* achter *volkomen* in kolom 8 beteekent, dat het kleuronderscheidingsvermogen, hoezeer op zichzelf normaal, wegens de verminderde gezichtsscherpte bij de quantitatieve bepaling onder het normale blijft.

In tabellen als de bovenstaande zijn de 60 door ons onderzochte personen (zie pag. 3) opgenomen, verdeeld naar de 3 afdelingen: Weg en Werken. Tractie en Materieel, Beweging.

## Bijlage V.

Staat van 30 personen, die in Maart of April 1880 in het Nederlandsch Gasthuis voor Ooglijders te Utrecht herkeuring moeten ondergaan.

1 <sup>e</sup> Afdeling . . .	20
2 <sup>e</sup> "     . . .	2
3 <sup>e</sup> "     . . .	8

## Bijlage VI.

Staat van personen, die, om duidelijk op afstand signalen te onderkennen, een bril behoeven. In den regel werd een bril

voorgeschreven, die de ametropie volkomen corrigeerde, bestemd alleen voor het gebruik op afstand. Van deze personen behooren tot de:

1 <sup>e</sup> Afdeeling . . .	22
2 <sup>e</sup> "       . . .	1
3 <sup>e</sup> "       . . .	16

### Bijlage VI<sup>a</sup>

bevat de voorschriften der bovengenoemde brillen.



KEURINGSONTWERP.

---

1. Voor de betrekking van *machinist* of *stoker* wordt gevorderd:  
Uitwendig gezonde oogen en oogleden, zonder habituële congestie of ontsteking. *Op beide oogen* onbeperkt gezichtsveld, normale gezichtsscherpte, normale refractie, kleuronderscheidingsvermogen van minstens  $\frac{4}{5}$ , (methode Donders.) Zij moeten vrij zijn van cataract en andere progressieve ooggebreken.
2. Voor de betrekkingen van *Stationschef* en die hem vervangen, *assistenten, halte-chefs, opzichters, hoofd-conducteurs, conducteurs, portiers, reumers, wisselwachters, rangeerders, voorlieden, brugwachters, wegwachters, wegwachteressen*, wordt gevorderd:  
Uitwendig gezonde oogen en oogleden, zonder habituële congestie of ontsteking. *Op beide oogen* onbeperkt gezichtsveld. *Op het eene oog* normale gezichtsscherpte, normale refractie en kleuronderscheidingsvermogen van minstens  $\frac{3}{5}$ ; *op het andere oog* gezichtsscherpte en kleuronderscheidingsvermogen van minstens  $\frac{1}{2}$ . Zij moeten vrij zijn van cataract en andere progressieve ooggebreken.
3. De keuring geschiedt door een der, in overleg met den oogheekundigen adviseur, daartoe aangewezen speciële deskundigen.

HERKEURINGSONTWERP.

1. Voor personen, met terreindienst belast, wordt herkeuring noodig geacht:
  - a. bij het bereiken van het 45<sup>e</sup> jaar, en daarna regelmatig om de 5 jaren, dus met het 50<sup>e</sup>, het 55<sup>e</sup> enz.
  - b. na ziekten der oogen en der oogleden.
  - c. na belangrijke kwetsuren, vooral zoodanige, die hersenschudding konden veroorzaken, en na hersenziekten in het algemeen.
  - d. bij het constateeren van verschijnselen van diabetes mellitus of van albuminurie, in zoover die, naar het oordeel der spoorwegartsen, niet dadelijk ontslag uit de dienst vorderen; voorts bij secundaire syphilis.
  - e. bij ieder verzuim, dat van een gebrekkig gezicht zou kunnen afhankelijk zijn, en in het algemeen bij gedragingen, die aan de deugdelijkheid van het gezicht doen twijfelen.
  - f. op aanwijzing der spoorwegartsen, (zie art. 5.)
2. De bij herkeuring van personeel te stellen eischen voor geschiktheid zijn:
  - a. Voor de betrekking van *machinist* of *stoker*.

Uitwendig gezonde oogen en oogleden, zonder habituëele congestie of ontsteking. *Op elk der oogen* onbeperkt gezichtsveld. *Op het eene oog* gezichtscherpte van minstens  $\frac{3}{4}$  (zonder bril) en kleuronderscheidingsvermogen van minstens  $\frac{3}{4}$ ; *op het andere oog* gezichtsscherpte van minstens  $\frac{1}{2}$  (zonder bril) en kleuronderscheidingsvermogen van minstens  $\frac{1}{3}$ . Zij moeten vrij zijn van cataract en andere progressieve ooggebreken.

- b. Voor de betrekkingen van *stationschef*, en die hem vervangen, *assistenten*, *halte-chefs*, *opzichters*, *hoofdconducteurs*, *conducteurs*, *portiers*, *remmers*, *wisselwachters*, *rangedeers*, *voorlieden*, *brugwachters*, *wegwachters*, *wegwachteressen*.

Uitwendig gezonde oogen en oogleden, zonder habituele congestie of ontsteking. Onbeperkt gezichtsveld, althans op het ééne oog. Met beide oogen tegelijk gezichtsscherpte van minstens  $\frac{2}{3}$  en kleuronderscheidingsvermogen van minstens  $\frac{2}{3}$ . Wordt die graad van gezichtsscherpte en kleurperceptie alleen met glazen bereikt, dan wordt het dragen van een bril voorgeschreven. Zij moeten vrij zijn van cataract en andere progressieve ooggebreken.

3. De herkeuring geschiedt door een der speciële deskundigen, die zich met de oorspronkelijke keuring hebben belast. Hij doet uitspraak omtrent de geschiktheid. In gevallen van twijfel raadpleegt hij den adviseur-oogheelkundige, aan wien dan de beslissing verblijft. Op dezen heeft ook de Directie beroep, wanneer zij meent, zich met de uitspraak van een der speciële deskundigen niet te kunnen vereenigen.
4. Bij elke herkeuring kan de deskundige, wanneer hij daartoe bijzondere aanleiding vindt, tegen een door hem te bepalen tijd een nieuwe herkeuring voorschrijven.
5. Ieder spoorwegarts bepaalt (zonder glazen), om de twee jaren, de gezichtsscherpte op afstand, met beide oogen te gelijk, bij het personeel, dat onder zijne behandeling resorteert en bestemt voor herkeuring (art. 1. f.) diegenen, wier gezichtsscherpte hem blijken mocht minder dan  $\frac{4}{6}$  te bedragen. Dit onderzoek kan ook aan een der beambten, die de noodige aanwijzing heeft gekregen van den adviseur-oogheelkundige of van een der speciële deskundigen, worden opgedragen.
6. Op de herkeuring is, wat de wijze van onderzoek betreft, de instructie voor de keuring vastgesteld, van toepassing.





## Bijlage X.

### INSTRUCTIE VOOR KEURING EN HERKEURING.

---

1. De resultaten van het onderzoek worden ingevuld op staten, die in het bezit blijven van den deskundige, maar waarvan hij op verlangen inzage geeft aan den adviseur-oogheelkundige en die aan het bestuur der Maatschappij worden overgelegd, wanneer zijne betrekking tot de Maatschappij ophoudt te bestaan.
2. Elk oog wordt afzonderlijk onderzocht en de uitkomsten van Rechter oog, R, en Linker oog, L, worden op afzonderlijke lijnen vermeld (kolom 6.)
3. De oogleden worden zoowel op de binnen- als op de buitenvlakte gezien en bij de beschouwing van den oogbol wordt ook op de bewegingen gelet (kolom 7.)
4. Omtrent de uitbreiding van het gezichtsveld vergewist men zich door de beweging der handen bij het fixeeren oog in oog (kolom 8.)
5. De gezichtsscherpte wordt met de letterproeven van Snellen op een afstand van 6 meters bepaald, eerst zonder glas (kolom 9.), vervolgens met glas (kolom 11), waarbij men tevens de refractie (kolom 10) leert kennen. De letterproeven hangen in het volle licht; de onderzochte persoon zij van het licht afgekeerd. Bij het bestaan van lichte hoornvliesvlekken worde ook de gezichtsscherpte in de open lucht bepaald.
6. Het kleuronderscheidingsvermogen wordt bepaald:
  - A. kwalitatief met pseudo-isochromatische stalen.
  - B. kwantitatief volgens de methode Donders (op alle gevallen zonder uitzondering toe te passen).

- a. voor het onderzoek bij *opvallend licht* zijn benodigd: grijs (in verschillende tinten), rood en groen bloempapier, in stukjes van 1, 2, 5 en 10 m. m. middellijn, afzonderlijk te bevestigen op vierkante lapjes zwart fluweel, die één voor één, of velen te gelijk, op een groot vierkant stuk van hetzelfde fluweel worden vastgedrukt. Onderscheidt het oog bij goede verlichting de kleur van de stukjes van 1 m. m. middellijn op een afstand van ongeveer 5 meter, dan is het onderscheidingsvermogen voor de genoemde kleuren normaal  $L = 1$ . De onderzoeker, die het te onderzoeken oog met het zijne te vergelijken heeft, moet zich overtuigd hebben, dat hij  $L = 1$  heeft. Bij het onderzoek plaatst hij zich naast den onderzochten persoon, op betrekkelijk grooten afstand van het voorwerp, en met dezen naderende, noteert hij, op welken afstand zijn eigen oog en het onderzochte oog grijs, groen en rood zeker onderscheiden. Staan onderzoeker en onderzochte nagenoeg gelijk, dan mag voor het onderzochte oog  $L = 1$  worden opgeteekend. Bischt het onderzochte oog een kleineren afstand en grootere stukjes, dan vindt men:

$$L = \frac{1}{m} \cdot \frac{d}{D},$$

waarin  $m$  de middellijn van het gekleurde stukje, in m. m. uitgedrukt,  $D$  en  $d$  de afstanden zijn, waarop respectievelijk het normale en het onderzochte oog de kleur herkennen.

Bestaat er eene refractie-anomalie, zoo moet deze bij het kleuronderzoek nauwkeurig zijn gecorrigeerd.

Een voorbeeld tot opheldering. Indien het onderzochte oog de kleur van een stukje van 5 m. m. middellijn eerst op den afstand van 2 meters onderscheidt, onder omstandigheden, waarbij het normale de kleur van het stukje van 1 m. m. middellijn op den afstand van 4 meters herkent, dan is op het onderzochte oog:

$$L = \frac{1}{5} \cdot \frac{2}{4} = \frac{1}{10}.$$

- b. Voor de bepaling bij *doorvallend licht* wordt het daglicht in zoo verre uit het vertrek geweerd, dat men, als in de schemering, elkander nog herkent.

Ten behoeve van het onderzoek wordt gevorderd een zwart houten scherm met ronde opening, gesloten door mat glas; vóór dit glas is een metalen plaat met gaatjes van 1, 2, 5, 10 en 20 m.m. verschuifbaar; achter dit glas draait een schijf, met onderscheidene gaten, bevattende het roode en het groene glas der seinlichten, alsmede een ongekleurd glas. Achter het scherm bevindt zich een kaars, die men langs een schaal kan verschuiven, waarop de afstand tusschen vlam en scherm wordt aangegeven. Men bepaalt nu den afstand A der kaars tot het plankje, waarbij voor het normale oog, als  $m = 1$ ,  $D = 5$  meters is.

$$\text{Nu geldt weer dezelfde formule } L = \frac{1}{m} \cdot \frac{d}{D}.$$

Bij den afstand A is D constant = 5 meters.

Kleurblinden zoeken in verschil van helderheid vaak het criterium der kleur: waar men nu eenige aarzeling bespeurt, wijzigt men den afstand der kaars, waarmede alle aanwijzing uit de lichtsterkte wegvalt.

Bij zeer kleine waarden van L kan men de kaars naderen tot den afstand a en in de formule den term  $\frac{a}{A}$  opnemen.

Aldus  $L = \frac{1}{m} \cdot \frac{d}{D} \cdot \frac{a}{A}$ . Bij de proeven heeft men te zorgen, dat ongeveer in de richting der kaars door het glas gezien worde. (Het kleuronderscheidingsvermogen is eigenlijk  $K = L^2$ : 't is echter voldoende, de waarde van L, die direct bij de waarneming gevonden wordt, in de kolom in te vullen.)

7. Het kleuronderscheidingsvermogen van blauw en geel wordt onderzocht met de daarvoor bestemde pseudo-isochromatische tafels van Stilling. Blijkt het onvolkomen te zijn, dan

wordt dit genoteerd in de kolom: *Aanmerkingen*. Onder deze rubriek worden ook de afwijkingen in den stand en in de bewegingen der oogen opgeteekend, alsmede, bij verminderde gezichtsscherpte, de resultaten van het ophthalmoscopisch onderzoek.

8. In de conclusie wordt het resultaat vermeld als voldoende of onvoldoende. In geval van onvoldoende, wordt toegevoegd, of de bestaande stoornis al dan niet voor herstel vatbaar is.
9. Aan den onderzochten persoon wordt eene verklaring medegegeven, volgens model, waaronder hij zelf zijn naam teekent.



**STAAT VOOR KEURING.**

Datum.	Naam en Voornaam.	Ouderdom.	Solliciteert voor:	Oog R L	Uitwendige toestand van oogen en oogleden.	Gezichts-veld.	Gezichts-scherpte zonder glas	Refractie.	Gezichts-scherpte met glas.	Kleuronderscheidingsvermogen.	<i>Aanmerkingen.</i>	Conclusie.
2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.
1	W. Post.	25 j.	Machinist	R L	normaal mac. cornea	normaal als	$\frac{5}{6}$ $\frac{5}{13}$	E E	$\frac{5}{6}$ $\frac{5}{13}$	Opv. licht Lr en Lg = $\frac{5}{5}$ Doorv. licht Lr en Lg = $\frac{5}{5}$		Ongeslikt, wegens oude centrale hoornvliesvlek en daardoor verminderde S.

**STAAT VOOR HERKEURING.**

Datum.	Naam en Voornaam.	Ouderdom.	Werkzaam als:	Oog R L	Uitwendige toestand van oogen en oogleden.	Gezichts-veld.	Gezichts-scherpte zonder glas	Refractie.	Gezichts-scherpte met glas.	Kleuronderscheidingsvermogen.	<i>Aanmerkingen.</i>	Conclusie.
2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.
1	L. Snoek.	40 j.	Halte-chef	R L	normaal "	normaal "	$\frac{5}{12}$ $\frac{5}{13}$	Hm 2.25 Hm 2.25	$\frac{5}{6}$ $\frac{5}{6}$	Opv. licht Lr en Lg = $\frac{3}{5}$ Doorv. licht Lr en Lg = $\frac{4}{5}$		Voldoende met bril.

Year	Month	Day	Time	Location	Remarks	Remarks	Remarks	Remarks	Remarks
1900	Jan	1	10:00	...	...	...	...	...	...
1900	Jan	2	10:00	...	...	...	...	...	...
1900	Jan	3	10:00	...	...	...	...	...	...
1900	Jan	4	10:00	...	...	...	...	...	...
1900	Jan	5	10:00	...	...	...	...	...	...
1900	Jan	6	10:00	...	...	...	...	...	...
1900	Jan	7	10:00	...	...	...	...	...	...
1900	Jan	8	10:00	...	...	...	...	...	...
1900	Jan	9	10:00	...	...	...	...	...	...
1900	Jan	10	10:00	...	...	...	...	...	...
1900	Jan	11	10:00	...	...	...	...	...	...
1900	Jan	12	10:00	...	...	...	...	...	...
1900	Jan	13	10:00	...	...	...	...	...	...
1900	Jan	14	10:00	...	...	...	...	...	...
1900	Jan	15	10:00	...	...	...	...	...	...
1900	Jan	16	10:00	...	...	...	...	...	...
1900	Jan	17	10:00	...	...	...	...	...	...
1900	Jan	18	10:00	...	...	...	...	...	...
1900	Jan	19	10:00	...	...	...	...	...	...
1900	Jan	20	10:00	...	...	...	...	...	...
1900	Jan	21	10:00	...	...	...	...	...	...
1900	Jan	22	10:00	...	...	...	...	...	...
1900	Jan	23	10:00	...	...	...	...	...	...
1900	Jan	24	10:00	...	...	...	...	...	...
1900	Jan	25	10:00	...	...	...	...	...	...
1900	Jan	26	10:00	...	...	...	...	...	...
1900	Jan	27	10:00	...	...	...	...	...	...
1900	Jan	28	10:00	...	...	...	...	...	...
1900	Jan	29	10:00	...	...	...	...	...	...
1900	Jan	30	10:00	...	...	...	...	...	...
1900	Jan	31	10:00	...	...	...	...	...	...

STATE OF TEXAS

...

## OVER KLEURSTELSLS,

DOOR

F. C. DONDERS.

---

Wij hebben te onderscheiden tusschen het normale kleurstelsel, — het stelsel der vrouwen en van 96% der mannen, en de abnormale, de stelsels der zoogenoemde kleurblinden.

Schreef ik voor kleurblinden, ik zou beginnen met de verklaring van hun eigen stelsel en daarbij het voordeel hebben, van het eenvoudige tot het samengestelde op te klimmen. Tegenover normaal-zienden, moet ik het eerst over het normale handelen, waarbij ik mij op hunne eigene gewaarwordingen beroepen kan. Bij de ontwikkeling hiervan zal ik de feiten, die tot kleurblindheid betrekking hebben, geheel ter zijde laten, om daarna de stelsels der kleurblinden ook zelfstandig te behandelen. Zoodoende beschouwen wij beide eerst bij hun eigen licht. En het moge dan later blijken, of en in hoever ze met elkander in verband staan en elkander wederkeerig kunnen ophelderen.

Bij de behandeling zal ik den historischen weg volgen, waartoe het onderwerp zich bij uitstek leent. Wij hebben slechts het werk van eenige groote of schrandere

mannen te vergelijken en te verbinden, om daaruit een klaar beeld onzer kennis zich te zien ontwikkelen. Bovendien kan een historische behandeling dienstig zijn, om tegenover de theorie van Hering, die op revolutionaire wijze met het verledene breekt, tot eenige bedachtzaamheid te manen.

Van onderzoekingen, door mij zelven of onder mijn oog volbracht, worden niet veel meer dan de resultaten medegedeeld: de bijzonderheden dienaangaande zullen achtereenvolgens worden bekend gemaakt.

#### I. HET NORMALE STELSEL.

Buiten wit en zwart, met hunne grijze overgangstonen, onderscheidt het normale oog een groote verscheidenheid van kleuren, overgangskleuren en tinten, in hare verschillende graden van veradziging en lichtsterkte. Gezamenlijk vormen zij een gesloten reeks en laten, in een bepaalde orde, zich tot een kring vereenigen. Van groen uitgaande, komt men door geel naar rood, door blauw naar violet, en door de purper-tonen bieden rood en blauw elkander de hand.

Chevreul 1) ging, bij het ontwerpen van zijn kleuren-cirkel, van drie hoofdkleuren uit, *rood*, *geel* en *blauw*, die hij op gelijke afstanden (van 120 graden) van elkander plaatste, en kende aan elk van deze een gelijk aantal (24) tinten toe. Het gevolg nu was, dat de verschillen tusschen twee aan elkander grenzende tinten zeer uiteenliepen en dat de complementaire op sommige plaatsen zeer schuins tegenover elkander stonden.

---

1) Cercles chromatiques. Paris 1861. Verg. ook zijne verhandeling in de Mémoires de l'Acad. des Sciences. T. XXXIII. 1861.



Een andere weg scheen een beter resultaat te beloven. Ik zocht de meest frissche tinten uit van rood, oranje, geel, groen, blauw en purper en maakte door vermen-  
ging of dekking (met lakverw) de overgangstinten, zuiver empirisch, als de kleinste even merkbare verschillen. Zodoende verkreeg ik er een honderdtal. En toen ze, als korte strooken, straalsgewijs, op gelijke onderlinge afstanden op een cirkellijn vereenigd werden, was het merkwaardig resultaat bereikt, dat, bij gelijke verschillen tusschen de aan elkander grenzende tinten, de complementaire ook overal genoegzaam diametraal tegenover elkander stonden. Een kleine afwijking in dien zin, dat de weg tusschen twee complementaire door de blauwe iets korter was dan door de gele, kon haar verklaring vinden in de mindere lichtsterkte en de moeilijker menging der eerste.

In zijn *Trattato della Pittura* (1519) wijdt Lionardo da Vinci twee hoofdstukken aan de *enkelvoudige kleuren*. In het eerste (CXXI) vinden wij den schilder in zijn werkplaats, de kleuren mengende, in het tweede (CLXI) den physioloog of wijsgeer, die zich van zijn gewaarwordingen rekenschap geeft. En hier wijst hij vier kleuren als de enkelvoudige aan: het rood, het geel, het groen en het blauw. Dezelfde kleuren treden bij Götthe op den voorgrond waar hij handelt over nomenclatuur, dus, merkwaardig genoeg, waar alléén de gewaarwording beslissend is: — overal elders is hij, als ieder ander, bevangen door het resultaat, dat drie kleurstoffen, een roode, een gele en een blauwe, voldoende zijn, om alle kleuren samen te stellen. De genoemde vier ook zijn het, die Aubert 1) de *Principale* noemt, en die Mach 2) en

1) Physiologie der Netzhaut. p. 186. Breslau. 1865.

2) Sitzungsberichte. der K.-Akad. der Wiss. B. LII. 1865.

Hering 1) met bijzonderen nadruk tot enkelvoudige stempelen.

Geen beter middel dan de kleurcirkel, om zich te overtuigen, dat inderdaad vier kleuren den naam van enkelvoudige verdienen, rood, geel, groen en blauw, — en geene andere. Van rood naar geel gaande, ziet men in alle tinten rood en geel, van groen naar geel gaande, in alle tinten groen en geel, om, van beide zijden, op hetzelfde geel te stuiten, waarin noch rood noch groen te zien is. En dezelfde proef neemt men, met gelijk gevolg, ten aanzien van rood, groen en blauw. Ook wijzen verreweg de meesten, bij onbevungen onderzoek, dezelfde vier tinten als de enkelvoudige aan, — velen ook dezelfde roode, van welke kleur overigens, zooals Göthe te recht opmerkt, de zuivere tint niet zoo zeker te bepalen is. Dat men bij dit onderzoek den invloed van contrast en van nabeelden zorgvuldig moet vermijden, ligt voor de hand: bij iedere vergelijking mogen alvast slechts twee of drie strooken zichtbaar zijn.

De honderd goed onderscheidbare tinten van mijn cirkel zijn zoo frisch en krachtig, als ze uit olievrwen te verkrijgen waren. Van ieder dier tinten kan men nu het aantal onderscheidbare verzadigings-tonen (mengsels met wit), en van iederen verzadigingstoon dat der onderscheidbare graden van lichtsterkte (mengsels met zwart) bepalen. Maar hoe groot het aantal voor onderscheiding vatbare indrukken is, kan men daaruit niet door eenvoudige multiplicatie vinden. Met het afnemen der verzadiging vermindert, namelijk, het aantal voor onderscheiding vatbare tinten, en met het afnemen der verlichting dat der verza-

1) Zur Lehre vom Lichtsinne. Wien 1873. S. 107. Sitzungsber. 15 Mai 1874

digingstonen. Die vermindering in aanmerking nemende, zooals bijzondere combinaties op de draaischijf ze leerde schatten, kwam ik op vijf, hoogstens zes duizend, een cijfer, dat ver achter staat bij de 30000, waartoe, zooals ik bij John Herschel las, de mozaïek-arbeiders van het Vaticaan zouden zijn opgeklommen. Voor een deel moge de helderheid van den Italiaanschen hemel het verschil verklaren.

Het stelsel onzer kleursensaties, waarvan ik hier een overzicht gaf, zou, met een meer vaste en stelselmatige nomenclatuur, aan alle behoeften der maatschappij, aan die der kunst en der industrie voldoen. Maar de physiologie verlangt meer. Zij stelt zich niet tevreden met een bloote onderscheiding der sensaties. Zij wil ook het verband kennen tusschen de sensaties en de lichtbeweging, waarvan ze afhangen. Zij spoort de processen na, door die beweging in het netvlies opgewekt, en tracht deze tot in het centraal-orgaan te volgen, om zodoende, wanneer ook niet van de sensaties zelve, van de verscheidenheid der sensaties rekenschap te geven. Zooveel verlangt zij van eene theorie der kleursensaties!

Newton's groote ontdekking betreft het verband, — hij noemt het „strict and very precise” — tusschen de breekbaarheid van het licht en de opgewekte gewaarwording. Welke gewaarwording aan licht van iedere breekbaarheid beantwoordt, wees het spectrum onmiddellijk aan. Ook het ontstaan der gewaarwording van wit uit samenwerking van al de spectraalkleuren lag in de ontdekking opgesloten. Maar de indruk van mengsels van verschillende breekbaarheid, in verschillende verhouding, moest nog worden onderzocht.

Newton hield er zich meê bezig, maar wijdde daar-



aan toch geen bijzondere zorg. Zijn beroemde kleuren-cirkel 1), met de geniale toepassing der zwaartepunt-con-structie, was veelmeer de vrucht van bespiegeling dan van waarneming en kon dan ook den toets van deze niet doorstaan.

Newton's onderzoek bepaalde zich tot het consta-teeren, dat, bij vermenging van twee primaire kleuren, de intermediaire te voorschijn treedt, mits ze niet te ver uit elkander liggen: geel en blauw zouden nog groen vormen, oranje en indigo niet meer. En voorts komt hij bij herhaling terug op de vraag, door Huy-gheens na zijn eerste mededeeling reeds opgeworpen, of twee primaire kleuren voldoende zijn, om wit te vormen. Hij acht het niet onmogelijk, toch niet waarschijnlijk: tot een beslissing komt hij niet 2). Zijn kleurcirkel onderstelt het. Het middelpunt vertegenwoordigt wit, en wit zou dus moeten ontstaan, als hier het zwaartepunt ligt van tegenover elkander staande kleuren. Maar juist bij het verklaren van zijn cirkel erkent hij, dat het hem nooit mocht gelukken, uit twee spectrale kleuren een volkomen wit te vormen, slechts „some faint anonymous colour.” En elders 3) verhaalt hij van zijn proeven, maar her-innert zich niet alle omstandigheden, en meent nu anderen de herhaling er van te mogen aanbevelen.

Men heeft zich niet gehaast, aan die opdracht te voldoen.

Eerst in 1852 overtuigde zich Helmholtz 4), dat spectraal geel en indigo zich tot wit verbinden, en vond, gebruik makende van een methode van Foucault, ook

1) Opticks, 2. ed. 1718, p. 134. Pl. III. fig. 11.

2) Verg. Philos. Transactions. VIII. 1673. p. 6089.

3) Philos. Transactions. Ib. p. 6110.

4) Annalen der Physik und Chemie. LXXXVI. S. 54. en XCIV. S. 1.



weldra hetzelfde voor rood en blauwgroen en voor geelgroen en violet, zoodat alleen het zuivere groen zonder complement in het spectrum overbleef. Wel is waar, was Christian Ernst Wünsch 1) reeds in 1790 — altijd nog een eeuw na de opdracht van Newton — tot hetzelfde resultaat gekomen; maar het is de vraag, of Wünsch zich even strenge eischen had gesteld en of hij meer verkregen had dan „some faint anonymous colour.” — Wünsch had ook reeds oplettend gemaakt op het verschil in uitkomst bij vermenging van kleurstoffen en van lichtsoorten en getracht daarvan rekenschap te geven. Maar het was Helmholtz voorbehouden de ware verklaring daarvan te vinden. Zij was van wijde strekking. Toen eenmaal bewezen was, dat het uit geel en blauw ontstaande groen oorspronkelijk in de stoffen aanwezig was en niet door additie maar door subtractie van geel en blauw te voorschijn kwam, was de schijngrond vervallen, waarop men groen tot de samengestelde kleuren had gerekend: de schijngrond, zeg ik; want — niet de soort van licht, maar de gewaarwording had als criterium moeten gelden van *enkelvoudig*.

Dit vergete men niet, wanneer men het geel, op zijn beurt, uit de rij der enkelvoudige kleuren zou willen verbannen, omdat het uit twee *fundamenteele* kleuren wordt gevormd. Tot deze voert ons nu de theorie van Young.

Van de wijze, waarop het licht inwerkt op het netvlies, maakte Newton zich reeds een voorstelling. Overal, zegt hij, waar lichtstralen vaste brekende vlakken

---

1) Versuche und Beobachtungen über die Farben des Lichtes. Leipzig 1792.

treffen, wekken zij trillingen op in den aether 1). De uitbreiding der gezichtszenuw is een dergelijk brekend vlak, en ook hier moeten dus die trillingen ontstaan. En van hier zouden zij, langs de „aqueous pores or crystalline pith of the capillamenta” loopende, door de gezichtszenuwen het sensorium bereiken, om er, naar gelang harer grootte en samenstelling, verschillende kleuren op te wekken.

Moeten het, zoo vraagt hij later 2), wijzende op de nawerking van het licht, geen vibraties zijn, die door de vaste fibrillen kunnen worden overgebracht?

Aan deze vraag sluiten zich de beschouwingen van Thomas Young. 3) „Zijn het trillingen”, zegt hij, „veeleer dan golven,” en hij acht dit op den door Newton aangevoerden grond waarschijnlijk, „dan is het de aard „der stof, die de snelheid dier trillingen bepaalt. En „daar het schier ondenkbaar is” zoo redeneert hij verder, „dat ieder punt van het netvlies een oneindig aantal „deeltjes zou bevatten, in staat, om met iedere mogelijke „golfbeweging in volkomen overeenstemming te trillen, „zoo zijn wij genoodzaakt, er ons een beperkt aantal te „denken, bijv. drie voor de drie hoofdkleuren, en verder „aan te nemen, dat die deeltjes ook meer of minder „worden in trilling gebracht door niet volkomen corres- „pondeerende golven. — En nu moge iedere gevoelige „vezel uit drie gedeelten bestaan, één voor iedere „hoofdkleur.”

Aanvankelijk (1801) bepaalde Young die kleuren

1) Birch's History of the Royal Society. III. p. 262. London 1718. 2e edition. Verg. Opticks. Quaestio 13.

2) Quaestiones 14 en 16.

3) Philosophical Transactions. 1802. Read 12 Nov. 1801.

niet: „een beperkt aantal”, zegt hij, *bij voorbeeld* drie voor de drie hoofdkleuren: Young verkeerde toen nog in de meening, dat spectraal geel en blauw groen vormen. Maar later (1802), na Wollaston's beschrijving van het spectrum, geeft hij de voorkeur aan rood, groen en violet, en in zijne Lectures (1807), waar hij zijn theorie iets meer blootlegt, houdt hij zich daaraan op experimenteele gronden. „Het staat vast” zoo lezen wij hier „dat de volmaakte sensaties van geel en van blauw worden „voortgebracht, resp., door mengsels van rood en groen „en van groen en violet licht, en er is grond om te „onderstellen, dat zij altijd uit die gemengde werking „ontstaan.” Rood, groen en violet zijn daarom fundamenteele kleuren, geel, blauw en purper de tusschenkleuren en *wit* beschouwt hij als gevormd uit rood, groen en violet, enkel en alléén.

Blijkbaar zoekt Young het *criterium der fundamenteele kleuren* dáárin, dat ze, in haar grootste saturatie, slechts uit homogeen, niet uit gemengd licht te verkrijgen zijn.

Drie trillings-vormen in drieërlei zenuw-uiteinden, langs drie vezelen naar de hersenen geleid en daar drie processen wekkende, met corresponderende fundamenteele kleuren, rood, groen en violet, en, door combinatie van deze, alle verdere kleuren, benevens wit: ziedaar de kern der theorie van Young!

Reeds 10 jaren vroeger was Wünsch, van wien ik boven gewaagde, ook tot het resultaat gekomen, dat rood, groen en violet de éénige kleuren van het spectrum zijn, die zich niet uit andere laten vormen, en onderscheidde ze als de hoofdkleuren. Maar, met miskennis van Newton's „*gelijke breekbaarheid, gelijke kleur*”, zocht hij, op Brewster's leer vooruitlopende, den grond van het



kleurverschil in drie lichtsoorten, niet in drie sensatievormen: tot het begrip van physiologische energieën was hij niet opgeklimmen.

En juist hierin ligt het essentiële der theorie van Young. Aan de beschouwingen van John Herschel 1), al hield hij zich aan het traditioneele rood, geel en blauw, ligt hetzelfde beginsel ten gronde. Maar overigens citeerde men de namen der fundamenteele kleuren van Young, zonder te vermoeden, wat er in lag opgesloten. Eerst door Helmholtz en Maxwell kwam de theorie tot haar recht.

Helmholtz 2) zag onmiddellijk in, dat met het begrip der kleuren, als „Grund-qualitäten der Empfindung” eene physiologische basis verkregen was. Had hij aanvankelijk nog eenigen twijfel, of drie fundamenteele kleuren toereikend waren, spoedig omhelsde hij de theorie, zonder voorbehoud, en legde ze in zijne physiologische Optik aan de verklaring door verschijnselen ten gronde. Zijnerzijds had Maxwell 3) een even grondig als bondig overzicht gegeven van de Youngsche theorie, waarmede hij zich in allen deele vereenigde, en bouwde daarop voort in zijne verdere onderzoekingen 4). Beide houden zich aan de fundamenteele kleuren van Young, maar voegen er de opmerking bij, dat men ook ieder ander drietal zou kunnen kiezen, die te zamen wit vormen. Bepaalde aanwijzing verwachtten zij toen alleen van de bij gebrekkig

1) Verg. zijn belangrijken brief aan Dalton van 20 Mei 1833, in Henry. *Memoirs of the life and scientific researches of John Dalton*. London 1854.

2) *Ann. der Physik*. 1852. B. LXXXVII S. 49.

3) In George Wilson. *Researches on Colourblindness*. Edinb. 1855. p. 153.

4) *Transactions of the R. Society of Edinburgh*. 1854. p. 275.



kleurenzien ontbrekende kleur, en beide vonden, als zoodanig, in een van de vormen dier anomalie, alvast een rood, dat eenigszins naar purper overhelt: de beide andere kleuren, zegt Helmholtz, kunnen dan weinig van de door Young gekozenen afwijken. Tevens toetste Maxwell de zwaartepunt-constructie van Newton door aequaties op de draaischijf en gaf het voornemen te kennen dezelfde constructie toe te passen op de spectraalkleuren, waaraan hij in 1860 gevolg gaf. 1)

Plan en uitvoering van dit onderzoek schijnen even onberispelijk. Van langs drie spleten ingevallen licht ontvangt hij uit hetzelfde prisma drie kleuren in het oog en regelt de spleten telkens zoo, dat zij een wit vormen, gelijk staande met een daarnaast gezien wit, uit dezelfde lichtbron afkomstig (een door de zon beschenen wit vlak), door een spiegel teruggekaatst. Natuurlijk vormen die drietallen, allen gelijk aan hetzelfde wit, nu ook onderling vergelijkingen, en uit deze leidt Maxwell af, dat alle spectrale kleuren gevormd worden uit spectraal rood (eenigszins naar het oranje overhellende), uit groen ( $E \frac{1}{4} F$ ) en uit blauw, en dat deze dus als de fundamenteele sensaties moeten gelden. Spectraal oranje en geel zouden volkomen gelijk staan met mengsels van het fundamenteele rood en groen. Evenzoo de kleuren tusschen groen en blauw met mengsels van deze beide. En waarschijnlijk zou het uiterste spectrale rood uit het fundamenteele rood met wat blauw, en zouden indigo en violet uit het fundamenteele blauw met wat rood ontstaan.

Het criterium der fundamenteele kleuren is voor Maxwell, zooals wij zien, hetzelfde als voor Young.

---

1) Philos. Transactions of the Royal Society of London. Vol. CL. p. 57.

Op grond dier uitkomsten meende ook Helmholtz het violet, als fundamenteele kleur, voor het blauw te moeten prijs geven, maar zou toch nog gaarne opzettelijk nader onderzocht zien, of men uit geelachtig groen en rood werkelijk volkomen spectraal geel, en uit het uiterste rood en indigo volkomen spectraal violet kan samenstellen (Physiol. Optik. S. 845).

Een dergelijk onderzoek nu werd, een paar jaren later, onder zijn leiding door J. J. Mueller 1) volbracht.

Tot dusverre was, naar Newton's onderstelling, algemeen aangenomen, dat, bij vermenging van lichtsoorten, de resulterende kleur altijd bleeker was dan de spectrale, en Helmholtz had daaraan vastgehouden, hoezeer in de resultaten van zijn onderzoek (l. c.) wel grond tot twijfel lag. Mueller's uitkomsten nu waren, evenals die van Maxwell, met die onderstelling in tegenspraak. Mueller constateerde, dat, te beginnen van *b* (geelachtig groen) tot het uiterste rood, en te beginnen van *H'* (blauwachtig groen) tot het uiterste violet, uit alle mengsels de tusschenkleur in volkomen saturatie te voorschijn kwam. Alléén wanneer het groen (tusschen *b* en *H'*) er in betrokken was, moest de sensatie der resulterende kleur voor die der spectrale onderdoen.

In zooverre stemt dit resultaat met het door Maxwell verkregene, dat, binnen zekere grenzen van het spectrum, het mengsel van twee kleuren met de spectrale gelijk staat. Maar die grenzen zijn bij beide zeer verschillend. Juist ten aanzien der mengsels, die Helmholtz wenschte onderzocht te zien, vindt Mueller het tegendeel van Maxwell. Uit rood en groen is geen spectraal geel te maken, uit rood en indigo geen spectraal violet. Dat

1) Archiv f. Ophthalmologie. 1869. B. XV. 2. p. 208.

ook uit Maxwell's fundamenteel rood en blauw het uiterste spectrale rood niet is samen te stellen, ligt in de uitkomsten van Mueller evenzeer opgesloten.

Bijzondere zorg wijdde Mueller aan de beantwoording der vraag, of, uit rood en blauw, indigo en violet zijn samen te stellen, zooals Maxwell uit zijn vergelijkingen had afgeleid. Nooit gelukte het hem, daaruit ook maar bij benadering het spectrale indigo te verkrijgen. Ten aanzien van violet kon er twijfel rijzen. Verschil in helderheid scheen compenseerend te kunnen werken. Maar zorgde men, dat deze zoo gelijk mogelijk was, dan kwam toch verschil in saturatie aan den dag. Neemt men daarbij in aanmerking, dat het violet door de bekende fluorescentie van het netvlies veel meer verbleekt dan het blauw, dan mag men *a fortiori* besluiten, dat het mengsel van blauw met rood voor de directe werking van het violette licht onderdoet: Maxwell's uitkomsten zouden, door de fluorescentie in rekening te brengen, zich ook wel in dien zin kunnen wijzigen.

Helmholtz nu, al scheen hij nog te weifelen 1), telde het violet thans ook weder tot de fundamenteele kleuren. Ik geloof, dat die terugkeer alleszins gewettigd is. Vooral bij matige lichtsterkte doet het gemengde violette licht, afgezien van zijn mindere fluorescentie, reeds onmiskenbaar voor het spectrale onder.

Maar bovendien, — brengen de uiterste kleuren van het spectrum niet noodzakelijk het karakter van het fundamenteele mede?

Het licht vermag tweeërlei: of het produceert che-

---

1) Populäre wissenschaftliche Vorträge. 2tes Heft. 1871. Noot op bl. 47.



misch arbeidsvermogen en levert daarvan slechts zijn aequivalent; òf het brengt een molecule in beweging en geeft daarmee den aanstoot tot een proces, waarbij een quantum chemisch arbeidsvermogen wordt omgezet, dat in geen verhouding staat tot dat van het licht. Van dien aard moet de invloed van het licht in het netvlies zijn. Is er een bewijs noodig, dan vindt men het in de stroomen, die men, na een voorbijgaande zwakke inwerking van licht, ook van het geïsoleerde netvlies kan afleiden (Holmgren). Alles duidt aan, dat in de buitenste laag van het netvlies de oorsprong ligt van het proces, dat, gewijzigd naar den aard der substantie, die het op zijn weg ontmoet, zich tot in het centraal-orgaan voortplant. In die buitenste laag hebben wij de gevoelige moleculen te zoeken. En van die moleculen hebben we ons, conform aan de drie energieën, drie soorten te denken, — niet onder elkander gemengd, maar aan bijzondere morphologische elementen gebonden 1), die hare eigene geleidende vezelen hebben.

Tot aan de grens nu van het rood brengen de golven geen licht-effect voort, hoegenaamd. Opslorping van alle stralen tot aan die grens is niet aannemelijk 2). Laat zich nu verwachten, dat, bij een en dezelfde golflengte, de drie soorten van moleculen trillingen aannemen, — trillingen, waarvan de intensiteiten, getuige de ligging der maxima, voor elk der drie soorten andere functies zijn van de golflengten? Zoowel uit een genetisch als

1) Een grond hiervoor leveren de met gekleurde kogels voorziene netvlieskegels, waaromtrent eerlang een onderzoek door Dr. Waelchli zal worden gepubliceerd.

2) Verg. Fick, in Hermann's Handbuch der Physiologie. B. III. S. 178.



uit een chemisch gezichtspunt ware het een raadsel. Over een vrij groote uitgestrektheid behoudt het uiterste rood dan ook onveranderd zijn kleur: en eerst waar die kennelijk verandert, kan van een bijkomende energie, waar de saturatie ook sterker afneemt, van de samenwerking der drie energieën sprake zijn. Daarin ligt opgesloten, dat het uiterste rood een der fundamenteele kleuren vertegenwoordigt.

En wat voor het rood geldt moet op het violet van toepassing zijn. Heeft het ultraviolet niet meer de karakteristieke kleur van violet, zoo is dit uit de bijkomende fluorescentie te verklaren. Bij matige intensiteit is in het fluoresceerende licht nog geen rood te zien: het is dus groenachtig. En dit groenachtige licht, gevoegd bij het violet, brengt, zooals *Helmholtz* reeds dit opmerken, de grauwe lavendel-toon voort, waarin zich het ultraviolette licht pleegt te vertoonen.

Zijn nu rood en violet twee der fundamenteele kleuren dan kan alléén groen de derde zijn. Immers groen kan niet uit een der overige kleuren met rood of violet gevormd worden: het is dus noodzakelijk. En uit groen alléén kunnen, met violet en rood, afzonderlijk, al de overige gevormd worden; het is dus voldoende. Wel is waar, zijn het gevormde blauw en geel niet zoo verzadigd als de spectrale, en *Helmholtz* onderstelde daarom aanvankelijk, dat drie fundamenteele sensaties niet toereikend zouden zijn; maar het verklaart zich eenvoudig dááruit, dat in die mengsels het groen meer violet en meer rood medebrengt dan in het spectrale geel en blauw resp. de violette en roode energie werkzaam zijn.

Maar wordt het argument voor de keuze der uiterste kleuren, als fundamenteele, niet door andere verschijnselen weersproken?

Maxwell en Helmholtz nemen, beide op dezelfde gronden, aan, dat de drie energieën door 't geheele spectrum werkzaam zijn. Daarvan zou het toenemen in verzadiging der spectraal-kleuren, na afstomping door de complementaire, daarvan zouden de wijzigingen van tint en saturatie bij groote intensiteit der spectrale kleuren afhankelijk zijn.

Wat den invloed der *afstomping door de complementaire* betreft, kan ik de proeven van Helmholtz 1) bevestigen. Voor het groen, en voorts zoover naar beide zijden de drie energieën kennelijk in 't spel zijn, alsmede voor violet, waarop de fluorescentie haren invloed doet gelden, was dit resultaat te wachten. Maar het geldt ook voor het uiterste rood. De proeven eischen groote zorg. Het rood moet zuiver homogeen zijn, en aan het complementaire groen moet een grijs grenzen van gelijke lichtsterkte: grenst daaraan zwart, dan ziet men het daarop reageerende rood helderder, grenst daaraan wit, zoo is het donkerder dan het op blauwgroen reageerende, en dat verschil in helderheid heeft invloed op het oordeel over saturatie. Doch, ik erken, — bij alle voorzorgen is ook het rood meer gesatureerd. Voorts werd het duidelijk purperachtig bij reactie op geelgroen. Maar bewijst dit nu, dat het bedoelde rood de drie energieën in het netvlies wekt? Het komt mij voor, dat Helmholtz het eigen licht te laag heeft aangeslagen. Men sluite de oogen na de inwerking van het blauwgroen, en men zal een krachtig rood naast het grijs zien te voorschijn komen. Bij reageerend rood licht, moet dit rood door het eigen rood volkomener, door het eigen grijs bleeker worden, — een dubbele grond voor verschil. En is dit ter verklaring niet toereikend, dan is er

1) Physiologische Optik. S. 370.

meer grond, als oorzaak der onvolkomen saturatie, een uitbreiding van het proces in het centraal-orgaan dan in de peripherie te zoeken.

Ook in de *verminderde saturatie* der kleuren bij toenemende intensiteit is geen bezwaar tegen mijne voorstelling. Voor het groen en de aangrenzende kleuren, alsmede voor het violet, waarmede de drie peripherische processen gemeoid zijn, geldt zeker de door Helmholtz en Maxwell bedoelde verklaring: dat bij toenemende intensiteit het domineerende proces niet geëvenredigd aan de beide anderen stijgen kan. Maar een tweeden factor hebben wij in 't centraal-orgaan te zoeken, die ook voor het rood in aanmerking komt. De fundamenteele kleuren zijn geen enkelvoudige. Violet is uit de sensaties van blauw en rood samengesteld, het spectrale rood uit die van rood en geel: in het rood, dat helder genoeg is om voor de proef te dienen (tusschen B en C), is ommiskenaar geel aanwezig. Bij toenemende lichtsterkte nu moet de zwakkere kleur, het geel, meer op den voorgrond treden, en wat wij zien is: dat het spectrale rood daarbij meer tot geel overhelt, waarin het bleeker worden ligt opgesloten.

Wij hebben voorts in aanmerking te nemen, dat iedere kleur, terwijl ze zich zelve uitput en de complementaire te voorschijn roept, bij haar optreden al dadelijk begint te verbleeken, des te sneller, hoe grooter haar lichtsterkte, zoodat wij een heldere kleur eigenlijk nooit een merkbaaren tijd bij hare volle saturatie waarnemen.

Wat eindelijk de *kleursverandering* betreft, die bij zeer hooge intensiteit het spectrale rood ondergaat, ook daarvan is in het even gezegde reeds rekenschap gegeven.

Er is dus geen grond, om aan te nemen, dat in dat



uiterste rood en violet meer dan één energie zou werkzaam zijn: en dat naast die beide, als derde fundamenteele kleur, alléén groen kan in aanmerking komen, hebben wij boven gezien.

Tot gelijk resultaat voerden de onderzoekingen van Von Kries 1) en van Diro Kitao 2), die door de theorie van Hering werden uitgelokt. Ik moet mij hier bepalen, met er op te wijzen, omdat de daarbij gevolgde methoden en zelfs het beginsel der methoden te ingewikkeld zijn, om in korte woorden te worden verklaard. Ook van de laatste onderzoekingen van Bruecke 3), den veteraan op dit gebied, van wien wij allen zooveel mochten leeren, is het resultaat slechts in zooverre afwijkend, als hij, met Exner, geneigd is, niet het uiterste, maar een meer blauwachtig violet onder de fundamenteele kleuren op te nemen.

De juiste golfengte van het fundamenteele groen is moeilijk te bepalen. Mueller onderstelt, dat met het groen, waardoor, bij vermenging, de saturatie van rood en van violet gelijkelijk lijden, het fundamenteele zou gevonden zijn. Die onderstelling komt mij alleszins juist voor. Maar Müller erkent zelf, dat de bepaling niet nauwkeurig geschieden kan. Bij benadering vond hij  $\lambda = 0.5063$  mikron. Naar geheel andere methoden kwa-

1) Beitrag zur Physiologie der Gesichtsempfindungen, in Archiv f. Anat. und Physiol. 1878, p. 503.

2) Zur Farbenlehre. Berlin 1878. Proeven met het *leucoscop* van Helmholtz: Zie verslag van Von Kries in Beiblätter zu d. Ann. der Physik u. Chemie. Bd. IV. p. 51.

3) Ueber einige Empfindungen im Gebiete der Sehnerven. Sitzungsberichte, 28 Februar 1878. Ueber einige Consequenzen der Young-Helmholtz'schen Theorie. Sitzungsberichte 3 Juli 1879.



men én Bruecke én von Kries tot nagenoeg hetzelfde resultaat.

Opmerkelijk is het, dat in het interferentie-spectrum rood, groen en violet zoo sterk in het oog springen. Op den eersten aanblik ziet men alléén deze drie. De grond is blijkbaar deze, dat ze hier over een betrekkelijk groote breedte zoo goed als onveranderd stand houden, om door smalle strooken van overgangskleuren, bovendien minder gesatureerd dan de fundamenteele, in elkander over te gaan 1). Wel beschouwd, ligt daarin reeds een aanwijzing van haar fundamenteel karakter. In het interferentie-spectrum komt, in vergelijking met het dioptrische, de tegenstelling zooveel duidelijker uit, omdat dáárin de drie fundamenteele ongeveer gelijke breedte beslaan, het geel door het groen in lichtsterkte wordt overtroffen en het violet, bij zijn sterk inkrimpen, aan lichtsterkte veel gewonnen heeft.

Wij hebben enkelvoudige en fundamenteele kleuren onderscheiden en hebben thans nog nader te onderzoeken, in welk verband ze tot elkander staan.

De eenvoudige kleuren leerden wij kennen, door enkel onze sensaties te raadplegen. Zodoende kwamen wij tot rood, geel, groen en blauw.

In ieder psycho-physisch proces heeft men, zoolang van dergelijke processen sprake was, zoo niet éénheid, absolute correspondentie van het psychisch en physisch element aangenomen. Voor Fechner zijn zij als de holle en de bolle zijde derzelfde kromme lijn. Wij postuleeren daarom, evenals Mach en Hering, vier

1) Verg. Mandelstamm, in Archiv f. Ophthalm. Bd. XII S. 406.

correspondeerende specifieke processen, die der sensaties van wit en zwart niet medegerekend.

Het ligt voor de hand, den zetel dier processen te zoeken in de gezichts-sphaeren der grijze stof, waarin, naar de belangrijke ontdekking van Munk, de percipiërende laag van het netvlies punt voor punt vertegenwoordigd is en hare processen zich dus in hetzelfde plaats-verband afspiegelen. Al aanstonds moet ik echter wijzen op een essentiëel verschil. In de percipiërende laag verbonden wij de verschillende processen aan verschillende vormen. Wij hadden daarvoor directe gronden. Bovendien zou meer dan één proces in denzelfden vorm meer dan één geleidingsproces in de correspondeerende vezel hebben ondersteld, waartegen de physiologie haar *veto* wenscht te handhaven. Maar op het direct psycho-physisch gebied der gezichts-sphaeren belet niets, meer dan een proces aan denzelfden vorm te verbinden. Veeleer dringen ons daartoe de verschijnselen. Uit de samenwerking van twee kleuren kan een derde voortkomen, waarin geen van beide te zien is, bijv. geel, uit rood en groen, en, in overeenstemming daarmede, moet uit de twee processen een derde proces *sui generis* geboren worden. Blijkbaar kan dit alléén geschieden ter plaatse waar de beide processen werkzaam zijn, in dezelfde stof, in denzelfden vorm. En de analogie noopt ons, de verbinding van twee processen, welke correspondeerende sensaties niet versmelten, maar, zooals bijv. rood en geel, in de samengestelde kleur zichtbaar blijven, ook aan dezelfde vormen te verbinden. Overigens ligt in de combinatie van de kleur-indrukken der beide oogen het bewijs, dat ze in het centrum kan plaats hebben.

Aan de sensaties, in verband met de voorwaarden van haar ontstaan, ontleenen wij verder onze voorstellingen

omtrent de psycho-physische processen en hun onderling verband.

Evenals de levensprocessen in het algemeen 1), kunnen zij als niet omkeerbare dissociatie-processen worden beschouwd. Aan de sensatie van wit is de volledige dissociatie der moleculen verbonden, zooals ze onder den invloed der gezamenlijke zonnestrallen geworden is en zich ook wel moest openbaren. Zij mag volledig heeten, omdat de moleculen, uit die dissociaties geboren, voor geen verdere dissociatie vatbaar zijn. Hiervan getuigt, dat, bij matige intensiteit, de sensatie van wit kan aanhouden, zonder van aard te veranderen en zonder tot secundaire sensaties te disponeeren, hetgeen uitsluitend aan de sensatie van wit eigen is. Zelfs kan ze quantitatief geruimen tijd onveranderd blijven, terwijl bij matig licht de voorwaarden zijn vervuld, waaronder verbruik (dissociatie) en wording der moleculen, onder den invloed der voeding, tegen elkander opwegen. Sluit men het licht nu af, dan gaat ze allengs in zwart over, insgelijks zonder wijziging harer qualiteit. Daaronder stijgt het aantal moleculen door overwicht der wording en openbaart zich grootere neiging tot dissociatie. Eindelijk kunnen vorming en verbruik hierbij aan elkander gelijk worden, en wel met reductie van beide tot een minimum: de sensatie nadert dan tot zwart, terwijl volmaakt zwart slechts voorkomt plaatselijk, onder den invloed van contrast. In dien toestand heeft de gevoeligheid haar maximum bereikt en wekt een van 0 stijgende plaatselijke lichtprikkel op éénmaal een duidelijk lichtverschijnsel, dat ook bij verminderd licht nu nog voortduurt, maar bij het

---

1) Verg. Dissociation dans le sang et dans les tissus, in Comptendu des Séances de l'Association Française à Lille, 1874. p. 842.



afsluiten plotseling verdwijnt. Tusschen het meer en minder breekbare licht komt daarbij dit verschil te voorschijn, dat het eerste bij een veel geringere energie sensatie wekt dan het laatste, ze ook meer plotseling doet ontstaan, en dat het wit er in domineert. 1) Alles wijst er op, dat, krachtens den aard der moleculen, die het voortbrengt, aan de neutrale, — tevens totale energie van het orgaan de sensatie van wit eigen is. Van zijne neiging, om die sensatie te ontwikkelen, is hiermee rekenschap gegeven.

De sensaties der enkelvoudige kleuren verbinden wij aan partiëele dissociaties derzelfde moleculen. In tegenstelling der sensatie van wit, die onveranderd aanhoudt, wekken zij de complementaire, die, terstond begonnen, in kracht toeneemt. Het verbleeken der kleur is daarvan het gevolg. Is zij over het geheele gezichtsveld verbreid, dan wordt, in de gewaarwording, de kleur ten slotte bijna onmerkbaar: de sensatie wordt neutraal. De verklaring is deze, dat van de primaire (partiëele) dissociatie moleculen overblijven, welker secundaire dissociatie de complementaire sensatie ontwikkelt. Deze laatsten dissociëren gaandeweg spontaan, ook zonder adaequaten prikkel, maar krijgen toch meer en meer de overhand, zoodat, ten slotte, bij gelijke directe en indirecte dissociatie, een evenwichtstoestand met neutrale sensatie zou intreden. Zoo vindiceert het orgaan zijn complete energie. Valt nu weder wit licht in het oog, dan doet onmiddellijk de complementaire zich krachtiger gelden, totdat met het verdwijnen der secundaire moleculen het evenwicht weer is hersteld.

1) Onze proeven over de gevoeligheid voor stralen van verschillende golflengte, na verblijf in het duister, en over den indruk dier stralen, zullen spoedig worden medegedeeld.



Sommige partiële processen kunnen naast elkander bestaan. Wij zien daarvan het bewijs in de samengestelde kleuren, waarin wij twee enkelvoudige herkennen: geel kan zich én met groen én met rood verbinden; groen met geel en met blauw; blauw met groen en met rood, — te samen vier combinatiën, door welker tusschenkomst de gezamenlijke kleuren een gesloten kring vormen. Die combinaties berusten elk op twee vormen van partiële dissociatie, die naast elkander in dezelfde moleculen voorkomen, omdat ze zich niet tot een totale dissociatie kunnen verbinden. Maar uit groen en rood en uit geel en blauw kan zich geen samengestelde kleur vormen. De oorzaak hiervan zal worden toegelicht bij de beschouwing van het verband tusschen de fundamenteele en de enkelvoudige kleuren, waartoe we thans overgaan.

Fundamenteel noemden wij de kleuren, die enkelvoudige processen in de peripherie vertegenwoordigen. Maar niets belet, dat ze in het centrum een tweeledig proces opwekken en dus samengestelde kleuren zijn. Samengesteld zou het spectrale rood zijn, uit rood en geel, duidelijker het spectrale violet, uit blauw en rood, en wellicht staat ook het fundamenteele groen niet met het enkelvoudige gelijk.

Hoe de primaire fundamenteele zich combineeren tot enkelvoudige, zien wij vooreerst in de opvolgende kleuren van het spectrum.

Het spectrale rood, bestaande uit rood en een spoor van geel (?), wordt, als zoodanig, gewekt door het primaire fundamenteele proces in het netvlies.

Naarmate nu het tweede primaire proces, het fundamenteele groen, zich daarbij voegt, nadert de combinatie tot geel en vindt in het zuivere geel, een enkelvoudig specifiek proces, het evenwicht der beide. Is het iets minder

gesatureerd, zoo bewijst dit alléén, dat de beide energieën, in verband met de neiging tot het vormen van wit, de gevoelige moleculen voor een deel ook in totale dissociatie brengen. Van het rood tot het geel neemt desaturatie voortdurend af, van het groen naar het geel in mindere mate (en ware zelfs het tegendeel mogelijk), omdat het minder gesatureerde groen daarbij allengs meer terugtreedt.

Tusschen het geel en groen krijgt de tweede energie, die van groen, de overhand, om haar zuiverste uitdrukking te vinden waar rood en violet in de evenredigheid voorkomen, om (met groen) wit te vormen, — hier door dit wit alleen getemperd.

Voorbij het groen doet het violet zich meer en meer gelden. In het enkelvoudige, bleeke blauw vinden groen en violet hun evenwicht. Blauw is in de violette energie nog véél duidelijker te zien dan geel in de roode. Door versmelting nu der groene met het rood der violette energie komt het blauw reeds genoegzaam tot zijn recht, en verbleeking kan (als bij het geel) in den van twee energieën uitgaanden aanstoot tot totale dissociatie gegrond zijn. — Aan gene zijde van dit blauw domineert nu allengs de violette energie, om bij de grens van het fundamenteele groen in haar zuivere tint op te treden. Volkomener nog zou daarbij de saturatie zijn, wanneer de fluorescentie, zoowel die der middelstoffen van het oog als die van het netvlies zelf, haar geen afbreuk deed.

Het fundamenteele rood gaat door zwakke medewerking der violette energie in het enkelvoudige rood over. En uit dezelfde energieën worden de purpertinten geboren, die in het spectrum ontbreken en zoowel voor het fundamenteele rood als voor het fundamenteele violet in saturatie onderdoen 1).

---

1) De verschillende kleuren der interferentie-spectra, van twee

Hiermede is een voorstelling gegeven van de wijze, waarop uit de drie energieën de vier enkelvoudige kleuren ontstaan.

In de fundamenteele zagen wij het effect van het licht zijn hoogste specificiteit bereiken, en wel, voor violet althans en wellicht voor rood, als samengestelde kleuren, te gelijk in twee richtingen.

Door samenwerking van twee energieën ontstaan nu de enkelvoudige kleuren, rood, geel en blauw (ook 't enkelvoudige groen, wanneer het niet een der energieën is), — allen reeds bleeker dan de energieën zelve.

En uit de samenwerking der drie, in bepaalde evenredigheid, wordt het kleurlooze neutrale wit geboren.

Overal dus, waar het meer dan eenvoudige combinatie, waar het versmelting is, *trapswijze vereenvoudiging tot volkomen neutraliteit.*

Het verbleeken der kleuren en andere secundaire verschijnselen, bij voortgezette prikkel, verklaarden wij uit het centraal proces in de gezichtssphaeren. In laatste instantie is het zeker hier of nog hooger te zoeken. Intusschen behoeft het nauwelijks gezegd, dat in de peripherische elementen der percipiërende laag de gevolgen van prikkeling, positieve nadering en verminderde prikkelbaarheid, reeds te vinden zijn, en in zoo verre in het centraal-orgaan secundair ontstaan. Maar daarnaast ontwikkelt zich hier een primaire werking, die bij simultaan contrast en licht-inductie op den voor-

---

lichtspleten verkregen, kan men, met uitsluiting zelfs van het witte licht der centrale beelden, in het oog tot dekking brengen, zoowel bij het vrije zien als in het mikroskoop. Methode en resultaten zullen later worden medegedeeld.



grond treedt, en bij successief contrast en nabeelden niet ontbreekt. Daarover wellicht later.

Bezwaren nu heeft, zoover ik kan inzien, de gegeven voorstelling niet. Ook laat zij zich, zooals wij zagen, ongedwongen tot voedings- en dissociatie-processen terugbrengen. Zeker ware het eenvoudiger, wanneer wij de enkelvoudige kleuren als de fundamenteele konden opvatten. Doch ten aanzien van het verband der levensverschijnselen geldt wel nergens het „simplex veri sigillum.” Tot de energieën zijn wij gekomen, door de sensaties te beschouwen in verband met het inwerkende licht. Aan dat licht moeten de processen in het netvlies beantwoorden. Men beproeve hier aan de vier enkelvoudige kleuren vier specifieke processen te verbinden en uit deze de kleuren van het spectrum af te leiden: men zal zich terstond overtuigen, dat onoverkomelijke bezwaren daaraan in den weg treden. Trouwens het betoog der drie energieën was op zich zelf exclusief.

De drie energieën zijn en blijven dan ook de hoeksteen van de kleurtafel, zooals ze door Maxwell, naar het beginsel van Newton, werd ontworpen. En iedere kleur vindt daarop haar plaats, naar de zwaartepunt-constructie. Alléén wordt wat meer nadruk gelegd op het feit, dat het geel, 't welk nagenoeg op de lijn komt te liggen, die het rood en groen verbindt, een eigen kleur is, die wij ons niet zouden kunnen voorstellen er uit geboren te worden, indien wij ze niet zagen. Trouwens, men zou zich bedriegen, indien men meende, dat de plaats op de kleurtafel beslissend was voor de sensatie. Zij wijst, zooals de wijze van constructie leert, alléén aan, dat de lichtprikkel, waarvan de processen van drie gegevene standaard-kleuren afhangen, ook voldoende zijn, en in welke verhouding ze voldoende zijn, om de aan alle



andere kleuren eigene processen voort te brengen: of die processen zich enkel combineeren, dan wel door samenwerking ook nieuwe processen doen ontstaan, daaromtrent onderstelt ze niets, en dus ook niets over de resulterende kleuren, als *sensaties*. Maar het feit is, dat er, behalve wit en zwart, vier enkelvoudige kleuren voorkomen, en dat tusschen deze ook niet meer dan vier overgangskleuren te onderscheiden zijn: en dat is het systeem van sensaties, waarmede wij te rekenen hebben.

Heeft de voorstelling geen bezwaren, in hare algemeenheid ligt een onvolkomenheid, die wij ons niet mogen verheelen. Van specifieke processen weet ze niets te zeggen dan hetgeen, in verband met de sensaties, de voedingsprocessen in het algemeen haar suppediteeren, en de morphologie, die der peripherie niet minder dan die van het centrum, is rijk aan hieroglyphen, zoovele onwraakbare getuigen onzer onwetendheid. Onze voorstelling maakt dan ook geen aanspraak meer te zijn dan een proeve, om de bekende feiten op bevredigende wijze te verbinden en daarmede den weg tot verder onderzoek aan te wijzen.

Daarop grondt zij haar recht van bestaan.

## II. DE ENKELVOUDIGE STELSELS.

Onze kennis der enkelvoudige stelsels begint met John Dalton's beschrijving zijner anomale kleur-sensaties 1).

1) Extraordinary facts relating to the vision of colours: with observations, read Oct. 31, 1794, in Memoirs of the Liter. and Philos. Society of Manchester. V. I. p. 28. 1798. — Overgedrukt in Edinb. Journal of Sciences. Vol. V. 1831. p. 88.

Hij vangt aan met het spectrum.

„Anderen”, zegt hij, „zien in het spectrum zes kleuren: rood, oranje, geel, groen, blauw en violet: ik zie er slechts twee, die ik *geel* en *blauw* zou willen noemen, of hoogstens drie, — geel, blauw, en violet.”

„Mijn *geel*”, zoo gaat hij voort, „omvat het rood, oranje, geel en groen van anderen. Hun rood is voor mij „*little more than a shade or defect of light*”, een lichtschijnsel, gevolgd door oranje, geel en groen, — als een en dezelfde kleur, met regelmatig afnemende verzadiging. — Met het groen”, zegt hij, „vormt dan het *blauw* 1) een sterk contrast; daarentegen *vertoont het violet zich als blauw*, alléén donker en meer verzadigd.”

Daarin ligt opgesloten, dat Dalton in het spectrum slechts twee kleuren zag, *geel* en *blauw*, in verschillende graden van verzadiging, en dat deze elkander in de bleekste tinten ontmoeten.

Hiermede is de anomalie, die men thans gewoon is *roodblindheid* te noemen, juist en volkomen gekarakteriseerd.

Dalton voegt er bij, dat een kaarsvlam, door een prisma gezien, zich vertoont als het daglicht, het roode einde alléén levendiger.

De vergelijkingen van allerlei gekleurde stoffen en voorwerpen, die hij hierop laat volgen, vormen voor wie er in weet te lezen een bijna volledig commentair op zijne waarnemingen van het spectrum.

Minder gelukkig is Dalton bij het zoeken naar den grond der anomalie. Zijne hypothese is: dat de groene en de roode stralen in de vochten van het oog worden

---

1) In het Edinb. journal of Sciences staat hier „*yellow*” in plaats van „*blue*.” Hierdoor is de geheele beschrijving onverstaaubar geworden.

opgeslorpt. Ik acht het bijna boven twijfel verheven, zegt hij, „dat een der middelstoffen van mijn oog gekleurd is, waarschijnlijk het glasvocht.” Hoe hij tot die voorstelling kwam, kan men tusschen de regels lezen. Hij had opgemerkt, dat de kleuren bij kaarslicht veranderen en dat een blauwe vloeistof voor de oogen voldoende is, om ze weer te maken als bij dag. Dit gold, naar hij vernam, even goed voor normaalzienden als voor kleurblinden. En nu acht hij het „hoogst waarschijnlijk,” dat zonlicht en kaarslicht oorspronkelijk van gelijke samenstelling zijn en dáárom alleen verschillen, omdat onze dampkring eigenlijk een blauwe vloeistof is. Welnu: nog een tweede opslorping van gelijken aard in de vochten van het oog en de zonderlinge anomalie is verklaard.

John Herschel bestrijdt die hypothese 1). Merkwaardig is zijn brief 2), aan Dalton gericht na diens antwoord op eenige reeds gedane vragen. Op den voorgrond stelt Herschel, dat alle stralen van 't gewone spectrum ook bij kleurblinden de sensatie van licht te weeg brengen: ik onderstel, dat hij tot die overtuiging was gekomen door het onderzoek van een geval met onverkort spectrum 3). Van opslorping van zekere stralen, zoo schrijft hij, kan dus geen sprake zijn. Een defect in het Sensorium moet de oorzaak wezen. Het normale oog heeft drie primaire sensaties: rood,

1) Zeer begrijpelijk is het, dat Brewster de kleurblindheid in overeenstemming bracht met zijne theorie van drie elkander bedekkende spectra van drie lichtsoorten, voor een van welke het netvlies van Dalton ongevoelig zou zijn.

2) Afgedrukt in *Memoirs of the life and scientific researches of John Dalton* by W. Ch. Henry. London 1844.

3) Zie zijn art. *Light*, in *Metropolitan Encyclop.* 1845. Art. 507.



geel en blauw. Bij u zijn ze tot twee teruggebracht, d. i. tot een „dichromic vision.” Waar deze twee in evenwicht zijn, vormen ze wit, hare negatie is zwart, en haar vermenging, in verschillende proporties, zijn uw samengestelde tonen. Wij kennen uwe twee primaire kleuren overigens even weinig als gij onze drie kent. „Wat ik bedoel”, zoo gaat hij voort, met helder inzicht in de beteekenis der physiologische energieën, „wat ik „bedoel heeft geen betrekking hoegenaamd tot de theorie „van het licht noch tot de samenstelling van het spectrum, die het onderwerp even weinig raken als de vraag „omtrent bitter, zoet en zout in de chemische analyse der „stoffen, die wij proeven, hare oplossing vindt.” 1)

Wat nu Herschel had herkend en betoogd werd bewezen door Maxwell. Met een verbeterde inrichting der draaischijven, had deze zich gemakkelijk kunnen overtuigen, dat voor het normale oog iedere kleur uit drie standaardkleuren kan worden gevormd, en nu vond hij, dat bij zoogenoemde kleurblinden dit door slechts twee kleuren, bijv. geel en blauw, geschieden kan.

Later komt hij tot hetzelfde resultaat bij het vermengen van spectraalkleuren 2). Scherper dan Dalton formuleert Maxwell, dat kleurblinden in het spectrum

---

1) Dalton werd niet overtuigd. Hij bleef bij zijn uitdrukkelijk verlangen, dat ná zijn dood zijn oogen mochten worden onderzocht, en Ramsome, zijn medicus, vond het glasvocht bleek geel, en, voor het oog gehouden, zonder invloed op de kleur van roode en groene voorwerpen. Verg. Henry l. c — Dat opslorping niet in het spel is, leert ons thans reeds bij het leven de oogspiegel, die ons bij roodblinden den fundus oculi met rood spectraal licht in gelijke kleur en lichtsterkte vertoont als bij normaal-zienden.

2) Philosophical Transactions for 1860. Vol. 150, p. 78.



slechts twee kleuren onderscheiden, die elkander met afnemende verzaadiging in een kleurlooze lijn ontmoeten. Het groen E schijnt hun een goed geel, en het blauw  $F \frac{2}{3}$  G een goed blauw. Daarom kiest hij deze als standaard-kleuren. En uit bepaalde hoeveelheden van beide stelt hij alle tonen van 't spectrum samen 1), benevens wit, zooals het in de kleurlooze lijn uit homogeen licht ontstaat.

Maxwell gaat nog een stap verder en onderzoekt, welke sensatie als derde fundamenteele kleur zou moeten toetreden, om het kleurblinde oog aan het normale gelijk te maken: die kleur zou dan een der fundamenteele zijn van het normale oog. Maar getrouw aan mijn voornemen, om de enkelvoudige stelsels buiten alle verband met het normale te behandelen, laat ik die vraag hier in het midden. Genoeg, dat het stelsel der kleurblinden gebleken was dichromatisch te zijn. Noemen ze hunne kleuren geel en blauw, zoo bewijst dit geenszins, dat ze geel en blauw zien als wij, maar alléén, dat in ons geel en blauw hunne kleuren het krachtigst uitkomen. Maxwell en Helmholtz, beide, (vermoedelijk in verband met de onderstelling, dat bij kleurblinden twee der fundamenteele kleuren overblijven) achten het zelfs onwaarschijnlijk, dat de sensatie, die ze geel noemen, met onze gelijknamige zou overeenkomen. En zeker is men niet gerechtigd aan te nemen, dat de sensaties, die ze geel

---

1) Volgens Maxwell, zou aan E (groengeel) een weinig blauw moeten worden toegevoegd, om D te vormen, d. i. D zou minder verzaadigd zijn dan E. Ook zou het gezamenlijke licht van D tot A toevoeging van blauw vorderen, om = E te zijn. Ik kan die uitkomst niet verklaren, maar acht ze desniettemin onaannemelijk. Uit rechtstreeksche vergelijking van D en E volgt, dat E minder gesatureerd is dan D en ook bij D is, zooals wij later zien zullen, de hoogste saturatie nog niet bereikt.

en blauw noemen bij alle kleurblinden dezelfde zijn. Maar altijd zijn ze contrasten. En terwijl die der minder breekbare stralen levendiger is dan die der meer breekbare, heb ik gemeend, ze als *warm* en *koel* te mogen onderscheiden. Met het invoeren dier namen, die niets praejudiciëeren, komt de zelfstandigheid van het stelsel tot haar recht, en de kleurblinden vinden ze kenmerkend genoeg. Welke sensaties daaraan beantwoorden, onderzoeken wij later.

In de kleurlooze witte lijn van het spectrum vinden nu de beide kleuren haar evenwicht. Ze moge daarom de neutrale N heeten. Alle tonen, aan de minder breekbare zijde dezer lijn gelegen, zijn warme tonen, alle, aan de meer breekbare zijde gelegen, koele tonen. De warme tonen zijn van elkander alleen te onderscheiden door verschillen in saturatie en lichtsterkte, en evenzoo de koele tonen. Maar koele en warme tonen zijn specifieke contrasten en worden nooit met elkander verward.

De ligging der neutrale lijn is van hooge beteekenis. Maxwell vond ze in een door hem onderzocht geval in de nabijheid van F, iets naar de meer breekbare zijde. Het zal nader blijken, dat hare ligging bij verschillende kleurblinden eenigszins verschilt. Maar altijd zijn de tonen, aan de minder breekbare zijde gelegen, de warme, die, aan de minder breekbare zijde gelegen, de koele, waaruit volgt, dat, binnen zekere grenzen, dezelfde kleur voor den eenen kleurblinde koel, voor den andere warm zijn kan.

In William Pole's beschrijving 1) zijner eigene anomalie had, zooals ook Herschel 2) getuigt, het

1) Proceedings of the Royal Society. 1856. VIII p. 172, en Philosophical Transactions. 1859. P. 1. p. 323.

2) Uit het verslag over Pole's verhandeling, in Proceedings 1859. X. p. 72.

dichromatische stelsel reeds zijne volledige illustratie gevonden. Aan de hand van Chevreul's kleurencirkel, analyseert Pole zijn sensaties en wijst zijne *twee* neutrale kleurlooze tinten aan, de eene (die van 't spectrum) in het groen (liever blauwachtig groen), de andere in het complementaire purper, in ieder van welke tinten zijne twee fundamenteele kleuren elkander met verminderende saturatie ontmoeten. Daarmede wordt van al de raadselachtige verwarringen, die hij als symptomen zijner anomalie beschreef, rekenschap gegeven. — Ten slotte behandelt Pole de vraag, of zijn geval de algemeene type is der kleurblindheid, — zeker niet het minst belangrijke deel van zijn arbeid. En hier worden wij ingewijd in het zien van kleurblinden, in hun zelfbedrog en in het bedriegelijke hunner geleende nomenclatuur ook voor anderen, om dáárin de oorzaak te erkennen van het onjuiste en gebrekkige, het onvolledige en uiteenloopende der beschreven gevallen, waarin hij, als kleurblinde, toch altijd een affiniteit met zijn eigen toestand terugvindt.

Daarom beschouwt hij zijne anomalie werkelijk als typisch, en geloof niet aan zooveel graden en vormen van kleurblindheid, als bijv. door Wilson 1) en door Wartmann 2) zijn onderscheiden 3).

1) Researches on Colour-blindness. Edinburgh 1855.

2) Memoire sur le Daltonisme et la Dyschromatopsie. Genève 1849.

3) Wil men Pole zelf hooren: „It is only after long and careful investigation I have come to the conclusion that my sensations of colour are limited to blue and yellow. But before I found this out, that is, for nearly thirty years of my life, I firmly believed, that what I now know to be only differences in tone of one or other of these, were different colours, and hence I was in the habit of talking of red, crimson, scarlet, green, brown, purple, pink, orange etc., not of course with



Zouden dan alle gevallen van kleurblindheid tot een en denzelfden vorm behooren?

In zijn tweede verhandeling vermeldt Pole de uitkomsten, ook op drie andere kleurblinden met de draai-schijf verkregen. Bij allen vond hij het stelsel zuiver dichromatisch. Maar hij constateerde tevens, dat de coëfficiënten der vergelijkingen in de onderscheidene gevallen zeer uiteenliepen. Bij allen waren bijv. rood + blauw = wit + zwart; maar de vereischte hoeveelheden van elk van deze verschilden aanzienlijk.

Twintig jaren te voren had nu Seebeck 1) reeds twee klassen onderscheiden. Van den aard der kleurblindheid maakt Seebeck zich geen juiste voorstelling. Ook zijn beschrijvingen kunnen zich niet meten met die van Dalton. Maar hij had althans beter dan diens opvolgers begrepen, dat men alléén door vergelijking en sorteering, niet door het vragen naar namen, tot een juiste appreciatie van het zien der kleurblinden kan geraken. En hierbij was hem gebleken, wat Dalton ontgaan was: dat zich twee klassen van kleurblinden laten onderscheiden. Wat, namelijk, eenigen als gelijk sorteerden, keurden anderen af, en omgekeerd. Daarbij

---

the confidence of the normal-eyed, but still with a full belief that I *saw* them. If therefore at that time any scientific man had examined me, I should have given him a description of my case, which I now, after more careful study, know would have been entirely wrong. I should have told him, among other incorrect statements, that I saw red objects of a full tone, such as vermilion, soldier's coats, etc., perfectly well; and I could, if necessary, have supported my assertion *by naming correctly a great variety of bodies having this colour*, which indeed I am in the habit of doing every day." En wat verder volgt, is even juist en treffend gezegd.

1) Ann. der Chemie und Physik. 1837. B. XII S. 177.

merkte Seebeck op, dat bij hetzelfde rood deze een helder, gene een donker groen legden. En dat was voor hem een vingerwijzing. Hij liet nu enkele zijner kleurblinden de grenzen van het spectrum aangeven en vond het bij de laatste aan de roode zijde verkort, bij de eerste niet, dus bij gene een verminderde gevoeligheid voor de weinig breekbare stralen, bij deze niet.

En hierop berust, zooals hij zelf zegt, uitsluitend of althans hoofdzakelijk, het verschil tusschen zijn beide klassen. Men herinnert zich, dat Dalton het rood van het spectrum als een defect van licht zag: hij behoorde tot de tweede klasse van Seebeck. Die van Seebeck's eerste klasse schijnen het rood even helder te zien als het normale oog. Voor deze ligt de helderste plaats in het spectrum waar ze voor het normale ligt; voor gene is ze naar het groen verschoven.

Inderdaad zijn hiermede twee klassen van kleurblindheid gekarakteriseerd.

Gelijktijdig met Maxwell had Helmholtz zich met het onderzoek van kleurblinden bezig gehouden en zich met draaischijf en spectrum overtuigd, dat het kleurblinde oog dichromatisch is. Evenals Maxwell onderstelde hij, dat de ontbrekende kleur een der fundamenteele zijn zou van het normale oog. En voorts op grond van een door hem onderzocht geval aannemende, dat in de tweede klasse van Seebeck de ontbrekende kleur weinig van het uiterste spectrale rood zou afwijken, stelde hij voor, terwijl de naam van *Daltonisme* aanstoot had gegeven, die anomalie *roodblindheid* te noemen. Of uit hetzelfde oogpunt de kleurblinden der eerste klasse groenblinden zouden mogen heeten, liet Helmholtz onbeslist: nader onderzoek zou het moeten leeren.

Eenmaal door Helmholtz uitgesproken, kregen die

namen spoedig burgerrecht en sprak men, uit analogie, ook van violet- of blauwblindheid, zonder nog op gevallen te kunnen wijzen, die daartoe betrekking hadden. Gemakshalve zal ik nu de kleurblinden der eerste en tweede klasse van Seebeck ook *groen- en roodblinden* noemen. Maar ik wensch daarmede niets te praesjudeciëren omtrent het verband tusschen het normale en de abnormale stelsels, dat eerst later zal worden onderzocht.

Preyer 1) nu gaf ons scherpe bepalingen van de drie aangenomen vormen. Wie rood met groen verwacht en noch aan de roode noch aan de violette zijde het spectrum verkort ziet, is groenblind Gb. Wie rood met groen verwacht en aan de roode zijde het spectrum verkort ziet, is roodblind Rb. Wie blauw en groen of blauw en geel verwacht, rood en groen daarentegen niet, en aan de violette zijde het spectrum verkort ziet, is blauw- (violet-) blind Vb. Twee gevallen van groenblindheid beschrijft hij nauwkeurig en tracht daarbij ook de ligging van N te bepalen, die hij in beide gevallen gelijk vond, namelijk,  $\lambda = 0.5109$  mikron. Tot vergelijking met de ligging van N bij roodblinden had hij de gelegenheid niet.

Intusschen was van verschillende zijden, in 't belang der veiligheid, op het onderzoek van 't personeel van spoorwegen en schepen aangedrongen. George Wilson in Schotland was daarin voorgegaan (1853), Dr. A. Favre in Frankrijk was gevolgd (1871) en thans ging in Zweden een krachtige aanstoot uit van Holmgren. Geschiedde het onderzoek louter uit een praktisch oogpunt, het kwam ook onzer kennis der kleurblindheid ten goede. De wijze van onderzoek had in 't algemeen veel te wenschen

1) Pflüger's Archiv f. Physiol. 1868 B. I. S. 299 u. f.



overgelaten. Holmgren nu ontwierp een methode, met het oog op de theorie van Young, aan Seebeck ontleend. Maar in plaats van, als deze, een menigte kleuren eerst vrij te laten ordenen, koos hij zekere proefkleuren, in den vorm van borduurwol-strengen, waarbij de op kleurblindheid onderzochte de gelijksoortige tinten te leggen had. Hoewel daarbij meer geleid door de voorstelling, dat een der fundamenteele kleuren moest ontbreken, dan door een helder inzicht in het dichromatische stelsel, was Holmgren in de keuze zijner proefkleuren zeer gelukkig. Zijn bleek zuiver groen voldeed voor groen- en roodblinden, beide, omdat het voor beide een warme en wel een der zwakste warme tonen is, en dus met rood, oranje, geel-groen, in bleeke tonen, en met geelachtig grijs moest verwisseld worden. In zijn purper domineert voor roodblinden de koele, voor groen-blinden de warme kleur, en de eerste leggen er daarom bleeke paarse en blauwe, de laatste donkere meer of minder warme groene en grijze tonen bij. En eindelijk valt zijn derde proefkleur, het heldere scharlakenrood, met andere warme tonen samen, voor roodblinden met donker groen en donker geel- of oranje-bruin, voor groenblinden met veel helderder tonen van diezelfde kleuren.

In het stelsel van onderzoek van Holmgren zou naast het bleeke groen, als warmen toon, het bleeke paars, als koele, gepast hebben: rood- en groenblinden, beide, leggen daarbij onverschillig bleeke blauwe en paarse. Het doen sorteeren van een tiental paarse en blauwe strengen van verschillende saturatie is een gevoelige proef, om kleurblindheid te ontdekken.

De resultaten nu, met rozerood (bleek purper) en met scharlakenrood verkregen, waren Holmgren voldoende,

om de gewone kleurblinden in twee klassen te scheiden, beantwoordende aan die van Seebeck.

Op treffende wijze karakteriseeren zich de beide klassen bij het nabootsen der tinten van den kleurencirkel. Evenals op de draaischijf kunnen, zooals men weet, door vermenging van stoffen, uit een krachtige warme en een krachtige koele kleur, benevens wit en zwart, alle mogelijke tonen worden samengesteld. Dus ook de tinten van den kleurencirkel. Een groen- en een roodblinde (de Ingenieur Escher en de candidaat v. d. Weijde) hadden de goedheid, op die wijze de noodige strooken te vervaardigen, om een tweeden en een derden kring binnen den veelkleurigen cirkel te vormen, daartoe alleen Napels-geel en kobalt-blauw gebruikende. Beiden waren met hunne eigen imitatie zeer tevreden; maar wederkeerig — in geenen deele. Voor het normale oog loopen de twee binnen-cirkels dan ook zeer uiteen. In alle drie beantwoorden het helderste geel en helderste blauw volkomen aan elkander. Maar, van het geel uitgaande naar de zijde van het rood, krijgt de roodblinde veel spoediger donkere tonen, de groenblinde daarentegen spoediger naar de zijde van het groen, en beide omgekeerd, uitgaande van het blauw. Duidelijk blijkt daarbij verder, dat de beide neutralen bij den rood- en groenblinde aan andere tinten beantwoorden en dat de neutrale van den roodblinde, die purperachtig rood beantwoordt, de donkerste van allen is.

Brengt men nu een kleurblinde voor deze cirkels, dan zien de binnencirkels, die slechts twee tinten hebben (in verschillende graden van donkerheid), er voor hem even kleurig uit als de uit honderd tinten gevormde buiten-cirkel. En vraagt men, welke der binnen-cirkels in lichtsterkte op alle punten het meest overeenkomt met

de corresponderende van den buitencirkel, dan is zijn antwoord, bijna zonder uitzondering, beslissend.

Holmgren 1) maakte ook nog van een photometrische methode gebruik, om zich te vergewissen, dat zijne roodblinden het roode licht, zijne groenblinden het groene in verminderde intensiteit waarnemen. Zijne methode met den chromatoskiometer bestond dáárin, dat hij van dezelfde vlam twee lichtsoorten op hetzelfde scherm liet vallen, het eene direct door een gekleurd glas, het andere indirect, gereflecteerd door een spiegel. Die spiegel was verschuifbaar en werd nu op zoodanigen afstand gebracht, dat de beide schaduwen van een voor het scherm gehouden staafe even donker waren. Uit dien afstand werd de lichtsterkte afgeleid, waarmede die van het gekleurde licht gelijk stond, en vergelijkende proeven met het normale oog leerden, dat die van het roode licht voor roodblinden gemiddeld slechts 0.42, die van het groene licht voor groenblinden ook niet meer dan 0,64 bedroeg.

Een soortgelijke methode laat zich eenvoudiger nog met daglicht in aanwending brengen. In de kliniek van Prof. Becker te Heidelberg zag ik een inrichting voor de methode der gekleurde schaduwen, door Stilling tot het herkennen van kleurblindheid aanbevolen. Zij bestond in twee openingen nabij elkander in het vensterluik, eene grootere, waarvoor gekleurde glazen konden worden geplaatst, eene kleinere, van veranderlijke grootte, met mat glas voorzien. Op een door beide openingen verlicht scherm vertoonen zich de schaduwen voor 't normale oog in sterk sprekend kleur-contrast. Voor kleurblinden is het contrast des te sterker, hoe koeler of hoe warmer, naast het witte, het gekleurde

1) Centralblatt f. praktische Augenheilkunde. 1878. S. 213.



licht is: twee ongekleurde schaduwen verkrijgen zij alleen bij 't gebruik van een der neutrals: blauwgroen of rozerood. Voor de diagnose der kleurblindheid is de methode daarom van geen bijzonder gewicht. Maar er was slechts noodig, de inrichting van Becker eenigszins te wijzigen en de kleinere opening voor mat glas met een schaal te voorzien, om ze als doeltreffende photometrische methode in praktijk te brengen. Een enkele proef met een rood glas is voldoende, om Rb te herkennen en ze van Gb te onderscheiden 1).

Intusschen had Hering een nieuwe theorie van den kleurensin te berde gebracht. Zooals men weet, verwerpt hij de variabelen van Young en stelt daarvoor drie paren van sensaties in de plaats: wit en zwart, rood en groen, blauw en geel, beantwoordende aan assimilatie en dissimilatie in drie substanties, de zwart-witte, de rood-groene en de blauw-gele. Rood en groen, evenals geel en blauw, zijn geen complementaire kleuren, maar antagonisten: zij versmelten niet tot wit, maar vernietigen elkander. — Het is hier de plaats niet, die theorie nader te ontvouwen, veel minder ze te bestrijden. Er moet slechts op gewezen worden, dat zij niet zonder invloed bleef op de beschouwingen over kleurblindheid. Hering zelf had daartoe den aanstoot gegeven. „Was „man jetzt einen Rothblinden nennt“ zegt hij, „ist „vielmehr ein Rothgrünblinder, d. h. es fehlt ihm die „rothgrüne Substanz. Dem entsprechend sieht er *farblos* „was Andern in einer der beiden Grundfarben Roth oder „Grün erscheint.“ Dat is, zooals wij weten, een dwaling. Kleurblinden zien het enkelvoudige rood en groen niet

1) De onderzoekingen zoowel over de kleur als over de donkerheid der schaduwen zullen later worden medegedeeld.

kleurloos, maar beide in *dezelfde warme kleur*. Zij worden, zooals wij zagen, met elkander en met alle andere warme kleuren verward, omdat ze aan dezelfde zijde van de neutrale lijn gelegen zijn, — evenals de kleuren van groenblauw tot en met violet, die aan de andere zijde der neutrale liggen. Besluit men, dat kleurblinden rood noch groen zien, omdat zij ze met elkander verwarren, dan moet men om dezelfde reden besluiten, dat ze blauw noch violet zien. Toch lag er blijkbaar iets verleidelijks in die „*roth-grüne Substanz*”, die zou ontbreken, en op het voorbeeld van Hering begonnen vele ophthalmologen van rood-groenblindheid te spreken. Het tot dus verre gemaakt onderscheid tusschen rood- en groenblindheid scheen hiermede opgeheven. Doch, in waarheid was het niet zoo. Want wie kleurblinden had onderzocht wist zeer wel, dat bij een deel de gevoeligheid voor de weinig breekbare stralen onveranderd was gebleven, bij een deel aanzienlijk verminderd, en wilde hij van rood-groenblindheid spreken, dan moest hij er bijvoegen — met verkort of met niet verkort spectrum. En zoo deed hij werkelijk, zonder te begrijpen, dat hij daarmede reeds de theorie van Hering verloochende.

Stilling voerde als onderzoekingsmethode de „*pseudo-isochromatische Tafeln*” in. De uit roode blokjes samengestelde cijfers, letters en figuren konden noch de rood- noch de groenblinden onderscheiden. Behoorden zij dan niet tot een en dezelfde klasse? Inderdaad heeft men dáárin het bewijs er van willen vinden. Maar Stilling wist wel beter. Hij zegt uitdrukkelijk 1), dat de grond afwisselend heldere en donkere tonen derzelfde kleur

---

1) Die Prüfung des Farbensinnes beim Eisenbahn- und Marine-Personal. Cassel. 1877. p. 6—7.

moet vertoonen, opdat bij verminderde (én bij normale) gevoeligheid voor rood (d. i. voor de weinig breekbare stralen) de figuren onkenbaar zouden blijven, en ook aan de roode blokjes gaf hij soms nog twee verschillende tonen. Genoeg, dat bij Stilling en andere voorstanders der theorie van Hering een onderscheid tusschen rood-groen-blinden en rood-groen-blinden wordt gemaakt, als — door anderen tusschen rood- en groenblinden gemaakt wordt.

In zijne *Grundzüge einer Theorie des Farbensinnes* schreef Hering (p. 137): „Die Widersprüche in die man sich „immer wieder verwickelt, so oft man die Farbenblind- „heit aus der Young'schen Theorie erklären will, lösen „sich, soviel ich sehe, leicht bei der Erklärung aus „meiner Theorie, wie ich später selbst zu zeigen ge- „denke.“ Zes jaren later 1), nu hij zelf eenige kleurblinden heeft onderzocht, deinst hij er voor terug en stelt zich tevreden met „den Nachweis zu führen, dass einem „Farbenblinden, der keine grüne Empfindung hat, auch „die rothe fehlt und umgekehrt, wie es die Theorie der „Gegenfarben fordert.“ Maar ook dat bewijst hij niet. Bewijzen doet hij alléén, dat voor de gewone kleurblinden groen en rood één en dezelfde sensatie is, — hetzij dan die van rood, van groen of eene andere. En dat wordt niet enkel door de „Theorie der Gegenfarben“ gevorderd, maar is noodzakelijk eigen aan ieder dichromatisch stelsel, waarin rood en groen aan dezelfde zijde der neutrale lijn liggen. Dit is bij herhaling gezegd en betoogd, maar nog altijd niet genoeg. Telkens duikt het weder op: dat kleurblinden noch rood noch groen zien en dus twee kleuren missen. Met gelijk recht kan

1) Hering. Zur Erklärung der Farbenblindheit aus der Theorie der Gegenfarben. 1880.



men zeggen — ik mag het wel herhalen — dat kleurblinden noch blauw noch violet zien (die zij immers ook verwarren) en dus ook deze beide missen. Intusschen, hier ligt de steen des aanstoots. Met William Pole kwam menigeen er door aan 't wankelen, en de theorie van Hering, is haar oorsprong daaraan vreemd, heeft er haren bijval aan te danken.

En nu de verklaring der kleurblindheid uit de „Theorie der Gegenfarben!“ Hier treden haren schepper onoverkomelijke bezwaren in den weg. Het verschil tusschen rood- en groenblindheid of, wat op hetzelfde neêrkomt, tusschen rood-groen-blindheid, met en zonder verkort spectrum, is er niet meê in overeenstemming te brengen. Von Kries en Küster 1) hebben het nog eens duidelijk in het licht gesteld, en Hering bleef daarop het antwoord schuldig. Trouwens, hoe ware het te verklaren, dat bij roodblinden de weinig breekbare stralen de sensatie van wit even min als die van rood opwekken, terwijl immers, zooals het effect der gezamenlijke stralen overtuigend aantoont, de „zwart-witte substantie“ bij roodblinden zeker niet ontbreekt? Toch waagt Hering daartoe een zwakke poging, door op te merken, dat in het spectrale rood „die weisse Valenz schon für den „Farbentüchtigen klein ist“, vergetende, dat zijne „Gegenfarben“ met die erkenntenis in groot gevaar komen. Maar hij ziet wel in, dat daarmede het bezwaar niet is uit den weg geruimd, en eindigt met zich voor te behouden, „die Verhältnisse des farblosen Sonderspectrums (die der „wit-zwarte substantie) der Farbenblinden ausführlich „zu erörtern. Hier“, zegt hij, „habe ich mir nur die „Aufgabe gestellt, zu zeigen, dass jeder Rothblinde auch „grünblind ist und umgekehrt“: wat dit beteekent,

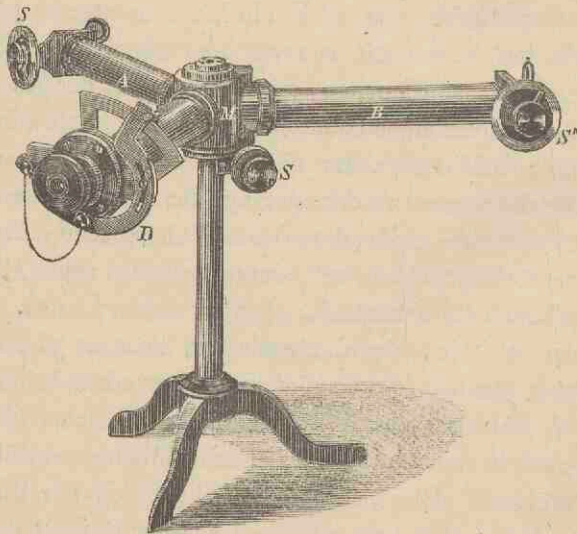
1) Archiv f. Anat. u. Physiologie 1879. S. 513.

hebben wij gezien. Overigens moeten wij afwachten, wat Hering's schranderheid zal vermogen.

Ik meen hiermede genoeg gezegd te hebben, om te mogen vasthouden aan de onderscheiding tusschen rood- en groenblindheid. De vraag is alleen, of ze zoo zelfstandige typen vormen, dat alle roodblinden en evenzoo alle groenblinden met elkander overeenstemmen, en dat alle overgangsvormen worden gemist. Een vergelijkend onderzoek der spectraalkleuren zal daarop wellicht het antwoord geven. Daartoe wensch ik thans over te gaan.

Het door mij gebezigde werktuig is een dubbel spectroscop, 1) overeenkomende met het spectroscop van Vierordt, maar met twee collimator-buizen (fig. 1, A en B)

Fig. 1.



voorzien, die met eenige speling onder een hoek van  $104^\circ$

1) Ik verkreeg, in October 1878, mijn werktuig van Schmidt

staan. Zoo kan hetzelfde prisma, waarop ze gericht zijn, twee spectra vormen, die wij  $\alpha$  en  $\beta$  noemen, beide zichtbaar in de oculair-buis, het eene met het roode einde links, het andere rechts gekeerd. Men kan overigens de spleten zoo regelen, dat de spectra zich al of niet of ook gedeeltelijk bedekken. De buis A is bevestigd aan het cilindervormige middelstuk M, waarin het prisma zich bevindt. B kan door schroef  $s$  om de as van dat middelstuk gedraaid worden, zoodat het licht onder een veranderlijken hoek op het prisma valt en het spectrum  $\beta$  zich voorbij het vaststaande  $\alpha$  beweegt. Vierordt's schuiver D brengt een diaphragma in beweging, waarmede men een breedere of smalleren strook uit de spectra kan afzonderen. Bij het draaijen aan de schroef  $s$  wandelen nu achtereenvolgens alle kleuren van B over de vaste kleur van  $\alpha$  en kan men dus de kleuren vergelijken en ook onder partiëele bedekking te gelijk met de gemengde zien. De wijfde van de spleten der collimator-buizen regelt men door de schroeven  $s'$  en  $s''$ .

Met zonlicht werd eerst voor  $\alpha$  de ligging der strepen van Fraunhofer en die van eenige metaalstrepen bepaald op de schaal  $x$  van den schuiver, gaande van 0 tot 50, ten einde (met behulp eener kromme) de aan die nummers beantwoordende golflengten te vinden. Uitgaande nu van bepaalde golflengten van  $\alpha$ , werd, op gelijke wijze, de aanwijzing der schroef  $s$  in corresponderende golflengten van  $\beta$  bepaald.

---

en Haensch te Berlijn, door vriendelijke tusschenkomst van Dr. Küster, wien ik gevraagd had, of er in Duitschland dubbel-spectroscopen gemaakt werden. Het door Dr. Hirschberg, in Januari 1879, in de Physiologische Gesellschaft vertoonde exemplaar was door Dörffel te Berlijn vervaardigd. Verg. Central-Blatt für praktische Augenheilkunde. 1879. III p. 55.



Voor elk der collimator-buizen kan men een kunstlicht plaatsen. Daglicht neme men van een groote mat glazen ruit, bij gelijkmatig verlichten hemel, afgekeerd van de zon, voor een venster geplaatst, en zorge, dat de buizen onder gelijken hoek op de ruit gericht zijn. Met een spiegel-toestel kan men ook het licht voor de beide buizen aan hetzelfde punt des hemels ontleenen.

Het werktuig kan tot velerlei dienen: 1) tot een overzicht van 't spectrum en afzonderlijke beschouwing van ieder gedeelte (oculair-spleet); tot bepaling zijner grenzen en van de ligging der neutrale lijn *N*; tot bepaling der relatieve lichtsterkten en de plaats van maximum; tot vergelijking der kleuren en van de betrekkelijke verzadiging van twee tonen derzelfde kleur; tot het vermengen van twee

1) De aanwijzingen eischen verschillende correcties.

1<sup>o</sup> Van de spleten van *A* en *B* beweegt zich slechts de eene rand, waarvan 't gevolg is, dat bij vernauwing en verwijding het spectrum verschuift.

2<sup>o</sup> Om dezelfde reden verandert, met wijziging der spleet van het oculair, de gemiddelde golflengte van het waargenomen licht.

3<sup>o</sup> De stand van *B*, in betrekking tot *A*, eischt herhaalde contrôle en bij afwijking correctie.

Het werktuig heeft buitendien zijn gebreken:

1<sup>o</sup> Het violette einde van het onbewegelijke spectrum *a* is alleen in zeer schuinsche richting te zien, waardoor de nauwkeurigheid der waarneming lijdt.

2<sup>o</sup> Het spectrum *b* ziet men niet onder minimale afwijking: de Fraunhofersche strepen van *a* en *b* zijn daarom ook niet te gelijk scherp. Door gepaste inschuiving van het oculair kan men ze echter beide schemerachtig zien en de betrekkelijke ligging in *a* en *b* bepalen.

3<sup>o</sup> Vele combinaties dekken zich niet voldoende in de spleet of vorderen daartoe een bepaalden stand van het oog voor het oculair, waarmede ook de lichtsterkte verandert. Dit maakt de waarneming voor ongeoeffenden onzeker.

spectraalkleuren, waarbij de afzonderlijke en het mengsel te gelijk gezien worden; tot het bepalen der complementaire en de betrekkelijke hoeveelheden om wit te vormen, enz.

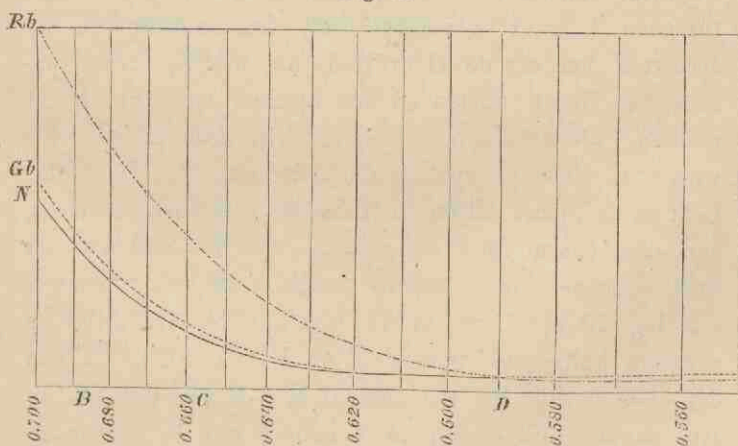
Op het vermoeden van kleurblindheid begint men met een *vergelijking van tonen in de warme kleur W*, en wel van D tot het uiterste rood.

In de oculair-spleet brenge men D van *a* in de onderste, en D van *b* in de bovenste helft, met gelijke lichtsterkten.

Nu draaie men B naar de zijde van rood: het normale oog ziet dan *b* rooder worden; het kleurblinde ziet *b* alleen donkerder, en maakt men *a* en *b* weêr even lichtsterk, dan zijn de kleuren gelijk. Dit kan men eenige malen herhalen. 't Gebeurt soms, dat de kleurblinde daarbij ook van rood spreekt, als de kleur donkerder wordt en, ten slotte, ook zelfs bij gelijke lichtsterkte. Dit bewijst niet, zooals later blijken zal, dat hij werkelijk rood ziet: in den regel is het alléén wat hoogere saturatie. Bij dit onderzoek worden de golflengten van *b* telkens op *s''*, de wijdden der spleet op *s* afgelezen.

Fig. 2 nu heeft als abscis de roode zijde van het

Fig. 2.



spectrum, als ordinaten de spleetwijdten van B, waarbij de lichtsterkten gelijk zijn. De krommen Rb en Gb zijn resp. die van een typischen Rb en Gb. Ze zijn daarmee gekarakteriseerd. De derde kromme N is van een normaal oog. Zij komt met die van den Gb genoegzaam overeen.

Men kan de proef voortzetten tot E: het blijkt dan, dat voor den Gb het maximum der lichtsterkte nagenoeg in D, voor den Rb nagenoeg in E ligt. — Aan de violette zijde vindt men, op dezelfde wijze, de krommen van Gb en Rb nagenoeg van gelijken vorm (niet van gelijke lichtsterkte).

Men ga nu over tot de *bepaling van de neutrale N*. Zij beantwoordt aan de golflengte, die de beide energieën W en K in dezelfde verhouding wekt als het totale zonlicht, bij gevolg, waar voor de twee krommen de elementen der beide energieën evenredig zijn aan de energieën zelve,

$$\frac{dW}{W} = \frac{dK}{K}$$

De ligging is dus onafhankelijk van de betrekkelijke waarden van K en W. Bij Rb en Gb werd ze altijd tusschen b en F gevonden. Bij den aanblik van het spectrum herkent de kleurblinde het kleur-contrast tusschen de beide einden en den bleeken overgang in het midden. De smalle oculair-spleet hier heen en weer bewegende, vindt hij spoedig de kleurlooze lijn. Bij helder licht is de spleet alleen in 't midden volkomen kleurloos, aan den eenen rand iets warm, aan den anderen iets koel: daarmee is ze scherp gesteld. Bij een typischen Rb lag N op  $\lambda = 0.4948$  mikron, bij Gb altijd op grootere golflengte, gemiddeld op  $\lambda = 0.5023$ . N van den Rb noemt de Gb meestal K; N van den Gb de Rb meestal W. — Bij zwak licht wordt de kleurlooze



streep veel breeder en plaatst men ze te dicht bij *b*, omdat *W* dan niet zoo spoedig zichtbaar wordt als *K*. Dit geeft een constante fout. Bovendien wordt de waarschijnlijkheid, die bij helder licht zeer gering is, dan veel grooter.

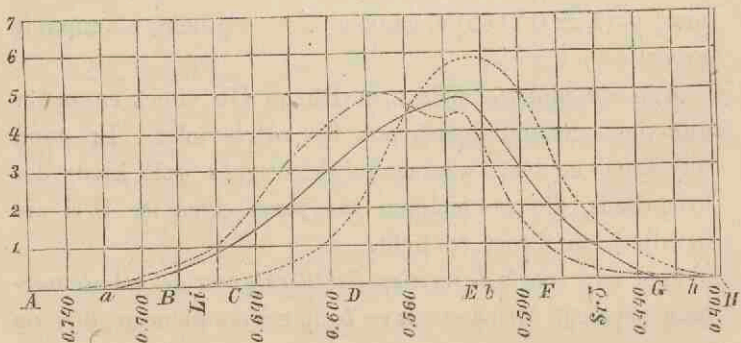
De *grenzen van het spectrum* bepale men liever op *b* dan op *a*. In *a* ligt het violet zoo excentrisch, dat het oog de spleet daarop moeielijk volgen kan. Men sluite dus de spleet van *A*, geve aan de oculair-spleet een vasten stand, ongeveer in de as der buis (beantwoordende aan *D* of *E* van *a*) en bewege *b* voorbij de spleet. Een absolute bepaling is met het spectroscop niet mogelijk. Bij sterk licht, strekt het diffuse zich verder uit dan het spectrum en bij zwak licht reikt het gekleurde niet tot aan de ware grenzen. Maar de bepaling der relatieve, die ook hare waarde heeft, levert geen bezwaar. Men heeft slechts bij hetzelfde licht de grenzen voor den kleurblinde en voor zich zelf vast te stellen. Zodoende vond ik, dat het aan de roode grens voor *Rb* verkort is, en dat *Gb* met mij gelijk staan. Het verschil tusschen *Rb* en *Gb* bedroeg gewoonlijk niet minder dan 0.04 mikron. Een dergelijk verschil is volkomen kenmerkend voor *Rb*. Alle groenblinden zien gemakkelijk *Ka*  $\alpha$  ( $\lambda = 0.762$ ) en *A* ( $\lambda = 0.761$ ), bij direct zonlicht. *Rb* zagen ze niet, *a* ( $\lambda = 0.7185$ ) slechts bij direct zonlicht, als uiterste grens.

Aan de violette zijde zien *Rb* en *Gb* violet en onder gunstige omstandigheden ook het ultra-violet. Ik stond bij allen achter, waarschijnlijk wegens gele kleur der kristallens, die aan ouderen van jaren eigen is. *H H* zie ik alleen in direct zonlicht.

Men kan voorts *de relatieve lichtsterkte over het geheele spectrum* bepalen. Men stelle *a* en *b* op gelijke kleuren, bijv. op

streep C, met gelijke lichtsterkten in, draaie buis B tot verschil merkbaar wordt, leze de spleet van B af, als men ze weer gelijk heeft gemaakt, en herhale nu hetzelfde. Zoodra kleursverschil het oordeel over lichtsterkte al te zeer bemoeielijkt, transporteere men *a* op de door *b* bereikte kleur, bijv. van C op B, later naar de andere zijde van D op E, en handele op gelijke wijze als uitgaande van C. Kleurblinden, die, uitgaande van N, naar iedere zijde slechts verschil in toon, niet in kleur hebben, oordeelen beter over gelijke lichtsterkte en behoeven daarom niet zoo dikwijls te transporteeren. Voor normale oogen is de methode zeker niet volmaakt, maar ik geloof niet, dat andere beter zijn. Wat er voor pleit is de overeenstemming bij herhaling der proef en ook bij verschillende normalen. De Heer van der Weijde, zelf roodblind, heeft uit de bepalingen bij zich zelve, bij een groenblinde en een normale de intensiteits-curven ontworpen, als omgekeerd evenredig aan de wijden der spleet, ze gereduceerd voor het interferentie-spectrum, en, terwijl de gevoeligheid voor daglicht bij alle drie was gebleken gelijk te staan, op gelijke integralen. Van die krommen geeft fig. 3 een schema: hier ligt voor normaal

Fig. 3.



(streep) en Rb (gestippeld) het maximum in E, in het dioptrisch spectrum alléén voor Rb. Op gelijke wijzen zijn de curven voor kunstlicht en voor de minima waarneembaar licht (insgelijks met het dubbel-spectroscoop bepaald) ontworpen, een en ander door v. d. Weijde in zijne dissertatie mede te deelen.

Uitgaande van N, nemen W en K naar de resp. uiteinden van het spectrum in *saturatie* toe, tot het maximum bereikt is, dat van W voor Rb ongeveer op C, voor Gb op C  $\frac{1}{2}$  D; dat van K, voor beide ongeveer op G. Om zich hiervan te overtuigen, stelle men *a* en *b* beide op gelijke K of W, en draaie B, tot verschil te zien is en te zien blijft, nadat de lichtsterkten zijn gelijk gemaakt. Voorbij de aangegeven grenzen worden, bij vergelijking, de aangaven onzeker. Von Kries en Küster vonden insgelijks een regelmatig toenemende saturatie, van de neutrale lijn naar de beide uiteinden van het spectrum.

Men kan voorts bij benadering bepalen, *hoe groot het verschil in golflengte zijn moet, om verschil te zien*: nabij N bleek het kleurblinde oog (het roodblinde ook nabij B) daarvoor een grootere gevoeligheid te bezitten, overal elders een geringere.

*Quantitatieve bepaling der saturatie.* Men kan een bepaalden koelen toon achtereenvolgens met alle warme, een bepaalden warmen met alle koele tot dekking brengen, en de spleetwijdten zoo regelen, dat ze wit vormen. Kent men tevens de relatieve lichtsterkten (zie fig. 3), dan kan men voor alle tonen de relatieve saturatie-graden berekenen. Met het dubbel-spectroscoop waren de uitkomsten echter niet zeer voldoende, blijkbaar, omdat het dekken en samenvallen der kleuren te onvolkomen was. Ik onthoud mij daarom van het geven der krommen van de beide energieën, die daaruit werden afge-



leid. — De éénige deugdelijke methode is deze, dat men iederen toon van het spectrum uit één warmen en een koelen (van twee andere spectra) samenstelt, wier lichtsterkten men regelen kan: iedere waarneming geeft dan voor een bepaalde golflengte de ordinaten van K en W. Ik heb een inrichting getroffen, waarmede dat mogelijk wordt en kom daarop nog terug.

Intusschen zijn de verkregen resultaten wel reeds voldoende, om te beslissen, in hoeverre alle roodblinden en evenzoo alle groenblinden kunnen worden geacht aan elkander gelijk te zijn, en of alle overgangsvormen tusschen de beide typen worden gemist.

Daartoe kan ik mij in de eerste plaats beroepen op de krommen der uiterste warme tonen (verg. fig. 2) van een tiental goed onderzochte gevallen. Deze vormen, namelijk, blijkbaar twee groepen. De krommen der groenblinden loopen zeer weinig uiteen, niet veel meer dan die der normalen, waaraan ze ook in werkelijkheid gelijk zijn. En voor een goed deel zijn de gevonden verschillen zeker nog aan waarnemingsfouten te wijten; want bij vergelijkend onderzoek voldeden gelijke lichtsterkten van den eenen Gb doorgaans aan den anderen. De grootste helft der kleurblinden behoort tot dezen tamelijk vasten typus.

Van de krommen der roodblinden sluiten zich ook de meeste die van onzen typischen roodblinde (fig. 2) nauw genoeg aan. Bij vergelijkend onderzoek bleken echter de verschillen hier veel grooter te zijn 1). Ook ontbreken

1) Von Kries en Küster maakten vergelijkingen tusschen blauwgroen ( $\lambda = 0.5015$  mikron), niet ver van de neutrale, en mengsels van C en F  $\frac{1}{2}$  G. Daaruit blijkt, dat bij hunne roodblinden de lichtsterkte van C zeer gering en tevens, dat ze zeer verschillend was. Bij groenblinden loopen hunne vergelijkingen tusschen de genoemde kleuren wel minder, maar toch ook nog sterk uiteen.

overgangsvormen tusschen groen- en roodblinden niet geheel, die men wegens de gelijkheid der groenblinden tot de roodblinden moet rekenen 1).

Voorts handhaaft zich, zooals wij reeds vroeger zagen, het verschil der beide typen zoowel in het verder verloop van de kromme der lichtsterkte, die alléén voor roodblinden van D tot E nog stijgende blijft (verg. fig. 2), als in de ligging van het maximum der lichtsterkte en van de neutrale streep N.

Op het gebied der praktijk kunnen wij dus zeker vasthouden aan de onderscheiding tusschen rood- en groenblinden. Wijken ook de roodblinden onderling veel van elkander af, ze vormen toch een bepaalde goed omschreven groep.

Maar vragen wij naar oorzaak en verband, dan krijgt die onderlinge afwijking een grootere beteekenis.

In het normale stelsel is, blijkens den aanvang der krommen, de roode energie bij verschillende personen, een vrij constante functie van de golfengten. Zijn dan de groote verschillen in afwijking bij de zoogenoemde roodblinden wel in overeenstemming te brengen met het wegvallen van een en dezelfde fundamentele kleur? Die vraag verdient zeker een nader onderzoek.

### III. VERBAND TUSSEN HET NORMALE EN DE ABNORMALE STELSLS.

Uit ons onderzoek is gebleken, dat het normale stelsel een driekleurig, dat de abnormale stelsels tweekleurige zijn.

1) Stilling heeft blijkens zijne „pseudo isochromatische Tafeln” zeer groote verschillen bij roodblinden gevonden. Eene buitengewone verkorting van het spectrum (tot  $\lambda = 0.633$ ) beschrijft Hechecker (Archiv f. Ophthalm. B XIX) van zich zelf.

Wij hebben thans te vragen naar het verband tusschen deze beide.

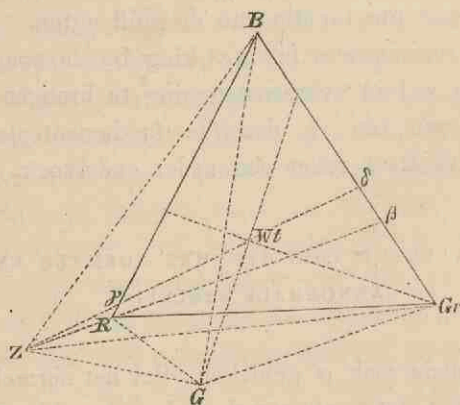
Zou in de tweekleurige stelsels der kleurblinden eenvoudig een der energieën ontbreken, die aan het normale eigen zijn? Met andere woorden, zou ieder tweekleurig stelsel uit twee der energieën van het driekleurige bestaan?

Zoo onderstelden Maxwell en Helmholtz, en — zoo meenden zij te vinden.

Kortelijk moge hier vermeld worden, hoe Maxwell (1857 l. c.) te werk ging.

Drie kleuren, die samen wit vormen, plaatst hij op de drie hoeken van den driehoek der kleurtafel: blauw B, rood R en groen Gr (fig. 4). Uit vergelijkingen met

Fig. 4.



de draaischijf vindt hij, naar de zwaartepuntsconstructie, de ligging van iedere tint. Zoo zijn wit Wt en geel G gevonden. Het normale oog vordert drie kleuren (behalve wit en zwart Z), om alle tonen te vormen. Voor



het kleurblinde zijn twee voldoende : uit groen en blauw liet zich rood vormen. De draaischijf gaf :

$$19 \text{ Gr} + 5 \text{ B} + 76 \text{ Z} = 100 \text{ R.}$$

Dit beteekent dat 24 (19 + 5) blauwgroen gelijk zijn aan 100 rood. Op de kleurtafel ligt dat blauwgroen in het punt  $\beta$ , dat de lijn B Gr in de rede van 19 : 5 verdeelt. Op de lijn  $\beta$  R hebben alle overgangen dezelfde kleur, omdat  $R = \beta$ ; maar in R is ze donkerder en in Z (naardien  $RZ : R\beta = 24 : 100 - 24$ ) wordt ze = 0. Met Z is dus het zwarte punt van den kleurblinde gevonden : de kleur, die hij niet ziet, — die in zijn stelsel ontbreekt.

Is die kleur een der fundamenteele van het normale oog ? Om dit te toetsen, onderzoekt Maxwell, of door toevoeging dier kleur het stelsel met het normale zou gelijk staan. Daartoe worden vergelijkingen, die de kleurtafel aan de hand doet, en waarin Z een rol speelt, op de draaischijf onderzocht. De lijn Z Wt vertegenwoordigt alle overgangen van zwart tot wit (scheidt dus op de tafel de koele tonen, die er boven, van de warme, die er onder liggen): de punten  $\gamma$  en  $\delta$ , waarin ze de lijnen B R en B Gr snijdt, voor 't normale oog karmijn en blauw-groen, moeten dus kleurloos zijn. Uitgemeten en op de draaischijf onderzocht, bleken ze inderdaad voor twee kleurblinden weinig van grijs af te wijken.

Voor het snijpunt van Z Gr en R G worden uitmeting en waarneming door de beide kleurblinden ook tamelijk in overeenstemming gevonden.

Voorts zien we BG alle lijnen snijden, die van Z naar welke kleur ook getrokken worden, — een aanwijzing, dat alle kleuren uit geel en blauw te maken zijn; en ook op deze verschillende snijpunten liepen de berekende en waargenomene vergelijkingen niet veel uiteen.

Op grond dezer uitkomsten besluit Maxwell, dat de hypothese van het ontbreken van een der drie energieën, zij moge juist zijn of niet, een betrouwbaren grondslag levert voor een theorie der kleurblindheid, omdat zij de uitdrukking is van de waargenomen feiten.

Afgezien van het bezwaar 1), dat de drie standaardkleuren als van gelijke intensiteit zijn aangenomen, ligt er, mijns inziens, alléén in opgesloten, dat aan de bestaande twee energieën ééne kan worden toegevoegd, waardoor het stelsel tot het normale zou naderen. Men ziet gereedelijk in, dat dit mogelijk is, ook wanneer de beide overgeblevene tamelijk veel van die van het normale stelsel afwijken. En wijken ze af, dan zal de daarbij gevorderde ook geen der normale energieën zijn.

Later (1860 l. c.), toen Maxwell het normale stelsel met spectraal-kleuren onderzocht, wendde hij die methode ook aan op een kleurblinde.

Voor den kleurblinde was

$$33.7 \text{ Gr} + 33.1 \text{ B} = \text{Wt};$$

Voor Maxwell zelf

$$22.6 \text{ R} + 26 \text{ Gr} + 37.4 \text{ B} = \text{Wt}.$$

„If we suppose,” zegt Maxwell, „that the light „which reached the organ of vision was the same in both „cases, we may combine these equations by subtraction, „and so find

$$22.6 \text{ R} - 7.7 \text{ Gr} + 4.3 \text{ B} = \text{D}.”$$

En D zou dan de ontbrekende fundamenteele kleur Z zijn.

Met welk recht alzoo gehandeld en besloten wordt, heb ik niet begrepen. In elk geval zou dit verschil, als het iets vertegenwoordigt, toch zeker alléén aange-

1) Verg. Aubert, Physiologie der Netzhaut. S. 173. 1865, en Bruecke Die Physiologie der Farben. 1866. S. 62.

ven, wat aan het stelsel moet worden toegevoegd, om tot het normale zooveel mogelijk te naderen.

Maar Maxwell deed meer. Hij stelde ook al de kleuren van het spectrum samen uit twee kleuren, geelachtig groen en blauw, uit E, namelijk, en  $F \frac{1}{2} G$ , en verkreeg, met de hiervan gevorderde hoeveelheden, de ordinaten der krommen van de warme en van de koele kleur, over een groot deel van het spectrum, in waarden van E en  $F \frac{1}{2} G$ .

Dat is, naar ik meen, de ware weg om het vraagstuk op te lossen. Die krommen, namelijk, vertegenwoordigen, als functies der golflengten, de twee overgeblevene energieën, en kennen wij die der drie energieën van het normale stelsel, dan kan blijken, of ze aan twee van deze drie beantwoorden. Wij zien nu, dat de door Maxwell gevondene krommen voldoende overeenstemmen met die der groene en blauwe energie van het normale oog 1). Maar ze betreffen slechts één enkel geval, en hier wordt de gang der saturatie, zooals wij reeds opmerkten (bl. 31), stellig niet juist aangegeven. Bovendien is onze kennis van die van het normale oog, ook na het klassieke onderzoek van Maxwell, zoo onvolkomen gebleven, dat het geval weinig voor zich zelf bewijst en voor andere gevallen zeker nog minder.

Ook Helmholtz verwachtte, zooals wij zagen, van de verschillende vormen van kleurblindheid de aanwijzing der fundamenteele kleuren van het normale. In korte trekken geeft hij ons een volmaakt beeld der gevallen, tot de tweede klasse van Seebeck behorende, en overtuigt zich, dat uit twee kleuren, chroomgeel en ultra-

1) Verg. in Philos. Transactions 1860, Pl. II, fig. 9 met Pl. I, fig. 6 en 7.



marijn (met wit en zwart), hier alle kleurtonen kunnen worden verkregen. In verband met zijn betoog omtrent de ligging der onzichtbare op de kleurtafel, komt hij tot het besluit, dat de ontbrekende kleur moet beantwoorden aan de neutrale in het spectrum of aan hare complementaire. En in zijn geval, waarin de neutrale helder, hare complementaire donker is, moet het, zegt hij, wel deze laatste zijn. Als zoodanig vindt hij dan een rood, uit 38 ultramarijn en 322 cinnaber samengesteld, „in tint het uiterste spectrale rood zeer nabijkomend, wellicht een weinig naar de zijde van het purper „afwijkende.”

Die afwijking naar de zijde van het purper is, zooals wij thans weten, regel.

Helmholtz schijnt zich niet nader te hebben vergewist, of het daarmede aangevuld stelsel van zijn kleurblinde aan het normale zou gelijk zijn.

Bewijzen nu die feiten, dat bij kleurblindheid in 't algemeen de ontbrekende kleur een der fundamenteele is?

Fundamenteel noemden wij de kleuren, die niet uit de anderen kunnen ontstaan, maar noodig zijn, om ze te vormen. Wij stellen ons voor, dat iedere fundamenteele kleur haar specifiek proces heeft in bepaalde netvlies-elementen, en om haar nader te karakteriseeren bepalen wij hare subjectieve lichtsterkten, als functie der golflengten, onderstellende, dat deze samenvallen met de intensiteiten van het netvlies-proces. Onafhankelijk van kleurblindheid, kwamen wij tot het resultaat, dat de grenskleuren van het spectrum, rood en violet, en het centrale groen die fundamenteelen zijn, de kleuren dus, reeds door Thomas Young als zoodanig aangewezen.

Nu is bij roodblindheid de ontbrekende kleur niet het spectrale rood, maar een rood, dat tot karmijn nadert:

een rood dus, dat niet in het spectrum voorkomt en alleen door vermenging van twee spectraalkleuren, rood en violet te verkrijgen is. Dat het begrip van fundamenteele kleur daarmede in strijd is, zou ik niet durven beweren. Men kan zich denken, dat de minst breekbare onder de werkzame stralen, tegelijk met het proces eener karmijnroode energie, die der groene wekken, en wel al aanstonds zóó krachtig, dat reeds in het uiterste spectrale rood de karmijn-tint volkomen geneutraliseerd is. Maar rationeel is toch zeker niet, voor een hypothese, die de feiten op zoo gedwongen wijze verklaren moet, het resultaat van een onbevangen onderzoek prijs te geven. Hoe Maxwell die hypothese heeft kunnen rijmen met de uitkomst, dat rood (overhellend nog wel tot oranje), groen en blauw de fundamenteele zouden zijn, is mij een raadsel gebleven.

Doch er is meer. Reeds voor vele jaren heeft Edm. Rose 1) gevonden, dat het zwarte punt geen standvastige ligging heeft en voor iederen kleurblinde verschilt. Zoo zou de ontbrekende kleur dan ook telkens een andere zijn. Met den „Farbenmesser”, die vergelijkingen geeft tusschen de beide neutralen, kan men zich van die verschillen gemakkelijk overtuigen. Nu acht Helmholtz 2) het mogelijk, dat zij (voor denzelfden vorm van kleurblindheid) van de ongelijkheid van het netvlies-pigment bij verschillende personen zouden afhangen, op welks invloed Maxwell gewezen had. Maar het bewijs daarvan ontbreekt, en de verschillen in de verkorting van het spectrum en in den vorm der intensiteitscurven aan de roode zijde (verg. bl. 51) laten zich daaruit zeker niet verklaren.

1) Archiv f. Ophthalmologie. B. VII. 2. S. 72.

2) Physiol. Optik. S. 846.

Meer overeenstemming vond ik bij de verschillende groenblinden. Het roode uiteinde van het spectrum heeft bij allen nagenoeg dezelfde en wel de normale grens, en de vorm der intensiteitscurve nabij die grens vertoont, zooals wij zagen, slechts onbeduidende verschillen. Neemt men daarbij in aanmerking, dat de ligging der neutrale genoegzaam standvastig is, met betrekkelijk geringe licht-intensiteit, dan is er grond genoeg, om hier de ontbrekende kleur te zoeken. Maar beslist is daarmede in geenen deele, dat het hieraan beantwoordende blauwachtig groen een der fundamenteele kleuren van het normale stelsel zou zijn.

Van den zeldzamen vorm van violetblindheid is tot dus verre geen enkel geval met voldoende nauwkeurigheid spectroscopisch onderzocht. Zooveel blijkt intusschen uit verscheidene gevallen, bij name uit het door mij kortelijk medegedeelde, dat zij zich niet eenvoudig uit het ontbreken der violette energie laten verklaren.

De slotsom is, bij gevolg, deze: dat men geen recht heeft, de ontbrekende kleuren, in de verschillende vormen van kleurblindheid, als de fundamenteele van het normale stelsel te beschouwen.

Zou nu die uitkomst afbreuk doen aan de theorie van Young?

Zoo oordeelde Rose; doch, mijns inziens, geheel ten onrechte 1). Het netvlies is geen gewrocht van 's menschen hand. Het is geen instrument met drie snaren, waarvan er bij kleurblinden één gesprongen is. Het is een levend instrument, — genitum, non factum, — waarvan

---

1) Reeds Aubert (Physiol. der Netzhaut. S. 184), overigens waarlijk geen voorstander van de Youngsche theorie, verklaarde de bezwaren van Rose niet te begrijpen.



de drie verschillend gestemde snaren zich in verband met elkander ontwikkeld hebben. Blijft er een ten achter, dan is de stemming der beide anderen zeker niet wat zij bij regelmatige ontwikkeling van alle drie zouden geworden zijn. Verre dan ook van tegen de theorie van Young te pleiten, is de kleurblindheid daarvan een krachtige steun. Want, — beantwoorden de ontbrekende kleuren niet volkomen aan de fundamenteele, het blijft een veelbeteekenend feit, dat tegenover die kleuren drie depressies zijn in de intensiteitscurven van het spectrum (fig. 3), bij de roodblinden aan de roode, bij de violetblinden aan de violette zijde en bij de groenblinden in het midden. En bovendien staft het systeem der kleurblinden op treffende wijze het beginsel, waarop de theorie van Young berust: de reductie van alle gewaarwordingen tot eenige weinige energieën. Immers de opvatting van het stelsel der kleurblinden als een dichromatisch is de zuivere uitdrukking der feiten. En principiëel kan het normale stelsel daarvan niet afwijken. Dringen ons dan niet die relatieve depressies in de intensiteitscurven daarvoor een derde energie te postuleeren? Drie zijn voldoende, om van alle kleuren rekenschap te geven, en voor een vierde is geen plaats.

Intusschen is het niet genoeg, de lichtsterkten van het spectrum in het algemeen, als functie der golflengte, te kennen. Wij moeten ze voor elk der energieën afzonderlijk trachten vast te stellen. Zijn de fundamenteele sensaties der energieën ook onbekend, door die krommen worden de energieën zelve volkomen gekarakteriseerd, en daarmee het geheele stelsel. Tot dus verre gaf alleen Maxwell, nu twintig jaren geleden, ons daarvan een proeve in een enkel geval, en ook daarvan verdient, zooals wij zagen, de uitkomst niet eens het

volle vertrouwen. Ik maakte nu van het dubbel spectroscop gebruik, om in een aantal gevallen vijf punten van het spectrum te bepalen: de neutrale lijn, de grenzen van het spectrum en de verzadigingsgrenzen van de warme en van de koele kleur. De laatste bepaling liet in nauwkeurigheid te wenschen over. Maar bovendien zijn vijf punten niet voldoende, om betrouwbare krommen te construeeren. Een poging, om ze aan te vullen, door bepaling der hoeveelheden van de verschillende warme en koele tonen, noodig om wit te vormen, gaf geene bruikbare uitkomsten. Ook het ophthalmospectroscop van Glan liet mij in den steek.

Wat gevorderd wordt is:

1°. Een stelsel van twee spectra, die, over elkander schuivende, gelegenheid geven daaruit bepaalde paren van een koele en een warme kleur (in de oculair-spleet) te isoleeren. Zoodanig paar levert, zooals wij zagen, door wijziging der relatieve hoeveelheden warm en koel, vergelijkingen met al de kleuren van het spectrum.

2°. Een enkelvoudig spectrum, voor bij zoodanig paar bewegelijk. Uit dit paar kan dan iedere kleur van dit spectrum worden samengesteld, en de intensiteiten der daartoe benodigd koele en warme, vertegenwoordigd door de respectieve spleetwijdten, geven onmiddellijk de ordinaten van koel en warm voor iedere golfengte.

Hieraan werd voldaan 1) door een collimator met twee *gekoppelde* spleten naast elkander en een enkelvoudige, onder de gekoppelde, allen zoo ingericht, dat bij verandering der wijdte de beide randen zich gelijke hoeveelheden verplaatsen. Door een en dezelfde schroef, met

1) Zie Proces-Verbaal van de K. Akad. van Wetenschappen. Afd. Natuurkunde. Zitting van 26 Febr. 1881.

in twee richtingen gewonden draad, wordt gelijktijdig een der gekoppelde spleten zooveel verwijdd als de andere vernauwd wordt, beide van 0 tot het maximum, terwijl de som der wijdden onveranderd blijft. Men kan met die gekoppelde spleten alle kleuren van de beide spectra, bij alle intensiteiten, in alle proporties mengen.

Het is mij gebleken, dat op deze wijze bij kleurblinden de intensiteits-krommen der beide energieën gemakkelijk en met voldoende nauwkeurigheid gevonden worden. De resultaten zal men vinden in de dissertatie van den heer v. d. Weijde, die zich aan deze mededeeling onmiddellijk aansluit en haar weldra volgen zal.

Om over het verband tusschen de normale en de abnormale stelsels te kunnen oordeelen, zal het dan verder noodig zijn, ook van het normale stelsel de krommen in een zeker aantal gevallen nauwkeurig te bepalen. Ook hier is Maxwell onze éénige voorganger, en wat hij leverde mocht, zooals wij zagen, niet voldoende worden geacht. Het was noodig naar eene meer praktische methode om te zien. Ik meen ook hierin geslaagd te zijn. 1)

---

1) De collimator draagt een combinatie van de gekoppelde spleten met een enkelvoudig, die aan iedere zijde der gekoppelde en ook tusschen deze kan geplaatst en voldoende heen en weer bewogen worden. Hiermede kan men een tal vergelijkingen verkrijgen van mengsels van drie kleuren met wit, die dus ook alle onderling vergelijkingen leveren; waaruit de intensiteiten der drie fundamenteele kleuren, als functie der golflengte, kunnen worden afgeleid. Het verkrijgen eener vergelijking met wit is bij deze combinatie der spleten veel gemakkelijker dan met de drie afzonderlijke spleten van Maxwell's toestel. — De mechanicus Kagenaar, amanuensis van het physiologisch laboratorium, vervaardigde op zeer voldoende wijze de gekoppelde spleten. Ik vertrouw, dat het hem ook gelukken zal, het meer samengestelde ontwerp uit te voeren.



Met de kennis der krommen weten wij nog niets omtrent de saturatie der daaraan verbonden fundamenteele kleuren. Een voorstelling daarvan verkrijgen wij, door de even merkbare verschillen van sensatie te bepalen in de verschillende deelen van het spectrum en het aantal voor onderscheiding vatbare tonen tusschen den meest verzadigden en den neutralen vast te stellen. Dergelijke bepalingen heb ik reeds gedaan en er boven ook iets van medegedeeld (bl. 51). Zij zullen verder worden voortgezet.

In verband met de krommen staan de subjectieve sensaties der kleurenblinden.

Op den voorgrond meen ik te mogen stellen, dat zij het gewone daglicht zien als het normale oog, dat is neutraal, kleurloos.

In zijn merkwaardigen brief aan John Dalton zegt Herschel (zie boven bl. 29): waar uwe twee kleuren in evenwicht zijn vormen ze *uw* wit (alsof het van het onze zou kunnen verschillen), en William Pole laat het in het midden, of zijn beide kleuren, die hij voor geel en blauw houdt, groen dan wel wit vormen. Tegenover dien twijfel treedt Herschel nu echter meer beslissend op en verklaart zich „strongly disposed to „believe that he (Mr. Pole) sees white as we do.” Maar Herschel grondt zich slechts dáárop, dat geel en blauw geen groen, maar wit vormen 1).

De grond, waarop, mijns inziens, het wit der kleurblinden met dat der normale is gelijk te stellen, ligt

---

1) Het groen, door vermenging van gele en blauwe stoffen ontstaan, karakteriseert hij treffend, als behoorende tot „de negative hues or hues of darkness rather than of light.”

dieper. Wat het gezamenlijke licht voortbrengt, moet noodzakelijk de manifestatie zijn van het totale proces, en uit den aard der zaak is deze, in tegenstelling met de partiële, neutraal, of zou het worden, indien zij het niet alreeds ware (verg. boven bl. 21). Kleurblinden, die zich rekenschap geven van hun sensaties, zien in het wit geen derde kleur, maar de negatie der beide anderen, iets neutraals. Met elk van deze gemengd, laat het de kleur onveranderd, vermindert slechts de saturatie, en waar het, als bij normalen, de kleur meer of minder wijzigt, verwonderen zij zich er over, evenals wij (verg. de noot op bl. 68), daar wit op zich zelf toch kleurloos is. Niemand kan dan ook gelooven, dat voor den groenblinde het wit een kleurig purper zijn zou, als voor 't normale oog uit rood en violet gevormd wordt, en niemand heeft het ooit geloofd. Wat Hering uit het oogpunt der kleursensaties tegen de theorie van Young in het midden brengt, streeft het doel voorbij. En wat daarin nog juist ware treft geenszins de theorie, maar alléén de hypothese, dat de twee overgebleven energieën aan twee van het normale stelsel zouden gelijk zijn, — een hypothese, die ik van de theorie zelve streng gescheiden hield.

In de onderstelling, dat het witte licht door de kleurblinden neutraal, kleurloos gezien wordt, heb ik gemeend hunne fundamenteele kleuren als complementair te mogen beschouwen. En zijn zij complementair, met gelijke sensaties als de complementaire voor het normale oog, dan wordt de genoemde hypothese daardoor zelfs direct gelogenstraft. Immers in de roodblindheid zou dan, als complementair van het violet, hetzelfde groen moeten optreden, dat bij de violetblindheid complementair is van het rood, en de mogelijkheid daarvan is met de

feiten in strijd. In verband met de uitingen van intelligente kleurblinden nam ik daarom aan, dat de roodblinden, als warme kleur, een geel moesten hebben, dat naar het groen, de groenblinden een geel, dat naar het rood zweemt, en dat als koele kleur daaraan respectievelijk violet en blauw zouden beantwoorden. En wat ik onderstelde, wordt, voor een deel alvast, zoo goed als bewezen door de gevallen van éézijdige kleurblindheid.

Ik bedoel de onlangs door *H o l m g r e n* 1) beschrevene en nauwkeurig onderzochte. Het eene betreft een eenzijdigen violetblinde, het andere een eenzijdigen roodblinde.

Zijn violetblinde ziet rood en groen, het rood zoover als het normale oog, het groen tot G, en voorbij D ligt de neutrale lijn. Het rood is iets minder oranje dan cinnaber, iets meer karmijn-kleurig dan het einde van het spectrum; het groen speelt een weinig in het blauwgroen.

Zijn roodblinde ziet geel en blauw, geel van C tot dicht bij F, blauw tot het gewone einde van het spectrum. Het geel speelt iets in het groen-geel: helder, is het gelijk aan citroengeel, donker, aan olijfgroen. Het blauw helt tot violet over en zou indigoviolet mogen heeten.

Die uitkomsten werden verkregen door het normale oog de kleuren te doen aanwijzen, die het kleurblinde waarnam. De genoemde kleuren nu kunnen niet gehouden worden voor tweederfundamenteele van het normale stelsel. Daarentegen mogen we aannemen, dat zij complementair zijn. Voor het kleurblinde oog lijdt dit geen twijfel. *H o l m g r e n* vermeldt niet, dat dit oog wit ziet evenals het andere, zeker, omdat hij niet aan de mogelijkheid heeft gedacht, dat het anders kon zijn. Welnu, van dit wit zijn de twee kleuren de componenten en ze vormen

1) Centralblatt der medizinischen Wissenschaften. 1880. No. 49, 50.



dan ook een neutrale lijn in het spectrum. Het is dus alléén de vraag, of ze ook volkomen complementair zijn voor het normale oog. Nagenoeg zijn ze het zeker: rood en blaauwachtig groen, citroengeel en indigoviolet. In de ons toegezegde verhandeling zal Holmgren wel allen twijfel daaromtrent wegnemen. 't Geldt hier het gewichtigste resultaat der medegedeelde gevallen.

Dubbel belangrijk zal het zijn, wanneer de gelegenheid zich aanbiedt, om in gevallen van eenzijdige kleurblindheid de intensiteitskrommen te bepalen van energieën, welker corresponderende sensaties bekend zijn.

#### IV. OVERGANGSVORMEN.

Het verband tusschen alle kleurstelsels kan eerst volkomen aan het licht treden door een onderzoek der overgangsvormen.

Velen maken van die vormen geen gewag. Anderen betwijfelen of ontkennen ze ten eenemale: de oorzaak daarvan is blijkbaar deze, dat ze enkel notorische kleurblinden onderzochten en zodoende de bedoelde vormen niet te zien kregen. Men bedenke, dat er betrekkelijk weinig van een derde energie noodig is, om tegen grove verwarringen te vrijwaren, en dat de onvolkomen kleurblinden dus veelal als normaal gelden.

Van een andere zijde werd die twijfel nog gevoed. Bij volkomen kleurblinden, vooral bij roodblinden, is vaak schijnbaar iets van de derde energie aanwezig. Bij vergelijking van D en C in het dubbel spectroscop noemen ze het eerste geel, het laatste zeer beslist rood of roodachtig en vergissen zich daarin nooit. Daarbij verze-keren zij zoo stellig, nabij 't einde van het spectrum rood

te zien, in kleur kennelijk van geel en groen onderscheiden, dat men aanvankelijk er door misleid wordt, zoo als mij zelve meer dan eens gebeurde. En blijkt nu ten slotte toch uit vergelijkingen van mengsels, dat er alleen verschil van saturatie in het spel was, dan gaat men ligt zóó ver, bij iedere stoornis van den kleurenzin het bestaan der derde energie te verwerpen 1).

Maar wie, naar verschillende methoden, een zeker personeel op kleurblindheid te onderzoeken heeft, overtuigt zich weldra, dat de afwijking in zeer verschillende graden voorkomt. Bij de toepassing der eerste proef van Holmgren, met bleekgroen als proefkleur, ziet men sommigen weifelen. Geel-grijze, geel- of roodachtige tinten, voor het normale oog geheel afwijkend van de proefkleur, houden zij er naast, ten einde ze beter te kunnen vergelijken, of leggen ze er zelfs bij, om ze later weder te verwerpen, en sorteeren, ten slotte, vrij voldoende. Zoodanig weifelen verraadt wat Holmgren noemt: „eenen schwachen Farbensinn.“ Gevallen van dien aard zijn het, waarin de kleurenzin zich, voor praktische doeleinden, met mijn doorboorde schijf 2) quantitatief laat bepalen en meestal blijkt ver beneden het normale te zijn. In het spectrum zien deze weifelaars evenwel geen neutrale lijn N en met den „Farbenmesser“ van Rose kunnen ze ook de vergelijking van twee gelijk gekleurde of liever kleurlooze niet tot stand brengen. Zij hebben een zwakken kleurenzin.

1) Voor het normale oog brengt verschil van saturatie ook verschil van kleur mede, zeer kennelijk voor indigo en paars. Bij kleurblinden, die op verschil van saturatie moeten afgaan, zou zoodanig kleursverschil zich in sterkere mate kunnen ontwikkelen hebben.

2) Archiv für Ophthalmologie. B. XXIII. 4. S. 282. Zie de afbeelding in La Nature. Paris Masson 1881. p. 69.

Naar de verwarringen met het purper der tweede proef onderscheidt Holmgren verder tusschen onvolkomen kleurblindheid en volkomen rood. of groenblindheid. Hierbij laten de criteria van den onvolkomen vorm te wenschen over. Het heeft mij daarom niet verwonderd van von Kries en Küster (l. c.) te vernemen, dat zij uit C (rood) en  $F \frac{1}{2} G$  (blauw) een vergelijking met groen van  $\lambda = 0,5015$  micron verkregen bij zoodanigen, die Holmgren tot de onvolkomen kleurblinden zou hebben gerekend. Maar zeker komen er daaronder ook voor, die de derde energie niet geheel missen. Hun twijfel omtrent de neutrale in het spectrum en de vergelijking met den „Farbenmesser” wijst er reeds op. Met het dubbel spectroscop kan men dan verder onderzoeken, of het gelukt door vermenging van iedere warme met iedere koele tint, in de gevorderde verhouding, zuiver wit of grijs te maken.

Nog scherper uitkomsten geeft omtrent dit laatste het ophthalmo-spectroscop van Glan 1). Dit werktuig heeft slechts ééne collimator, maar daarin twee spleten, de eene vast, de andere beweeglijk, en van iedere spleet kan men door een dubbelbrekend prisma twee spectra verkrijgen, waarvan de betrekkelijke lichtsterkten zich door een Nicol laten regelen. Door nu een spectrum van de bewegelijke spleet op een van de onbewegelijke te brengen, kan men achtereenvolgens alle kleuren doen samenvallen, en wel, met behulp van den Nicol, in alle relatieve lichtsterkten. Daarbij blijkt dan, dat bij sommigen uit alle combinaties van warm en koel wit (vergelijkbaar met langs een hulpbuis ingevallen en op het

1) Bericht über die wissenschaftliche Instrumente auf der Berliner Gewerbe-Ausstellung im Jahre 1879. S. 394. Berlin. 1880.



prisma gereflecteerd wit licht) te verkrijgen is, en dat het bij anderen, behoudens een grootere speelruimte, slechts gelukt uit zoodanige combinaties, die ook voor het normale oog complementair zijn. Deze zijn dan de onvolkomen kleurblinden. Uit rood en blauw verkrijgen deze geen wit, maar een tint die zij, naast wit gezien, zeer beslist eenigszins rood of rozerood noemen, en die eerst zuiver wit wordt, wanneer men langs de hulpbuis eenig groen er op laat vallen.

Om dieper door te dringen in de kennis dier gevallen, kan men beproeven vergelijkingen te maken van drie kleuren met wit, evenals voor het normale oog, om langs dien weg, bij benadering althans, de krommen der drie energieën vast te stellen. En van die energieën heeft men, wat hier hoofdzaak is, dan verder de ver-zadiging te bepalen, zoowel in betrekking tot elkander als tot die van het normale stelsel.

Een tweede reeks van overgangsvormen vindt men tusschen de *gewone* en de *absolute* kleurblinden 1). Voor deze laatste is iedere lichtindruk volkomen kleurloos. Al hunne tonen liggen tusschen wit en zwart.

Van het dichromatische stelsel tot het hier bedoelde achromatische, is slechts één stap. Onbestaanbaar is, naast de neutrale sensatie, die eener enkele kleur. De neutrale vertegenwoordigt het complete proces, de kleur een partiëel, en ieder partieël postuleert, als complement, een tweede (verg. bl. 22). Zoo moet het stelsel óf achromatisch óf dichromatisch zijn.

---

1) Van deze uiterst zeldzame gevallen heb ik er vroeger een waargenomen en beschreven (Zehender's Monatsblätter. 1871 B. IX. S. 470) en daarvan thans ook de lichtsterkten als functie der golflengte bepaald en — gevonden als bij Rb.

De overgangsvormen zijn de verschillende trappen van saturatie der twee fundamenteele kleuren, die in het achromatische = 0 is.

Men zou kunnen beproeven, al de overgangsvormen — van het achromatische tot het dichromatische en van dit laatste tot het normale stelsel — tot één of meer reeksen te verbinden, en voorts trachten, de vraag te beantwoorden, in hoeverre wij daarin het beeld mogen zien van de ontwikkeling in de voorgeslachten. Maar ik acht het een en het ander praematuur, zoolang de typen en de overgangsvormen niet in een groot aantal gevallen scherp bepaald zijn. Ook zullen de sensaties van het indirecte zien moeten worden in aanmerking genomen. Blijkbaar toch vertegenwoordigen zij onvolkomen stelsels, die door vergelijkingen van spectrale kleuren en kleurmengsels voor nauwkeuriger bepaling vatbaar schijnen. Ik zou niet meenen, met Ad. Fick 1) en Bruecke 2), bij de verklaring dier sensaties van de onderstelling te mogen uitgaan, dat wij hier, als overal, met dezelfde drie soorten van „Centralgebilden”, d. i. met de drie normale energieën, te doen hebben, en dat de grond der afwijking alléén in de peripherische elementen te zoeken is. Ook de strenge scheiding tusschen lichtzin en kleurenzin, door Charpentier 3) hoofdzakelijk op grond der indirecte sensaties verdedigd, acht ik onhoudbaar. Verklaarde ik vroeger 4), ook bij het directe zien,

1) Würzburger Verhandlungen. 1873. Bd. V. S. 158.

2) Über einige Consequenzen, etc. 1 Abh. S. 21.

3) Laatstelijk, in Archives d'Ophthalmologie, publiées par Panas, Landolt et Poncet. Paris 1880. T. I. p. 48.

4) Congrès périodique international des Sciences médicales. 6<sup>me</sup> session. Amsterdam 1879. p. 601. Verg. boven bl. 16—17.

simultane productie van wit met ieder der drie energieën aan te nemen, zoo was mijne opvatting deze, dat in de gezichtssphaeren de speciëele energieën zich nog niet volkomen uit de oorspronkelijke neutrale geïsoleerd (differenzirt) hadden. In hare zuivere openbaring, zooals de theorie van Young ze onderstelt, kon men dan het stelsel der toekomst zien.

Overigens is deze theorie ons gebleken, op ongedwongen wijze, van alle bekende feiten rekenschap te geven. Dit positieve resultaat is mij voldoende. Ik wensch te dezer plaatse noch mijne bedenkingen tegen de „Theorie der Gegenfarben” te herhalen, noch de tegen die van Young geopperde bezwaren te weerleggen. Op de eerste kom ik terug, in zoover ze vragen betreffen, die, onafhankelijk van de theorie, verdienen onderzocht te worden. En wat de laatste betreft, ligt mijn antwoord, naar ik meen, in het bovenstaande reeds opgesloten.



DE OOGEN DER STUDENTEN

AAN DE

RIJKS-UNIVERSITEIT TE UTRECHT.

DOOR

Dr. O. C. COLLARD.

THE GOVERNMENT PRINTING OFFICE

WASHINGTON, D. C. 20540

1964 O - 300-000

## INLEIDING.

---

Er zijn in de laatste jaren, vooral door Duitsche onderzoekers, met grooten ijver nasporingen in het werk gesteld naar het voorkomen van myopie, en maatregelen beraamd om het toenemen der myopie tegen te gaan.

Bij het bepalen der refractie van leerlingen der scholen is in het algemeen gebleken:

1°. dat op de dorpsscholen myopie betrekkelijk weinig gevonden wordt.

2°. dat op de stadsscholen myopie meer dan op de dorpscholen voorkomt, zoowel sterker in graad, als menigvuldiger in aantal, toenemende van de laagste tot de hoogste klasse, zoozeer zelfs, dat er o. a. gymnasiën waren, waar op de laagste klasse slechts 10 % op de hoogste daarentegen 41 % myopen gevonden werd. 1) Nog erger: op het Dom-gymnasium te Maagdeburg waren 75 %, te Erlangen 80 % en te Heidelberg 100 % der leerlingen der hoogste klasse kortzichtig.

Uit deze gegevens wordt geconcludeerd, dat myopie bij

---

1) v. ZEHENDER. Ueber den Einfluss des Schul Unterrichts enz. pag. 8.



de bewoners der steden meer voorkomt, dan bij die van het platte land.

Hiertegen valt niet veel te zeggen: hetzelfde is trouwens reeds voor jaren, o. a. door DONDERS <sup>1)</sup>, uitgesproken.

De verklaring van het veelvoudig voorkomen van myopie met toenemenden graad op de hoogere klassen bij de leerlingen van de scholen in steden, wordt vrij algemeen gezocht in de slechte inrichting van sommige scholen, wat verlichting enz. betreft.

Hier dringt zich echter de vraag op, of de Schoolhygiënisten in hun loffelijken ijver om de inrichting der scholen te verbeteren, niet wat voorbarig zijn in hunne verklaringen. Ten minsten het komt mij voor, dat door hen de gewone ontwikkelingsgang der myopie niet genoeg in aanmerking wordt genomen en vooral ook aan de erfelijkheid, dien grooten factor in de pathogenie van ziekelijke afwijkingen, eene te bescheiden plaats wordt ingeruimd.

In de eerste jeugd is een groot deel der kinderen hypermetropisch. Doordat bij de algemeene ontwikkeling van het lichaam het oog in het algemeen iets langer wordt, zonder dat de brekende middenstoffen veranderen, worden deze oogen dan later emmetropisch, enkele wel myopisch. Eene verlenging van de gezichtsas schijnt in elk normaal oog plaats te vinden; houdt die verlenging langer aan, dat wil zeggen, wordt het achterste gedeelte van het netvlies buiten het brandpunt van het dioptrisch stelsel gebracht, dan ontstaat myopie.

Is er eens myopie aanwezig, dan zal die zelden geheel stationair zijn; men vindt dit slechts bij de lichtere graden.

---

1) Anomalieën der Refraction und Accomodation des Auges.

De myopie in matigen graad kan tijdelijk progressief zijn; de hoogere zijn gemeenlijk blijvend progressief.

Deze ontwikkelingsgang wordt ook gevonden bij hen, die weinig inspanning van hun oogen vorderen. DONDERS 1) vond progressieve myopie, zoowel bij matrozen, die hunne oogen zelden inspannen om dicht bij te zien, als bij hen, wier beroep en leefwijze medebrengt zich veel met arbeid in de nabijheid bezig te houden.

Maar zonder twijfel zal bij de laatsten de myopie in het algemeen meer kans hebben zich verder te ontwikkelen, daar de factoren aanwezig zijn, die aanleiding kunnen geven tot het ontstaan van de verlenging der oogas bij het zien in de nabijheid, met name:

1°. drukking der spieren op den oogappel bij sterke convergentie der gezichtsassen.

2°. vermeerdering van den intra-oculaire druk, veroorzaakt door overvulling van het oog met bloed bij sterk voorovergebogen hoofd en

3°. congestie in den achtergrond van het oog, welke tot verweking van het weefsel leidt en zelfs bij normalen, maar nog meer bij verhoogden intra-oculaire druk, rekking der vliezen veroorzaakt.

De meerdere myopie op de stadsscholen kan men voornamelijk verklaren uit de erfelijke dispositie; en daar de myopie met het toenemen der jaren zich meer ontwikkelt, zal men op de hoogere klassen, waarin de jongens ouder zijn, meer myopie en hoogere graden vinden dan op de lagere.

1) Anomalieën enz., pag. 287.



Hoe moet men nu tot eene juiste kennis komen van den invloed van de school, of liever van het gebruik der ooggen voor arbeid in de nabijheid, op de voortgaande ontwikkeling der myopie?

Vooreerst dient nagegaan te worden of ooggen die tot progressieve myopie gedisponeerd zijn, d. w. z., waarvan aangetoond is, dat ze in zeker tijdsverloop een hooger grad van myopie verkregen hebben, door nakomen van hygienische voorschriften voor een progressie der myopie kunnen behoed worden. Zoo het blijken mocht, dat door *niet school gaan, geen werk verrichten in de nabijheid* enz. de sterkte der bestaande myopie op dezelfde hoogte bleef, dan zoude men hieruit met meer reden mogen besluiten tot *het groote kwaad der scholen*, een vonnis dat tot hiertoe zijn hechtsten steun vindt in het feit, dat bij de jeugd op het platte land minder myopie voorkomt, dan bij de leerlingen op stadsscholen.

Het zou vooral wenschelijk zijn uit te maken of in vroeger tijden myopie reeds in de steden meer voorgekomen is, dan op het platte land, dan wel eerst in den laatsten tijd, sedert van de jeugd daar meer geeischt wordt. En zoo zulks al bewezen kon worden, zou, bij de groote rol, die de erfelijkheid speelt, niet uit het oog mogen verloren worden, dat in de steden meer dan op het platte land gelegenheid bestaat voor ambachten en betrekkingen waarvoor myopen bij uitnemendheid geschikt zijn, of tenminsten voor emmetropen niet behoeven achter te staan.

Wij moeten dus trachten te weten te komen of myopie zich na eene reeks van jaren over een grooter aantal menschen en in hoogere graden zal uitgebreid hebben. Er zullen der-



halve telkens over 10, 20, 30 enz. jaren onderzoekingen moeten gedaan worden van oogen, behoorende aan bepaalde klassen van individus van denzelfden leeftijd, b v. boerenjongens en studenten, en de uitkomsten van die onderzoekingen onderling vergelijken.

In Nederland is tot nu toe, zoover we kunnen nagaan, nog geen geschikt materiaal geleverd en komt het mij niet onwenschelijk voor, zoo het onderzoek der oogen der studenten dezer Universiteit de rij opende van eene reeks hierna volgende onderzoekingen in gelijken zin.

In de volgende bladzijden deel ik de resultaten mede van dit onderzoek, waartoe ik de aansporing, alsmede menige aanwijzing, aan Dr. M. J. BOUVIN verplicht ben, die er mij op wees dat zoodanig onderzoek ook voor andere niet geheel opgeloste quaesties van belang kan zijn, terwijl het voor een deel zich aansluit aan onderzoekingen door anderen omtrent de oogen der individuen van hun land verricht.

---

## HOOFDSTUK I.

### Inrichting van het onderzoek. Statistiek.

---

Met het opmaken van onze statistiek der oogen der studenten aan de Hoogeschool beoogden we in hoofdzaak een tweeledig onderzoek, namelijk te bepalen:

- 1°. de refractie en gezichtsscherpte.
- 2°. het kleuronderscheidingsvermogen.

Vooraf echter een en ander hoe wij er in geslaagd zijn een voldoende aantal studenten te onderzoeken en omtrent de wijze waarop het onderzoek werd ingesteld. Want, wie zich zulk een plan gevormd heeft, moet bedenken, dat het niet altijd gemakkelijk is een voldoende aantal personen er toe te krijgen zich aan een eenigermate tijdrovend onderzoek te onderwerpen, waarvan het moeilijk valt de meesten van het gewicht te overtuigen, afgezien er van dat sommigen ronduit zeggen geen waarde aan statistiek te hechten. Aan de andere zijde heeft men voorzorgen te nemen, dat, zoo men niet over al de studenten zal kunnen beschikken, men dan geen gevaar loope bij voorkeur hen met ooggebreken tot zich te trekken.

In de eerste dagen van Januari hadden wij op alle



college-localen een gedrukt bericht laten aanplakken, dat uit een wetenschappelijk oogpunt een statistiek van de oogen der studenten zeer gewenscht was: dat wij ons voorstelden met dat onderzoek een aanvang te maken en hen dus uitnoodigden van hunne medewerking en belangstelling blijken te geven, door zich te begeven naar het Ned. Gasthuis voor Ooglijders, alwaar elken Dinsdag, Donderdag en Zaterdag van 2—4 ure het onderzoek zou plaats hebben.

Werden refractie, visus en kleuronderscheidingsvermogen bepaald naar de door ons gebezigde methoden, dan konden telkens 15 à 20 studenten onderzocht worden. Voor nauwkeurig onderzoek van de kleurblinden was op die uren geen tijd over, wilde men anderen niet laten wachten.

In zes dagen meldden zich 65 personen aan; bleef het dus zoo voortgaan, dan zou de tijd wel langer duren, dan wij gehoopt hadden, maar behoefden we geen andere maatregelen te nemen. Intusschen de beide volgende keeren kwamen er slechts 2 en 3, zoodat we onmiddelijk eene andere methode moesten volgen. Publiciteit was er genoeg aan gegeven; waarschijnlijk had dus het wachten van een paar, een der laatste malen, anderen afgeschrikt, en wij plaatsten toen eene mededeeling in het Utr. Dagblad, dat, ten einde tijdverlies door wachten enz. te voorkomen, bij een aangewezen boekhandelaar kaartjes verkrijgbaar waren gesteld, genummerd voor elk der dagen voor het onderzoek bestemd, zoodat ieder de keus had niet alleen van den dag, maar ook precies van den tijd, waarop hij tusschen 2 en 4 wenschte onderzocht te worden. Van dezen maat-



regel hadden wij de beste verwachtingen, daar het ons niet gebleken was, dat men bepaald iets tegen het onderzoek had en het nu voor iedereen zoo gemakkelijk mogelijk gemaakt was. Men kon »en club» komen, afspraken maken, enz. Echter, in het geheel werden niet meer dan 15 kaartjes afgehaald!

Alle indirecte uitnoodigingen konden we dus verder gerust achter wege laten. Zouden wij nog eens een hoofdartikel in de courant plaatsen om de groote waarde van het onderzoek te betoogen? — Hoevelen lezen de courant? Om het doel goed uit een te zetten, kan het artikel niet kort zijn en een lang artikel zal nog minder gelezen worden — en nog andere bedenkingen deden ons besluiten, liever eene directe methode, als het zoo genoemd mag worden, te kiezen. Deze methode bestond daarin, dat de meest bezochte colleges voor het aanvangsuur door ons bezocht werden en daar aan elke bezoeker gevraagd werd, of hij er niets tegen had zijn oogen te laten onderzoeken, zoo neen, dan werden dag en uur bepaald voor dezelfde week of eerstvolgende week en dit genoteerd op een kaartje, waarop plaats, dag en uur van het onderzoek was aangegeven, welk kaartje men hen dan overreikte, opdat men zich de belofte herinneren zou.

Zoo konden wij althans de collegebezoekers bekomen en steeg ons getal met inbegrip der eerste 65 tot 300.

Was er van onzen kant wat meer moeite aan verbonden, toch getroostten we ons die moeite gaarne, daar het de kortste wijze was en tevens bleek, dat niemand tegen het onderzoek zelf iets had, mits hij eene kleine persoonlijke opwekking kreeg. We konden tevens zelf

het aantal bepalen, dat we elken dag wenschten te onderzoeken.

Toen de college-voorraad uitgeput was, kwamen er niet veel meer en werd aan elk der overgeblevenen een briefje gestuurd van den volgenden inhoud:

»Het zal u waarschijnlijk bekend zijn, dat wij voor een »wetenschappelijk doel bezig zijn een onderzoek in te stellen »van de oogen der studenten aan de Universiteit alhier. »Met genoegen vermelden wij, dat het grootste gedeelte »der studenten reeds aan ons verlangen voldaan heeft; wil »echter onze statistiek eenige waarde hebben, zoo moet »zij op de meest bereikbare volledigheid aanspraak kunnen »maken enz.»

Zoo bekwamen we toch een aantal van 410 Nederlandsche studenten, benevens 15 Duitschers, studenten in de theologie aan deze universiteit. We hebben voor de laatste eene afzonderlijke statistiek gemaakt, daar zij in Duitschland geboren zijn en hunne vroegere opleiding hebben genoten en een der hoofdvragen, die wij wenschten beantwoord te zien, n. l. de aard en het aantal der Hollandsche myopen, uitsluiting van andere nationaliteiten vorderde.

Wij dienen ons nu eerst nog rekenschap te geven van de 140 studenten die, volgens de berekening van het aantal studeerenden, aan onze statistiek ontbraken.

Volgens den Utrechtsche Studenten-almanak van 1881, bedroeg het aantal studenten in December 1880:



Faculteit.	Leden van het Utr. Stud. Corps.	Oud-leden van het Utr. Stud. Corps.	Overige Stud. bij den R. M. ingeschr.	Totaal.
Godgeleerdheid. . . .	66	4	120	190
Rechten. . . . .	139	3	13	155
Geneeskunde. . . . .	93	6	37	136
Wis-en Natuurkunde.	19	1	29	49
Letteren. . . . .	6	6	8	20
				550

De tweede kolom, 20 oud-leden van 't U. S. C. bevat voor 't grootste deel namen van studenten, die buiten de stad hunne studiën voltooien en dus afwezig zijn. In de voorlaatste kolom zijn ook 15 Duitsche en Hongaarsche studenten begrepen, die ook van het totaal moeten afgetrokken worden. Voeg hierbij, dat nog een 60 tal onmogelijk in onze statistiek konden verschijnen, enkele wegens ziekte, twee wegens overlijden, eenigen door promotie na het uitgeven van den stud.-almanak of door het vaarwel zeggen van de studie, dan mogen wij van deze 95 gerust aannemen, dat zij, bijaldien zij in de statistiek waren opgenomen, geen andere resultaten hadden doen te voorschijn komen.

Er blijft dus een 50 tal over, die, om onbekende redenen, hunne oogen niet lieten onderzoeken; er is echter geen aanduiding, die ons eenigszins zou kunnen doen vermoeden, dat hunne oogen meer of minder anomalieën zouden hebben, dan die van de onderzochte studenten. Tot nadere bevestiging hebben wij eens nagegaan, hoe de laatste 100 onderzochte oogen waren en dan vinden wij daaronder



27% myopische; van de laatste 200, 25% myopische oogen, dus ongeveer het procent, dat wij, zooals later blijken zal, vonden bij de 820 oogen te zamen.

Nadat de te onderzoeken studenten hun naam, leeftijd en faculteit <sup>1)</sup> opgegeven hadden, werden zij op 6 M. afstand van SNELLEN'S letterproeven geplaatst en rechter en linker oog afzonderlijk bepaald: hadden ze zonder glazen eene gezichtscherpte van 1 of  $\frac{6}{6}$ , dan werd myopie uitgesloten.

De graad der myopie werd bepaald door het zwakste concaafglas, waarmede de hoogste visus te verkrijgen was. (Geringe graden van myopie kunnen aan de bepaling ontsnapt zijn, ingeval de onderzochte persoon meer dan  $\frac{6}{6}$  visus had).

Het sterkst convexglas, waarmee n<sup>o</sup>. 6 der letterproeven even duidelijk gelezen werd, als zonder glas, stelde den graad van hypermetropie voor. Gezichtsscherpte grooter dan  $\frac{6}{6}$  kan aanleiding gegeven hebben, tot het bepalen van kleinere graden van hypermetropie, die in waarheid niet bestonden.

Gaven de spherische glazen geen  $\frac{6}{6}$  visus, dan geschiedde de bepaling van astigmatisme volgens de bekende methoden. Wanneer ook dan nog de gezichtsscherpte beneden  $\frac{6}{6}$  bleef, werd met den oogspiegel onderzocht en de veranderingen, die gevonden werden, in de kolom »Aanmerkingen» opgeteckend.

---

1) In de derde kolom beteekent J., Jurid. faculteit, M., Medische, T., Theologische, L., Litterarische, Ph., Philosophische, waartoe, ook Pha., de studenten in de Pharmacie behooren.

Eene beschrijving van de methode, volgens welke de kleurenzin bepaald is, volgt later in het hoofdstuk, dat over de anomalieën van den kleurenzin handelt. In de kolom vindt men voor beide oogen voorloopig »n'' normaal, »abn'' abnormaal.

Bij de myopen hebben wij zoo nauwkeurig mogelijk erfelijke momenten trachten optesporen, door elk te vragen of er ook bijzienden in hunne naaste familie waren; hoe oud de ouders waren toen ze voor het lezen een bril begonnen te gebruiken gaf meermalen reeds eenige aanwijzing. Wat wij er van te weten kwamen, is eveneens in de kolom »Aanmerkingen'' te vinden, alwaar ook allerlei andere afwijkingen en vermeldingswaardige bijzonderheden werden beschreven.

---

Volnummer.	Ouderdom.	Faculteit.	Oog.	Refractie.	Visus.	Kleinerezin.	Aanmerkingen.
1	22	M.	R. L.	E. E.	1 1	n.	Insuff. recti int. ODS.
2	23	M.	R. L.	Hm. 0.75. E.	1 1	n.	
3	22	M.	R. L.	M. 6. M. 5.5.	1 1	n.	Dráagt bril — 4. Broeders bijziende.
4	19	M.	R. L.	Hm. lev. „	1 1	n.	
5	19	M.	R. L.	E. E.	1 1	n.	
6	22	M.	R. L.	M. 2.5 $\odot$ Asm. 0.75 Max. hor. M. 2.5.	$\frac{3}{6}$ $\frac{5}{6}$	n.	Insuff. recti int. ODS.
7	19	M.	R. L.	Hm. 1.5 $\odot$ Ash. 1. max. vert. Hm. 5 $\odot$ Ash. 1.5 max. + 45°.	$\frac{4}{8}$ $\frac{4}{18}$	n.	
8	19	M.	R. L.	M. 1.5. M. 0.75.	1 1	n.	
9	19	M.	R. L.	M. 1.5 $\odot$ Asm. 0.75. M. lev.	1 1	n.	
10	19	M.	R. L.	M. 0.5. M. 0.5.	1 1	n.	
11	22	M.	R. L.	E. E.	1 1	n.	
12	19	M.	R. L.	Hm. 0.75. Hm. 0.75.	1 1	n.	
13	20	M.	R. L.	M. 5.5. M. 5.5.	1 1	abn.	Heeft bril — 4.5.
14	21	M.	R. L.	Asm. 0.75 Max. hor. E.	$\frac{5}{6}$ $\frac{5}{6}$	n.	Donkere dag.
15	36	T.	R. L.	Hm. 0.75. Hm. 0.75.	1 1	n.	Hordeolum palp. sup.
16	20	M.	R. L.	E. E.	1 1	n.	
17	22	M.	R. L.	M. 1.75. M. 1.75.	1 1	n.	
18	22	M.	R. L.	Hm. 1.5 $\odot$ Ash. 1.25 mat. vert. Hm. 1 $\odot$ Ash. 1.5 max. vert.	$\frac{5}{8}$ $\frac{6}{9}$	n.	



Volnummer.	Ouderdom.	Facultet.	Oog.	Refractie.	Visus.	Kleurenzinn.	Aanmerkingen.
19	22	M.	R. L.	Asm. 0.5 max. vert. E.	$\frac{5}{9}$ $\frac{5}{8}$	n.	Zeer donkere dag.
20	21	T.	R. L.	M. 1. M. 3.5 $\odot$ Asm. 0.75 max. vert.	$\frac{5}{6}$ $\frac{5}{6}$	n.	Staphyloma O.S. posticum. Heeft binoculair zien.
21	20	T.	R. L.	Asm. 0.75 max. vert. Asm. 1 max. vert.	1 1	n.	
22	18	M.	R. L.	E. E.	1 1	n.	
23	25	M.	R. L.	E. E.	1 1	abn.	Broeder van N <sup>o</sup> . 24.
24	20	J.	R. L.	E. E.	1 1	abn.	
25	20	Ph.	R. L.	M. 3.5. M. 3.75.	1 1	n.	Draagt bril — 2. Vader en 2 broeders bijziende.
26	19	J.	R. L.	M. 1. Asm. 0.5 max. hor.	1 1	n.	
27	18	M.	R. L.	E. E.	1 1	n.	Blepharitis ODS,
28	20	M.	R. L.	M. 0.5. M. 0.5.	1 1	n.	4 broeders en zusters, waarvan 2 broeders bijziende. Onders niet of zeer gering.
29	20	M.	R. L.	Hm. 0.75. Hm. 0.5.	1 1	n.	Linker aangezichtshelft kleiner dan rechter. Linkeroog 2 m.m. lager dan rechter.
30	19	T.	R. L.	M. 5.5. M. 5.5.	1 1	n.	Draagt bril — 5. Insuff. rect. int. (schijnb strab converg.) Vader en 1 broeder bijziende.
31	20	M.	R. L.	M. 3 $\odot$ Asm. 0.75 max. vert. E.	1 1	n.	Insuff. rect. int. Vaders zusters bijziende.
32	18	M.	R. L.	Hm. 0.5. E.	1 1	n.	
33	22	M.	R. L.	M. 1.5. M. 1.5.	1 1	n.	
34	20	M.	R. L.	M. 1.5. M. 0.5.	1 1	n.	Vader en eenige broeder bijziende.
35	20	M.	R. L.	Ash. 0.5 max. vert. Ash. 0.5 max. vert.	1 1	n.	
36	25	T.	R. L.	E. E.	1 1	n.	

Volnummer.	Onderdom.	Faculteit.	Oogr.	Refractie.	Visus.	Kleurenzin.	Aanmerkingen.
37	24	T.	R. L.	Asm. 0.5 max. vert. Hm. 4.	1 $\frac{5}{15}$	n.	Linker aangezichtshelft kleiner dan rechter.
38	26	T.	R. L.	M. 3.5. M. 3.5.	1 1	n.	Draagt bril — 2.5.
39	25	T.	R. L.	Hm. 1. Ash. 1.25 max. + 45°.	1 1	n.	
40	23	T.	R. L.	E. E.	1 1	abn.	
41	26	T.	R. L.	M. 3. M. 0.5.	1 1	n.	Ouders niet, broeders en zusters een weinig bijziende.
42	25	T.	R. L.	Hm. 1.5. Hm. 1.5.	1 1	n.	
43	22	T.	R. L.	E. Hm. 1.	$\frac{5}{10}$ 1	n.	
44	21	T.	R. L.	E. E.	1 1	n.	
45	23	M.	R. L.	E. E.	1 1	n.	
46	27	J.	R. L.	E. E.	1 1	abn.	
47	21	M.	R. L.	M. 4. M. 4.	$\frac{5}{6}$ $\frac{5}{6}$	n.	Broeders en zusters bijziende.
48	19	M.	R. L.	Hm. S $\odot$ Ash. 2 max. hor. Hm. S $\odot$ Ash. 0.75 max. hor.	$\frac{5}{10}$ $\frac{5}{10}$	n.	Heeft bril C + 2 $\odot$ S + 1 OD. C + 0.75 $\odot$ S + 1 OS.
49	21	M.	R. L.	M. 5.5. M. 5.5.	1 1	n.	Insuff. rect. int.
50	22	Pha.	R. L.	Hm. 2. Hm. 1.5.	$\frac{8}{10}$ 1	n.	Strabismus converg. altern. Bлеpharitis ODS Krijgt bril + 2.
51	21	Pha.	R. L.	M. 1.25. M. 1.25.	1 1	n.	Vader waarschijnlijk licht bijziende. Insuff. lev. rect. int.
52	19	M.	R. L.	E. E.	1 1	abn.	
53	23	T.	R. L.	E. E.	1 1	n.	
54	19	T.	R. L.	E. E.	1 $\frac{5}{10}$	n.	Insuff. rect. int.

Volnummer.	Onderdom.	Faculteit.	Oog.	Refractie.	Visus.	Kleurenzjn.	Aanmerkingen.
55	20	J.	R. L.	E. E.	1 1	n.	
56	22	M.	R. L.	E. M. 1.5.	1 1	n.	Insuff. rect. int. Vader en broeder bijziende.
57	20	T.	R. L.	M. 2. M. 2.	1 1	n.	
58	22	T.	R. L.	E. E.	1 1	n.	
59	17	Ph.	R. L.	M. 4. M. 4.5.	1 1	n.	Eenige bijziende in zijne familie Insuff. rect. int.
60	18	M.	R. L.	M. 0.5. M. 0.5.	1 1	abn.	Insuff. rect. int.
61	18	Ph.	R. L.	Hm. 1.75. Hm. 1.5.	1 1	n.	
62	25	M.	R. L.	M. 1. E.	1 1	n.	
63	21	M.	R. L.	Ash. 1 max. vert. Ash. 1 max. vert.	1 1	n.	Insuff. rect. int.
64	21	Ph.	R. L.	E. E.	$\frac{9}{12}$ $\frac{6}{9}$	n.	
65	23	M.	R. L.	M. 0.5. E.	1 1	n.	Dacryocystitis chronica.
66	28	Ph.	R. L.	E. E.	1 1	n.	Blepharitis chronica.
67	25	M.	R. L.	M. 0.5 $\odot$ Asm. 0.5 max. hor. M. 0.5 $\odot$ Asm. 0.5 max. hor.	1 1	n.	
68	25	J.	R. L.	E. Asm. 3 max. — 30°.	1 $\frac{4}{9}$	n.	Insuff. rect. int. Moeder linker- oog slechter ziende. 4 broeders en 1 zuster ook één „zwak” oog.
69	22	T.	R. L.	E. E.	1 1	n.	
70	22	M.	R. L.	E. E.	1 1	n.	
71	30	M.	R. L.	E. E.	1 1	n.	
72	29	M.	R. L.	E. E.	1 1	n.	



Volgnummer.	Ouderdom.	Faciliteit.	Oog.	Refractie.	Vians	Kleinreuzin.	Aanmerkingen.
73	24	M.	R. L.	E. E.	1 1	n.	
74	28	M.	R. L.	E. E.	1 1	n.	
75	29	M.	R. L.	E. M. 0.75.	1 1	abu.	
76	23	J.	R. L.	M. 1.75. M. 1.5.	1 1	abu.	
77	20	J.	R. L.	M. 2.75. M. 2.25.	1 1	n.	
78	22	J.	R. L.	Ash. 0.75 max. vert. Ash. 0.25 max. vert.	1 1	n.	
79	23	J.	R. L.	Hm. 1.25 $\odot$ Asm. 0.5. Hm. 1 $\odot$ Asm. 0.5.	1 1	n.	
80	23	J.	R. L.	Hm. 0.75. Hm. 0.75.	1 1	n.	Conjunctivitis ODS.
81	25	J.	R. L.	M. 0.75. E.	1 1	n.	Blepharo-conjunctivitis chronica.
82	25	T.	R. L.	E. Ams. lev.	1 1	abu.	
83	27	J.	R. L.	M. 2. M. 2.5.	1 1	n.	Heeft bril — 3; krijgt r — 2, l — 2.25.
84	28	Ph.	R. L.	Hm. 1. M. 0.5.	1 1	n.	
85	26	M.	R. L.	Ash. 0.5 max. vert. Ash. 0.5 max. vert.	1 1	n.	
86	22	T.	R. L.	E. E.	1 1	n.	
87	20	T.	R. L.	Asm. 0.5 max. hor. E.	1 1	abu.	
88	26	T.	R. L.	M. 0.75. E.	1 1	n.	
89	19	J.	R. L.	M. 1.5 $\odot$ Asm. 2.5 max. vert. M. 6 $\odot$ Asm. 1. max. vert.	$\frac{7}{10}$ $\frac{5}{4}$	n.	Twee broeders bijziende.
90	19	J.	R. L.	E. E.	1 1	n.	

Volgsnummer.	Onderdom.	Faculteit.	Oog.	Refractie.	Visus.	Klenrenzin.	Aanmerkingen.
91	20	M.	R. L.	E. E.	1 1	n.	
92	17	J.	R. L.	M. 2.5. M. 1.	1 1	n.	
93	20	T.	R. L.	E. Asm. 0.5. max. vert.	1 1	n.	Insuff. rect. int.
94	19	M.	R. L.	E. E.	1 1	n.	
95	23	M.	R. L.	E. E.	1 1	n.	
96	30	M.	R. L.	E. E.	1 1	n.	
97	28	M.	R. L.	E. E.	1 1	n.	
98	28	M.	R. L.	E. E.	1 1	abu.	
99	24	M.	R. L.	M. 3.5. M. 4.	1 1	n.	Insuff. rect. int. Twee der drie broeders bijziende.
100	28	M.	R. L.	E. Asm. 0.75 max. vert.	1 1	n.	
101	23	M.	R. L.	M. 4. M. 3.5.	1 1	n.	Heeft bril — 3.
102	22	Ph.	R. L.	Hm. 1. Hm. 0.75.	1 1	n.	
103	21	Ph.	R. L.	M. 3. M. 3.	1 1	n.	Vader en broeder bijziende.
104	20	Ph.	R. L.	M. 1. M. 1.5.	1 1	n.	Draagt bril r — 1, l — 1.25.
105	24	T.	R. L.	M. 2. M. 2.	$\frac{5}{6}$ $\frac{5}{6}$	n.	
106	20	J.	R. L.	E. E.	1 1	n.	
107	20	Ph.	R. L.	M. 4. M. 4.	$\frac{5}{6}$ $\frac{5}{6}$	n.	Eenig bijziende in de familie. Heeft bril — 3.5.
108	25	Ph.	R. L.	E. E.	1 1	n.	

Volgnummer.	Onderdom.	Faculteit.	Oog.	Refractie.	Visus.	Kleurenzin.	Aanmerkingen.
109	27	J.	R. L.	E. E.	1 1	n.	
110	19	J.	R. L.	E. E.	1 1	n.	Insuff. rect. int.
111	34	M.	R. L.	E. Hm. 0.5.	1 1	n.	
112	26	M.	R. L.	Hm. 0.75. Hm. 0.75.	1 1	n.	
113	27	M.	R. L.	E. E.	1 1	n.	
114	21	M.	R. L.	Hm. 1. Hm. 0.75.	1 1	n.	
115	27	J.	R. L.	M. 1.5. M. 0.75.	1 1	n.	
116	19	J.	R. L.	E. E.	1 1	n.	
117	23	J.	R. L.	E. M. 0.5.	1 1	n.	
118	23	J.	R. L.	E. E.	1 1	n.	Blepharitis.
119	24	J.	R. L.	M. 1. M. 0.5.	1 1	n.	
120	19	T.	R. L.	M. 2.25. M. 2.	$\frac{5}{6}$ $\frac{5}{6}$	n.	Draagt bril — 1.5.
121	33	T.	R. L.	Asm. 0.75 max. vert. E.	1 $\frac{2}{300}$	n.	Sints de jeugd strab. conv. OS.
122	28	T.	R. L.	E. E.	1 1	n.	
123	28	M.	R. L.	E. E.	1 1	n.	
124	25	M.	R. L.	E. Ash. 0.75. max. vert.	1 1	n.	
125	27	M.	R. L.	M. 1. M. 1.	1 1	n.	
126	25	M.	R. L.	E. E.	1 1	n.	



Volnummer.	Ouderdom.	Faciliteit.	Oog.	Refractie.	Viss.	Kleurenzinn.	Aanmerkingen.
127	22	M.	R. L.	E. E.	1 1	n.	
128	25	T.	R. L.	E. E.	1 1	n.	
129	22	T.	R. L.	Ash. 2.5 max. + 25° ◊ Hm. 1. Ash. 2.5 max. - 20° ◊ Hm. 1.	$\frac{5}{11}$ $\frac{5}{11}$	n.	Bril c + 2.25 ◊ S + 1.5 voorgeschreven.
130	20	M.	R. L.	E. E.	1 1	n.	
131	18	M.	R. L.	E. E.	1 1	n.	
132	19	M.	R. L.	E. E.	1 1	abn.	
133	23	J.	R. L.	Hm. 1.25 ◊ Ash. 0.75 max. hor. Hm. 1.25 ◊ Ash. 0.75 max. hor.	$\frac{5}{9}$ $\frac{6}{9}$	n.	Insuff. r. int. ODS. Heeft bril + 2. Krijgt brils + 1.5 ◊ c + 0.75.
134	19	M.	R. L.	M. 1.25. M. 1.75.	$\frac{5}{6}$ $\frac{5}{6}$	n.	Moeder en éene zuster bijziende; is met 6 broeders en zusters.
135	21	Ph.	R. L.	Asm. 0.75 max. vert. E.	1 1	n.	
136	19	M.	R. L.	E. E.	1 1	n.	
137	19	T.	R. L.	Hm. 0.75. E.	1 $\frac{4}{6}$	n	OS. Macula corneae.
138	18	M.	R. L.	Asm. 0.5 max. hor. Asm. 1.	1 1	n.	
139	19	M.	R. L.	E. Hm. 0.75.	1 1	n.	
140	21	T.	R. L.	E. M. 0.75.	1 1	n.	
141	20	M.	R. L.	M. 0.5. M. 0.5.	1 1	n.	Heeft caries van den hoek der linker-oogkuilsrand gehad.
142	21	M.	R. L.	M. 0.5 ◊ Asm. 0.75 max. vert. M. 6.	1 1	n.	
143	21	T.	R. L.	M. 1. M. 0.75.	1 1	n.	
144	22	T.	R. L.	E. Asm. 0.75 max. hor.	1 1	n.	

Volnummer.	Onderdom.	Faculteit.	Oog.	Refractie.	Visus.	Kleurenzin.	Aanmerkingen.
145	27	Ph.	R. L.	Hm. 1. E.	1 1	n.	
146	19	M.	R. L.	E. E.	1 1	n.	
147	21	M.	R. L.	Hm. 1.25. Hm. 1.25.	1 1	n.	
148	19	T.	R. L.	E. E.	1 1	n.	Blepharitis ODS.
149	23	T.	R. L.	E. E.	1 1	n.	
150	21	T.	R. L.	M. 1.25. M. 1.	1 1	n.	
151	23	T.	R. L.	E. E.	1 1	n.	
152	23	M.	R. L.	Hm. 1. Hm. 1.	1 1	n.	
153	24	M.	R. L.	M. 5.5. M. 5.	1 1	n.	Drie broeders bijziende.
154	25	M.	R. L.	E. E.	1 1	n.	
155	23	T.	R. L.	Ash. 1.5 max. vert. Ash. 1.5 max. + 45°.	1 <sup>5</sup> / <sub>6</sub>	n.	
156	22	T.	R. L.	E. E.	1 <sup>9</sup> / <sub>12</sub>	n.	Retinitis proliferans OS.
157	22	T.	R. L.	E. E.	1 1	n.	
158	24	Pha.	R. L.	E. E.	1 1	n.	
159	25	Pha.	R. L.	E. E.	1 1	n.	
160	20	Pha.	R. L.	Hm. 1. Hm. 2 ○ Ash. max. hor.	1 <sup>5</sup> / <sub>18</sub>	n.	
161	21	Pha.	R. L.	Hm. 0.5. Hm. 0.5.	1 1	n.	
162	19	M.	R. L.	Hm. 1.5. Hm. 1.5.	1 1	n.	

Volgnummer.	Onderdom.	Faciliteit.	Oogf.	Refractie.	Visus.	Kleurenziñ.	Aanmerkingen.
163	19	Pha	R. L.	M. 1.25. M. 1 $\odot$ Asm. 0.75 max. hor.	1 1	n.	Vader bijziende.
164	22	Pha	R. L.	E. E.	1 1	n.	
165	20	Pha.	R. L.	Asm. 1 max. hor. Ash. 1 max. hor.	$\frac{5}{17}$ $\frac{5}{9}$	n.	Maculae corneae ODS.
166	18	Pha.	R. L.	E. E.	1 1	n.	
167	21	Pha.	R. L.	E. E.	1 1	n.	
168	21	Pha.	R. L.	M. 2.25. M. 2.25.	1 1	n.	
169	26	J.	R. L.	E. E.	1 1	n.	
170	22	Ph.	R. L.	M. 1. M. 1.25.	$\frac{4.5}{6}$ $\frac{5}{6}$	abn.	
171	21	T.	R. L.	E. E.	1 1	n.	
172	23	T.	R. L.	E. E.	1 1	n.	
173	24	T.	R. L.	E. E.	1 1	n.	
174	26	T.	R. L.	Asm. 0.75 max. — 45°. M. 5.5.	1 1	n.	
175	26	T.	R. L.	E. E.	1 1	n.	Paralysis trochlearis sinistr.
176	24	Pha.	R. L.	E. Ash. 1 max. vert.	1 $\frac{6}{9}$	n.	
177	31	T.	R. L.	E. E.	1 1	n.	
178	22	T.	R. L.	Ash. 4 $\odot$ Hm. 1 max. vert. Ash. 3 $\odot$ Hm. 1 max. vert.	$\frac{4.5}{9}$ $\frac{5.5}{9}$	n.	Krijgt bril c + 3 $\odot$ s + 1.
179	19	T.	R. L.	Hm. 4 $\odot$ Ash. 2.5 max. + 20°. Hm. 4 $\odot$ Ash. 2 max. vert.	1 1	n.	Heeft corrigeerende bril.
180	21	T.	R. L.	E. E.	1 1	n.	Blepharitis ODS.



Volgnummer.	Ouderdom.	Faculteit.	Oog.	Refractie.	Visus.	Kleurenzinn.	Aanmerkingen.
181	21	T.	R. L.	E. E.	1 1	n.	
182	26	T.	R. L.	Asm. 0.75 max. vert. E.	1 1	n.	
183	21	T.	R. L.	E. E.	1 1	n.	
184	20	T.	R. L.	M. 1. E.	1 1	n.	
185	22	T.	R. L.	E. E.	1 1	n.	
186	25	T.	R. L.	Asm. 0.75 max. vert. E.	1 1	n.	
187	19	T.	R. L.	M. 0.5. M. 6.	1 1	n.	Ziet binoculair. Eenige bijziende.
188	38	T.	R. L.	E. E.	1 1	n.	
189	20	T.	R. L.	M. 4.5 $\subset$ Asm. 2.5 max. — 30°. M. 7.	$\frac{6}{8}$ $\frac{5}{8}$	n.	Eenige bijziende.
190	26	T.	R. L.	E. E.	1 1	n.	
191	24	T.	R. L.	E. Hm. 1.	1 1	n.	
192	24	T.	R. L.	Asm. 1 max. — 85°. E.	1 1	n.	
193	19	T.	R. L.	Ash. 1 max. + 20°. Ash. 1 max. — 20°.	$\frac{6}{9}$ $\frac{6}{9}$	n.	
194	25	T.	R. L.	M. 0.75. M. 0.5.	1 1	n.	
195	22	T.	R. L.	M. 0.5. M. 0.5.	1 1	n.	
196	21	T.	R. L.	Hm. 1.25. Hm. 1.25.	1 1	n.	
197	23	T.	R. L.	Ash. 0.75 max. — 70°. Ash. 0.75 max. — 70°.	1 1	n.	
198	20	T.	R. L.	E. E.	1 1	n.	

Volnummer.	Onderdom.	Faculteit.	Oog.	Refractie.	Visus.	Kleurenz.	Aanmerkingen.
199	21	J.	R. L.	Asm. 1 max. vert. E.	1 1	n.	
200	24	T.	R. L.	Hm. 3.5. Hm. 2.	1 1	n.	Heeft bril, rechts + 3.5, links + 2.
201	21	T.	R. L.	M. 2.5. M. 2.5.	1 1	n.	Heeft bril — 2.
202	19	Pha.	R. L.	M. 0.75. M. 0.75.	1 1	n.	
203	29	M.	R. L.	Hm. 2.25 Hm. 1.75.	1 1	n.	Voorgescreven bril + 2.5.
204	18	M.	R. L.	Ash. 0.75 $\odot$ Hm. 0.75 max. vert. Ash. 0.75 $\odot$ Hm. 0.75 max. vert.	1 1	n.	
205	22	T.	R. L.	E. E.	1 1	n.	
206	23	J.	R. L.	Hm. 0.5. Hm. 0.5.	1 1	n.	
207	23	M.	R. L.	E. E.	1 1	n.	
208	23	M.	R. L.	M. 5. M. 5.	1 1	n.	
209	23	M.	R. L.	M. 3.75. M. 2.25 $\odot$ Asm. 2.25 max. hor.	1 1	n.	Maculae corneae OS.
210	20	M.	R. L.	Hm. 1. Hm. 1.	1 1	n.	
211	20	T.	R. L.	M. 3.75. M. 3.5.	1 1	n.	Staphyloma posticum ODS.
212	29	T.	R. L.	M. 0.5. M. 0.5.	1 1	abn.	
213	21	M.	R. L.	E. E.	1 1	n.	
214	22	M.	R. L.	E. E.	1 1	n.	
215	22	T.	R. L.	Hm. 0.75. Hm. 0.75.	1 1	n.	
216	25	T.	R. L.	E. E.	1 1	n.	

Volgnummer.	Onderdom.	Faculteit.	Oog.	Refractie.	Visus.	Kleurenzin.	Aanmerkingen.
217	22	T.	R. L.	E. E.	1 1	n.	
218	25	T.	R. L.	M. 5. M. 5.5.	1 1	abn.	Draagt bril — 5. 5 broeders en vader bijziende. Zusters niet.
219	23	T.	R. L.	E. E.	1 1	n.	
220	23	J.	R. L.	M. 3.5. M. 3.5.	1 1	n.	
221	36	T.	R. L.	Hm. lev. Hm. lev.	1 1	n.	
222	23	T.	R. L.	M. 3.5. M. 3.5.	1 1	abn.	
223	21	T.	R. L.	Ash. 0.75 max. + 45°. Hm. lev.	1 1	abn.	
224	23	T.	R. L.	E. E.	1 1	n.	
225	24	T.	R. L.	E. E.	1 1	n.	
226	23	T.	R. L.	E. E.	1 1	n.	
227	19	M.	R. L.	Hm. 0.75. Hm. 0.75.	1 1	n.	
228	22	T.	R. L.	E. E.	1 1	n.	
229	17	Ph.	R. L.	E. E.	1 1	n.	
230	23	T.	R. L.	E. E.	1 1	n.	
231	27	T.	R. L.	E. E.	1 1	n.	Blepharitis ODS.
232	20	T.	R. L.	E. E.	1 1	n.	
233	22	L.	R. L.	M. 5. M. 2.	1 1	n.	Grootvader bijziende. Ouders niet.
234	21	T.	R. L.	Hm. 1. Hm. 0.75.	1 1	n.	



Volnummer.	Onderdom.	Faculteit.	Oog.	Refractie.	Visus.	Kleurenzin.	Aanmerkingen.
235	19	T.	R. L.	M. 0.75. M. 0.75.	1 1	n.	
236	23	T.	R. L.	E. E.	1 1	n.	
237	19	T.	R. L.	E. E.	1 1	n.	
238	20	M.	R. L.	E. E.	1 1	n.	
239	24	T.	R. L.	E. E.	1 1	n.	
240	22	T.	R. L.	Ash. 3 max. vert. E.	$\frac{1}{18}$ 1	n.	
241	20	J.	R. L.	E. Asm. 1 max. vert.	1 1	abu.	
242	24	T.	R. L.	E. E.	1 1	n.	
243	24	M.	R. L.	E. E.	1 1	n.	
244	22	T.	R. L.	M. 3. M. 3.	1 1	n.	
245	23	J.	R. L.	E. E.	1 1	n.	
246	25	Ph.	R. L.	Hm. 1.5. Hm. 1.5.	1 1	n.	
247	20	Pha.	R. L.	E. E.	1 1	n.	
248	21	Ph.	R. L.	M. 1.5 $\odot$ Asm. 3 max. + 5°. M. 6 $\odot$ Asm. 0.5 max. vert.	$\frac{9}{9}$ $\frac{9}{9}$	n.	Heeft bril r. c — 3; l. c — 0.5 $\odot$ s — 5.
249	20	J.	R. L.	M. 2. M. 5.	1 1	n.	Heeft bril r — 2; l — 5. Tweeling broeder van 250.
250	20	J.	R. L.	E. E.	1 1	n.	
251	29	T.	R. L.	Hm. 1. Hm. 1.	1 1	n.	
252	21	T.	R. L.	E. E.	1 1	n.	

Volnummer.	Ouderdom.	Faculteit.	Oog.	Refractie.	Visus.	Kleurenzin.	Aanmerkingen.
253	20	M.	R. L	M. 0.75. M. 0.75.	1 1	n.	
254	17	L.	R. L.	E. E.	1 1	n.	
255	25	J.	R. L.	E. E.	1 1	n.	
256	23	J.	R. L.	E. E.	1 1	n.	
257	23	J.	R. L	M. 1.5. M. 1.5.	1 1	n.	
258	18	T.	R. L	E. E.	1 1	n.	
259	21	J.	R. L	E. E.	1 1	n.	
260	24	J.	R. L.	E. E.	1 1	n.	
261	20	T.	R. L.	E. E.	1 1	n.	
262	24	J.	R. L.	Hm. 1.25. Hm. 1.25.	1 1	n.	
263	23	J.	R. L.	E. E.	1 1	n.	
264	21	T.	R. L.	M. 3.5. M. 3.5.	1 1	n.	Eenig kind. Heeft bril — 1.5. Vader bijziende.
265	22	T.	R. L.	Hm. 1. Hm. 1.	1 1	n.	
266	26	T.	R. L	E. E.	1 1	n.	
267	22	T.	R. L	E. E.	1 1	n.	
268	21	T.	R. L	Asm. 0.75 max — 45°. E.	1 1	n.	
269	20	J.	R. L.	E. E.	1 1	n.	
270	21	J.	R. L	M. 1.5. M. 4.	1 1	n.	

Volgsnummer.	Ouderdom.	Faciliteit.	Oog.	Refractie.	Visus.	Kleurenzin.	Aanmerkingen.
271	36	M.	R. L.	Hm. 1. Hm. 1.	1 1	n.	
272	21	T.	R. L.	Hm. 0.75. Hm. 1.	1 1	n.	
273	21	T.	R. L.	E. E.	1 1	n.	
274	25	J.	R. L.	M. 0.5. M. 0.5.	1 1	n.	
275	29	T.	R. L.	E. E.	1 1	n.	
276	23	T.	R. L.	M. 0.5. M. 0.5.	1 1	n.	
277	21	J.	R. L.	Hm. 0.5. Hm. 0.5.	1 1	n.	
278	23	T.	R. L.	E. E.	1 1	n.	
279	23	J.	R. L.	Hm. 1. M. 0.5.	1 1	n.	
280	23	J.	R. L.	E. E.	1 1	abn.	
281	21	J.	R. L.	E. E.	1 1	n.	
282	23	J.	R. L.	E. E.	1 1	n.	
283	21	T.	R. L.	E. E.	1 1	n.	
284	21	T.	R. L.	Asm. 1 max. vert. Asm. 1 max. vert.	1 1	n.	Iusuff. rect. int.
285	24	T.	R. L.	M. 5. M. 6 ruim.	1 1	n.	Vader waarschijnlijk bijziende. Staphyl. post. ODS.
286	20	T.	R. L.	Hm. 2.5. Hm. 3.	1 1	n.	
287	22	J.	R. L.	E. E.	1 1	abn.	
288	19	T.	R. L.	E. Asm. 0.75 max. vert.	1 1	n.	



Volgsnummer.	Onderdom.	Faculteit.	Oog.	Refractie.	Visus.	Kleurenzin.	Aanmerkingen.
289	27	T.	R. L.	M. 1.75. M. 2.	1 1	n.	Vader en 2 der 6 kinderen bijziende. Denkt op zijn 17 <sup>e</sup> jaar bijziende geworden te zijn.
290	24	T.	R. L.	Hm. 1.25. Hm. 1.	1 1	u.	
291	26	J.	R. L.	E. E.	1 1	n.	
292	20	T.	R. L.	E. E.	1 1	abn.	292 en 293 neefs en zusters kinderen.
293	21	T.	R. L.	E. E.	1 1	abn.	
294	27	T.	R. L.	E. E.	1 1	u.	
295	18	T.	R. L.	E. E.	1 1	u.	
296	23	L.	R. L.	E. E.	1 1	n.	
297	23	T.	R. L.	M. 0.75. M. 0.75.	1 1	n.	
298	21	L.	R. L.	M. 5. M. 5.	1 1	u.	
299	20	T.	R. L.	M. 3.5. M. 4.	$\frac{5}{6}$ $\frac{5}{9}$	n.	Heeft bril — 3. Maculae corneae.
300	32	T.	R. L.	E. E.	1 1	n.	
301	21	J.	R. L.	Asm. 0.75 max. vert. M lev.	$\frac{5}{6}$ $\frac{5}{6}$	n.	Insuff. v. int. Rechter pupil wijder dan linker: reste van membrana pupillaris (zegt dat moeder hetzelfde verschil in pupillen heeft).
302	22	M.	R. L.	E. E.	1 1	n.	
303	26	L.	R. L.	M. 3.5. M. 3.5.	$\frac{5}{9}$ $\frac{5}{12}$	n.	Draagt bril — 3. 12 jaar oud, maculae corneae DOS gekregen: Vader niet bijziende.
304	21	T.	R. L.	M. 9. M. 6.	$\frac{5}{6}$ $\frac{5}{6}$	n.	Draagt bril — 5. Heeft eerst op 9 <sup>e</sup> jaar bijziendheid bemerkt. Op 14 <sup>e</sup> jaar bril — 5 gekregen.
305	19	T.	R. L.	M. 6. M. 4.5.	1 $\frac{5}{6}$	n.	Heeft pince-nez — 4; voor 2 jaar begonnen te dragen. Broeder van 304.

Volgnummer.	Onderdom.	Faculteit.	Oog.	Refractie.	Visus.	Kleurenzin.	Aanmerkingen.
306	18	Ph.	R. L.	Hm. 3.5. Hm. 4.5.	1 1	n.	Moeder ook hypermetrope.
307	23	M.	R. L.	E. E.	1 1	n.	
308	26	M.	R. L.	E. E.	1 1	n.	
309	19	M.	R. L.	M. 0.5. M. 0.5.	1 1	n.	Vader 52 jaar, leest zonder bril.
310	20	M.	R. L.	E. E.	1 1	n.	Insuff. reet. int.
311	20	J.	R. L.	M. 1. M. 0.5.	1 1	n.	
312	19	J.	R. L.	Hm. 1 $\odot$ Asm. 3. max $+ 5^{\circ}$ M 0.5 $\odot$ Asm. 2 max. $+ 30^{\circ}$	$\frac{5}{6}$ $\frac{5}{6}$	n.	
313	18	J.	R. L.	E. E.	1 1	n.	
314	27	M.	R. L.	E. E.	1 1	n.	Linkerhelft van gezicht smaller dan rechter; eigen aan verscheidene familieleden.
315	30	J.	R. L.	E. E.	1 1	n.	
316	25	M.	R. L.	E. E.	1 1	n.	
317	25	Pha.	R. L.	Asm. lev. E.	1 1	n.	
318	21	M.	R. L.	Asm. 0.5 max. hor. Asm. 1 max. hor.	1 1	n.	Insuff. r. int.
319	31	Ph.	R. L.	E. E.	1 1	n.	
320	19	M.	R. L.	E. E.	1 1	n.	Tweelingbroeder van 321.
321	19	M.	R. L.	M. 3. M. 2.5.	1 1	n.	
322	18	M.	R. L.	E. E.	1 1	n.	
323	25	J.	R. L.	E. E.	1 1	n.	Insuff. r. int.



Volgnummer	Ouderdom.	Facaliteit.	Oog.	Refractie.	Visus.	Kleurenzin.	Aanmerkingen.
324	20	M.	R. L.	E. E.	1 1	n.	
325	20	M.	R. L.	E. M. 0.5.	1 1	abn.	
326	18	J.	R. L.	M. 12. M. 13.	$\frac{5}{6}$ $\frac{5}{6}$	n.	Vader en 1 broeder bijziende.
327	20	J.	R. L.	E. E.	1 1	abn.	
328	20	M.	R. L.	M. 4. M. 4.	1 1	n.	Heeft bril — 3.5.
329	25	M.	R. L.	M. 0.75 $\odot$ Asm. 0.75 max. vert. M. 0.75 $\odot$ Asm. 0.75 max. vert.	1 1	abn.	
330	19	M.	R. L.	E. E.	1 1	n.	
331	22	J.	R. L.	Asm. 0.75. Asm. 0.75.	$\frac{5}{8}$ $\frac{5}{8}$	n.	
332	24	M.	R. L.	Asm. 0.75 max. vert. Asm. 0.75 max. vert.	1 1	n.	
333	24	M.	R. L.	E. E.	1 1	abn.	
334	23	J.	R. L.	E. E.	1 1	n.	
335	25	J.	R. L.	E. E.	1 1	n.	
336	26	J.	R. L.	M. 2.5. M. 2.5.	1 1	n.	Draagt bril — 1.75.
337	25	J.	R. L.	Asm. 0.5 max. vert. Asm. 0.5 max. vert.	1 1	n.	
338	20	T.	R. L.	E. E.	1 1	n.	
339	26	J.	R. L.	M. 1.5. M. 1.75.	1 1	n.	Heeft pince-nez 1.5, voor 3 jaar voorgeschreven. Vader op 55 jarigen leeftijd begonnen met een bril te lezen.
340	25	J.	R. L.	E. E.	1 1	n.	Germain neef kleurblind.
341	23	Ph.	R. L.	E. Asm. 0.75 max. hor.	1 1	n.	Linker aangezichtshelft kleiner dan rechter.



Volgnummer.	Ouderdom.	Faculteit.	Oog.	Refractie.	Visus.	Kleurenzin.	Aanmerkingen.
342	28	T.	R. L.	E. E.	1 1	n.	Linker aangezichtsheft kleiner dan rechter.
343	23	J.	R. L.	Asm. 1.25 max. hor. M. 1.	1 1	n.	Heeft bril l. s — l r e — 1.25.
344	24	J.	R. L.	E. E.	1 1	n.	
345	20	J.	R. L.	E. E.	1 1	n.	
346	26	J.	R. L.	M. 0.75. E	$\frac{6}{12}$ $\frac{6}{6}$	abn.	
347	29	J.	R. L.	E. E.	1 1	n.	
348	23	J.	R. L.	M. 0.75. M. 0.75.	1 1	n.	
349	19	J.	R. L.	Ash. 1.5 max. vert. Ash. 1.5 max. vert.	$\frac{6}{12}$ $\frac{6}{12}$	n.	
350	21	J.	R. L.	Hm. 1. Hu. 1.	1 1	n.	
351	22	J.	R. L.	E. E.	1 1	n.	
352	24	J.	R. L.	M. 5.5. M. 5.5.	1 1	n.	
353	29	M.	R. L.	E. Asm. 0.75 max. + 20°.	1 $\frac{5}{6}$	n.	
354	20	J.	R. L.	Hm. 1. E.	1 1	n.	
355	20	J.	R. L.	Hm. lev. E.	1 1	n.	
356	21	J.	R. L.	Hm. lev. E.	1 1	abn.	
357	21	T.	R. L.	Hm. lev. E.	1 1	n.	
358	21	T.	R. L.	Asm. 0.75 max vert. Asm. 0.75 max. vert.	1 1	n.	
359	22	L.	R. L.	Hm. lev. E.	$\frac{3}{12}$ $\frac{3}{6}$	niet te bepalen.	Nystagmus ODS. Aangeboren atrophie van de pupil. Concentrisch zeer beperkt gezichtsvel.

Volnummer.	Ouderdom.	Faculteit.	Oogr.	Refractie.	Visus.	Kleurenz.	Aanmerkingen.
360	21	J.	R. L.	E. E.	1 1	n.	
361	25	J.	R. L.	E. E.	1 1	n.	
362	20	J.	R. L.	Hm. 0.75. Hm. 0.75.	1 1	n.	
363	21	J.	R. L.	Hm. 1.5. Hm. 1.5.	1 1	n.	
364	25	J.	R. L.	M. 1.75. M. 1.75.	1 1	n.	
365	21	J.	R. L.	M. 6. M. 6.	$\frac{6}{5}$ 1	n.	Vader en moeder bijziende. Van zuster onbekend. Heeft van zijn 6 <sup>e</sup> jaar bril — 3.
366	20	J.	R. L.	E. E.	1 1	n.	
367	21	J.	R. L.	Hm. 1. Hm. 1.	1 1	n.	
368	23	J.	R. L.	E. E.	1 1	n.	
369	22	J.	R. L.	E. Asm. 0.75 max. vert.	1 1	n.	
370	22	J.	R. L.	M. 1.5. M. 1.5.	1 1	n.	Geen bijziende anders.
371	25	J.	R. L.	M. 2. M. 1.5.	1 1	n.	
372	19	L.	R. L.	Hm. 1. Hm. 1.	1 1	n.	
373	25	J.	R. L.	E. E.	1 1	n.	
374	23	M.	R. L.	E. E.	1 1	abn.	
375	27	M.	R. L.	E. E.	1 1	n.	Argyrosis OD.
376	21	M.	R. L.	Hm. 1. Hm. 1.	1 1	abn.	
377	25	J.	R. L.	Asm. 0.75 max. + 10°. Asm. 0.75 max. + 20°.	$\frac{6}{5}$ 1	n.	



Volgsnummer.	Ouderdom.	Faculteit.	Oog.	Refractie.	Visus	Kleurenzich.	Aanmerkingen.
378	27	J.	R. L.	Hm. 1. Hm. 1.	1 1	n.	
379	20	J.	R. L.	M. 0.5. M. 0.5.	1 1	n.	Vader bijziende.
380	33	J.	R. L.	E. E.	1 1	n.	
381	18	J.	R. L.	E. E.	1 1	n.	Blepharitis.
382	28	M.	R. L.	M 12.75. M. 13.	1 1	n.	Op 17 <sup>en</sup> jarigen leeftijd begonnen bril te dragen. Twee zusters en 1 broeder bijziende.
383	33	J.	R. L.	E. E.	1 1	n.	
384	22	J.	R. L.	M. 3. M. 3.5.	1 1	n.	Heeft pince-nex l — 3, r — 3.5. Grootvader zeer bijziende. Vader minder bijziende. Oudste zuster bijziende; de jongere onbekend.
385	22	Pha.	R. L.	E. E.	1 1	n.	
386	28	M.	R. L.	Hm. 1.5 max. vert. Ash. 1.25 max. vert.	$\frac{6}{36}$ $\frac{6}{19}$	n.	Maculae corneae.
387	26	M.	R. L.	Hm. 1.75. Hm. 1.5 $\odot$ Ash. 1 max. — 85°.	1 $\frac{5}{6}$	n.	Obscuratio lentis OS.
388	26	M.	R. L.	Asm. 0.75 max. vert. Ash 0.75 max. vert.	$\frac{5}{6}$ $\frac{5}{6}$	n.	
389	28	J.	R. L.	M. 0.5 $\odot$ Asm. 1 max. vert. M. 0.75.	$\frac{3}{6}$ $\frac{5}{6}$	abu.	
390	27	J.	R. L.	Hm. 0.5. Hm. 0.5.	1 1	n.	
391	24	M.	R. L.	Asm. 0.75 max. vert. Asm. 0.75 max. vert.	1 1	n.	
392	20	J.	R. L.	E. E.	1 1	n.	
393	21	J.	R. L.	E. M. lev.	1 1	n.	
394	19	J.	R. L.	M. 10. M. 9.	1 1	n.	Vader bijziende. Draagt bril — 8.
395	20	M.	R. L.	E. E.	1 1	n.	



Volnummer.	Ouderdom.	Faculteit.	Oog.	Refractie.	Visus.	Kleurenzin.	Aanmerkingen.
396	21	J.	R. L.	Hm. 0.75. Hm. 0.75.	1 1	n.	
397	20	J.	R. L.	E. E.	1 1	n.	
398	19	J.	R. L.	E. E.	1 1	n.	Blepharitis chronica.
399	18	J.	R. L.	Hm. lev. Hm. lev.	1 1	n.	
400	18	J.	R. L.	Hm. 0.5. Hm. 0.5.	1 1	n.	
401	18	J.	R. L.	Hm. 0.5. Hm. 1.	1 1	n.	
402	23	J.	R. L.	M. 1.5. M. 1.	1 1	n.	
403	19	J.	R. L.	M. 0.5. M. 0.75.	1 1	n.	
404	18	J.	R. L.	Hm. 0.5. Hm. 0.5.	1 1	n.	
405	22	T.	R. L.	E. E.	1 1	n.	
406	33	Ph.	R. L.	E. E.	$\frac{6}{11}$ $\frac{5}{60}$	n.	Maculae corneae ODS.
407	24	J.	R. L.	M. 0.5. M. 0.5.	1 1	n.	
408	26	J.	R. L.	E. E.	1 1	n.	
409	23	T.	R. L.	E. Asm. 0.75.	1 1	n.	
410	23	J.	R. L.	M. 4.5. M. 3.5.	1 1	n.	Heeft voor ongeveer 8 jaar pince- nez — 2.75 gekregen.

# DUITSCH E STUDENTEN.

Volgnummer.	Ouderton	Faculteit.	Oog.	Refractie.	Visus.	Kleurenzinn.	Aanmerkingen.
1	23	T.	R. L.	M. 6. M. 6.	1 1	n.	Vader en zuster bijziende. Draagt bril — 5.
2	24	T.	R. L.	Hm. 2 $\odot$ Ash. 0.5. Hm. 3 $\odot$ Ash. 1.75 max. + 15°.	1 $\frac{6}{12}$	n.	Heeft bril r + 3, l + 3.5.
3	23	T.	R. L.	M. 3. M. 3.	1 1	abu.	Vader kortzichtig.
4	22	T.	R. L.	Hm. 4. Ash. 1.5 $\odot$ Hm. 0.5 max. vert.	$\frac{4}{12}$ $\frac{5}{6}$	n.	Heeft bril r + 2, l + 1 $\odot$ e + 1.5.
5	21	T.	R. L.	M. 10 $\odot$ Asm. 1 max. vert. M. 11.	$\frac{5}{6}$ $\frac{5}{6}$	n.	
6	24	T.	R. L.	Asm. 0.75. E.	1 1	n.	
7	24	T.	R. L.	Ash. 1.25 max. + 5°. Ash 5 max. — 5°.	$\frac{6}{12}$ $\frac{6}{12}$	n.	
8	22	T.	R. L.	M. 5.5 M. 4.5 $\odot$ Asm. 0.75 max. + 20°.	1 1	n.	
9	22	T.	R. L.	Asm. 0.75 max. — 20°. M. 2.	1 1	n.	
10	21	T.	R. L.	E. E.	1 1	n.	
11	21	T.	R. L.	Ash. 3 max. + 20°. Ash. 2 max. + 10°.	$\frac{5}{12}$ $\frac{5}{12}$	n.	Corrigeerende bril.
12	22	T.	R. L.	E. E.	1 1	n.	
13	21	T.	R. L.	E. E.	1 1	n.	
14	24	T.	R. L.	M. 0.75. M. 0.75.	1 1	n.	
15	24	T.	R. L.	E. M. 0.5	1 1	n.	

## HOOFDSTUK II.

### Resultaten van het onderzoek.

Wij willen nu nagaan, welke resultaten de statistische tabellen opleveren. Het aantal der onderzochte Nederlandsche Studenten bedraagt 410; faculteits-gewijze zijn zij verdeeld als volgt:

Godgeleerdheid . . . . .	129	d. i.	31.46	%	der onderzochte.
Geneeskunde . . . . .	120	»	29.27	»	»
Rechten . . . . .	116	»	28.3	»	»
Wis- en Natuurkunde . . . . .	22	»	5.36	»	»
Pharmacie . . . . .	46	»	3.9	»	»
Letteren . . . . .	7	»	1.7	»	»

Naar de leeftijden:

Onderdom.	Aantal studenten.	Onderdom.	Aantal studenten.
17 jaar	4	27 jaar	14
18 »	20	28 »	12
19 »	46	29 »	8
20 »	58	30 »	3
21 »	55	31 »	2
22 »	49	32 »	1
23 »	52	33 »	3
24 »	26	34 »	1
25 »	33	36 »	3
26 »	20	38 »	1



Van de 820 onderzochte oogen zijn er 222 myopisch d. i. 27.07 %.

De verhouding tusschen het aantal studenten in elke faculteit, het aantal myopen en het aantal myopische oogen, is aangegeven in de volgende tabel.

In de Faculteit der:	Getal.	Myopen.	Myopische oogen.	Procent berekend naar het aantal oogen in elke faculteit.
Godgeleerdheid. . . . .	129	31	60	23.25 %.
Geneeskunde. . . . .	120	35	64	26.6 "
Rechten. . . . .	116	39	68	29.31 "
Wis- en Natuurkunde.	22	7	14	31.81 "
Pharmacie . . . . .	16	5	10	31.25 "
Letteren . . . . .	7	4	6	42.9 "
		121		

De tabel op de volgende pag. geeft ons een overzicht van het voorkomen der M. in de verschillende levensjaren. Nemen wij drie groepen naar den leeftijd aan:

Leeftijd.	Aantal oogen.	Aantal myop. oogen.	Verhouding.
18—20	248	74	29.83 %.
21—23	312	85	27.56 %.
24—27	186	51	27.42 %.

*Zoodat het aantal myopen met het hooger zijn van de levensjaren iets geringer zijn.*

Wij kunnen ook in 't algemeen zeggen geen hogere graden op ouderen leeftijd te vinden

Graad van myopie.	Leeftijden.													
	17 jaar.	18 jaar.	19 jaar.	20 jaar.	21 jaar.	22 jaar.	23 jaar.	24 jaar.	25 jaar.	26 jaar.	27 jaar.	28 jaar.	29 jaar.	
0.25			1		2	1								4
0.5		2	6	9	1	2	7	3	3	1	1	2	2	38
0.75			6	2	2		4		4	2		1	1	23
1	1		2	2	3	1	2	1	1		2			15
1.25			3		3	1				1				7
1.5			3	2	2	5	4		1	1	1			19
1.75			1			2	1		2		1			8
2			1	3		1		2	1		2			10
2.25				1	2		1							4
2.5	1		2		2	2				2	1			10
2.75				1										1
3			1	1	2	3				1				8
3.5				3	3	1	5	2		4				18
3.75				2			1							3
4	1			5	3			2						11
4.5	1		1	1			1							4
5				1	2	1	2	2	1					9
5.5			2	2	2	1		3	1	1				12
6			3		5	1		1						10
7				1										1
9			1		1									2
10			1											1
12		1												1
12.75												1		1
13		1										1		2



Verdeelen we de myopie willekeurig in 3 graden: de *lagere* (tot 3 dioptrieën), de *hooge* (tot 7 dioptrieën) en de *hoogere* graden (tot en met 13 dioptrieën), dan zien we, dat 139 oogen tot de eerste soort behooren, 75 tot de tweede en 8 tot de derde. Laten wij, zooals COHN en PRIESTLEY SMITH, myopie beneden 1 D buiten rekening, dan bekomen wij 157 myopische oogen of 19.14 pct.

Hypermetropische oogen komen er 117 in de tabellen voor, die, naar de graden, als volgt verdeeld zijn.

Van 0.5	dioptrie	15 hyperm.	oogen.
» 0.75	»	26	»
» 1	»	37	»
» 1.25	»	10	»
» 1.5	»	14	»
» 1.75	»	3	»
» 2	»	3	»
» 2.25	»	1	» oog.
» 2.5	»	1	»
» 3	»	1	»
» 3.5	»	2	» oogen.
» 4	»	2	»
» 4.5	»	1	» oog.
» 5	»	1	»

Hypermetropische oogen faculteitsgewijze verdeeld:

120 Medici	hebben	38 hypermetropische	oogen.
116 Juristen	»	31	»
129 Theologen	»	29	»
22 Philosophen	»	9	»
16 Pharmaceuten	»	7	»
7 Litteratoren	»	2	»



De verschillende gevallen van anisometropie zijn hieronder bijeengevoegd.

13	gevallen	van	E.	en	Hm.
15	»	»	E.	»	M.
20	»	»	E.	»	Asm.
3	»	»	E.	»	Ash.
23	»	met	verschil	in	M.
2	»	»	»	»	Hm.
2	»	van	Hm.	en	M.
1	geval	met	verschil	in	Ash.
2	gevallen	»	»	»	Asm.
2	»	van	Asm.	en	Ash.

Myopisch astigmatisme komt op de 820 oogen 64 maal voor, enkelvoudig of gecombineerd met myopie of hypermetropie, in verschillende graden tusschen 0.25 en 3 dioptrieën.

Hypermetropisch astigmatisme komt op 820 oogen 41 maal voor, enkelvoudig of gecombineerd met hypermetropie of myopie, in verschillende graden tusschen 0.25 tot 4 dioptrieën.

21 gevallen van insufficiëntia r. interni zijn in de tabellen genoteerd, waarvan er 7 voorkomen bij Asm., 6 bij M., 5 bij E. en 2 bij Ash.

Erfelijkheid der bijziendheid. In 16 gevallen was de vader alleen bijziende, 1 maal de moeder, 1 maal de beide ouders, 5 maal broers en zusters, zonder dat het van de ouders kon bewezen worden; in 9 gevallen waren geen van beide ouders bijziende.

Van de 30 oogen der Dutsche studenten waren 12 myopisch, dus 40 %, verdeeld naar de graden als volgt:

Dioptrie: 0.5, 0.75, 2, 3, 4.5, 5, 5.5, 6, 10, 11  
 1      2 1 2 1      1 2 1 1.

Hoewel het aantal te klein is om van eene statistiek te gewagen is het toch opmerkelijk hoe in het kleine getal betrekkelijk vele en hooge graden van M. voorkomen, tegenover slechts 8 oogen met E.

Nº. 3 heeft een gebrekkigen kleurensin.

### HOOFDSTUK III.

De bepaling van den kleurensin en de voorgekomene afwijkingen.

---

Bij het onderzoek van het kleuronderscheidingsvermogen hadden wij het plan opgevat, de verschillende methoden, daarvoor aangegeven, onderling te toetsen, ten einde daaruit een besluit te nemen, welke methode voor een snel en tevens afdoend onderzoek, de beste waarborgen levert voor een juiste kennis van deze functie van het netvlies of van de percipieerende elementen van het gezichtszintuig.

Wij begonnen met een tiental paarse en blauwe borduurwolstrengen van verschillende saturatie voor te leggen en verzochten dan uit deze, alleen de paarse of alleen de blauwe, op zijde te leggen. DONDERS 1) deelde vroeger mede, dat dit een gevoelige proef moet zijn, om kleurblindheid te ontdekken: »in het stelsel van onderzoek van HOLMGREN »zou naast het bleekgroene als warme toon een bleek paars »sajet als koele passen." Bekend is het, hoe velen in het dagelijksch leven, van wie men niet veronderstelt, dat hun

---

1) Onderzoekingen gedaan in het physiologisch Laboratorium der Utrechtsche Hoogeschool. Derde Reeks. VI pag. 115. 1881.



kleuronderscheidingsvermogen geringer is dan normaal, toch zeer moeielijk verschil in paars en blauw (ten minste voor sommige graden van saturatie) weten aan te geven. »'t Is paars of blauw'' wordt door sommigen zoo onverschillig gezegd, alsof ze gansch niet een gebrekkig kleuronderscheidingsvermogen daardoor te kennen geven, terwijl diezelfde personen niet ligt zeer bleekgroen met havannahkleur of grijs zullen verwarren, zoodat zij, volgens de methode van HOLMGREN, geheel als normaal zich zouden vertoonen. Hebben wij hier dan te doen met de allerfijnste of liever allergeeringste afwijkingen in den kleurensin, die ons met de andere methoden ontsnappen? Die vraag was practisch alleen te beantwoorden, door quantitatief, met het instrument voor doervallend licht van DONDEBS, hun kleurensin te bepalen; wij hebben dit bij de meesten gedaan, en vonden ook dan, dat zij niet bij anderen met normalen kleurensin, die zonder moeite paars en blauw sorteeren, achterstaan, — ja de meesten waren gelijk aan hen, die goed blauw en paars sorteerden. Er staat tegenover, dat enkelen met gebrekkigen kleurensin, die de letters van STILLING niet konden lezen en quantitatief bleken ten achter te staan, toch, hoewel niet zeer vlug, paars en blauw konden sorteeren. Intusschen was het hen meestal onmogelijk uit een hoop wollen strengen van verschillende kleuren (b. v. de collectie HOLMGREN) al de parse of al de blauwe uit te zoeken.

Als tweede proef werden de letters van STILLING voorgelegd. Eerst gaven wij altijd de geelblauwe, waardoor het hun terstond duidelijk werd, wat eigenlijk gezien moest worden. Hierbij werd de eerste editie van STILLING's

»Tafeln» <sup>1)</sup> niet gebruikt, omdat het verschil in glans van de verschillende kleuren der ruitjes, de betrouwbaarheid van het onderzoek geheel in den weg stond. Later heeft STILLING <sup>2)</sup> deze nadeelen, die uitsluitend van technischen aard waren, weten te overwinnen en een stel letters gegeven, die werkelijk alles opleveren, wat de methode beloofde. Daar de bladen met de letters niet genummerd zijn, kan men ze alleen aangeven door de letters te noemen; wij spreken dus van de bladen: D. O. E. B; T. L. F. H. enz.

Vroeger was ons voorgekomen, dat, zoodra er slechts een geringe afwijking van den kleurenzin bestond, de letters van het blad, met T. L. aanvangende, volstrekt niet gelezen konden worden, in sommige gevallen werden nog de roode ruitjes aangegeven, maar niet dan met veel moeite. Intusschen hadden enkele, die in het geheel niet T. L. konden lezen, met eenige inspanning en moeite wel D. O. kunnen lezen of ten minste ontcijferen. Er bestaat in deze beide tafels een werkelijk verschil, waarop STILLING niet opmerkzaam heeft gemaakt, maar dat ons als diagnostisch hulpmiddel juist van waarde is. Bezieet men de tafel D. O. vergelijkende met de andere nauwkeurig, zoo zal men bemerken, dat de kleur der lichtbruine <sup>3)</sup> of geelbruine ruitjes iets donkerder is, dan der lichtbruine ruitjes van T. L. F. H. en daardoor

1) Die Prüfung des Farbensinnes beim Eisenbahn- und Marine-Personal. Cassel 1877.

2) Die Prüfung etc. Neue Folge. Erste Lieferung. Tafeln zur Bestimmung der Roth-Grundblindheit. Cassel 1878. — Tafeln zur Bestimmung der Blau-Gelbblindheit 1878.

3) De kleur der ruitjes van den grond noemen we gemakshalve donker bruin en licht bruin.



zullen de Rb wel moeielijk de letters D. O. onderscheiden, omdat voor hen rood veel donkerder en de lichtroode blokjes dus bijna dezelfde lichtsterkte als de lichtbruine hebben; de Gb daarentegen zullen de lichtroode blokjes lichter zien, ook lichter dan de lichtbruine en dat zal hen daardoor, indien hun kleuronderscheidingsvermogen niet belangrijk verminderd is, de letters kunnen doen herkennen. Wie echter T. L. niet kon ontcijferen, kon ook evenmin 11. 12. III. II.; O. B. H. E. en L. O. T. U. lezen.

Wij komen hierop later terug.

Als derde proef vermelden wij de methode van HOLMGREN. De methode, met al hare praktische voordeelen, is in zijn werk 1) uitvoerig beschreven. Herinneren wij hier alleen, dat HOLMGREN begint met:

I. Een weinig gesatureerd groen sajet voor te leggen, dat voor het normale oog een tamelijk zuiver groen moet zijn, noch geelgroen, noch blauwgroen, maar tusschen beide; in elk geval mag het geen geelgroen zijn. Wie hierbij grijs, havannahkleur, saumonkleur, appelbloesem of een of andere lichtbruine tint voegt, is *gebreekkig*. Wie, zonder deze kleuren er bij te voegen, toch blijkbaar er over aarzelt, heeft *een zwakken kleurenzin*.

IIa. Blijkt het, dat volgens I een gebrekkige of zwakke kleurenzin aanwezig is, dan wordt IIa een helder rose, behoorende tot de nuancen, die het meest gesatureerd zijn en het meest helder, voorgelegd.

---

1) De la cécité des couleurs dans ses rapports avec les chemins de fer et la marine, Paris G. Masson 1877.



Worden er, door hem, die bij I verwisselingskleuren voegde, alleen rose gevoegd, zoo is hij *onvolkomen gebrekkig*.

Voegt hij er daarentegen, hetzij met of zonder rose, blauw of violet of beiden bij, dan is hij *volkomen roodblind*; voegt hij er, hetzij met of zonder rose, grijs of groen bij, dan is hij *volkomen groenblind*.

Daarmede is dus het onderzoek afgelopen, maar als controle-proef voegt HOLMGREN, alleen voor hen, die door IIa bleken rood- of groenblind te zijn, een derde proefkleur IIb bij, die helrood moet zijn, evenals een nieuwe roode vlag bij de spoorwegsignalen. Nu zullen de roodblinden bij IIb ook donkergroen en donkerbruin bijvoegen, de groenblinden een lichter groen en lichter bruin.

Dit is in het algemeen de methode van HOLMGREN.

Voorts werd volgens de methode van DONDERS <sup>1)</sup> quantitatief de meerdere of mindere onvolkomenheid van den kleurensin bepaald. Voor de proeven met opvallend licht, werd het door WEBER, volgens de bovengenoemde methode, geconstrueerde instrument gebruikt; de beschrijving er van is te vinden in de *Klinische Monatsblätter für Augenheilkunde* 1878. Bericht über die elfte Versammlung der Ophthalmologischen Gesellschaft S. 130. »Es muss,» zegt WEBER, »dringend darauf gehalten werden, dass immer unter »einer und derselben Beleuchtung untersucht wird. Um

---

1) Achttiende verslag van het Nederlandsche Gasthuis voor ooglijders 1877. pag. 77. Onderzoek. Physiol. Laborat. der Utr. Hoogschool. Derde reeks. V. pag. 34.

»eine solche Gleichheit herzustellen, bediene ich mich  
 »schwarzer Rouleaux, durch welche das Zimmer beliebig  
 »verdüstert werden kann. Für gewöhnlich, weil für unsere  
 »meteorologischen Verhältnisse am passendsten wähle ich —  
 »und hierfür ist auch diese Tafel berechnet — einen Be-  
 »leuchtungsgrad, der  $\frac{2}{3}$  höher ist, als das Minimum bei dem  
 »eben nog die  $S = 1$ . Diesen stellt man auf die Weise her,  
 »dass der Untersucher sich mit Smokgläsern 5 bewaffnet,  
 »die das Unterscheidungsvermögen um  $\frac{2}{3}$  herabsetzen, und  
 »nun durch die schwarzen Rouleaux so weit abdüstert,  
 »dass gerade noch die für die betreffende Distanz gültigen  
 »Probekleinigkeiten gelesen werden können und auch bei  
 »längerer Fixirung kein Zuwachs an Unterscheidungsver-  
 »mögen eintritt." Wij hebben echter voor opvallend licht  
 niet, zooals WEBER, de kamer gedeeltelijk duister gemaakt,  
 daar gedurende de proeven het hemellicht toch ook dikwijls  
 veranderde en men dus elk oogenblik de vensterluiken meer  
 of minder had moeten sluiten. Wij hadden zelf normalen  
 kleurensin en konden de heldere tamelijk gesatureerde kleu-  
 ren, bij 1 m.m. middellijn, onder goede verlichting tegen  
 zwart fluweel op een afstand van 5 meters herkennen. De  
 kleuren van 1 m.m. op WEBER's tafel werden dus ge-  
 bruikt bij helderen hemel; was de hemel minder helder,  
 de verlichting geringer, dan werden voor denzelfden afstand  
 grootere kleuren gebruikt of de afstand genoteerd, waarop  
 het normaal kleurensin oog de stipjes van 1 m.m.  
 herkent en daarnaar de graad van den kleurensin be-  
 paald.

Bleek de kleurensin gebrekkig te zijn of waren de uit-  
 spraken niet juist te vertrouwen, dan werd de methode



voor doorvallend licht gebruikt. Het is Prof. DONDERS gelukt hiervoor een instrument te doen construeeren, dat, door technische verbeteringen, de methode van onderzoek een volkomenheid heeft gegeven, waardoor het, naar mij toeschijnt, niets meer te wenschen overlaat. In zijn verhandeling op het Internationaal Geneeskundig Congres, in 1879 te Amsterdam gehouden, werd het instrument gedemonstreerd, terwijl wij in *la Nature* 1881. 1 Janvier pag. 70 een goede afbeelding er van vinden in een artikel van Dr. MARECHAL, *Sur la cécité des couleurs*. Daar de beschrijving echter zeer onnauwkeurig is, en voor een deel het instrument niet begrepen schijnt, laten wij hier de beschrijving <sup>1)</sup> volgen.

Een dof zwart geverwd houten scherm hoog 40 c. m., breed 35 c. m. met klampjes beneden voor en achter tot steun heeft in het midden een opening van 25 m. m. middellijn, gesloten door een mat glas, waarvoor een dof zwart metalen plaat met gaatjes van 1, 2, 5, 10 en 25 m. m. verschuifbaar is. In den bovenrand van de metalen plaat zijn gaatjes, juist boven het midden van de openingen van 1, 2, 5, enz. m. m., terwijl in de bovenste gleuf, waarin de plaat schuift, een veer is met knopje, juist boven het midden van de 25 m. m. middellijn groote opening van het scherm; dit knopje correspondeert met de gaatjes boven de openingen van de metalen plaat. Op die wijze zal bij het verschuiven het centrum van de openingen in de verschuifbare metalen

---

1) Gedeeltelijk overgenomen uit DONDERS. De quantitative bepaling van het kleuronderscheidingsvermogen. XVIII Verslag van het Ned. Gasthuis voor Ooglijders pag. 77. — Ond. phys. lab. Utr. Hoogeschool. Derde reeks. VI. pag. 40.



plaat altijd juist voor het centrum van de opening in het scherm komen. — Onmiddellijk achter het scherm bevestigd, bevindt zich een draaibare houten schijf van 20 c. m. middellijn, waarin zes gaten van 3 c. m. middellijn op 6 c. m. van het centrum der schijf: deze gaten bevatten het roode en groene glas der spoorwegsignalen, en andere ongekleurde en gekleurde glazen. De schijf is zoodanig aan het scherm bevestigd, dat bij het ronddraaien de verschillende gekleurde glazen afwisselend voor de opening in het scherm gebracht kunnen worden; met keepen in den rand der schijf en een veer als arret op het scherm is alweder gezorgd, dat het centrum der glazen der schijf, altijd met het centrum der opening in het scherm overeenkomt. Bij iedere opening in de schijf is een gekleurd strookje papier <sup>1)</sup> geplakt, aanduidende de kleur van het glas in de opening, daar het voor den persoon, die de schijf draait, moeielijk te zien is, welk gekleurd glas er door hem voorgebracht wordt.

Op een schaal, loodrecht op de achtervlakte van het scherm bevestigd, beweegt zich een lantaarn, waarin een kaars, die, evenals de kaarsen in rijtuiglantaarns, door een spiraalveer altijd op dezelfde hoogte gehouden wordt. De lantaarn

---

1) Dit strookje papier heeft Dr. MARECHAL in de war gebracht. „Un disque en bois porte sur sa surface libre des petits rectangles de papier de couleur (5 m. m. sur 20 m. m.) qui doivent être vus „de jour à une certaine distance; cette distance est ensuite proportionnellement comparée à celle réclamée par le plus grand nombre „de vues normales.” *la Nature*. pag. 70. 1881. Dr. M. schijnt dus gedacht te hebben, dat deze strookjes voor bepaling van den kleurenszin bij opvallend licht bestemd zijn.

zelf is zoo gemaakt, dat, zonder aan den toevoer van lucht voor het helder en gelijkmatig branden te kort te doen, alle openingen zooveel mogelijk afgesloten zijn, zoodat er geen licht, dan door de opening vlak voor de vlam parallel met het scherm op de hoogte der middenopening, naar buiten komt. Aan de lantaarn is een 20 c. m. lange, blikken van binnen en buiten zwart gemaakte buis (3 c. m. doorsnede) voor de opening bevestigd, zoodat al het licht van de kaars komende, juist op de opening van het scherm en het daarvoor zich bevindende glas van de schijf gericht wordt. Wanneer het daglicht, door het sluiten der luiken, zooveel mogelijk uit de kamer geweerd is, bepaalt men voor het normale oog den afstand  $A$ , waarbij voor wit en voor gekleurd licht, bij  $m = 4$ ,  $D = 5$  meters <sup>1)</sup> is. Daar men zoo moeielijk altijd hetzelfde gekleurde en matte glas kan bekomen, zal men voor elk instrument eens deze bepaling moeten doen. Het zal daarbij al spoedig blijken, dat die verschillen niet belangrijk zijn voor verschillende instrumenten. Met de standaardkaars en het door ons gebruikte fijn geslepen matglas werd voor het witte kaarslicht  $A = 1.75$  meter, voor het roode  $A = 0.40$ , voor het groene  $A = 0.25$  meter gevonden.

Ten slotte werden de studenten, wier kleurenzin was gebleken onvolkomen te zijn, met de pseudo-isochromatische kleurstenen van DONDERS onderzocht. De eerste mededeeling omtrent deze methode werd in de zitting der koninklijke Academie van Wetenschappen van 28 December 1878

---

1) Zie de formule bij DONDERS l. c. pag. 81.



gedaan. 1) Een meer uitvoerige beschrijving werd op het Heidelberger Congres van 1879 2) gegeven:

Van een twaalfstal kleurblinden verkreeg hij meer dan veertig pseudo-isochromatische paren borduurwol. Van ieder paar liet hij 2 monsters maken, door de wolstrengeljes netjes op een latje of plankje te laten winden, en wel zoo, dat nu eens de eene, dan weder de andere kleur de grond vormde, die dan door de andere in den vorm van streepen afgebroken werd. De streepen, die een breedte hadden van 2 wollen draden naast elkander, hadden de dikte der lijnen van no. IX van SNELLEN'S Optotypi.

Er bleek hierbij, dat op eenige stalen zoowel de rood- als de groenblinden de streepen moeielijk of in het geheel niet tellen konden; terwijl op eenige andere de streepen door alle roodblinden gemakkelijk, door vele groenblinden niet gezien werden, en omgekeerd.

Zoo verkreeg men drie reeksen van stalen.

Een eerste reeks, waarvan de streepen, zoowel door rood- als door groenblinden, moeielijk of niet herkend werden. Zij werden genummerd *a*, *b*, *c* enz. tot *h*.

Een tweede reeks, waarvan de streepen door alle roodblinden gemakkelijk gezien werden, daarentegen door de groenblinden moeielijk of niet: de wollenparen werden zoo gewonden, dat voor de roodblinden de streepen donkerder schenen. Deze kleurstalen hadden de volgnummers 1—6.

Een derde reeks, waarvan de streepen door alle groen-

1) Zie procesverbaal dier zitting.

2) Bericht über die zwölfte Versammlung der Heidelberger Ophthalmologischen Gesellschaft 1879. pag. 174.



blinden gemakkelijk gezien, daarentegen door de roodblinden moeielijk of voor een deel niet herkend werden: hier waren de sajet-strengen zoo gewonden, dat de strepen voor den groenblinde lichter schenen dan de grond. De stalen waren genummerd 14 tot 17.

Op het niet omwondene gedeelte werd de letter of het nummer geteekend.

Ieder kleurenstaal werd nu, te beginnen met de eerste reeks, aan den te onderzoeken persoon op een afstand van 1 meter op een zwarten grond (b. v. de jas van den onderzoeker) voorgehouden.

En nu de diagnose van den kleurensin.

Wie van de eerste reeks (of ook van de beide andere niet alle strepen gemakkelijk tellen kan, heeft een onvolkomen kleurensin, kleurblindheid in het algemeen.

Roodblind is hij, die op de kleur en stalen van de tweede reeks alle strepen en wel donker ziet, daarentegen, die van de derde reeks moeielijk en op een of meer stalen niet ziet.

Groenblind is hij, die op de stalen der derde reeks, de strepen gemakkelijk ziet en wel lichter dan de grond, daarentegen die van de tweede reeks moeielijk en op een of meer monsters niet.

Onvolkomen rood- of groenblindheid wordt daardoor herkend, dat verreweg de meeste strepen gezien, maar, in plaats als licht en donker, als van verschillende kleur worden aangeduid.

Hoe onvolkomen de dikwijls vrij juist getelde strepen gezien werden, bleek daaruit, dat eene oneffenheid, door het omwinden veroorzaakt, dikwijls als streep werden aangegeven.

Na de mededeeling van de door ons gevolgde methoden, laten wij hier een beschrijving volgen der afzonderlijke gevallen, die anomalieën in het onderscheiden van kleuren opleverden. Het nummer vóór ieder geval duidt het nummer der statistiek aan. Tot ons leedwezen zal men bemerken, dat enkele gevallen, voor sommige methoden minder nauwkeurig onderzocht zijn, daar en ons zelve en den studenten soms de tijd ontbrak om langer aan het onderzoek deel te nemen; door een der methoden was meestal dan reeds de kleurblindheid voldoende geconstateerd en, waar dit niet het geval is, hebben wij ze tot de twijfelachtige teruggebracht, die later onderzocht moesten worden. Wij twijfelen niet of later zal ons de gelegenheid daartoe gegeven worden.

De eerste honderd gevallen zijn ook niet voor elk oog afzonderlijk op kleurenblindheid onderzocht, wat wij wel met de laatste 310 gedaan hebben, zonder echter, zooals later bleek, een geval van kleurenblindheid op één oog gevonden te hebben. Wat wij van erfelijkheid konden nagaan, zal aan het einde van het hoofdstuk zijn plaats vinden.

13. Med. Stud. 20 j. M. 5.5. ODS. V = 1.

1. Paars en blauwe sajetstrengen worden gesorteerd naar de lichtsterkte.
2. STILLING'S methode. Alleen de letters voor het onderzoek van blauw-geelblindheid worden gelezen, geen der overige, terwijl de roode ruitjes niet aangetoond kunnen worden.
3. HOLMGREN'S methode. Bij I worden havannakleurige en grijze gelegd, bij IIa. blauwe, bij IIb. alleen roode.
4. Quantitative methode van DONDERS. Bij doorvallend licht bepaald, Lr. en Lg. ongeveer  $\frac{1}{50}$ .



5. Pseudo-isochromatische sajet-strooken  
van DONDERS.

a. moeielijk b. tot h. goed.

23 <sup>1)</sup> Med. Stud. 25 j. ODS. E. V = 1.

1. Paars en blauw worden goed gesorteerd, niet zeer vlug; maar bleef een paarse bij de hoop blauwe of omgekeerd, dan werd hij er ten slotte toch uitgehaald.
2. STILLING. Alleen de geel-blauwe worden gelezen; van de rood-bruine kunnen de roode ruitjes aangetoond worden, maar maken zoo zwakken indruk, dat alleen D. O. als letter geconcipeerd wordt.
3. HOLMGREN. Bij I wordt gedubiëerd om licht havannah bij te leggen, bij IIa. alleen rose, bij IIb. alleen roode.
4. Quantitatief. Doorvallend licht Lr.  $\frac{2}{5}$ , L  $g^{\frac{0.5}{5}}$ .
5. p. i. c. DONDERS: a. en f. moeielijk, andere goed.

24. Jur. Stud. 20 j. ODS. E. V = 1. Broeder van 23.

1. Paars en blauw even als de vorige. Zeker licht blauw tamelijk gesatureerd wordt groen genoemd.
2. STILLING. Behalve de letters voor blauw-geelblindheid worden ook D. O. E. B. herkend en 11, 12, II. III. indien ze een weinig schuins gehouden worden.
3. HOLMGREN. Bij I, IIa. IIb. worden geen verwisselingskleuren gelegd.
4. Quantitatief. Doorvallend licht. Lr. en Lg.  $\frac{2}{5}$ .
5. p. i. c. DONDERS. Eerste reeks: van a. en d. worden de strepen niterst moeielijk herkend.

De tweede en derde reeks konden ter diagnose niet ge-

---

1) Ter verkorting zullen we 1. noemen „paars en blauw”,  
2. STILLING. 3. HOLMGREN. 4. Quantitatief. 5. p. i. c. DONDERS.



bruikt worden, daar het verschil in kleur van strepen en grond het juiste oordeel over het verschil in helderheid zeer bemoeielijkte, in elk geval niet betrouwbaar maakte.

Terstond laten we hierop volgen n<sup>o</sup>. 46 broeder der beide voorgaande.

46. Jur. Stud. 27 j. ODS. E. V = 1.

1. Paars en blauw kunnen niet gesorteerd worden. De blauwe worden wel tamelijk vlug op zijde gelegd maar één donker paarse wordt er bij genomen en wordt, ook na lang en rustig beschouwen, niet verwijderd.
2. STILLING. Behalve de letters voor blauw-geelblindheid worden alleen D. O. gelezen; van de overige worden de roode ruitjes aangewezen.
3. HOLMGREN. Bij I alleen groenachtige twijfelt over grijze, bij IIa. licht lila en grijs, bij IIb alleen roode.
4. Quantitatief. Doorvallend licht. Lr. en Lg.  $\frac{2}{25}$ .
5. P. i. c. DONDERS. De a. f. h. worden niet gezien, de anderen goed; proeven met de beide overige serieën gaven geen voldoende resultaat, daar altijd kleurverschil gezien werd.

40 Theol. Stud. 23 j. E ODS. V. = 1.

1. Paars en blauw worden naar de lichtsterkte gesorteerd.
2. STILLING. Alleen te lezen de tafels voor blauw-geelblindheid.
3. HOLMGREN. Bij I geelbruin, havannahkleur en grijze, bij IIa blauwe, bij IIb alleen rood.
4. Quantitatief. Lr. en Lg.  $\frac{1}{25}$ .
5. P. i. c. DONDERS: e. en h. geen strepen, overige wel. Van de volgende serieën werden alle de strepen gezien, met verschil in kleur.

52. Med. stud. 19 j ODS. E. V = 1.

1. Paars en blauw moeielijk doch goed.
2. STILLING. Behalve de tafels voor blauw-geelblindheid, ook D. O. gelezen; vindt op de andere tafels de lichtroode en lichtbruine ruitjes volkomen gelijk.
3. HOLMGREN. Bij I aarzelt grijze en licht roodbruine te voegen, bij IIa alleen rose, bij IIb alleen roode.
4. Quantitatief. Lr. en Lg.  $\frac{2}{3}$ .
5. P. i. c. DONDERS, a. b. d moeielijk, de andere goed.

60. Med. stud. 18 j. M. 0.5 ODS. V = 1.

1. Paars en blauw, goed gesorteerd.
2. STILLING. De tafels voor blauw-geelblindheid goed, de overige zeer moeielijk gelezen.
3. HOLMGREN. Bij I grijze, bij IIa vleeschkleurige, bij IIb alleen roode.
4. Quantitatief. Lr. en Lg.  $\frac{1}{3}$ .
5. P. i. c. DONDERS (niet onderzocht).

75. Med. stud. 29. j. OD. E. V = 1. OS. M. 0.75 V = 1.

1. Paars en blauw worden niet gesorteerd.
2. STILLING. Behalve de letters voor blauw-geelblindheid alleen D. O.
3. HOLMGREN (niet onderzocht).
4. Quantitatief. Lr. en Lg.  $\frac{2}{3}$ .
5. P. i. c. DONDERS a—d, traag, e vlug, f—h goed.

76. Jur. stud. 23 j. OD. M. 1.75 V = 1, OS. M. 1.5. V = 1.

1. Paars en blauw kunnen niet gesorteerd worden.
2. STILLING. Alleen de tafels voor blauw-geelblindheid worden gelezen,



3. HOLMGREN. Bij I havannah en grijs, bij IIa blauwe, grijze en rose, bij IIb bruinrood en karmijn.
4. Quantitatief niet te bepalen.
5. P. i. c. DONDERS a. en c. worden moeielijk, b. e. en f. niet en de overige goed gezien; van 1 worden de strepen niet gezien, van 6 zeer moeielijk, van 2 wordt verschil in kleur gezien, 3, 4, 5, de strepen donker; van 11, 12, 14, 16, 17 worden de strepen niet gezien, van 13 en 15 ligt.  
In de familie der moeder bestaat kleurblindheid.

82. Theol. stud. 25 j. OD. E. V = 1 OS. Asm. lev. V. = 1.

1. Paars en blauw worden goed gesorteerd, doch langzaam.
2. STILLING. Behalve de tafels voor het onderzoek van blauw-geelblindheid alleen D. O.
3. HOLMGREN. Bij I, IIa en IIb geen verwisselingskleuren.
4. Quantitatief. Lr.  $\frac{2}{3}$ , Lg.  $\frac{1}{5}$ .
5. P. i. c. DONDERS. Alleen a met eenige moeite, de overige goed.

87. Litt. stud. OD. Asm. 0.5 Max. horiz. V. =  $\frac{6}{v}$ . OS.  
E. V. =  $\frac{6}{6}$ .

1. Paars en blauw worden vlug gesorteerd.
2. STILLING. Behalve de tafelen voor blauw-geelblindheid wordt alleen D. O. gemakkelijk gelezen, de andere zeer moeielijk.
3. HOLMGREN. Bij I worden havannakleurige gevoegd doch weder verworpen. Bij IIa en b alleen overeenkomstige kleuren.
4. Quantitatief. Lr. en Lg.  $\frac{1}{3}$ .
5. P. i. c. DONDERS. Alleen van a worden de strepen niet gezien,



98. Med. cand. 23 j. E. VODS. = 1.
1. Paars en blauw worden goed gesorteerd.
  2. STILLING. Alleen de tafels voor blauw-geelblindheid worden gelezen.
  3. HOLMGREN. Bij I grijze, licht roodbruine, bij IIa blauwgroene, grijze en rose, bij IIb bruine.
  4. Quantitatief niet te bepalen.
  5. P. i. c. DONDERS a tot h sommige niet; 1-6 strepen moeielijk. Broeder is niet kleurblind.
132. Med. stud. 19 j. E. VODS. = 1.
1. Paars en blauw worden goed gesorteerd.
  2. STILLING. Behalve de tafels voor blauw-geelblindheid worden de andere zeer moeielijk gelezen.
  3. HOLMGREN. Bij I bruingeele, IIa carmijn, IIb alleen roode.
  4. Quantitatief. Lr. en Lg.  $\frac{2.5}{5}$ .
  5. P. i. c. DONDERS a moeielijk, b tot h goed.
149. Theol. stud 23 j. E. VODS = 1 had veel moeite de roodbruine van STILLING te lezen, kon vlug paars en blauw sorteeren, had quantitatief Lr. en Lg.  $\frac{3}{5}$ , terwijl volgens HOLMGREN en p. i. c. DONDERS geen afwijking geconstateerd kon worden.
170. Phil. stud. 22 j. OD. M. 1. V =  $\frac{4.5}{6}$  OS. M. 1.25  
V =  $\frac{4.5}{6}$ .
1. Paars en blauw worden in 2 groepen van lichte en donkere gelegd.
  2. STILLING. Alleen de letters ter bepaling der blauw-geelblindheid worden gelezen.
  3. HOLMGREN. Bij I worden licht bruine en grijze, bij IIa blauwgroene en blauwe, bij IIb groene en bruine gelegd.

4. Quantitatief moeielijk te bepalen.
  5. P. i. c. DONDERS a niet, b—h goed; 1—6 alle strepen donker, 11 en 14 verschil in kleur te zien van streep en grond, 12, 13, 15 en 16 alle strepen lichter.
212. Theol. stud. 29 j. M. 05 ODS. V =  $\frac{6}{6}$ .
1. Paars en blauw evenals N°. 170.
  2. STILLING. Behalve de letters ter bepaling der blauw-geelblindheid alleen D. O.
  3. HOLMGREN. I grijze, IIa aarzelt licht blauwe, IIb alleen roode
  4. Quantitatief. Lr. en Lg.  $\frac{1}{5}$ .
  5. p. i. c. DONDERS. a moeielijk, b tot d en f. h goed, e op 1 meter moeielijk, wel op 3 meter. 1—6 en 11—17, alle strepen gezien met verschil in kleur.
218. Theol. Cand. 25 j. OD. M. 55 OS. M. 55 V = 1.
1. Paars en blauw worden goed gesorteerd, doch langzaam.
  2. STILLING. Behalve de tafels voor blauw-geelblindheid, D. O.; de overige zeer moeielijk, T. L. in het geheel niet.
  3. HOLMGREN. I grijze, roodbruine, IIa lila en grijs, IIb alleen roode.
  4. Quantitatief. Lr.  $\frac{0.5}{5}$  Lg. =  $\frac{1}{5}$ .
  5. p. i. c. DONDERS. a tot h worden de strepen goed gezien.
222. Theol. Stud. M. 35 ODS. V = 1.
1. Paars en blauw zeer moeielijk te sorteeren.
  2. STILLING. Behalve de tafels voor blauw-geelblindheid worden de andere nauwelijks gelezen.  
3<sup>e</sup>, 4<sup>e</sup> en 5<sup>e</sup> Methode niet bepaald.
223. Theol. Stud. 21 j. OD. Ash. 075 V = 1 OS. II<sup>m</sup>.  
lev. V =  $\frac{3}{60}$ .



1. Paars en blauw naar de lichtsterkte verdeeld.
  2. STILLING. Behalve de tafels voor blauw-geelblindheid worden geen andere letters gelezen.
  3. HOLMGREN. I grijze, havannahkleurige, IIa blauwe, IIb bruine en donkergroene.
  4. Quantitatief niet te bepalen.
  5. p i. c. DONDERS. a moeielijk, b tot d goed, e niet, f en g goed, h niet gezien.  
 1—6 alle strepen worden donkerder dan den grond gezien, terwijl ze alleen voor hem in helderheid, nooit in kleur, met den grond verschillen.  
 11 goed, donkerder.  
 12 id. (de heldere roode streep wordt groen genoemd, de groene grond bruin).  
 13, 14, 16 en 17 worden geene strepen gezien, de streep op 15 is lichter.
241. Jur. Stud. 20 j. OD. E. V. = 1; OS Asm. 1 Max. vert. V = 1.
1. Paars en blauw worden slecht gesorteerd.
  2. STILLING. Behalve de letters voor blauw-geelblindheid wordt alleen D. O. gelezen.
  3. HOLMGREN. voldoende, voegt bij de proefkleuren geen verwisselingskleuren.
  4. Quantitatief. Lr.  $\frac{2}{5}$  en Lg.  $\frac{2}{5}$ .
  5. p. i. c. DONDERS. a niet, c moeielijk, b en d tot h goed.
280. Jur. Stud. 23 j. ODS. E. V = 1.
1. Paars en blauw worden slecht gesorteerd.
  2. STILLING. Behalve de lettertafel voor blauw-geelblindheid worden alleen D. O. en 11. 12 met veel moeite gelezen.



- 3 HOLMGREN. Bij I grijze, havannah, bij IIa groen-blauwe, bij IIb alleen roode.
4. Quantitatief. Lr.  $\frac{1}{50}$ . Lg.  $\frac{1}{75}$ .
5. p. i. c. DONDERS, a moeilijk, b—h goed; 1 strepen lichter, 2, 3 en 4 donkerder, oordeel omtrent 5 en 6 onzeker, 11—17 al de strepen lichter.
287. Jur. Stud. 22 j. ODS E. V. = 1.
1. Paars en blauw worden langzaam en niet dan met veel moeite gesorteerd.
  2. STILLING. Alleen de tafels voor blauw-geelblindheid worden gelezen.
  3. HOLMGREN en de andere Methoden niet onderzocht.
292. Theol. Stud. 20 j. ODS E. V. = 1.
1. Paars en blauw niet te sorteeren.
  2. STILLING als 287.
  3. HOLMGREN. Bij I havannakleurige, bij IIa lila-paarse en blauwe, bij IIb donkergroene, donkerroode en bruine.
  4. Quantitatief niet te bepalen.
  5. p. i. c. DONDERS. a. e. en h. niet; 1 tot 6 strepen donkerder; 11, 12, 14 worden de strepen moeilijk gezien en donkerder; 13, 15 lichter; 14, 17 moeilijk.
293. Theol. Stud. 21 j. E. VODS = 1.
1. Paars en blauw niet te sorteeren.
  2. STILLING. Als 292.
  3. HOLMGREN. Bij I grijze en havannakleurige, bij IIa violette en blauwe, bij IIb donkergroene, bruine.
  4. Quantitatief. Niet te bepalen.
  5. p. i. c. DONDERS. a. e. en h. niet; 1 tot 6 strepen don-

kerder; 11, 12, 16 strepen donkerder, 13, 15 lichter, 14 en 17 moeilijk.

325. Med. Stud. 20 j. OD. E. V = 4; OS. M. 0.5 V = 4.

1. Paars en blauw worden goed gesorteerd.
2. STILLING. Behalve de letters voor blauw-geelblindheid worden de andere nauwelijks gelezen.
3. HOLMGREN. Bij I grijze, bij IIa alleen rose, bij IIb alleen roode.
4. Quantitatief. Lr. en Lg.  $\frac{1}{5}$ .
5. p. i. c. DONDERS. a niet, b—h goed; overige strooken gaven geen resultaten, daar altijd verschil in kleur tusschen streep en grond bemerkt werd.

327. Jur. Stud. 20 j. E. VODS = 4.

1. Paars en blauw worden moeilijk gesorteerd, doch ten slotte worden ze afzonderlijk bijeen gevoegd.
2. STILLING. Alleen de letters voor blauw-geelblindheid worden gelezen, de andere niet.
3. HOLMGREN. Bij Ia havannakleurige, bij IIa violet, bij IIb alleen roode.
4. Quantitatief. Lr. en Lg.  $\frac{1}{5}$ .
5. p. i. c. DONDERS. a niet, b—h goed, overige als 325.

329. Med. doctorandus. 25. j. ODS. M. 0,75 Asm. 0.75 V = 4.

1. Paars en blauw niet te sorteeren.
2. STILLING. als N°. 327.
3. HOLMGREN. Bij I worden grijze en havannakleurige, bij IIa blauwe en violet, bij IIb donkergroene en bruine gelegd.
4. Quantitatief niet te bepalen.



5. P. i. c. DONDERS a. e. en h. flauw, de overigen goed;  
1 tot 6 alle strepen donkerder; 11 flauw donkerder; 12 tot  
17 alle flauw en lichter.
333. Med. cand. 24 j. E. VODS. = 1.
1. Paars en blauw worden slecht gesorteerd.
  2. STILLING als 327.
  3. HOLMGREN. Bij I grijze en havannakleurige, bij IIa violette,  
bij IIb. bruine.
  4. Quantitatief niet te bepalen.
  5. P. i. c. DONDERS, a en f moeielijk, b en d niet, c, e,  
g en h goed.
    - 1 nauwelijks te zien.
    - 2 moeielijk, de strepen donkerder.
    - 3 de strepen donkerder.
    - 4 " "
    - 5 " moeielijk te zien.
    - 6 " lichter.
- 11—17 ziet al de strepen en lichter.
346. Jur. Stud. 26 j. OD. M 0.75 V = 1. OS. E. V = 1.
1. Paars en blauw worden goed gesorteerd.
  2. STILLING. Als n°. 327.
  3. HOLMGREN. Bij I alleen licht groene, bij IIa rose, wordt  
geaarzeld over licht violet, bij IIb alleen roode.
  4. Quantitatief. Lr.  $\frac{2}{5}$ , Lg.  $\frac{2}{5}$ .
  5. P. i. c. DONDERS. a wordt zeer moeielijk herkend op 1  
meter, wel op  $\frac{1}{2}$  meter, de overige goed.
356. Jur. Stud. 21 j. OD. Hm. lev. V = 1 OS. E. V = 1.
1. Paars en blauw worden niet gesorteerd.



2. STILLING. Kan de letters voor blauw-geelblindheid goed, de andere nauwelijks lezen.

De overige methoden niet aangewend.

374. Med. Stud. 23 j. E. VODS = 1.

1. Paars en blauw worden langzaam doch goed, gesorteerd, indien hij een hoop sajekleuren van paars en blauw, in verschillende saturatie, voor zich heeft. Vraagt men hem uit de collectie sajek van verschillende kleuren blauwe, er uit te halen, dan zal hij ook paarse nemen en omgekeerd.
2. STILLING. Zeer slecht; alleen D. O. wordt gelezen, van de andere kunnen de roode ruitjes ongeveer aangewezen worden.
3. HOLMGREN. Bij I grijze, geen havannakleurige of roodbruine, bij IIa groenblauw, bij IIb alleen roode.
4. Quantitatief. Lr. en Lg.  $\frac{1}{10}$ . (bepaling niet zeer nauwkeurig).
5. P. i. c. DONDEERS. a en d niet, overige goed.

376. Med. Stud. 21 j. Hm. 1 ODS. V = 1.

1. Paars en blauw worden vlug gesorteerd.
2. STILLING. De letters worden goed doch langzaam gelezen.
3. HOLMGREN. Geene afwijkingen.
4. Quantitatief. Lr. en Lg.  $\frac{3}{5}$ .
5. P. i. c. DONDEERS. a en d worden niet gezien, van b, c en e tot h konden de strepen gezien worden; daar het zien van verschil in kleur, tusschen strepen en grond, het oordeel over de lichtsterkte bemoeielijkte waren de andere niet aan te wenden.

Eigenlijk is deze nauwelijks bij de kleurblinden te rekenen, maar zou volgens andere methoden nader onderzocht moeten worden; door de 2<sup>e</sup> en 5<sup>e</sup> methode bleek echter duidelijk, dat de kleurperceptie zwakker dan normaal was.

389. Jur. Stud. 28 j. OD. M 0.5 Asm. 1. Max. vert.

$V = \frac{5}{6}$ ; OS. M 0.75  $V = \frac{5}{6}$ .

1. Paars en blauw worden niet gesorteerd.
2. STILLING. Alleen de letters voor het onderzoek der blauw-geelblindheid zijn te lezen.
3. HOLMGREN. Bij I grijze, bij IIa groenblauw, bij IIb alleen donkerroode.
4. Quantitatief. Niet te bepalen.
5. P. i. c. DONDERS. a en c niet, d moeielijk, b e f g h goed.

Er blijkt hieruit dat bij 32 studenten afwijkingen in het zien van kleuren werden gevonden.

Hiervan behooren 8 tot de roodblinden, 6 tot de groenblinden, terwijl 18 een onvolkomen kleuronderscheidingsvermogen hadden, zonder dat men hen precies tot de rood- of groenblinden brengen kan. Blauw-geelblindheid is niet voorgekomen.

Wat heeft het onderzoek met de verschillende methoden ons geleerd?

I. Paars en blauw wordt door eenigen goed gesorteerd, die volgens andere methoden bleken onvolkomen kleuronderscheidingsvermogen te hebben. Wij brengen er onder N<sup>o</sup>. 23, 24, 52, 60, 82, 87, 98, 132, 218, 325, 327, 346, 376. Deze konden wel met eenige moeite paars en blauw sorteeren, maar deden het bijna even vlug als verschillende met normaal kleuronderscheidingsvermogen, volgens de methode van STILLING, volgens de quantitative of p. i. c. DONDERS. Diezelfde personen zouden ook volgens de methode van HOLMGREN als normaal gekarakteriseerd zijn, behalve 60, 98, 132, 218, 325; misschien ook 23 en 52.



Zooals wij op pag. 44 reeds vermeldden waren vroeger reeds personen, die slecht paars en blauw konden sorteeren, maar alle letters van STILLING vlug lazen, quantitatief onderzocht en was bevonden, dat zij bij de normalen meermalen niet achter stonden. Ook was dit dikwijls met studenten het geval: een 250 tal sorteerden vlug paars en blauw, de overige, behalve de abnormale, goed, waaronder vele langzaam. Wij moeten dus besluiten, dat er een moeilijkheid in het sorteeren van paars en blauw bestaat, waarvan wij de oorzaak nog niet kennen. Stellig zal door de fijnere methoden van onderzoek, die door Prof. DONDERS met het dubbel-spectroscop zooveel verbeterd zijn, de oplossing van dit feit aan het licht gebracht worden.

Volgen wij de door ons bij het onderzoek gebezigde volgorde, dan moeten wij nu nagaan, wat de methode van STILLING opleverde. Wij kunnen dit in korte woorden karakteriseeren door te zeggen, dat wie de letters van STILLING voor rood-groenblindheid leest, ook *een normaal kleuronderscheidingsvermogen*, wie ze niet leest, *een belangrijk verminderd kleuronderscheidingsvermogen* en, wie alleen D. O. E. B. leest een *verminderd kleuronderscheidingsvermogen* heeft. Geringe graden, die volgens de eerste en derde methode ons ontsnapten, kwamen met STILLINGS-methode en de quantitatieve voor doorvallend licht steeds te voorschijn, b. v. n<sup>o</sup>. 24, 58. Men heeft wel eens beweerd, dat het herkennen der letters voor weinig ontwikkelden, met volkomen normaal kleuronderscheidingsvermogen, eenige moeilijkheid zou opleveren en bijna iedereen, die de methode voor het eerst ziet aanwenden krijgt in meer of mindere mate



dien indruk. De ervaring bij ons onderzoek der 410 studenten leerde zulks in het geheel niet; wij waren ook dikwijls in de gelegenheid op de kliniek van het Gasthuis voor Ooglijders, waar uiterst weinig begaafde personen er mede onderzocht werden, of personen voor den spoorwegdienst gekeurd werden, ons te overtuigen, dat het niet kunnen ontcijferen steeds op gebrekkigen kleurenzin berustte. En omgekeerd gelukte het ook nooit aan hen, die de letters niet konden ontcijferen, na herhaalde malen ze gezien te hebben ten slotte toch de vorm te kunnen herkennen.

Sommige hielden wij de tafel II van de laatste Af. 1) voor; wij hebben echter niet genoeg bepalingen gedaan, om een oordeel over de waarde van dit blad, voor het onderzoek in het algemeen, te kunnen uitspreken. Voorloopig scheen het ons, dat de eischen hiermede te hoog gesteld zijn, bij onderzoek of kleurblindheid bestaat in het algemeen: STILLING noemt ze ook zelf, bestemd »für sehr feine Prüfungen auf herabgesetzte Farbenfindlichkeit.”

HOLMGREN'S Methode, waarvan wij ook de groote voordeelen leerden waardeeren, vooral wanneer men de wijze gadeslaat, waarop kleurblinden al spoedig hun gebrek manifesteeren, — wanneer men nauwlettend zich overtuigt, dat zij, die zonder bepaald rood- of groenblind te zijn, toch een verminderde kleurenperceptie hebbende, al wijfelende en aarzelende uit de hoop sajjetstrengen bij de ter zijde gelegde proefkleur allerlei verwisselingskleuren houden,

---

1) Die Prüfung des Farbensinnes 2<sup>e</sup> Lieferung Neue Folge. Cassel 1879.

om die verwisselingskleuren ten slotte toch weder te verwerpen 1), diezelfde methode heeft toch ook hare onvolkomenheden, n. l. gevallen van kleurblindheid, die volgens de 2<sup>e</sup> en 5<sup>e</sup> methode duidelijk aan den dag kwamen, bleven onbekend volgens de methode van HOLMGREN. Elders is dit ook reeds aan anderen gebleken. Zeer duidelijk zagen wij dit o. a. bij 24, 82, 241, 376.

Stellige resultaten gaf ons altijd de quantitative methode voor doorvallend licht, daar wij in twijfelachtige gevallen steeds duidelijk den verminderden kleurezin met het instrument van DONDERS in cijfers konden brengen. Als een voorbeeld noemen wij de gebroeders 23, 24 en 46, van welke de 23 en 24 volgens de eerste methode niet, volgens HOLMGREN nauwelijks, hun gebrekkigen kleurezin openbaarden en bij wie nu duidelijk quantitatief het onderling verschil was aan te geven.

Voor de eerste maal, zoover ons uit de litteratuur bekend is, zijn de pseudo-isochromatische kleurstalen van DONDERS geregeld gebruikt geworden en uit de beschreven gevallen blijkt terstond, dat de methode, theoretisch op juiste gronden gebaseerd, ook practisch een nuttige aanwending kan vinden.

Het komt er bovenal op aan, dat de stalen precies zoo gehouden worden, als pag. 51 is beschreven. Iemand

1) Men zoude haast kunnen zeggen, dat dat allerlei bijhouden en toch ten slotte verwerpen op gebrekkig zich voorstellen van de kleur berust door den geringen indruk. Iets dergelijks heeft men bij het gehoor: velen zullen een toon, die ze zooeven gehoord hebben, niet nazingen; daarentegen zeer zuiver, zoolang een ander, die toon voorzingt of de toon door een instrument aangegeven wordt.



met normalen kleurenzin, heeft dan niet meer dan 1 à 2 seconden noodig, om te beslissen of op a tot h de strepen al of niet gezien worden. Zijn alle inrichtingen goed getroffen, dan verraadt de langere tijd, die men noodig heeft, om de strepen te tellen, al reeds een gebrekkigen kleurenzin. Het uithalen uit het doosje blijft een bezwaar, 1° daar de stalen er onder lijden, 2° daar men ze dan niet snel genoeg vertoonen kan. Dr. BOUVIN stelde daarom voor, ze op een trommel te bevestigen, die men rond-draaien kan, in een kastje, waarvan de voorwand met zwart fluweel beplakt is. In deze wand is een opening, waarachter de trommel draaiende, beurtelings de verschillende stalen voor gebracht worden. Dit heeft ook het voordeel, dat ze minder nog door het daglicht van kleur veranderen zullen. Voorts blijft nadeelen opleveren, dat ze door een zekere kleurblinde bij een zekere verlichting als p. i. c. zijn uitgezocht, en daar de gevoeligheid van het oog voor de kleuren onderling verschillend is, bij verschillende verlichting, zal de pseudo-isochromasie ook daardoor geïnfleueerd worden. Ik meen ook, dat Prof. DONDERS het voornemen heeft p. i. c. stalen te doen vervaardigen van borduurwol-kleuren, bij kunstlicht als p. i. c. uitgezocht.

Maar ook de tweede en de derde reeks bewezen ons uitstekende diensten bij de differentieel-diagnose van Rb. en Gb. Zie o. a. n°. 170, 223, 292, 293, 329, 333.

Zoo wij in het algemeen onze meening zouden moeten uitspreken omtrent de wijze, waarop men het snelst en zekerst den kleurenzin van personen onderzoekt, dan dunkt ons, dat de methode met de letters van STILLING, verbonden met de quantitatieve methode en de p. i. c. DONDERS



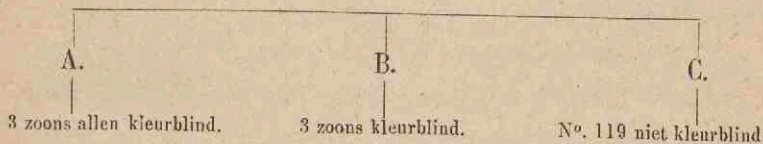
daarbij de beste diensten bewijzen. Ter aanvulling van het onderzoek hebben al de andere methoden hare eigenaardige voordeelen.

HORNER, en voor hem nog anderen, hebben aangetoond, dat zoons, wier moeders-vader kleurblindheid had of waar kleurblindheid was in het algemeen in de familie der moeder, lichtelijk kleurblind waren. Dit stemt geheel overeen met hetgeen ons door de studenten bekend werd.

N<sup>o</sup>. 76 kleurblindheid in de familie der moeder.

N<sup>o</sup>. 119 is zelf niet kleurblind, maar kon omtrent zijn familie het volgende aantoonen:

Heer X kleurblind, heeft 3 dochters, A. B. en C., die gehuwd zijn en nu heeft



N<sup>o</sup>. 223 heeft een kleurblinden broeder door ons onderzocht, ook Rb. als 223 maar iets minder. De andere broeder is normaal. Ook een broeder van moeder kleurenblind.

N<sup>o</sup>. 292 en 293 zijn zusters kinderen, hun vaders zijn broeders kinderen. Dat moeders-vader kleurblind was bleek daaruit, dat zij zich herinneren, dat hun grootvader een groene japon met witte dopjes voor rouw aanzag.

Vermelding verdient nog het volgende:

Gebroeders 23, 24 en 46 hebben nog een broeder, die, evenals hun vader, niet kleurblind is.

98: broeder niet kleurblind.

280: zijn eenige broeder wel kleurblind.

297 en 373 niet kleurblind en broeders van 374.

Ten slotte een woord over den invloed der kleurblindheid op de keuze van een betrekking. Een Med. Cand., n°. 324, op de oogheekundige kliniek aanwezig, zag eene argyrosis conjunctivae, voor sterke conjunctivitis aan en kon evenmin cyclitis met weinig vaatuitzetting van grauwe verkleuring der sclero-corneaalrand onderscheiden. Ook cyanosis neonatorum kon hij dikwijls niet herkennen.



## HOOFDSTUK IV.

### Onderzoekingen van anderen. Slot.

---

Na de mededeelingen van JAMES WARE te Oxford in 1812, omtrent de oogen der studenten en van 10000 soldaten, is langzamerhand de literatuur verrijkt met eene menigte onderzoekingen, meestal verricht bij zeer jonge kinderen van lagere scholen, gymnasiasten, enz. De voornaamste van die onderzoekingen zijn zeker van SZOKALSKI, VON JÄGER, RUETE, H. COHN, ERISMANN, MAKLAKOFF, KRÜGER, VON HOFFMANN, VON REUSS, OTT, RITZMANN, GAYAT, BURGL, DOR, SCHEIDING, O. KOPPE, PFLÜGER, VON ZEHENDER en vele anderen.

In de inleiding is reeds gewezen op de hoofdconclusie uit al die onderzoekingen getrokken.

Behalve het onderzoek der schoolkinderen van H. COHN, verscheen ook van hem in 1867 een opstel in de *Berliner Klinische Wochenschrift* N<sup>o</sup>. 50 getiteld: »Die Augen der Breslauer studenten» dat aanvangt met de woorden van DONDERS <sup>1)</sup>: »Es wäre von grosser Wichtigkeit, genaue »statistische Daten über die zu einer gegebenen Zeit bei

---

1) Die Anomaliën der Refraction und Accommodation des Auges von F. C. DONDERS. Wien 1866. S. 287.



»einer besonderen klasse von Menschen z. B. von sämtlichen Studenten einer Universität, vorkommenden Fälle  
 »von anomalem schvermögen zu besitzen, um dieselben  
 »mit den Ergebnissen wiederholter Untersuchungen in  
 »späteren Zeiten vergleichen zu können. Wenn nun auf  
 »diese Weise gefunden würde, — und ich zweifle kaum,  
 »dass dies wirklich der Fall wäre, — dass die Kurzsichtigkeit  
 »in den gebildeten Volksklassen progressiv ist, so wäre  
 »dies ein sehr bedenkliches Symptom, und man müsste  
 »ernstlich auf Mittel bedacht sein, diesem Vorwärts-  
 »schreiten Einhalt zu thun.»

Bij den aanvang van het wintersemester 1866/67 waren in Breslau 964 studenten ingeschreven; na zeer veel moeite heeft COHN van dezen slechts 410 kunnen onderzoeken. Er waren verschenen: 108 Kath. Theologen, 45 Evang. Theologen, 124 Philosophen, 71 Medici en 62 Juristen. Er waren echter ingeschreven: 164 Kath. Theologen, 80 Evang. Theologen, 340 Philosophen, 190 Medici en 184 Juristen. Zijn dus onderzocht (procentgewijze naar het aantal ingeschrevenen in elke faculteit) 65.8% Kathol. Theologen, 56.3% Evang. Theologen, 36.5% Philosophen, 35.7% Medici en 33.7% Juristen.

In het geheel van 964 slechts 410 onderzocht, d. i. 42.5%.

Verhouding tusschen Emmetropen, Myopen en overige Ametropen.

Refractie.	K. T.	M.	J.	E. T.	Ph.
E.	45	26	21	10	32
M.	56	40	34	30	84
A.	7	5	7	5	8
	108	71	62	45	124

Dit is procentsgewijze:

E.	41 %	37 %	34 %	22 %	26 %
M.	53 »	56 »	55 »	67 »	68 »
A.	6 »	7 »	11 »	11 »	6 »

Dus heeft *nog niet een derde gedeelte* der onderzochten *normale refractie*, daarentegen is *bijna twee derde gedeelte kortzichtig*. »Misschien, zegt COHN, bestaat bij de »554 niet verschenen studenten eene geheel andere verhouding. Maar neemt men het gunstigste geval, dat die »554 Emmetroop zijn, dan zouden onder 964, 244 kortzichtigen zijn d. i. 25.3 %, dus minstens 1/4 deel van alle Breslauer studenten.

Was het aan COHN echter gelukt alle studenten te onderzoeken, dan zou het procent-gehalte zeker grooter geworden zijn dan 25.3 %, want bij de leerlingen der hoogste klasse der Breslauer Gymnasiën had hij gemiddeld 55.8 pct. myopen gevonden.

Het voorkomen der myopie bij het aantal studenten op de verschillende leeftijden wordt als volgt aangegeven:

<b>Leeftijden:</b>	<b>17.</b>	<b>18.</b>	<b>19.</b>	<b>20.</b>	<b>21.</b>	<b>22.</b>	<b>23.</b>	<b>24.</b>	<b>25.</b>	<b>26.</b>	<b>27.</b>	<b>28.</b>	<b>29.</b>	<b>32.</b>	<b>36.</b>
Aantal stud.	4	22	21	67	73	69	66	41	23	13	5	3	1	1	1
Myopen :	3	12	12	32	44	40	47	28	15	8	1	2	0	0	0
pct. myop. :	75	54	57	41	60	58	71	68	65	61	20	56	0	0	0

Dus waren er onder 114 stud. van 17—20 jaar 59 Myopen d. i. 51 % M.

272	»	»	21—25	»	174	»	»	64	»	»
24	»	»	26—36	»	11	»	»	46	»	»

Met het toenemen der jaren worden dus meer studenten myopisch. Het laatste aantal van 46 pct. berust op een te klein aantal onderzochten in vergelijk met de eerste



getallen en kan daarom niet medegerekend worden; buitendien verlaten de meeste studenten gemiddeld op hun 25<sup>ste</sup> jaar de academie.

Verdeelt men de lagere en hoogere graden van Myopie in 8 afdeelingen, zooals aangegeven wordt in de onderstaande tabel (zwakkere graden, als M.  $\frac{1}{36}$ , zijn niet genoteerd), dan krijgt men eene voorstelling, hoe de verschillende graden onder de Breslauer studenten verdeeld zijn.

Graad van myopie.	Gevallen van myopie.	Procent.
M. $\frac{1}{36}$ — $\frac{1}{24}$	46	20.1 0/0.
» $\frac{1}{23}$ — $\frac{1}{16}$	40	16.4 »
» $\frac{1}{15}$ — $\frac{1}{12}$	49	20.1 »
» $\frac{1}{11}$ — $\frac{1}{8}$	69	28.2 »
» $\frac{1}{7}$ — $\frac{1}{6}$	29	10.8 »
» $\frac{1}{5}$	7	2.8 »
» $\frac{1}{4}$	3	1.2 »
» $\frac{1}{3}$	1	0.4 »

Door nauwkeurige navraag naar de gesteldheid der oogen van de ouders der 244 onderzochten myopen, bleek het, dat in 185 gevallen beide ouders normaal gezichtsvermogen hadden en in 44 gevallen de vader, in 11 gevallen de moeder en in 4 gevallen beide ouders kortzichtig waren en nog zijn. In 59 gevallen, d. i. bij 24 % der myopen zou erfelijke myopie aangenomen kunnen worden.

Opmerkelijk is het nog dat, van de door COHN onderzochte Breslauer Studenten, 34 een overcorrigeerende bril droegen, terwijl 3 normaal ziende studenten uit koketterie een zwak concave bril droegen.

Slechts 32 studenten zagen slecht, wegens andere oorzaken dan Myopie; van deze waren 15 hypermetropisch,



dus 3.6 pCt. der onderzochte studenten. Men vindt dus de verhouding der myopie tot hypermetropie als 16: 1.

GÄRTNER <sup>1)</sup> vond onder 588 kweekelingen van het evangelisch theologisch Seminarium in Tübingen (»Stift''), wier leeftijd tusschen 18 en 22 jaren liep, van de jaren 1861 tot 1878, 1 hypermetroop dus = 0.17 proc., emmetropen 119 = 20.24 proc., myopen 468 = 79.59 proc. Van deze myopen waren op een oog emmetropisch op het andere myopisch 15 = 2.55 proc., gering myopisch ( $\frac{1}{14}$  —  $\frac{1}{8}$ ) 211 = 35.88 proc. hooggradig myopisch ( $\frac{1}{7}$  —  $\frac{1}{8}$ ) 108 = 18.37 proc.

PRIESTLEY SMITH <sup>2)</sup> onderzocht studenten van de Training Colleges van den leeftijd van 18—23 jaar. Geringe graden van myopie werden niet genoteerd, daar oogen met minder dan  $\frac{1}{40}$  M. onder de normalen gerangschikt werden. Hij vond toen, onder een aantal van 357 leerlingen (183 mannelijke en 174 vrouwelijke), 72 myopen, dus 20 %; van de mannelijke leerlingen waren 38 dus 20.8 % myopisch; van de vrouwelijke 34 dus 19.5 %.

Een vergelijking van de resultaten van het onderzoek der oogen van de studenten aan onze hoogeschool, met die der studenten te Breslau is eigenlijk van weinig waarde. Wanneer hij toch van de studenten slechts 42.5 pct. onderzocht heeft, kan men evenmin zeggen, dat dit getal

---

1) Mededeeling in: Dr. GROSS. Zur Schulgesundheits-Pflege. Deutsche Vierteljahrsschrift für öffentliche Gesundheits-Pflege. Bd. XI. pag. 441. 1879.

2) Short Sight and Education. Birmingham 1880.

een denkbeeld geeft van het voorkomen der myopie bij de studenten, als dat men een waarschijnlijkheidsberekening kan maken, hoe dat de overigen zullen zijn, die men niet onderzocht heeft. COHN hecht trouwens zelf niet te veel waarde aan de gevondene cijfers, maar gebruikt ze toch om te bewijzen, dat de studie voor het toenemen der myopie bevorderlijk is geweest. Zie hier zijn be- toog. Op pag. 68 vinden wij, als resultaat van de groepeerings zijner myopen, dat met het toenemen van den leeftijd (vooral tot het 25<sup>e</sup> jaar) meer studenten myopisch worden. En in de *Deutsche Rundschau* 1) *December 1880 pag. 425* lezen wij. »Im Juli 1880 unter- »suchte ich nochmals unsere Mediciner und constatirte unter »den Studenten, die das Examen physicum noch nicht ge- »macht hatten, 52 %, unter den Candidaten, die das »Examen bereits bestanden 64 % Myopen;” en het besluit kunnen wij wel raden. »Ich bin überzeugt”, zegt hij verder »dass die Arbeit zum Examen hier, wie bei ande- »ren Staatsprüfungen (der Juristen und Philologen) zur »Vermehrung der Kurzsichtigkeit beigetragen hat.” Wat leerde ons onderzoek in die richting? Op pag 39 vonden wij naar onze groepeerings der leeftijden juist het omge- keerde. Nemen wij dezelfde groepen van COHN, dan vinden wij:

Leeftijd.	Aantal oogen.	Aantal Myop. oogen.	Verhouding.
17—20 jaar.	256	78	30.46 %.
21—25 »	430	115	26.72 »
26—38 »	436	28	20.65 »

1) Ueber Kurzsichtigkeit, Bücherdruck und Schulärzte.



Alweder dus het aantal myopen met het hooger zijn van de levensjaren iets afnemende.

Wij zouden dus onze studenten met evenveel recht kunnen toevoegen, dat het studieleven hier voor het afnemen der myopie bijgedragen heeft! Misschien studeeren de Duitschers meer, of onder minder hygienische omstandigheden, en worden daardoor hun oogen minder bestand tegen uitrekking? JAVAL <sup>1)</sup>, zegt in een critiek over den invloed van schrift en letters op de oogen »Ce n'est pas là qu'il faut chercher la cause de la fréquence plus grande de la myopie en Allemagne; elle est tout autre, et l'on voudra bien nous dispenser de la dire autrement que dans un pli cacheté déposé à l'Académie des sciences, que nous ferons ouvrir quand les allemands auront mis le doigt sur le vrai noeud de la question. Outre la mauvaise Typographie et l'hérédité, il y a une cause de myopie tout à fait spéciale à l'Allemagne: c'est bien le moins de la laisser chercher par ceux qui nous ont dit que: »le degré de civilisation d'un peuple peut s'estimer d'après le nombre de ses myopes.» Wij weten het niet, maar durven gerust als het resultaat van onze statistiek uitspreken, dat hier *de begunstigende invloed van de studie op het ontstaan van myopie niet gebleken is.*

Onze onderzoekingen moeten zich nu aansluiten aan het onderzoek der oogen van een geheel andere klasse van personen, van denzelfden leeftijd als de studenten, die zich minder met arbeid in de nabijheid bezig houden, b. v. boerenzoons. Van die klasse en van studenten moet dan

1) Annales d'Oculistique 1881, pag. 213.



na 20, 30, enz. jaren wederom een statistiek gemaakt worden. Dan eerst hebben we bouwstoffen bijeen, waaruit gevolgtrekkingen gemaakt kunnen worden, omtrent het al of niet toenemen der myopie ten gevolge van voortgezette inspanning der oogen, zooals die voor studie-arbeid vereischt wordt.

---

**MICROSPECTROSCOPISCHE UNTERSUCHUNGEN DER  
GEFÄRBTEN KUGELN IN DER RETINA  
VON VÖGELN,**

VON

DR. G. WAELCHLI.

MIT EINER TAFEL UND ZWEI HOLZSCHNITTEN.

---

Die farbigen Kugeln der Vogelnethzhaut sind bisher nur von Talma 1) einer näheren spectralanalytischen Prüfung unterworfen worden. Die Resultate, welche er mit Hülfe des von Browning und Sorby verfertigten Mikrospektralapparates erhielt, beschränkten sich auf den Nachweis, dass die Spektren der Kügelchen continuirliche sind, ohne erkennbare dunkle Bänder. Die Absorption betraf bei den rothen Kugeln alle Strahlen, von etwa der Fraunhofer'schen Linie D bis an das violette Ende des Spektrums, bei den orangenen Kugeln alle Strahlen, welche sich von einem Punkt zwischen D

---

1) Over de kegels en hunne gekleurde kogels in het netvlies van vogels. Onderzoekingen g. i. h. physiol. Laborat. d. Utrechtsche Hoogeschool III R. II. p 259.

und *b* bis Violett erstrecken; die Spektren der gelben und grünen Kugeln waren dagegen nur ein wenig an den beiden Enden eingeschränkt; die mittleren Strahlen wurden unverändert durchgelassen. Alle Angaben bezogen sich auf die Taubenretina.

Geraume Zeit nachher hat W. Kühne 1) mit Ayres die Farbstoffe der Kügelchen auf chemischem Wege zu isoliren versucht. Durch sehr eingreifende Operationen stellte er drei verschieden gefärbte Lösungen dar, welche er als ziemlich reine Lösungen dreier praeexistirender Farbstoffe (Rhodophan, Xanthophan, Chlorophan) betrachtet. Die Spectra dieser Lösungen unterscheiden sich von denen, welche Talma von den ähnlich gefärbten Kugeln frischer Netzhäute erhielt, wesentlich dadurch, dass sie, ausser einer im Allgemeinen erst bei etwa G beginnenden Absorption des violetten Endes, auch noch ein (Rhodophan, Xanthophan) bezüglich zwei (Chlorophan) dunkle Bänder zwischen E (resp. F) und G zeigen. Nach Talma fehlen, wie erwähnt, den Spektren der Kügelchen dunkle Bänder durchaus, und ist in denen der rothen schon von etwas jenseits D, in denen der orangenen schon von zwischen D und *b* an alles Licht bis zum violetten Ende hin ausgelöscht. Trotz dieser ausserordentlichen Differenzen glaubt Kühne dennoch seine „Chromophane“ für die praeexistirenden Farbstoffe der Netzhautkügelchen halten zu dürfen. Obschon er der mikrospektralanalytischen Untersuchungsmethode für Entscheidung dieser Frage die erste Stelle einräumt,

1) Ueber lichtbeständige Farben der Netzhaut von W. Kühne (Unter Mitwirkung von Dr. W. C. Ayres aus New-Orleans), Unters. a. d. physiol. Institut. d. Universität Heidelberg. Erster Band. 1878. S. 341. — Ferner Kühne, im Handbuch der Physiol. v. Hermann. III. Bd. 1ster Theil. 1880. p. 291.



beachtet er die auf diesem Wege erhaltenen, den seinigen widersprechenden Resultate nicht weiter, wegen der angeblich ungeeigneten Konstruktion der käuflichen Mikrospektralapparate 1).

Da das hiesige physiologische Laboratorium vor einiger Zeit in den Besitz eines Zeiss'schen Mikrospektroskopes gekommen ist, welches nicht unwesentliche Vorzüge vor dem von Talma benutzten Browning'schen besitzt, habe ich nicht ungern der Aufforderung von Prof. Engelmann und Prof. Donders Folge geleistet, die Untersuchungen Talma's mit dem besseren Apparat zu wiederholen und womöglich auszubreiten. Wir wollen übrigens ausdrücklich hervorheben, dass auch der Sorby-Browning'sche Apparat, bei einigermaßen sorgfältiger Handhabung, zur Constatirung der in Folgendem zu beschreibenden Thatsachen genügt.

Die Vorzüge des Zeiss'schen Mikrospektroskopes sind folgende:

1) Das Spektrum ist etwas mehr als doppelt so lang als das des Browning'schen Apparates, bei im Uebrigen gleicher Vollkommenheit. (Auf 250 mm. projicirt erscheint die Distanz DF des Zeiss'schen Spektroskopes 17.3 mm. lang, die des Browning'schen nur 8.5 mm.).

2) Bequemere und sicherere Einstellung des Objektes. Es ist dies ein wichtiger Punkt. Bei so kleinen Objekten wie die gefärbten Kugeln ( $3 \mu$  im Durchschnitt), die zum Zwecke vergleichender Beobachtungen und Messungen genau centrisch eingestellt werden müssen, ist

---

1) Kühne in Hermann's Handbuch der Physiol. III. 1. S. 295. In ähnlichem Sinne äussert sich auch Frey in der neuesten Auflage des „Mikroskop“ (1881, p. 38), in welcher die Mikrospectralanalyse auf wenigen Zeilen abgethan wird.

es von grossem Vortheil, wenn man bequem von Zeit zu Zeit die Stellung der Kugel controliren kann. Dies ist beim Zeiss'schen Apparat dadurch sehr leicht möglich, dass das Prisma über dem Okular beweglich angebracht ist. Man schiebt zuerst das Prisma zur Seite und stellt mittelst des Okulars das Objekt genau ein. Dann hat man nur nöthig eine kleine leichte Drehung vorzunehmen, um das Prisma über dem Okular zu fixiren, während beim Browning'schen die Einstellung zuerst ohne Okular oder mit einem gewöhnlichen Okular geschehen muss, welches, aus dem Mikroskop herausgenommen, durch das Mikrospektroskop ersetzt werden muss, wobei leicht eine Verschiebung stattfindet.

3) Der Zeiss'sche Apparat ist viel leichter, niedriger, überhaupt compendiöser, wodurch auch wiederum die Gefahr geringer wird, dass das Objektbild bei Berührung des Apparates aus dem Spalt rückt.

4) Der Zeiss'sche Apparat hat die Annehmlichkeit einer nach Wellenlängen getheilten Skala. Man braucht nur jedesmal vor dem Versuch eine Fraunhofer'sche Linie, die schon im Spektrum des gewöhnlichen diffusen Tageslichts scharf sichtbar gemacht werden kann, mittelst der am Okular befindlichen Schraube auf die ihrer Wellenlänge entsprechende Stelle der Skala einzustellen (z. B. D auf 58.9 oder F auf 48.6), so befindet sich die ganze Skala in richtiger Lage, d. h. für jede beliebige andere Stelle des Spektrums giebt die Skala ohne Weiteres die Wellenlänge an.

Die ausserordentliche Kleinheit der Objekte erfordert eine sehr starke Vergrösserung. Zu unsern Versuchen wurde das Immersionssystem L ( $\frac{1}{25}$ ) oder auch eine Oelimmersionslinie ( $\frac{1}{13}$ ) von Zeiss bei ganz ausgezogenem Tubus (203 mm. Länge) angewandt. Grössere Kügelchen

erschieden dann (auf 250 mm. projicirt) bis 6 mm. im Durchmesser gross, was mehr als genügend war. — Der grösste Umfang des Kügelchens muss genau im Fokus stehen, was daran erkennbar ist, dass bei weit geöffnetem Okularspalt das Spektrum des Kügelchens der Länge nach jederseits ganz scharf begrenzt erscheint. Trotz des ausserordentlichen Lichtverlustes durch das Objektiv und den engen Okularspalt, genügt doch das Licht einer gewöhnlichen Gaslampe (auch diffuses Tageslicht meist). Natürlich müssen alle Diaphragmen entfernt sein. Der *Abbe'sche* Beleuchtungsapparat leistet dabei sehr willkommene Dienste. Mittelst des Planspiegels und der Condensatorlinse wird ein Bild des leuchtendsten Theile der Gasflamme gerade an der Stelle des zu untersuchenden Kügelchens entworfen. In allen Versuchen wurde die Lichtstärke so gewählt, dass der Spalt ohne Kügelchen ein Spektrum gab, das sich auf der Skale von 70—40 ausstreckte. Die Skale wird beim Ablesen nur so viel erleuchtet, als nöthig ist, um Streifen und Zahlen eben deutlich zu erkennen. Der ganze Apparat steht im Dunkelkasten von *Engelmann*, in welchem die Empfindlichkeit des Auges für Farben- und Helligkeitsunterschiede sehr erheblich grösser wird, als bei der gewöhnlich üblichen Art des Mikroskopirens. Empfehlenswerth ist ausserdem noch, des Abends in völliger Dunkelheit oder doch nach längerem Verweilen in der Dunkelkammer zu arbeiten.

Die von uns untersuchten Objekte waren Kügelchen von 4 Vogelarten (Hahn, Taube, Ente, Fink). Mit Leichtigkeit sind bei diesen Thieren bis 8 Arten verschieden gefärbter Kügelchen zu unterscheiden. Ueber ihre Verbreitung, Anordnung, relative Häufigkeit etc. werde ich Näheres später mittheilen.



Zur mikrospektralanalytischen Untersuchung wurden nicht alle Arten von Kugelchen benutzt. Bei manchen war die Grösse zu gering und bei anderen die Farbe zu schwach. Wir beschränkten uns auf die grossen rothen, orangefarbenen, gelben und grünen, welche auch die häufigsten sind.

Zunächst ergab sich im Allgemeinen eine Bestätigung der Talma'schen Resultate. Alle Kugeln lieferten ein continuirliches Absorptionsspektrum, *ohne Bänder*. Die Absorption betrifft ausschliesslich oder doch wesentlich die brechbareren Strahlen. Meist setzt sie ziemlich scharf ein und erreicht sehr rasch, innerhalb einer oder zweier Wellenlängen nahezu das Maximum, von wo an dann langsameres Wachsen bis zu vollkommener Absorption eintritt. Die Unterschiede der Spektren verschiedenfarbiger Kugelchen beruhen vornehmlich, doch nicht ausschliesslich, in der Lage des Anfangs der Absorption im Spektrum. Diese wie weitere Besonderheiten erhellen aus der folgenden Tabelle, in welcher die Hauptresultate der an den verschiedenen Arten Kugelchen von Hahn, Ente, Taube, Fink angestellten Messungen zusammengestellt sind.

Die Zahlen bedeuten die Wellenlängen in Hunderttausendsteln eines Millimeters.

Totallänge des gewöhnlichen Spektrums von Wellenlänge 0.70—0.40  $\mu$ .

Farbe der Kügelchen.	H A H N.			E N T E.			T A U B E.			F I N K.		
	S.	V.	$\mu$ .	S.	V.	$\mu$ .	S.	V.	$\mu$ .	S.	V.	$\mu$ .
Roth	59-57	50	3,7-4	59-58	46	4	59-57	50	3-3,2	59,5-58,5	44,5	3-3,2
Roth orange	57-56	47	4	—	—		—	—		—	—	
Orange	—	—		53-52	44	4-4,3	52-51	45	2,8	—	—	
Gelb	51-50	46	4	51-50	42	4	52-51	43	2,8-3	54-52	42	1,8-2,2
"	51-50	46-45		—	—		—	—		53-50	42	
Grün	70-68											
	47-43	43	3,5	49-46,5	41	3,5	50,5-49	42	3,3-3,5	—	—	

Die unter S stehenden Zahlen geben Anfang und Ende der Strecke schnell wachsender Absorption an. Die in der mit V überschriebenen Spalte stehenden Zahlen bezeichnen die Lage der kürzesten überhaupt noch sichtbaren Wellenlänge, also die Stelle im Spektrum, von der an vollständige Absorption stattfindet. Die unter  $\mu$  stehenden Zahlen geben den Durchmesser der gefärbten Kugel in Mikren an. So bedeuten z. B. die Zahlen 59—57 (Roth, Hahn), dass die Absorption bei einer Wellenlänge von 0,59  $\mu$  beginnt, dann rasch wächst, um bei einer Wellenlänge von 0,57  $\mu$  beinahe das Maximum der Absorption zu erreichen.

Zur Beurtheilung der Zuverlässigkeit der Zahlenangaben sei erwähnt, dass Messungen, welche von verschiedenen Beobachtern zu ganz verschiedenen Zeiten (theilweise Monate auseinander), ohne Kenntniss der frühern Resultate gleicher Prüfungen, angestellt wurden, absolut

identische Resultate für die gleichen Objekte ergaben. Weitere Beweise für die Zuverlässigkeit und Schärfe der Methode lieferten die sogleich zu besprechenden Messungen der Lichtstärke an den verschiedenen Stellen des Absorptionsspektrums.

*Zur quantitativen Bestimmung der Helligkeit an verschiedenen Punkten der Absorptionsspektren* ward, mittelst des seitlichen Spaltes und Spiegels im Spektralkular, neben dem Spektrum des Objektes ein Vergleichsspektrum entworfen. Das Licht, das durch diesen seitlichen Spalt des Spektroskopes eintritt, wird durch ein total reflectirendes Prisma vertikal nach oben abgelenkt und durch das über dem Okular befindliche Prisma zerlegt. Lässt man nun mittelst des Spiegelchens ein Bündel Lichtstrahlen von einer künstlichen Lichtquelle einfallen, so kann man durch Veränderung des Abstandes der Lichtquelle die Helligkeit des ganzen Spektrums nach Bedürfniss abändern. Auf diesem Wege kann man also die Helligkeit an allen, gleichen Wellenlängen entsprechenden, Stellen beider Spektren einander gleich machen. Leicht ergibt sich so das Verhältniss der Helligkeiten an den correspondirenden Stellen des normalen und des Absorptionsspektrums.

Die Untersuchungen selbst wurden Abends in dunkler Kammer gemacht. Der ganze Apparat war wieder im dunklen Kästen von Engelmann aufgestellt. Als Lichtquelle für das Objektiv diente eine grosse Gasflamme mit doppeltem Brenner, die von Zeit zu Zeit mit einer NaCl-haltenden Spiritusflamme vertauscht wurde, um die richtige Lage der Skale mittelst der D-linie zu controliren. Als Lichtquelle für die seitliche Oeffnung des Spektroskopes diente die erleuchtete runde Mattglas-scheibe (S) von 25 mm. Durchmesser des Donders'schen



Instrumentes 1), welches zur Messung des Farbensinns von Eisenbahnpersonal u. s. w. hier in Gebrauch ist.

Das Instrument war so aufgestellt, dass die runde farblose Mattglasscheibe desselben in einer Entfernung von ungefähr 50 cm. seitlich vom Spiegel des Spektralokulars sich befand. Sie wurde durch eine, auf horizontaler in Centimeter getheilte Skala verschiebbare, Blendlaterne von hinten her erleuchtet. Das Licht (eine Normalkerze, deren brennendes Ende durch eine von unten nach oben wirkende Spiralfeder in gleicher Höhe erhalten wird) war zu Anfang 8 cm. hinter die Mattglasscheibe gesetzt. Nun wird der Spiegel so gestellt, dass beide Spektren (natürlich ohne Einschaltung des Farbkügelchens) genau gleich hell und gleich lang erscheinen (von 0,70—0,40  $\mu$  Wellenlänge). Das Kügelchen wird nun auch genau eingestellt und wir erhalten so sein scharfes Spektrum unmittelbar neben dem Vergleichsspektrum.

Es soll nun die relative Helligkeit einer bestimmten Gegend des Absorptionsspektrums gemessen werden. Der Beobachter fixirt diese Gegend (was auch ohne Hilfe der Skala, durch blosse Schätzung, recht gut möglich ist, wie die folgenden Zahlen beweisen) und ein Zweiter verschiebt langsam das Licht auf dem Schlitten bis die Helligkeit des Vergleichsspektrums an der zu prüfenden Stelle dieselbe scheint, wie die der gleichen Stelle des Absorptionsspektrums. Der erste Beobachter giebt an, wann kein merklicher Unterschied für ihn mehr besteht, wo dann der andere den Stand des Lichtes auf der Skala abliest und notirt. Jede Bestimmung wurde 12 mal hinter einander wiederholt, wobei jedesmal wieder von der Primärstellung des Lichtschiebers (8 cm. von der Mattglasscheibe) ausgegangen wurde.

1) Vergl. Graefes Archiv<sup>3</sup> Bd. XXIII, Abth. 4, S. 285, 1877.

Aus den Abständen des Lichtes von der matten Scheibe wurden die relativen Intensitäten berechnet, die sich den Quadraten dieser Abstände umgekehrt proportional verhalten.

Die Ergebnisse dieser Messungen theilen wir in den folgenden Tabellen mit. In denselben sind die Abstände in Centimetern angegeben, auf welche die Normalkerze von der Mattglasscheibe entfernt werden musste, damit die Helligkeit der verglichenen Farbe ( $\lambda$ ) im Vergleichsspektrum der entsprechenden des Absorptionsspektrum gleich war.

Die Bestimmungen beziehen sich auf Kugeln der Ente, die frisch in zur Hälfte mit Wasser verdünntem Glycerin 1) untersucht wurden.

I. *Rothe Kugel* von 4,6  $\mu$ . Absorption beginnt bei 59 und ist bei 58 schon nahezu maximal. Abstand der Lichtquelle von der Mattglasscheibe S für

$\lambda =$ 0,58—0,57 $\mu$ .	$\lambda_1 =$ 0,52 $\mu$ .	$\lambda_2 =$ 0,50 $\mu$ .
27 cm.	21,5 cm.	21,5 cm.
29	22	22
27,5	23	21,5
28	21,5	20
29,5	22	20
30,5	23	19,5
25	22	20
27	23	19,5
27	22,5	18
28	23	19,5
28	23	20
28	23	19
Mittlerer Abstand 28 cm.	22,5 cm.	20 cm.
Verhältniss der mittleren Helligkeiten 1 : 0.082	1 : 0.128	1 : 0.16

1) Die Resultate sind dieselben, wenn statt Glycerin halbprocentige Kochsalzlösung genommen wird. In der Glycerinmischung verändern die Farben der Kugeln sich im Laufe mehrerer Stunden, meist selbst im Laufe einer oder mehrerer Tage, nicht merklich.

II. *Orangegelbe Kugel*. Bei 54 beginnende, bei 52 nahezu maximale Absorption. Weiterhin keine Zunahme der Helligkeit wie bei den rothen Kugeln, wo beim 52<sup>ten</sup> Theilstrich ein zweites, allerdings niedriges, Maximum der Helligkeit besteht.

$\lambda = 0,52 \mu.$	$\lambda, = 0,46 \mu.$
Abstand = 20 cm.	18,5 cm.
20	19
20	19
19,5	19
23	19
19	18
19	19
20	18
21,5	18,5
21	18
19	18,5
20	18,5
Mittlerer Abstand 20 cm.	18,6 cm.
Mittleres Verhältniss der Helligkeiten 1 : 0.16	1 : 0.185

Auch für diese Versuche war eine Controle erwünscht. Bekanntlich geben die meisten Mattglasscheiben kein absolut diffuses Licht. Strahlen, welche perpendikulär auffallen, werden besser durchgelassen als schief auffallende. Wenn man also wie in unserem Falle eine erléuchtete Mattglasscheibe als Lichtquelle benutzt, so könnten, da neben dem diffusen Lichte noch direkte Strahlen durchgehen, die Lichtintensitäten nicht mehr den Quadraten der Abstände der Kerze von der Mattglasscheibe umgekehrt proportional sein, sondern würden langsamer abnehmen.

Um zu prüfen, ob diese Fehlerquelle sich in unserem Falle bemerkbar mache, wurde das Spektralkular in einem Stativ horizontal befestigt. Die Collectivlinse war entfernt. In der Verlängerung der optischen Axe des



Okulars stand eine in dieser Richtung verschiebbare Flamme, welche mittelst des Okularspaltes ein direktes Spektrum lieferte, das mit dem Spektrum des seitlich von der Mattglasscheibe her durch den Spiegel reflectirten Lichtes verglichen werden sollte. Der Beobachter regulirt nun durch Veränderung der Spaltenweite und der Lichtabstände die Helligkeit der beiden Spektre so, bis sie gleich gross ist. Die eine Lampe wird nun in eine grössere Entfernung gestellt. Dadurch wird die Helligkeit des betreffenden Spectrums vermindert. Ein zweiter Beobachter muss nun die Lampe des andern Spectrums so lange hin und her schieben bis der erste Beobachter die Helligkeit der beiden Spektre gleich gross findet. Die Abstände werden notirt. Es müsste nun nach Obigem für gleiche Helligkeitsabnahme der Lichtabstand von der Mattglasscheibe eher etwas schneller wachsen, als der des direkten Lichts. Folgendes aber zeigte sich. Ist  $A$  der Abstand der Kerze von der Mattglasscheibe und  $a$  der Abstand der das Vergleichspektrum liefernden Gaslampe, so waren beide Spektre gleich hell wenn für:

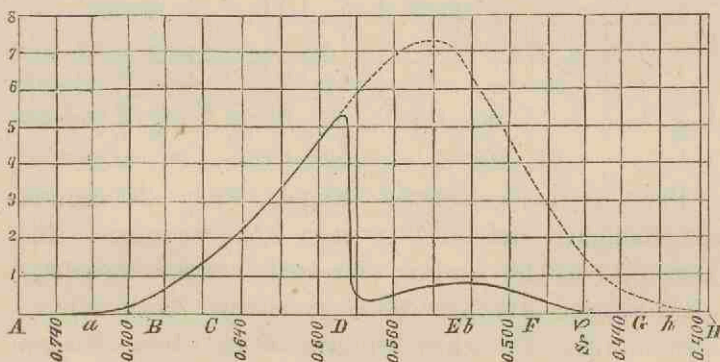
$A = 7$ cm.	$a = 60$ cm.
13,5 "	120 "
20 "	180 "
13,5 "	120 "
7,5 "	60 "

Ein Blick auf diese Zahlen lehrt, dass die Helligkeit des von der Mattglasscheibe bezogenen Lichtes mit wachsendem Abstand  $A$  eher etwas schneller abnimmt als dem umgekehrten Verhältniss des Quadrates von  $A$  entspricht. Wir dürfen also schliessen, dass bei unsern obigen Helligkeitsbestimmungen die Stärke der Absorption der farbigen Kugeln jedenfalls nicht zu gross, eher wohl etwas zu klein gefunden worden ist.

In den nebenan stehenden Figuren 1 und 2 haben wir die bei zwei Arten von Kugeln gewonnenen Resultate graphisch dargestellt. Die Abscissen sind den Wellenlängen proportional 1). Die ausgezogene Linie giebt die Helligkeit der von den Kügelchen durchgelassenen Lichtstrahlen, die punctirte die des gewöhnlichen Lichtes.

Fig. 1 bezieht sich auf eine rothe, Fig. 2 auf eine orangefarbige Kugel der Ente.

Fig. 1.

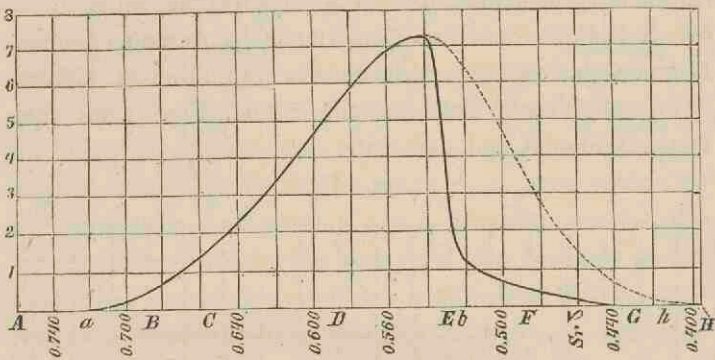


In Fig. 1 bleibt die Helligkeit normal bis kurz vor D, von wo sie steil fällt um bei  $\lambda = 0.575$  etwa ein Minimum zu erreichen. Hierauf folgt eine geringe absolute, aber ziemlich beträchtliche relative Steigerung (von  $\frac{1}{12}$  auf  $\frac{1}{6}$  ca. der normalen Intensität), bis zu einem zweiten Maximum etwa bei  $\lambda = 0.525$ . Von hier an sinkt die Helligkeit gleichmässig um etwa bei  $\lambda = 0.46$  gleich Null zu werden. Es wird also von diesen Kugeln fast nur Roth durchgelassen. Die zugehörigen percipirenden

1) Die auf das Interferenzspektrum reduzierten Helligkeitscurven des dioptrischen Spektrums sind der Abhandlung von Prof. Donders: „Over kleurstelsels” (Vergl. Onderzoek. g. i. h. physiol. Laborat. Utrecht, Derde Reeks, D. VI, Afl. 1, pag. 128) entnommen.

Aussenglieder müssen, so könnte man sich ausdrücken, grün- und violettblind sein.

Fig. 2.



Für die orangefarbenen Kugeln (Fig. 2) beginnt die Helligkeit erst bei  $\lambda =$  etwa 0,535 zu sinken. Bis  $\lambda = 0,52$  ist der Absturz sehr steil, von hier an erfolgt gleichmässige Abnahme (anfangs relative Zunahme) bis zum völligen Erlöschen bei etwa 0,44. Diese Kugeln lassen also Roth, Gelb und Grün fast ungeschwächt durch, vom Rest nur Spuren. Die zugehörigen percipirenden Aussenglieder könnten demnach als violettblind bezeichnet werden.

Es erhebt sich jetzt die Frage, wie unsere Ergebnisse sich zu denen von Kühne und Ayres stellen. Vergleichen wir zunächst die Spektren unserer Kügelchen mit denen von Kühne's farbigen Lösungen. Zu diesem Zwecke haben wir Darstellungen beider in unserer Tafel (Taf. II) vereinigt. Die Spectra beziehen sich: Fig. 1a auf die rothen Kugeln der Ente, 1b und 1c auf die rothen Kugeln des Finken (in verschieden dicker Schicht) Fig. 1d auf Rhodophan in Benzol, Fig. 2a auf die gelben Kugeln des Huhns, 2b auf Xanthophan in aetheri



scher Lösung, Fig. 3a auf die grünen Kugeln der Taube, 3b auf Chlorophan in aetherischer Lösung.

Der Unterschied liegt, wie man sieht, in allen Fällen zunächst darin, dass unsere Spektren continuirliche, die Kühne'schen discontinuirliche sind; zweitens ist in den unsern die totale Absorption sehr viel grösser und drittens beginnt die Absorption erheblich weiter nach dem Roth zu.

Es ist unmöglich, diese Unterschiede bloss aus Concentrationsunterschieden der verglichenen Farbstofflösungen erklären zu wollen. Zwar leidet es keinen Zweifel, dass die Kügelchen eine ausserordentlich viel concentrirtere Farbstofflösung repräsentiren, als die Lösungen, welche Kühne spektroskopisch untersuchte. Letztere absorbirten bei durchschnittlich gewiss mehr als 1000 mal grösserer Dicke der geprüften Schicht doch sehr viel weniger als erstere. Aber auch bei gleicher Concentration und Dicke der Schicht müssen die Spektren verschieden bleiben: Dies ergiebt sich von vorneherein schon daraus, dass den Maximis der Absorption, welche die Chromophanspektren zeigen, keine Maxima in den Spektren der Kügelchen entsprechen; im Gegentheil liegt beispielsweise für die rothen Kügelchen (Fig. 1a) ein Maximum bei  $\lambda = 0,57 \mu$ , wo Fig. 1d des Rhodophan noch keine Spur von Absorption zeigt, und ein Minimum bei  $0,525 \mu$  wo in Fig. 1d die Absorption bereits sehr merklich ist. Auch eine Andeutung der in den Chromophanspektren vorhandenen Minima müsste in unsern Spektren unzweifelhaft zu Tage treten. Es ist aber keine Spur davon zu finden.

Wir haben auch den direkten Beweis zu führen gesucht, dass Dicken — resp. Concentrationsunterschiede zur Erklärung der Differenz nicht angesprochen werden dürfen, indem wir nämlich Kügelchen platt drückten und auf diese Weise prüften, ob bei einer gewissen Verdünnung der Schicht das

Spektrum dem der entsprechenden Chromophanlösung ähnlich würde. Folgende Beispiele zeigen, was sich ergab.

Versuch: Finkenretina frisch in Glycerin und aq. aa.

Untersuchung in der Dunkelkammer. — Sonnenlicht.

1) Plattgedrückte rothe Kugel erscheint röthlich-orange. Absorption beginnt bei 59—58 und erreicht bei 52 nahezu ihr Maximum. Bei 54 schon sehr dunkel. Totallänge des Absorptionsspektrums ungefähr bis 43. Sonnenlichtspektrum reicht bis etwas über 40.

Gaslicht: Noch mehr gequetschte rothe Kugel, welche in Folge der Abplattung eine orangegelbe Farbe zeigt. Absorption beginnt bei 55—54 und ist bei 51 nahezu maximal. Licht des Absorptionsspektrums geht bis ungefähr 42,5. — Von Absorptionsbändern ist durchaus nichts zu erkennen.

Diese Messungen lehren unzweifelhaft, dass die Unterschiede der Spektren des Rhodophan und der rothen Kügelchen nicht aus Concentrationsunterschieden erklärt werden können.

Auch die verschiedene Natur des Lösungsmittels kann diesen Unterschied nicht erklären. Denn wenn dieselbe auch einigen Einfluss auf die Lage der Maxima und Mimima der Absorption ausübt, — Kühne hat dies speciell für die Chromophane nachgewiesen — so bleibt doch der Habitus, der wesentliche Charakter des Spektrums, dadurch stets unberührt — so lange das Lösungsmittel nicht zugleich chemisch alterirend wirkt.

Es bleibt also keine andere Erklärung, als die: Kühne's Chromophane praeexistiren nicht in der lebenden Netzhaut, sie sind nicht die natürlichen Farbstoffe, sondern abgeleitete Zersetzungsprodukte. Dies Ergebniss wird nur bestätigt durch einen Blick auf die chemischen Proceduren, durch welche Kühne seine gefärbten Lösungen darstellte. Diese Proceduren waren der Hauptsache nach:

Einlegen des Augenhintergrundes mit Retina in absoluten Alkohol, Extrahiren mit Aether, Verdunsten, Lösen des Rückstandes in heissem Alkohol, rasche Verseifung mit Aetznatron unter Ersetzung des verdampfenden Alkohols durch siedendes Wasser, Trocknen der erhaltenen Seife und aufeinanderfolgende Extraktion derselben mit Petrolaether, Aether und Benzol.

Kühne hat selbst gefühlt, dass ein so eingreifendes Verfahren keine Garantien für Erhaltung der ursprünglichen Eigenschaften und Zusammensetzung der Farbstoffe bietet, und darum nach anderen Garantien gesucht. Nach dem nun aber die mikrospektralanalytische Untersuchung der normalen Kügelchen, der Kühne im Prinzip den Werth der höchsten Instanz einräumt, die Praeexistenz genügend widerlegte, scheint es kaum nöthig, auf die übrigen Gründe einzugehen, durch welche Kühne diese Praeexistenz wahrscheinlich zu machen sucht.

Keinem dieser Gründe vermögen wir erhebliches Gewicht beizulegen. Die Uebereinstimmung, welche ein „farbengeübtes Auge“ bei Betrachtung frischer Netzhäute mit „guten achromatischen Mikroskopen“ zwischen den Farben der Kugeln bei Hühnern und Tauben und den „isolirten Chromophanen“ finden soll, ist nach Kühne selbst nur eine unvollkommene. Namentlich erscheinen die rothen Kugeln viel mehr rubinroth als purpurn. Vermuthungsweise erklärt Kühne dies aus Beimischung von etwas Xanthophan zum Rhodophan. Es mag hier aber betont werden, dass durch Mischungen der Kühneschen Farbstoffe keine Lösungen erhalten werden können, deren Spektren denen der normalen rothen Kügelchen entsprechen (vergl. unsere Tafel u. ferner das Spektrum bei Kühne, Untersuchungen etc. Taf. 3. Fig. 7). Dass die Kügelchen bei Behandlung mit Jod (Schwalbe) und

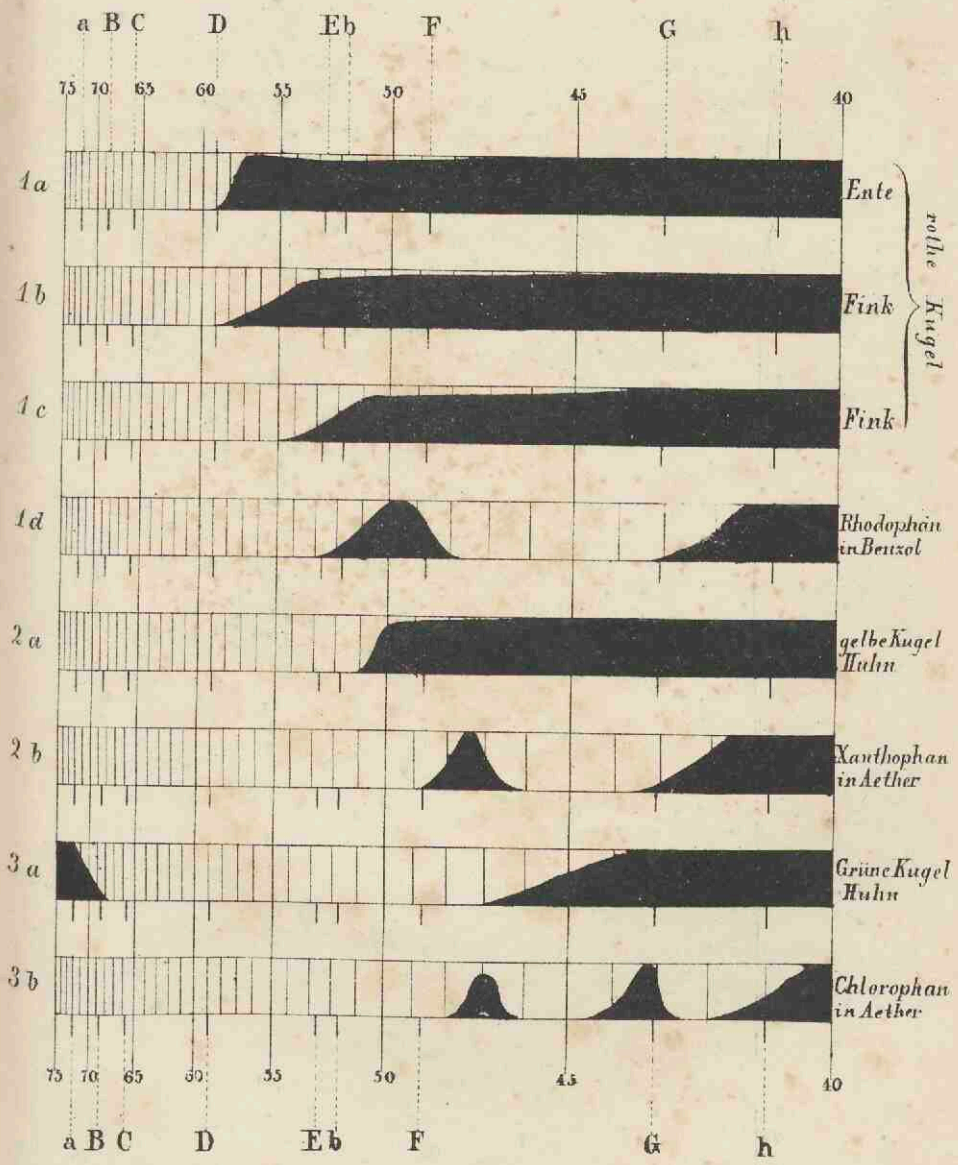


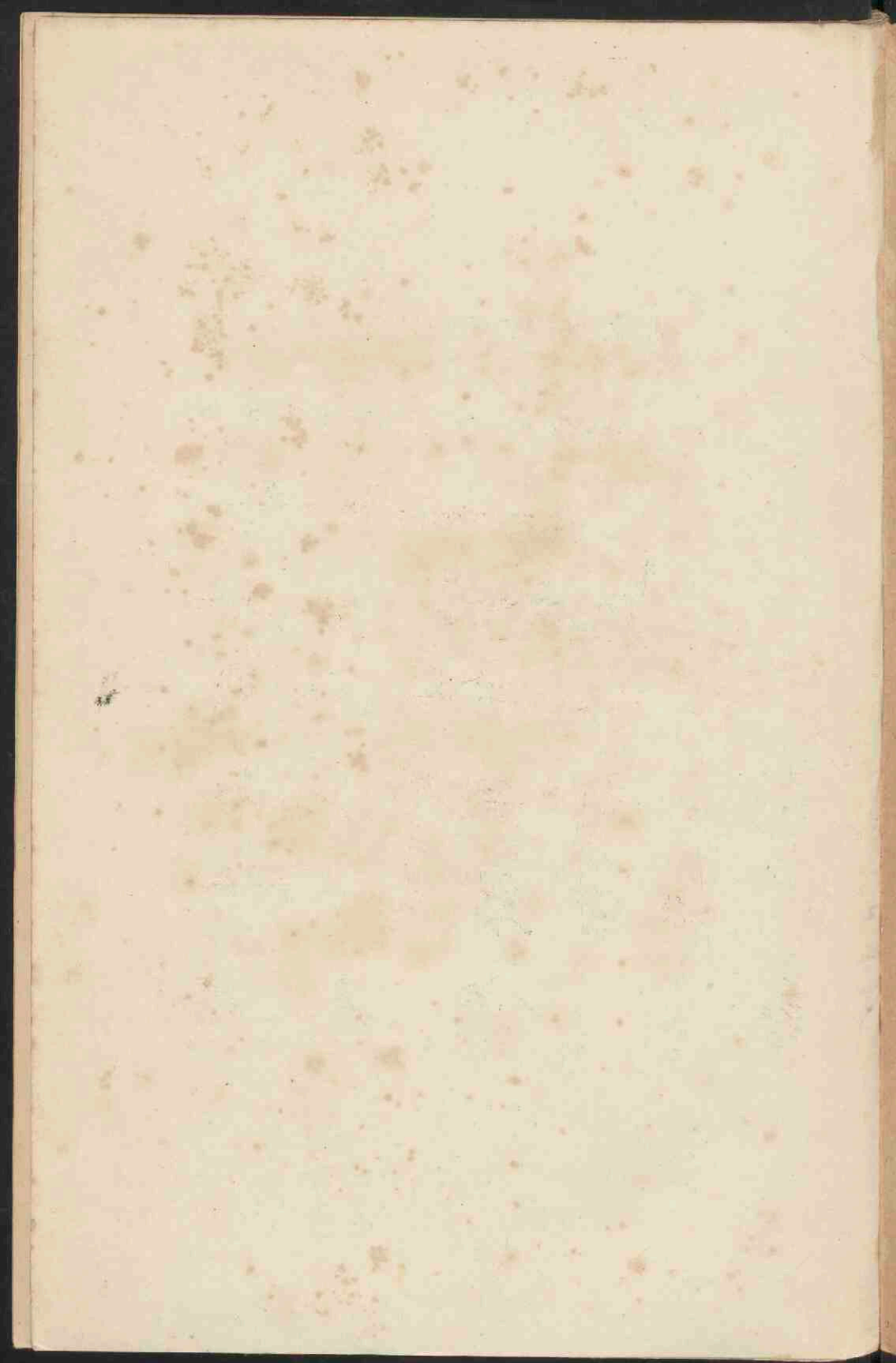
mit Salpetersäure und Schwefelsäure (Capranika) ähnliche Farbenveränderungen zeigen, wie die Kühne'schen Farbstofflösungen, wird Niemand für einen ernstlichen Beweis gelten lassen. Beispielsweise geben ja auch Leim und Eiweiss mit Kupfersulphat und Alkali gleiche Färbung, ohne doch identisch zu sein. Höchstens wird im vorliegenden Falle dadurch wahrscheinlicher gemacht, was aus andern Gründen schon vermuthet werden darf, dass die Kühne'schen Chromophane von den ursprünglichen Farbstoffen der Zapfen abstammen, etwa wie Hämatin von Hämoglobin u. dgl., ohne dass hiermit übrigens eine nähere *chemische* Analogie beider Fälle ausgesprochen werden soll.

Darin stimmen wir Kühne vollkommen bei, dass es nicht erlaubt ist, die verschiedenen Farben der Kügelchen von einem einzigen Farbstoff ableiten zu wollen. Kühne meint, dass wenigstens drei angenommen werden müssen. Unsere mikrospektralanalytischen Befunde bestätigen diese Ansicht durchaus. Durch Verdünnen des rothen Farbstoffs erhält man nicht Lösungen, deren Spektren mit denen gelber Kugeln übereinstimmen. In den Spektren der letztern wächst die Absorption von Anfang an sehr viel schneller und erreicht früher ihr Maximum als in dem Spektrum entsprechend verdünnter Schichten des rothen Stoffs (vergl. Fig. 1 a, b, c u. 2a und ferner). Beim grünen Farbstoff ist vollends nicht daran zu denken, ihn von einem der andern abzuleiten. Man vergleiche nur unsere Spektren Fig. 2a u. 3a, letztere mit Absorption im Roth!

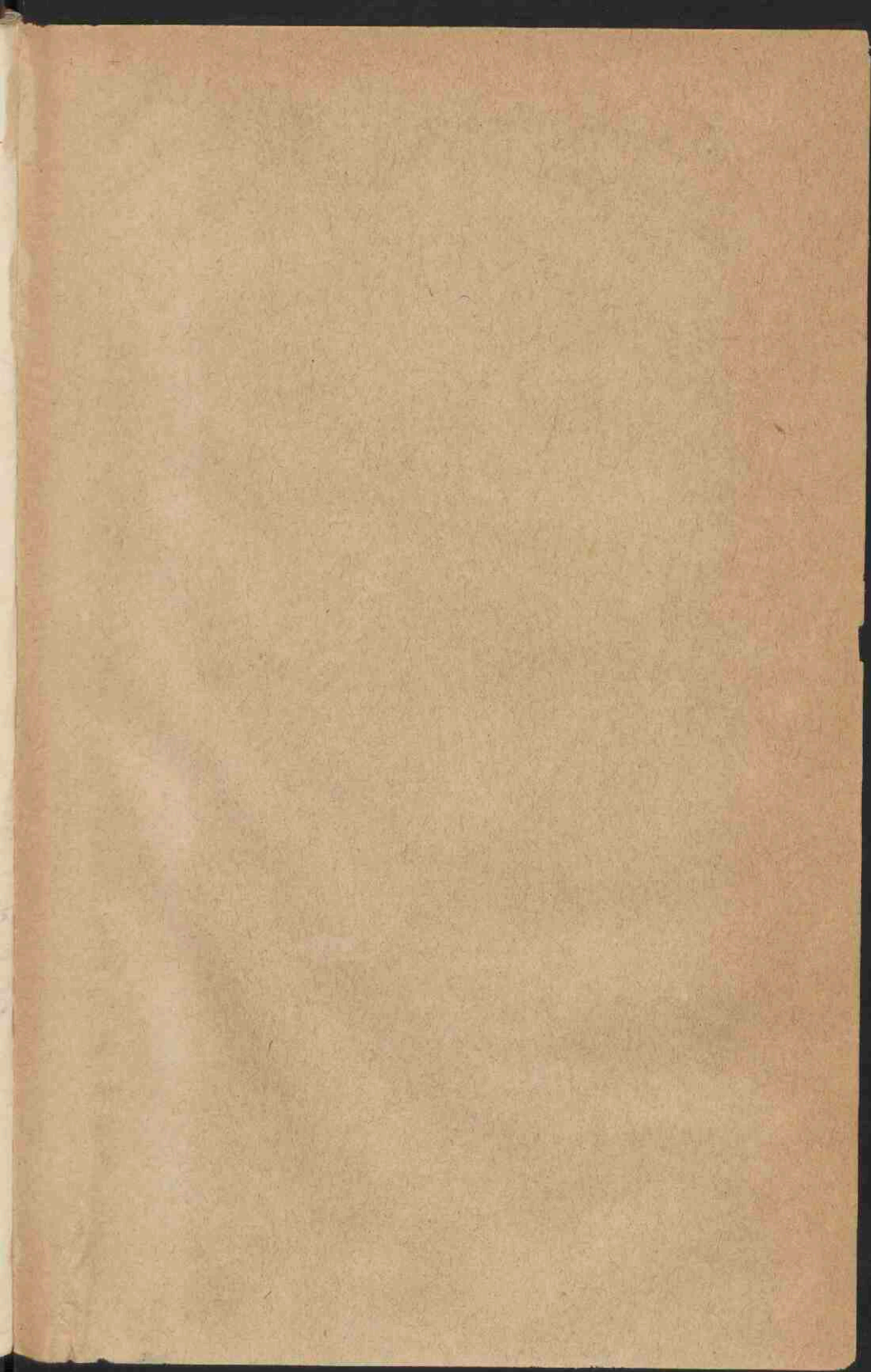
Vielleicht empfiehlt es sich, die drei von uns in den normalen Kügelchen nachgewiesenen Farbstoffe zur Unterscheidung von den Kühne'schen Chromophanen mit eigenen Namen zu bezeichnen. Wir schlagen zu dem Zwecke vor, sie *Sphaerorhodin*, *Sphaeroxanthin*, *Sphaerochlorin* zu nennen.

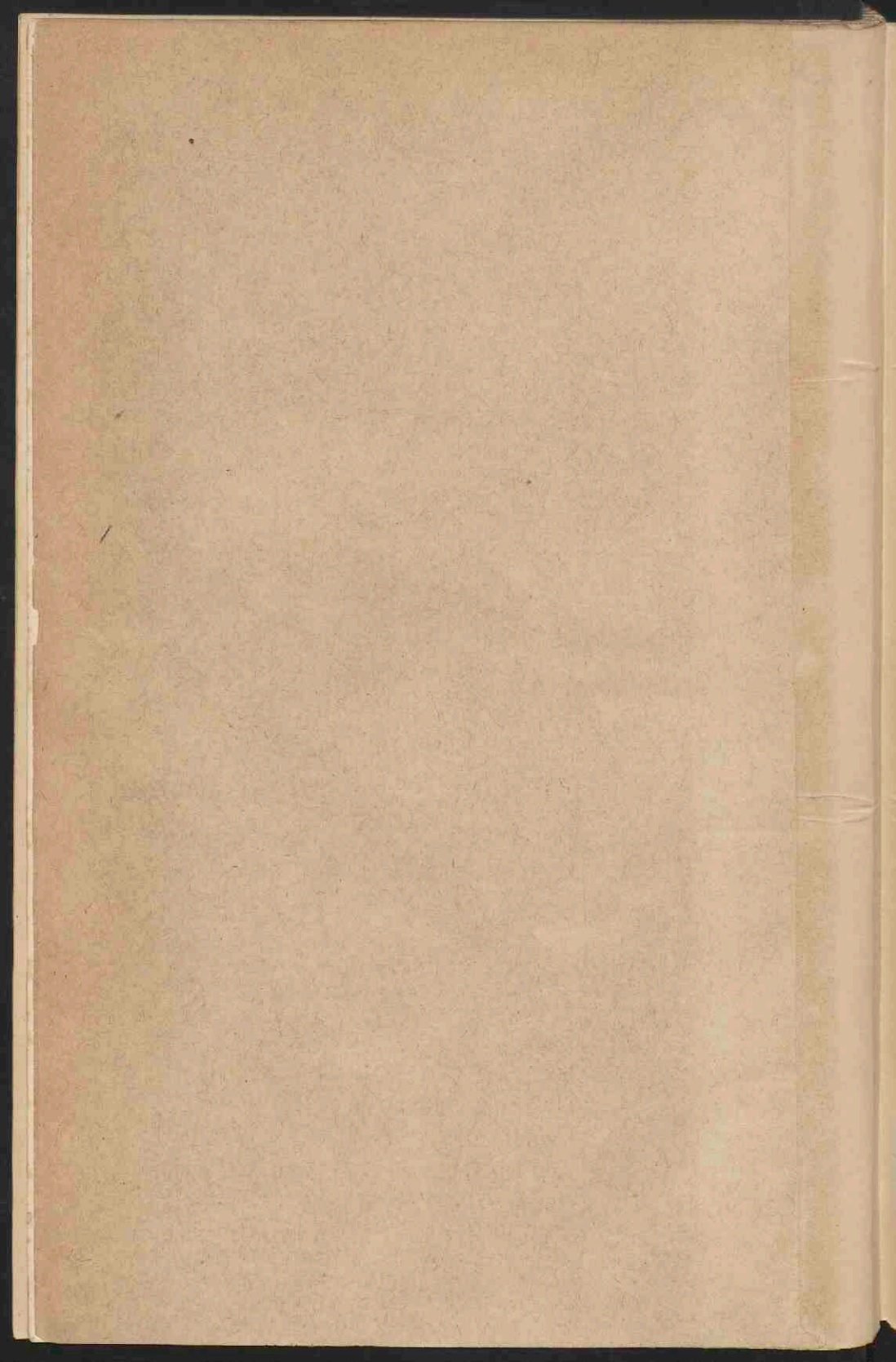
Utrecht, Mai 81.

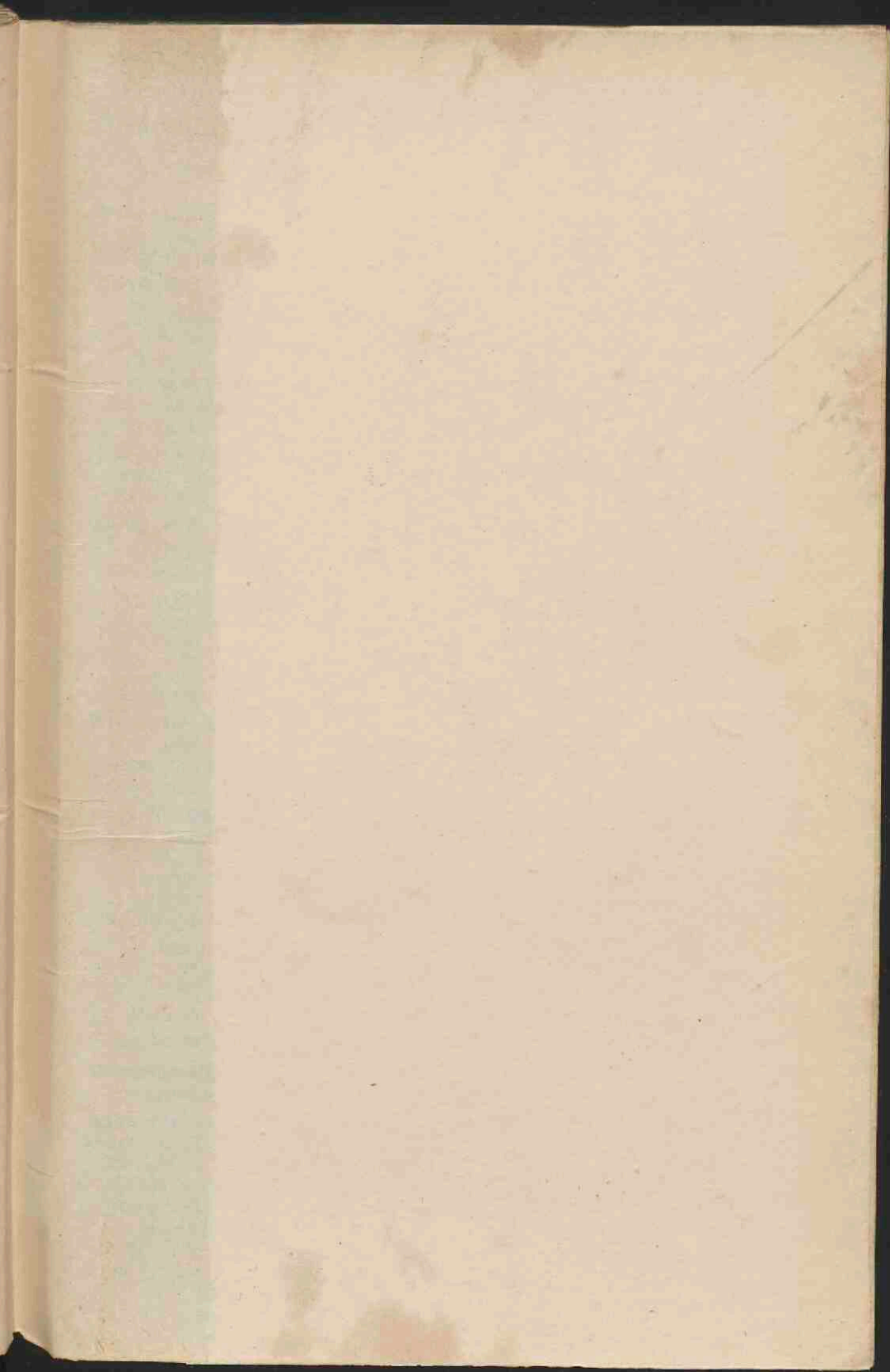














## UITTREKSEL UIT DE STATUTEN.

1. Stichters zijn allen, die 50 gulden of meer tot stichting, inrichting of instandhouding der instelling bijdragen of bijgedragen hebben. Zij worden onder dien naam in het album der stichting vermeld.
2. Onder den naam van Bestuurders worden in het album opgeteekend, al diegenen, welke 250 gulden of meer tot stichting, inrichting of instandhouding bijdragen of bijgedragen hebben.
3. Als begunstigers worden aangemerkt al diegenen, welke zich tot eene jaarlijksche bijdrage van minstens f 2.50 verbinden.

Bewijs van inschrijving worde verzonden aan Prof. DONDBERS of aan den Heer Mr. VERLOREN VAN THEMAAT, Secretaris der Instelling, bij verkiezing ook aan den Secretaris van een der Plaatselijke Commissiën (verg. Album, 6e Jaarlijksch Verslag bl. 10).

## AANWIJZING VOOR OOGLIJDERS.

Behoeftige en minvermogene ooglijders, die geneeskundige hulp verlangen, moeten zich 's morgens te tien ure aanmelden. Zij ontvangen de geneeskundige adviezen *kosteloos*. Er wordt gezorgd, dat brillen en dergelijke behoeften *tegen fabrieksprijs* kunnen verkregen worden.

De verpleegkosten zijn voor dit jaar vastgesteld op **60 cents** per dag. Hieronder zijn alle verplegingsbehoefden (verzorging, voeding, huisvesting, bewassing, enz.) begrepen.

De verpleging wordt alleen toegestaan, indien de ooglijders voorzien zijn van:

- a. Zindelijkke kleeding en het noodige ondergoed ter verschooning (van elk der onderkleederen minstens één stuk),
- b. Reisgeld voor de terugreis naar de woonplaats.
- c. Het bedrag der verpleegkosten, of eene verklaring door wien de verpleegkosten zullen betaald worden.

Brieven moeten *franco* ingezonden worden; wordt antwoord verlangd, zoo moet een postzegel of briefkaart worden ingesloten.

*Deze inrichting is uitsluitend ten dienste van behoeftige en minvermogene ooglijders, die niet wel in staat zijn de geneeskundige behandeling te bekostigen. Bewijs van onvermogen kan worden gevorderd.*

### MODEL VAN VERKLARING.

Door Ondergeteekende wordt ter verpleging in het **Nederlandsch Gasthuis voor behoeftige en minvermogene ooglijders** aanbevolen de ooglijder

De verpleegkosten en kleine voorschotten voor brillen of dergelijke behoeften, benevens eventuele kosten van correspondentie of incassering, zullen dadelijk na afdoop der verpleging, voldaan worden door